

LE MONDE ANIMAL ET LA MUSIQUE : QUAND LE CONCEPT « ONE HEALTH, ONE WELFARE » RENCONTRE LA MUSIQUE

ANIMAL WORLD AND MUSIC: WHEN THE “ONE HEALTH, ONE WELFARE” CONCEPT MEETS MUSIC

Claire PONSART¹ , Karim ADJOU² , Pascal BOIREAU³ , Fabrice COUTUREAU-VICAIRE⁴, Alain FONTBONNE⁵ , Guillaume GIRAULT⁶ , Brigitte LAUDE⁷, Lenka STRANSKY⁸, Isabelle VALLEE⁹ , Olivier INNOCENTI¹⁰

Manuscrit initial reçu le 4 avril 2025, manuscrit révisé reçu le 16 mai 2025 et accepté le 19 mai 2025, révision éditoriale le 7 juin 2025

RÉSUMÉ

Les zoonoses, maladies transmises entre animaux et humains, représentent aujourd'hui 75 % des maladies émergentes répertoriées chez l'humain. Des peintures rupestres au ménétrier meneur de loups en passant par les animaux cornemuseux du Moyen Âge, il existe de nombreuses représentations anciennes d'animaux musiciens. Par ailleurs, la nature a toujours inspiré les musiciens et, parmi les éléments, l'eau tient une place de choix. Si le fait d'associer la musique aux sciences peut paraître assez difficile de prime abord, de nombreux exemples montrent que des parallèles existent, avec des approches parfois transdisciplinaires. Jusqu'au milieu du XX^e siècle, la plupart des musiques inspirées par la science étaient liées à la physique et aux mathématiques. Les santés humaine, animale et environnementale sont interconnectées, et regroupées sous le terme « *One Health* ». Les relations entre l'humain et l'animal sont un thème récurrent dans le monde de la musique. Avec les avancées spectaculaires de la biologie, en particulier depuis la découverte de la structure de l'ADN, la biologie est à son tour devenue source d'inspiration. Plusieurs projets récents visent à combiner résultats scientifiques et approches artistiques : il peut s'agir de spectacles, de musiques générées à partir de résultats scientifiques. En raison des défis majeurs associés au déploiement de l'approche *One Health*, les auteurs ont cherché à étudier dans quelle mesure la musique peut permettre de favoriser les approches transdisciplinaires, de changer le regard des scientifiques et des citoyens, de stimuler la recherche de sens autour des initiatives *One Health*.

Mots-clés : Une seule santé, bien-être, science, musique, transdisciplinarité

- 1- DVM, PhD, HDR, Membre titulaire de l'Académie vétérinaire de France (AVF) et membre des Commissions « Une seule santé » et « Communication » de l'AVF, Cheffe de l'Unité Zoonoses bactériennes du Laboratoire de Santé Animale, Université Paris-Est Créteil (UPEC) - Anses, Maisons-Alfort, France. Courriel : claire.ponsart@anses.fr
- 2- DVM, PhD, HDR, Membre titulaire de l'Académie vétérinaire de France (AVF) et membre des Commissions « Une seule santé » et « Communication » de l'AVF, École nationale vétérinaire d'Alfort (EnvA), UMR BIPAR (Anses, EnvA, INRAE), Maisons-Alfort, France.
- 3- DVM, PhD, Membre de l'Académie vétérinaire de France (AVF), Jilin University, Changchun, and Institute of Animal Sciences, CAAS, Beijing, RP China.
- 4- Chef de l'unité Création, éditions et événements, Direction de la communication et des relations institutionnelles, Anses, Maisons-Alfort, France. Musicien amateur. Courriel : fabrice.coutureau@anses.fr
- 5- DVM, PhD, HDR, Professeur, spécialiste européen en reproduction animale, École nationale vétérinaire d'Alfort (EnvA), IMRB U955 Inserm – Université Paris-Est Créteil, Maisons-Alfort, France. Courriel : alain.fontbonne@vet-alfort.fr
- 6- PhD, Laboratoire de Santé Animale, Université Paris-Est - Anses, Maisons-Alfort, France. Courriel : guillaume.girault@anses.fr
- 7- Conservatrice en chef des bibliothèques, Directrice de la Bibliothèque, École nationale vétérinaire d'Alfort (EnvA), Maisons-Alfort, France.
- 8- PhD, HDR, Directrice de recherche en musicologie associée au laboratoire LISAA, Directrice du Conservatoire à Rayonnement Intercommunal de Limeil-Brevannes, Grand Paris Sud Est.
- 9- Directrice de Recherche, HDR, Cheffe de l'UMR BIPAR du Laboratoire de Santé Animale, Université Paris-Est Créteil (UPEC) - Anses, Maisons-Alfort, France. Courriel : isabelle.vallee@anses.fr
- 10- Professeur, Conservatoire à Rayonnement Départemental de Musique et de Danse du Val d'Yerres, La Grange au Bois, Yerres, France.



ABSTRACT

Zoonoses, diseases transmitted between animals and humans, now account for 75% of all emerging human diseases. The relationship between humans and animals is a recurring theme in the world of music. From cave paintings to wolf-driving minstrels and bagpipe-playing animals of the Middle Ages, there are many ancient representations of animal musicians. What's more, nature has always inspired musicians, and among the elements, water holds a special place. Although associating music with the sciences may at first appear rather difficult, numerous examples show that parallels exist, with approaches that are sometimes transdisciplinary. Until the mid-twentieth century, most music inspired by science was linked to physics and mathematics. Human, animal and environmental health are interconnected, and grouped together under the term "One Health". With the spectacular advances in biology, particularly since the discovery of the structure of DNA, biology has, in turn, become a source of inspiration. A number of recent projects aim to combine scientific results with artistic approaches: from performances to music generated from scientific results. Given the major challenges involved in deploying the One Health approach, the authors have sought to explore the extent to which music can help foster transdisciplinary approaches, change the way scientists and citizens look at things, and stimulate the search for meaning around One Health initiatives.

Keywords: One health, welfare, science, music, transdisciplinarity

INTRODUCTION

Aux côtés de la peste transmise par les rats au Moyen Âge et de la grippe aviaire du 20^e siècle, la pandémie de COVID 19 est très probablement une zoonose due à l'introduction d'un coronavirus à partir d'un réservoir animal, comme environ 75 % des maladies émergentes répertoriées chez les humains (Conseil scientifique COVID 19 2022). Si santé humaine et santé animale sont étroitement imbriquées, ces êtres vivants partagent également un même environnement dont l'état de santé influe directement sur ceux qui y habitent.

Ces interactions complexes et multiples entre santé des animaux, santé des humains et santé de l'environnement relèvent de ce que les scientifiques et les acteurs mondiaux de la santé désignent désormais sous le vocable « One Health » ou « Une seule santé ». Elles s'illustrent à chaque fois qu'au moins l'une des trois dimensions est affectée. Ainsi, le dérèglement climatique crée des conditions favorables à l'apparition ou la réapparition de risques spécifiques. Ce qui est vrai à l'échelle du monde visible se vérifie tout autant à l'échelle du microbiote, qui représente la plus importante biomasse sur Terre, et aussi la partie la plus intime des êtres vivants. La recherche scientifique a été pionnière dans l'utilisation de cette approche *One Health* pour comprendre les phénomènes d'émergence épidémique, de propagation et de persistance des agents pathogènes. La prise en compte par les politiques publiques des enjeux liés aux interactions entre la santé et la biodiversité est récente. L'approche *One Health* doit pourtant s'inscrire dans la politique publique sanitaire de chaque pays, afin d'investir sur le long terme dans la recherche, la prévention et la surveillance des maladies émergentes (Estebanez & Boireau 2022 ; Olive et al. 2022). Dans la société civile, les actions de communication et de vulgarisation autour des initiatives *One Health* doivent être affinées et multipliées pour sensibiliser les citoyens à la notion de santé globale (Olive et al. 2022 ; Zhang et al. 2024). Les sciences humaines et sociales sont considérées comme une partie de plus en plus importante de l'approche *One Health*, parce qu'elles expliquent les risques locaux d'émergence d'agents infectieux, en lien avec les pratiques culturelles. Par exemple, les funérailles ont été un élément moteur majeur de la propagation du virus Ebola. Dans le cas du SARS-CoV-2, la propagation initiale a également été favorisée par les rassemblements de personnes lors de retraites religieuses, son origine étant probablement liée à la tradition chinoise des marchés d'animaux vivants, où faune sauvage et faune domestique se côtoient, même si l'hypothèse n'est pas confirmée (Estebanez & Boireau 2022).

Parce que l'approche *One Health* incite les différentes disciplines à collaborer et réfléchir de façon plus globale pour élaborer un langage commun (Olive et al. 2022), l'idée d'associer la création artistique à la recherche élargit le champ des possibilités pour trouver de nouvelles formes de réflexion, de représentation et de communication. Les découvertes scientifiques se fondent sur l'interprétation des résultats. Cette interprétation fait appel à la capacité de raisonnement du scientifique, mais aussi et surtout à sa sensibilité et à son imagination. L'interprétation musicale de résultats scientifiques pousse à l'extrême la mobilisation de cette dimension sensible. Le projet HUMANIMAL a expérimenté une nouvelle forme de dialogue entre science et musique, en organisant des rencontres scientifiques et musicales : le musicien ouvre la voie, initie une démarche et semble alors dire au scientifique : « Déconstruis tes repères épistémologiques, reconfigure ton regard, interroge autrement les objets de ta recherche. Ouvre ton champ d'investigation à l'interdisciplinarité, imagine d'autres approches, explore les voies inexplorées. Dépasse les frontières de ton domaine, en sortant de ta zone de confort. » De son côté, le musicien accède à un support peu usité, profite d'un matériau inouï pour compléter son interprétation du monde sensible, sa lecture de l'humain et du vivant dans sa complexité.



Dans le cadre de ce projet, les organisateurs ont travaillé sur les interactions entre le monde animal, l'espèce humaine et leur environnement commun, afin de permettre des regards croisés sur les enjeux de santé avec une ouverture sur les arts et la musique, langage universel. En particulier, les auteurs ont cherché à étudier dans quelle mesure la musique est associée au concept *One Health* au cours de l'histoire, comment elle favorise les approches transdisciplinaires, change le regard des scientifiques et des citoyens et stimule en retour la recherche de sens autour des initiatives *One Health*.

REGARDS CROISÉS ENTRE LE CONCEPT « ONE HEALTH, ONE WELFARE » ET NOTRE PATRIMOINE MUSICAL, CULTUREL ET NATUREL

Les relations entre l'humain et l'animal sont un thème récurrent dans le monde de la musique. Des peintures rupestres au ménestrier meneur de loups en passant par les animaux cornemuseux du Moyen Âge, il existe de nombreuses représentations anciennes d'animaux musiciens ou d'humains capables de parler aux animaux grâce à la musique (Coget 1984). Respectivement composées en 1886 par Camille Saint Saëns et en 1936 par Serge Prokofiev, *Le Carnaval des animaux* et *Pierre et le Loup* sont les premières œuvres auxquelles on pense quand on évoque les animaux dans la musique. Les œuvres qui sont consacrées au monde animal sont innombrables, qu'il s'agisse de mettre en musique le chant des oiseaux, présents par exemple chez Louis Claude Daquin (*Le coucou*), Jean Philippe Rameau (*Le rappel des oiseaux*), Camille Saint Saëns (*Volière*), Igor Stravinsky (*L'oiseau de feu*) et Olivier Messiaen (*Catalogue d'oiseaux*), le vol des insectes ou les miaulements du chat (Genette 2017).

Il est difficile de penser l'évolution du rapport « Humain-Animal » sans rappeler son processus central : la domestication (Lesage et al. 2016 ; Chansigaud 2020). Entretien au fil du temps, la domestication est une évolution continue pendant des milliers d'années, depuis l'émergence de l'agriculture au Néolithique, qui a transformé les sociétés humaines. Le processus domesticatoire, en engendrant un rapport « Humain-Animal » anthropocentré, a nécessité la mise en place de cadres collectifs culturels et moraux, de statuts juridiques qui définissent les droits des animaux (Lesage et al. 2016 ; Chansigaud 2020). La domestication a permis la sédentarité et l'organisation de nos sociétés tirant parti des différents services offerts par les animaux : nourriture, habillement, force de travail, loisir, régulation écologique, etc. Parmi ces services, la musique occupe une place importante dans toutes les cultures et certains instruments ressemblent à des animaux pour la simple raison qu'ils sont faits d'animaux ou de parties d'animaux. C'est assez évident pour certains objets, comme les lamellophones (*mbira, sanza, marimbula*, etc.) ou certains luths d'Afrique, faits d'une carapace de tortue, ou encore la peau animale des djembés et tam-tams. D'autres instruments, comme le *chofar* (en corne de bélier) ou la conque marine, ont été utilisés lors de cérémonies religieuses depuis l'Antiquité (Jouglà 2011). Jusqu'à aujourd'hui, le crin de cheval est utilisé pour la plupart des archets des instruments à cordes, les cordes elles-mêmes sont parfois faites de boyau (de mouton, principalement). Les biodiversités animale et végétale sont donc une source d'inspiration constante pour les facteurs d'instruments, qui ont utilisé le bois et de nombreuses plantes pour la conception d'instruments. Dans plusieurs continents, la calebasse (plante de la famille des Cucurbitacées) intervient dans la fabrication des hochets, des arcs musicaux, des *maracas* et des *koras*. Elle sert également de caisse de résonance au *balafon*, xylophone africain (Jouglà 2011).

Le patrimoine culturel pastoral est un autre exemple des liens unissant l'homme, l'animal et la musique : qu'il s'agisse des cloches et sonnailles des troupeaux de brebis, des flûtes des bergers dans les Balkans ou des cornemuses, il apparaît évident que la musique est un témoin majeur des méthodes traditionnelles d'élevage incluant la conduite des troupeaux, le pastoralisme et le travail de la terre (Coget 1994). Chevallier & Notteghem (1988) remarquent par exemple un grand nombre de travaux sur des objets « classiques » de l'ethnologie française, comme les techniques et la vie pastorales, dans lesquelles les traditions musicales occupent une place de choix. Cette place particulière des chants dans l'agriculture est d'une richesse inouïe : chants des laboureurs ou brioleurs, chants collectifs pour planter le riz ou pêcher au filet, chant des esclaves dans les plantations de coton, appels vocaux pour chasser le gibier ou collecter le miel, danses pour appeler la pluie ou pour célébrer le printemps, musiques instrumentales qui imitent ou suggèrent les chants d'oiseaux. Les chanteurs d'oiseaux¹ Jean Boucault et Johnny Rasse sont deux amis ayant participé à des concours d'imitation de chants d'oiseaux lorsqu'ils étaient adolescents. Cette passion les a conduits à monter des spectacles en association avec des musiciens et différentes instrumentations et à enregistrer un album. De tout temps et dans le monde entier, les femmes et les hommes jouent, chantent et dansent leurs relations à la nature et au vivant (Mifune 2023).

La nature a toujours inspiré les musiciens (Genette 2017). Un exemple emblématique est celui de la *Symphonie pastorale* de Ludwig van Beethoven, qui préfigure la fameuse citation d'Henri Frédéric Amiel tirée de son journal intime, datant du 19^e siècle : « Chaque paysage est un état d'âme » (en allemand « *Jedes Landschaftsbild ist ein Seelenzustand* »). Pour Hector Berlioz, la *Symphonie pastorale* est un « étonnant paysage qui semble avoir été composé par Poussin et dessiné par Michel Ange. L'auteur de *Fidelio*, de la *Symphonie héroïque* veut peindre le calme de la campagne, les douces mœurs des bergers ; il ne s'agit pas des bergers rose-vert et enrubbannés de M. de Florian, encore moins de ceux de M. Lebrun, auteur du *Rossignol*, ou de ceux de J. J. Rousseau,

1- <https://www.chanteurs-oiseaux.com/>



auteur du *Devin du Village*. C'est de la nature vraie qu'il s'agit ici. » (Berlioz, édition de 1979). Parmi les éléments naturels ayant inspiré les musiciens, l'eau et le vent tiennent une place de choix : l'orage de l'Été et les bourrasques de l'Hiver des *Quatre saisons* d'Antonio Vivaldi, les *Estampes* de Claude Debussy, les *Jeux d'eau* de Maurice Ravel. Il est impossible de citer toutes les œuvres de musique classique et contemporaine consacrées à la nature.

Depuis quelques décennies, plusieurs éléments ont largement modifié notre rapport aux animaux, leur place dans la société ainsi que notre rapport à la nature (Fostier 2019). Une explication, parfois considérée comme majeure, réside dans l'évolution de la ruralité en France. Les producteurs de biens agricoles étaient majoritaires au XIX^e siècle. Après la Seconde Guerre mondiale, le processus d'urbanisation de la France s'accélère, la part de la population urbaine passant de 53 % en 1946 à 84 % en 2011 (Fostier 2019). En parallèle, les animaux de compagnie ont pris une place grandissante dans nos villes, avec la présence d'au moins un animal familier dans plus d'un foyer français sur deux avec 16,6 millions de chats et 9,9 millions de chiens. Depuis 1976, le nombre total d'animaux de compagnie en France a été multiplié par 2,5 pour atteindre 75 millions (Facco 2024). Ces évolutions majeures s'accompagnent également du développement de l'éthique animale, de textes de loi pour la protection des animaux, de l'émergence de la « biodiversité » comme valeur, comme notion scientifique clé et nouveau registre de réflexion sur la « nature » (Lesage *et al.* 2016).

LES RELATIONS HUMAIN – ANIMAL À TRAVERS LA MUSIQUE : VOYAGE EN ASIE

La musique en Asie est depuis longtemps intimement liée à la nature, servant non seulement d'expression artistique, mais aussi de moyen de communication avec les animaux ou de leur représentation. En Asie, région riche en diversité culturelle, la musique traditionnelle intègre souvent des cris d'animaux, les symbolise ou s'inspire de leurs mouvements et comportements (Doolittle 2008). L'Asie a également été le berceau d'approches innovantes où les animaux eux-mêmes font partie intégrante de l'expérience musicale. L'un des exemples les plus marquants d'intégration des animaux à la musique est l'utilisation du chant des oiseaux, notamment dans les œuvres de compositeurs et de musiciens qui cherchent à fusionner la créativité humaine avec la nature (Wild Bird Japan 2019). En Thaïlande, la flûte traditionnelle *Khlu* imite le chant des oiseaux, avec la reproduction de cris spécifiques de certaines espèces. Les musiciens thaïlandais sont connus pour observer attentivement les oiseaux et autres animaux dans la nature et créer une musique qui fait écho à leurs expressions sonores. Ces spectacles célèbrent le lien profond entre l'homme et la nature, où les expressions sonores des animaux servent non seulement d'inspiration, mais aussi de moyen de rendre hommage à l'environnement. Ces spectacles trouvent des prolongements dans des compétitions de chant d'oiseaux dressés. En Corée du Sud, le *haegeum* (instrument à cordes traditionnel) est parfois utilisé pour évoquer des sons d'animaux, souvent dans des contextes rituels. Ces spectacles animaliers sont liés aux croyances animistes, où la musique était censée invoquer ou communiquer avec les esprits des animaux, aidant ainsi l'homme à trouver l'harmonie avec la nature.

Dans de nombreuses cultures asiatiques, les animaux jouent un rôle important en musique, que ce soit comme symboles de croyances spirituelles, de folklore ou comme sons essentiels dans les compositions musicales. Par exemple, dans la musique traditionnelle chinoise, les cris d'animaux sont souvent imités pour rappeler l'influence de la nature sur la vie humaine. La perception de la place des animaux dans le monde par les premiers Chinois reposait sur une conception bien différente de celle de l'Occident. La nature est avant tout « autosuffisante » en Asie et non pas une « composante née avec ses créatures » (vision occidentale) (Sterckx 2000). Dans l'opéra chinois, des instruments comme le *pipa* (un instrument à cordes) ou le *xiao* (une sorte de flûte en bambou) imitent souvent les cris des animaux. Le *erhu*, instrument à deux cordes, peut être joué de manière à imiter le galop d'un cheval ou le chant des oiseaux. Le *sheng* (instrument à anche soufflé à la bouche) est également capable d'imiter divers cris d'animaux. Certains morceaux de musique folklorique chinoise font même référence au comportement animal, avec des mélodies évoquant des oiseaux planant ou des tigres rôdant.

Dans la musique classique indienne, les animaux sont souvent utilisés comme métaphores d'idées spirituelles (Birds in culture 2022). Les ragas traditionnels de la musique indienne sont associés à des moments précis de la journée et aux qualités des animaux. Par exemple, le raga *Miyan ki Todî*, généralement interprété au petit matin, évoque le lever du soleil et, par extension, l'éveil des animaux. De plus, les danses classiques comme le *Bharatanatyam* utilisent souvent des jeux de jambes et des gestes complexes représentant des animaux tels que les éléphants, les paons et les tigres, intégrant le monde animal dans les récits musicaux.

Enfin, la musique japonaise, notamment celle associée au théâtre traditionnel comme le *Nô* ou le *Kabuki*, utilise souvent le symbolisme animal pour véhiculer des significations plus profondes. Par exemple, le son d'une flûte ou d'un tambour peut représenter les mouvements des renards ou des grues. Le *shô*, un orgue à bouche, est censé représenter les chants des oiseaux. De plus, les animaux sont au cœur des chansons folkloriques japonaises, de nombreuses chansons imitant des cris d'animaux pour exprimer la beauté de la nature ou la vie quotidienne.



SENSIBILISER AUX ENJEUX « ONE HEALTH, ONE WELFARE » GRÂCE A LA MUSIQUE

Les compositeurs peuvent écrire des pièces musicales qui reflètent les émotions et les expériences liées à la santé et aux soins des humains et des animaux. Deux grands opéras italiens du XIX^e siècle, *La traviata* de Giuseppe Verdi, inspirée de *La Dame aux camélias* d'Alexandre Dumas fils, et *La Bohème* de Giacomo Puccini, ont mis en scène la tuberculose humaine : *La traviata* signifie « dévoyée » et la tuberculose renvoie à la vie dissolue et immorale que la jeune femme a menée. Dans *La Bohème*, ce sont la pauvreté et le froid qui sont cause de la maladie, sans oublier les difficiles conditions de vie des artistes, qui manquent de vivres ou de bois pour se chauffer. Les symptômes se traduisent dans l'écriture musicale par des silences, rubatos orchestraux, sforzandos, rallentandos, phrases entrecoupées (Ronvaux 2020).

Récemment, de nombreuses initiatives ont cherché à sensibiliser le public aux menaces qui pèsent à l'encontre de la biodiversité. Le label *Shika Shika*, fondé par Robert Perkins et Augustin Rivaldo en 2014, a proposé un album intitulé « *A guide to the Birdsong of Western Africa* », inspiré des chants d'oiseaux menacés d'extinction sur ce continent. Pour préserver la faune australienne, l'association *Birdlife* a également sorti plusieurs albums intitulés « *Songs of Disappearance* », présentant des enregistrements d'espèces d'oiseaux, d'amphibiens et de mammifères menacées (<https://songsofdisappearance.com/>). Il est d'ailleurs possible de faire un parallèle entre biodiversité et diversité culturelle : si les biologistes estiment que la disparition des espèces s'est accélérée de façon majeure depuis 1850, les linguistes prédisent que 50 à 90 % des langages auront disparu d'ici la fin de ce siècle (Gorenflo et al. 2012 ; Grant 2012). L'exemple de la protection et préservation de la région aborigène d'Uluru-Kata Tjuta en Australie regroupe des enjeux culturels, biologiques et de biodiversité. Des approches transdisciplinaires de « diversité bioculturelle » ont été développées au cours des deux dernières décennies (UNESCO 2008 ; Maffi & Woodley 2010). Il peut être intéressant de comparer les médecines traditionnelles partagées par certaines tribus avec le savoir des primates en matière de plantes médicinales. Le folklore et des exemples vivants racontent comment les plantes médicinales ont été obtenues en observant le comportement des animaux. Les animaux apprennent également les détails de l'automédication en s'observant les uns les autres. À ce jour, les études scientifiques les plus frappantes sur l'automédication animale ont peut-être été réalisées sur les grands singes africains (Huffman et al. 2003 ; Krief et al. 2005). Enfin, David Angeler (2020) a proposé une approche originale, visant à illustrer la diversité et la complexité des écosystèmes (définis par plusieurs critères, tels que le nombre d'espèces par écosystème) à travers une traduction musicale de cette diversité écologique. Ainsi, la bioacoustique cherche à comprendre le rôle des sons émergeant d'un paysage naturel – une forêt, une rivière, un océan en extrayant des informations essentielles au suivi et à la protection de la biodiversité grâce à des capteurs. L'exposition « [Le grand orchestre des animaux](#) » présentée à la Fondation Cartier pour l'art contemporain à Paris du 2 juillet 2016 au 8 janvier 2017 a pu mettre à l'honneur le travail du musicien et bioacousticien américain Bernie Krause, avec la contribution d'artistes et de scientifiques de divers pays. Le but était de sensibiliser le grand public à la fragilité des écosystèmes.

Comme ceux de nombreux autres sites naturels, les paysages sonores des récifs coralliens, sont peu à peu modifiés sous l'effet du changement climatique. L'expression sonore animale est en effet réglée en partie par la physiologie des appareils vocaux et auditifs. Des changements de température peuvent affecter les émissions sonores, les rendant, par exemple, plus rapides, plus intenses, plus aiguës. La sensibilité des oreilles et autres organes récepteurs peut être modifiée par la température. Ces changements influencent aussi la propagation des sons entre chanteur et auditeur (Sueur 2020). La sonothèque en ligne du Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) offre de nombreuses ressources permettant d'illustrer ce domaine et les liens entre sons et biodiversité : <https://sonotheque.mnhn.fr/>. Lancé par l'Office français de la biodiversité (OFB) et le MNHN, le projet *SONOSYLVA* enregistre les sons de 103 forêts protégées en France entre 2024 et 2026. Grâce aux techniques innovantes de l'éco-acoustique, ce programme à grande échelle doit permettre de dresser le paysage sonore de nos forêts sur le temps long, avec de multiples applications : surveillance de la biodiversité, analyse de la pollution sonore ou encore sensibilisation des citoyens à la préservation du vivant. Adèle de Baudouin (2024) utilise la représentation visuelle du son en électroacoustique et en éco-acoustique pour réaliser des analyses, interpréter des données et fournir un outil pédagogique. Ainsi, ce travail de thèse propose une approche transversale combinant les deux disciplines : cette démarche de recherche création pourrait participer à améliorer l'écoute, la compréhension et la préservation des paysages sonores (de Baudouin et al. 2024). D'autres exemples originaux illustrent le lien entre environnement et musique : c'est le cas de Geoffroy Séré, qui a produit une pièce musicale monotonale, n'utilisant que la note « sol », jouant sur l'homonymie entre cette note et le « sol » (l'un des compartiments de nos écosystèmes). La pièce décrit la formation, l'évolution puis la dégradation du sol (Séré 2024).

En conclusion, les relations entre l'humain, l'animal et son environnement sont un sujet riche et profond, qui a été exploré et interprété par des compositeurs et des auteurs-compositeurs à travers de nombreux genres musicaux. La richesse du patrimoine musical et sonore illustre particulièrement bien la diversité de la nature, les relations humain-animal dans leur environnement, sans oublier le patrimoine culturel associé au concept « *One Health* ». Enfin, le développement de l'éco-acoustique permet d'objectiver les impacts du dérèglement climatique sur nos écosystèmes.



LA MUSIQUE, LEVIER DE L'AMÉLIORATION DE LA SANTÉ ET DU BIEN-ÊTRE CHEZ L'HUMAIN ET L'ANIMAL

De la détente à la musicothérapie

La musique agit sur le système nerveux humain, en stimulant certaines parties du cerveau et en modifiant l'humeur et le niveau d'anxiété d'une personne. De nombreuses équipes de recherche étudient l'impact de la musique sur le cerveau et les systèmes nerveux, et la façon dont elle peut être utilisée pour améliorer la santé et le bien-être. La musique peut être utilisée comme thérapie pour réduire la douleur et la fatigue, ainsi que pour améliorer la concentration et la mémoire (Ferreri et Rodriguez 2022). Ainsi, des interventions musicales à l'hôpital ont été menées chez des personnes atteintes de douleur chronique ou de cancers (Mitchell *et al.* 2007 ; Bradt *et al.* 2021). De nombreuses études ont également été publiées sur les effets bénéfiques de la musique sur les « performances chirurgicales » (temps, qualité de l'opération), même si les effets ne sont pas observés systématiquement et que les cohortes de patients incluses dans ces essais sont souvent limitées (Oomens *et al.* 2019). Dans le cas de cliniques vétérinaires, il a été rapporté qu'une ambiance de musique classique en salle d'attente améliore la satisfaction des clients et peut diminuer leur anxiété avant d'entrer en consultation (Engler & Bain 2017 ; King *et al.* 2022).

Si l'on se réfère à la définition qu'en donne sa fédération française, la musicothérapie désigne « une pratique de soin, d'aide, de soutien ou de rééducation qui consiste à prendre en charge des personnes présentant des difficultés de communication ou de relation. Il existe différentes techniques de musicothérapie, adaptées aux populations concernées : troubles psychoaffectifs, difficultés sociales ou comportementales, troubles sensoriels, physiques ou neurologiques. La musicothérapie s'appuie sur les liens étroits entre les éléments constitutifs de la musique et l'histoire du sujet. Elle utilise la médiation sonore ou musicale afin d'ouvrir ou restaurer la communication et l'expression au sein de la relation dans le registre verbal ou non verbal » (Société française de musicothérapie 2025). La musique a été utilisée à des fins thérapeutiques pour des enfants autistes dès les années 1940, au départ dans des hôpitaux, institutions ou écoles spécialisées (Reschife-Hernández 2011). Geretsegger *et al.* (2014) ont retenu dix études présentant des critères de qualité méthodologique suffisants, qui regroupent les données de 165 enfants présentant des troubles du spectre de l'autisme (TSA). Ils ont conclu que la musicothérapie dispose d'un réel potentiel thérapeutique sur le plan de l'interaction sociale, la communication verbale, l'initiation des comportements et la réciprocité socio-émotionnelle. Les auteurs soulignent la nécessité de réaliser des études incluant davantage d'enfants sur des durées plus longues, avec des tests plus rigoureux, pour confirmer ces résultats et accroître leur applicabilité et leur utilisation (Geretsegger *et al.* 2014). Les musicothérapeutes peuvent en effet rencontrer des difficultés pour objectiver les effets thérapeutiques de la musique auprès des jeunes personnes (Reschife-Hernández 2011). Chez les adultes également, des ateliers ont montré que la musicothérapie permet aux personnes autistes à la fois de s'affranchir en partie des ambiguïtés et complexités du langage verbal et des contraintes et incompréhensions socio-communicatives (aux conséquences désastreuses, parfois traumatiques), et en même temps d'extérioriser et d'exprimer des émotions de toutes natures (Gepner & Scotto di Rinaldi 2018). D'une certaine façon, la musicothérapie se rapproche de la médiation animale, qui est « une relation d'aide à visée préventive ou thérapeutique dans laquelle un professionnel qualifié, concerné également par les humains et les animaux, introduit un animal d'accordage auprès d'un bénéficiaire ». Il peut s'agir par exemple d'équithérapie ou d'activités assistées par un chien : l'animal manifeste des comportements d'écoute et de réceptivité, qui rassurent et apaisent (Bélaïr 2017).

Les animaux sont-ils mélomanes ?

Chez l'animal aussi, la musique est un levier pour l'amélioration du bien-être. Il a été rapporté que la musique peut améliorer le bien-être d'animaux de laboratoire et modifier leur comportement (Alworth & Buerkle 2013). Chez le chien, des essais de thérapie musicale montrent que la musique classique réduit l'anxiété de l'animal soumis à un environnement stressant (Lindig *et al.* 2020). Chez la vache, il a été observé que la musique encourage les animaux à venir de façon volontaire à la salle de traite automatisée (Uetake *et al.* 1997). Chaque espèce animale doit être considérée de façon individuelle en tenant compte de l'environnement et du type de musique proposée. En condition de captivité, Wallace *et al.* (2017) n'ont pas réussi à mettre en évidence d'influence positive de la musique chez un groupe de chimpanzés, alors que cette pratique d'enrichissement est recommandée par d'autres auteurs (Howell *et al.* 2003 ; Videan *et al.* 2007), ainsi que par la directive européenne de 2010 pour les groupes captifs de primates (Directive 2010/63/UE). Parfois, des effets négatifs ont été rapportés, certains groupes d'animaux préférant un environnement calme, silencieux ou de la musique douce (Alworth & Buerkle 2013).

En Asie, des recherches ont également montré que les animaux, sauvages comme domestiques, réagissent différemment à la musique. Dans de nombreux exemples, les animaux manifestent une préférence pour certains types de musique ou modifient leur comportement en réponse à la musique. Chez l'éléphant de mer du nord (*Mirounga angustirostris*) les cris des mâles matures comprennent une série rythmique de pulsations, le cri de chaque individu étant caractérisé par son tempo et son timbre ; ces signatures vocales individuelles sont stables au fil des années. Le tempo et le timbre de chaque éléphant de mer sont mémorisés et permettent la reconnaissance dans la colonie (Mathevon *et al.* 2017). Ce phénomène est particulièrement rare chez les mammifères à



l'exception de l'humain. Quelques mammifères marins et les éléphants peuvent modifier volontairement leurs vocalisations. Chez l'éléphant d'Afrique, l'imitation vocale semble avoir un rôle dans la communication acoustique, important pour le troupeau et les relations entre individus (Poole *et al.* 2005).

Les animaux peuvent-ils être musiciens ? Si l'on se réfère à « L'intelligence et la musicalité chez les animaux » décrites dans les *Mémoires d'un amnésique* d'Erik Satie (1914), « des chevaux ont appris à danser ; des araignées se sont tenues sous un piano pendant toute la durée d'un long concert, concert organisé pour elles par un maître respecté du clavier. Et après ? Rien. Par-ci, par-là, on nous entretient de la musicalité du sansonnet, de la mémoire mélodique du corbeau, de l'ingéniosité harmonique du hibou qui s'accompagne en se tapant sur le ventre ». Néanmoins, le cas des oiseaux est particulièrement intéressant, car ils pourraient faire preuve d'une certaine musicalité. En effet, le chant des oiseaux utilise des caractéristiques « musicales » comme la combinaison de rythme, la force, etc., pour influencer les émotions de leurs congénères (Rothenberg *et al.* 2014). De nombreuses espèces d'oiseaux, notamment en Asie du Sud-Est, sont connues pour leurs chants élaborés, et des données suggèrent que certains oiseaux, comme les perroquets, rossignols et bouvreuils, apprennent des vocaux complexes et pourraient être plus sensibles aux éléments musicaux (Patel *et al.* 2009 ; Hasegawa *et al.* 2011). Des études ont montré que des bouvreuils pouvaient apprendre des mélodies humaines (Nicolai *et al.* 2014). Enfin, le mainate religieux indien réagit à la musique créée par l'humain et peut apprendre à imiter non seulement les cris des animaux, mais aussi les mélodies des instruments de musique montrant un couplage « perception et production musicale ».

LA MUSIQUE FACILITE L'ANALYSE ET LA TRANSMISSION DE RÉSULTATS SCIENTIFIQUES

L'exemple historique de « La Mémoire artificielle des principes relatifs à la fidèle² représentation des animaux, tant en peinture qu'en sculpture » (Goiffon & Vincent 1779)

La bibliothèque de l'École nationale vétérinaire d'Alfort (EnvA) nous permet de découvrir un exemple historique d'expérience scientifique visant à utiliser une « notation sonore » des allures du cheval, afin de mieux représenter ses allures. Deux ans après la création de l'EnvA, Claude Bourgelat, son fondateur, a décidé d'y ouvrir un cours gratuit d'anatomie artistique, sous le titre « École de principes sur la parfaite reproduction des animaux, relativement à la peinture et à la sculpture » (Railliet & Moulé, 1908). L'anatomie est la discipline reine commune aux vétérinaires et aux artistes, qu'ils soient peintres ou sculpteurs. Bourgelat s'adjoint les services de Claude Georges Goiffon (1709 – 1776), à la fois ingénieur, mécanicien, architecte et dessinateur. Il est rapidement assisté par le jeune peintre Antoine-François Vincent (1743 - 1789), lui-même élève d'Alfort (Goiffon & Vincent, 1779). De leur collaboration est né un ouvrage fondateur, dont la bibliothèque de l'EnvA conserve un très bel exemplaire. La « Mémoire artificielle des principes relatifs à la fidèle représentation des animaux, tant en peinture qu'en sculpture » est publiée sous leurs deux noms en 1779, trois ans après la mort de Goiffon.

Si le titre de leur ouvrage commun le déclare « également intéressant pour les personnes qui se destinent à l'art de monter à cheval », il était en premier lieu destiné aux artistes. Les planches anatomiques extrêmement soignées de Vincent devaient permettre aux artistes de représenter un cheval dans ses différentes allures et attitudes. « Il faut avoir pénétré dans l'intérieur de l'animal, il faut en avoir parcouru le labyrinthe, en avoir débrouillé les enlacements, recueilli les détails et les avoir médités ; en un mot, il faut connaître profondément le mécanisme caché sous le cuir pour rendre avec vérité l'extérieur de la machine ». (Vol.1, p.8). Les « proportions géométrales » chères à Bourgelat y sont omniprésentes. Mais ce n'est pas là le seul intérêt de ce livre. Déplorant le manque de réalisme des œuvres représentant le cheval en mouvement jusque-là, Goiffon et Vincent ont aussi pour ambition de représenter le plus exactement possible les différentes allures du cheval, dont le galop, indiscernable à l'œil nu.

Leur discours préliminaire peut se lire comme la section "matériel et méthodes" d'un article de recherche : « Il est vrai que l'inspection la plus attentive ne suffira jamais à débrouiller l'ordre successif & harmonique des membres : la rapidité avec laquelle ils se meuvent ensemble ou tour à tour trouble pour ainsi dire la vue de ceux qui veulent en observer, en suivre & en décomposer la marche, mais appelons à son aide une oreille exercée à mesurer les intervalles de temps, & des raisonnements appuyés sur les principes solides de la géométrie, & les ténèbres se dissiperont. » (Vol.1, p.12). Plus loin, la méthode sonore est expliquée : « Nous décomposons, pour ainsi dire, les mouvements des membres de cet animal [...] nous faisons connaître & saisir la durée, le plus ou le moins d'élévation des actions, leurs temps justes, leurs intervalles, la mesure de la progression du centre de gravité dans tel ou tel temps de chaque allure propre..., en un mot, nous démontrons avec évidence, d'après notre Maître [Bourgelat], la succession harmonique des mouvements des jambes. » (p. 14-15). Aussi, Goiffon et Vincent mettent en place un dispositif ingénieux, un protocole qu'ils utilisent invariablement avec un grand nombre de chevaux de toutes races pour en démontrer la validité. Ils décident de fixer un fer différent à chaque sabot, nommés A, B, C et D, pour effectuer des relevés des différentes empreintes sur

2- Orthographié « fidelle » dans le manuscrit original.



une piste, toujours la même. Ces relevés leur permettent d'alimenter une échelle odochronométrique » : « cette dénomination est composée de trois mots grecs, dont l'un signifie chemin, l'autre temps & le troisième mesure. C'est la définition exacte de notre échelle ; elle est la mesure du temps & du chemin fait pendant ce temps. » (p.84). Le relevé de la position et de l'espacement des quatre fers se voit complété par la transcription de l'écoute des percussions et du tempo. L'ensemble leur permet d'écrire, pour chaque allure, l'équivalent d'un système de notation musicale (Figure 1). Ainsi, à partir de la transcription de la musique des allures du cheval, Goiffon et Vincent ont pu représenter le mouvement, avec une rigueur mathématique, près de cent ans avant l'invention du « fusil photographique » de Marey.

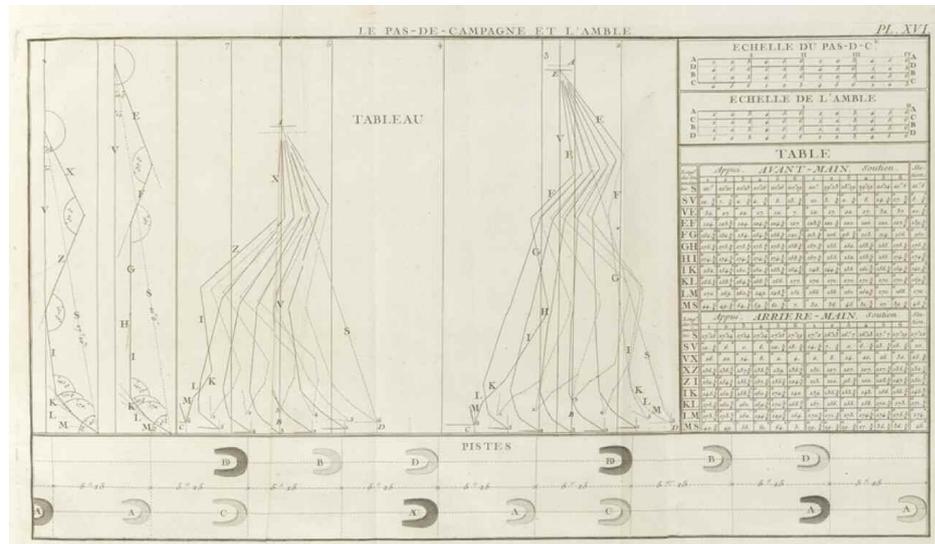


Figure 1. Le pas de campagne et l'amble. Planche XVI. *La Mémoire artificielle des principes relatifs à la fidèle représentation des animaux, tant en peinture qu'en sculpture. Première partie concernant le cheval. Cote XVIII-742 (Goiffon & Vincent 1779)*

Le codage musical de données à haut débit

Il est possible de diffuser des résultats scientifiques en musique en utilisant des technologies telles que la synthèse sonore, les algorithmes de composition, les logiciels de musique et de son, les ordinateurs et les instruments virtuels. Ainsi, il est possible de convertir des données scientifiques en signaux numériques qui peuvent ensuite être convertis en musique (Bormann 2024). Des approches innovantes ont permis une meilleure compréhension des interactions protéine-protéine en associant scientifiques et artistes. Ainsi, Artigas-Jeronimo *et al.* (2020) ont constitué un collectif de scientifiques et d'artistes visuels associés à un musicien afin d'étudier des interactions entre des protéines impliquées dans les mécanismes de régulation de la voie nucléaire NF- κ B. Leur approche multidisciplinaire a permis de découvrir de nouvelles informations mécanistiques sur l'interactome des protéines AKR2 et, ainsi, de mieux comprendre leurs fonctions dans la voie de régulation transcriptomique NF- κ B (Artigas-Jeronimo *et al.* 2020).

Pour faciliter la dissémination des résultats scientifiques, des mélodies et des chansons peuvent être composées pour expliquer les concepts scientifiques et les résultats à un public plus large. De plus, la musique peut également être utilisée pour rendre les présentations scientifiques plus attrayantes et divertissantes. Comme dans le cas du projet HUMANIMAL, la musique peut servir à établir un lien entre les chercheurs et le public pour sensibiliser les gens aux résultats scientifiques.

Si l'astronomie est souvent assimilée à une science visuelle avec de belles images de l'univers, Zanella *et al.* (2022) rapportent l'utilisation croissante de la « sonification » de données en astronomie, processus qui permet la conversion des données en sons. Ceci permet notamment d'extraire des signaux très faibles à partir d'un bruit de fond complexe et de repousser les limites de détection. Utiliser d'autres longueurs d'onde est une clé pour comprendre leur nature. Près de 100 projets de « sonification » ont été répertoriés depuis 1962, avec de puissantes applications dans la recherche, l'éducation et la sensibilisation (Zanella *et al.* 2022). La NASA publie également sur son site des exemples de sonifications, telles que celles reposant sur les données de l'observatoire de rayons X Chandra et des télescopes spatiaux Hubble et Spitzer (NASA 2020). La collection « *Data Sonification Archive* » (<https://sonification.design>) fait partie d'un effort de recherche plus large dans lequel les données, la sonification et la conception convergent pour explorer le potentiel du son en complément d'autres modes de représentation. La sonification des données est utile pour interpréter la science parce que les humains interprètent l'information audio plus rapidement que l'information visuelle. En outre, l'oreille peut discerner plus de niveaux de sons que l'œil ne peut discerner de niveaux de couleur, et sur une gamme plus large (Cooke 2022).



LES RÉSULTATS SCIENTIFIQUES COMME SOURCE D'INSPIRATION MUSICALE

La musique et la science ont souvent été liées dans l'histoire de la musique. Jusqu'au milieu du XX^e siècle, la plupart des musiques inspirées par la science étaient liées à la physique et aux mathématiques. Par exemple, au XVIII^e siècle, Jean Le Rond d'Alembert, mathématicien, propose une simplification des différents traités d'harmonie de Jean Philippe Rameau, en publiant un ouvrage intitulé « *Éléments de musique, théorique et pratique, suivant les principes de M. Rameau, éclaircis, développés et simplifiés* ». Il est amusant de constater que cet ouvrage a été approuvé en 1761 par Claude Bourgelat, alors inspecteur de la librairie à Lyon (d'Alembert 1766 ; Jeanjot Emery 2002). Plus tard, en 1912, dans *Mémoires d'un amnésique*, Erik Satie se classe « parmi les phonométrographes » et qualifie sa démarche compositionnelle de scientifique : « Que l'on prenne le "Fils des Étoiles" ou les "Morceaux en forme de poire", "En habit de cheval" ou les "Sarabandes", on perçoit qu'aucune idée musicale n'a présidé à la création de ces œuvres. C'est la pensée scientifique qui domine. » Avec les énormes progrès de la biologie, en particulier depuis la découverte de la structure de l'ADN, la biologie a également commencé à servir de source d'inspiration. Comme le montrent les exemples cités dans le paragraphe ci-après, plusieurs projets récents visent à combiner résultats scientifiques et approches artistiques : il peut s'agir de spectacles ou de musiques générées à partir de résultats scientifiques. Dans ce cas, les résultats permettent de créer des morceaux originaux qui représentent visuellement et auditivement les données.

En juillet 2015, Judith Miné-Hattab, biophysicienne, fait le rapprochement entre les mouvements moléculaires de réparation de l'ADN qu'elle observe et la musique qu'elle écoute en arrière-plan (Alberman *et al.* 2019 ; Dolgin 2019). Elle obtient en 2016 un financement de l'Université Paris Sciences & Lettres et de l'Institut Curie pour le projet MUSE-IC, afin de composer des pièces musicales inspirées par des scientifiques. Elle fait appel à des scientifiques et leur demande des résumés de leurs dernières recherches, ainsi que des images et des vidéos, dans les domaines de la physique fondamentale et de la cosmologie, de la biologie cellulaire fondamentale, de la recherche appliquée sur le cancer et la neurochirurgie. Entre 2017 et 2019, la première édition du projet MUSE-IC a permis à 6 compositeurs et chercheurs de créer des œuvres présentées lors d'un concert à la Salle Cortot (12 mars 2019, Paris), qui pouvait inclure de un à huit musiciens : piano, quatuor à cordes, clarinette, harpe et percussions. Au cours de leur processus créatif, les compositeurs ont interagi avec les chercheurs impliqués pour acquérir une compréhension approfondie de leur sujet (Dolgin 2019). L'enroulement et la dynamique complexe de la molécule d'ADN à l'intérieur de nos cellules ont été à l'origine de deux pièces composées dans ce cadre : la première, écrite par Emmanuel Hieaux pour un ensemble d'instruments original (clarinette en La, quatuor à cordes, marimba et piano), invite à découvrir comment l'ADN long de deux mètres s'enroule pour pénétrer dans le noyau cellulaire, puis comment les cassures de l'ADN affectent son mouvement (Alberman *et al.* 2019). L'autre pièce, composée par Amir Bitran (scientifique à Harvard University, Boston, États-Unis, et compositeur), est inspirée par la structure en boucles de l'ADN : « *Sur le plan musical, ces boucles émergent tout d'abord de l'alto et sont ensuite transmises à d'autres instruments ; elles grandissent et se rétractent pour créer des textures plus élaborées évoquant l'action et l'organisation concertées de multiples boucles dans l'ADN.* » (Alberman *et al.* 2019).

NOUVELLES FORMES D'EXPRESSION MUSICALE : DÉVELOPPEMENT D'APPROCHES TRANSDISCIPLINAIRES

Dès les années 1940, issue de travaux dans le domaine de l'acoustique, la visualisation du sonore a été rendue possible avec le sonographe, créé par les laboratoires Bell. Depuis, avec l'avènement de l'informatique musicale, les formes de représentations visuelles ont explosé, mais le spectrogramme est resté l'une des représentations les plus importantes pour étudier visuellement la composition spectrale du son : il est ainsi possible de visualiser les caractéristiques du jeu instrumental, par exemple celles du sonore en termes d'interprétation musicale (tempo, dynamique, articulation, justesse, nuances...). Dans ce domaine particulier, il existe également des travaux proposant des représentations graphiques au titre d'aide à l'écoute ou à l'analyse (Lerch *et al.* 2020) ou encore à vocation pédagogique (Daudin *et al.* 2007).

La notation musicale s'inscrit dans une longue histoire et a beaucoup évolué à travers les âges. Des neumes³ aux notations contemporaines, notre culture est riche de toutes les voies explorées pour représenter la musique. Des formes symboliques ou prescriptives de la notation aux représentations purement graphiques, la partition musicale reste en constante interaction avec le processus de création artistique (Fober *et al.* 2010). La partition graphique et ses déclinaisons (partition texte, partition verbale, etc.) occupent dans l'histoire de la musique savante occidentale une place tout à fait singulière. Elles apparaissent presque simultanément dans le champ de la musique contemporaine, aux États-Unis, avec l'École de New York (Earle Brown, John Cage, Morton Feldman, David Tudor et Christian Wolff), et en Europe, de manière plus disparate, avec, entre autres, Sylvano Bussotti en Italie, Karlheinz Stockhausen et Dieter Schnebel en Allemagne, Cornelius Cardew en Angleterre ou Costin Mioreanu en France (Saladin 2014).

3- signes de notation musicale décrivant de petites formules mélodiques appliquées à une syllabe, en usage à partir du IX^e siècle et durant tout le Moyen Âge.



Le principe même des partitions graphiques repose sur l'exploitation du jeu des interactions potentielles entre son, graphisme et espace dans le domaine de la notation, pour produire un énoncé musical variable et ouvert. De ce fait, le compositeur n'a plus le contrôle total du résultat sonore obtenu. Il s'investit dans les possibilités combinatoires de la partition, il invite l'interprète à répondre de manière constructive, analytique et cognitive, ce dernier devenant, en quelque sorte, « co-responsable » du projet initial programmé dans la partition. À la différence des partitions musicales traditionnelles, utilisant des signes conventionnels ayant une signification précise dans le but de transmettre l'information de manière univoque à l'interprète, chaque partition devient une œuvre totalement originale, composée de graphismes non conventionnels et polyvalents, tirant son origine d'un rapprochement entre communication visuelle et sonore, mais qui, en même temps, peut acquérir – grâce à son caractère visuel – une valeur esthétique propre (sans que ce soit une condition nécessaire) et donc être conçue comme une entité plastique autonome (Stranska et Szoniecky 2014).

Les logiciels de montage, d'édition ou de contrôle du son font également appel à des représentations graphiques, pouvant servir les besoins d'interfaces utilisateur, voire de support à la navigation dans le sonore. Il faut citer le logiciel *Sonic Pi*, qui se présente comme un éditeur de code capable de jouer des sons. Il permet d'importer et de paramétrer les samples, leur rythme, leurs effets (reverbs, delays, boucles...etc.), tout cela en multipiste. Un autre exemple intéressant est le logiciel libre *Sonic Visualiser*, permettant de visualiser les fichiers audio en détail. Destiné aux utilisateurs expérimentés en analyse audio, il permet d'afficher des enregistrements audio, de les comparer et d'y ajouter des annotations. Des applications aussi diverses que la visualisation du son pour les personnes sourdes se penchent également sur la question de la visibilité du sonore. Enfin, la génération automatique de musique basée sur l'intelligence artificielle s'est considérablement développée ces dernières années, avec une participation croissante de grandes entreprises (Briot 2021). De la composition à la diffusion, l'intelligence artificielle devrait modifier en profondeur le paysage de la musique, comme beaucoup d'autres domaines de la santé et de notre société.

CONCLUSION

En conclusion, la musique et les sciences de la vie sont deux domaines qui peuvent être étudiés de manière séparée, mais qui sont étroitement liés par leur capacité à influencer et améliorer la vie des gens. Frédérique Aït-Touati, chercheuse au CNRS et metteuse en scène, déclare dans un entretien publié récemment dans *Libération* que : « *pour lutter contre le réchauffement climatique et l'effondrement de la biodiversité, il va non seulement falloir réfléchir à des solutions techniques et des programmes politiques, mais aussi changer de mots pour décrire et se représenter le monde.* » (Aït-Touati, 2024). Ainsi, décloisonner nos modes de pensée, faire appel à la poésie, au théâtre et à la musique sera nécessaire pour réinventer nos modes de vie (Barrau, 2022). C'est ce que proposait le projet HUMANIMAL : associer la musique au concept « *One Health, One Welfare* » pour permettre de croiser les regards des scientifiques et des musiciens sur notre patrimoine scientifique, culturel et naturel, d'imaginer de nouvelles formes de communication et de renouveler notre regard sur l'évolution de notre société.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les soutiens accordés par le DIM IHealth 2.0 (Région Île de France), les Directions générales des institutions du campus d'Alfort (EnvA, Anses, Office National des Forêts), le collectif d'artistes aCROSS ainsi que l'Académie vétérinaire de France et sa Commission « One Health » pour leur aide dans l'élaboration de ce projet.

RÉFÉRENCES

- Aït-Touati F. La question écologique percute le théâtre au point d'en modifier les formes. *Libération*. 26 août 2024. Disponible à : https://www.liberation.fr/idees-et-debats/frederique-ait-touati-la-question-ecologique-percute-le-theatre-au-point-d-en-modifier-les-formes-20240826_CEKQY7ZE OZDCDKI5IGU7RJDS6U// (consulté le 31.03.2025)
- Alberman G, Gagez JM, Miné-Hattab J. Quand science et musique se rencontrent [When science and music meet]. *Méd Sci (Paris)*. 2019; 35(11):881-5. French. <https://doi.org/10.1051/medsci/2019169>
- Alworth LC, Buerkle SC. The effects of music on animal physiology, behavior and welfare. *Lab Anim (NY)*. 2013; 42(2):54-61. <https://doi.org/10.1038/labani.162>
- Angeler DG. Biodiversity in music scores. *Challenges*. 2020; 11(1):7. <https://doi.org/10.3390/challe11010007>
- Angot JL. Pour une mise en œuvre effective du concept « One world - One Health ». *Bull Acad Vét France*. 2020; 173:192-5. <https://doi.org/10.4267/2042/70851>
- Artigas-Jerónimo S, Comín JJP, Villar M, Contreras M, Alberdi P, Viera IL et al. A novel combined scientific and artistic approach for the advanced characterization of interactomes: the akirin/subolesin model. *Vaccines (Basel)*. 2020; 8(1):77. <https://doi.org/10.3390/vaccines8010077>
- Barrau A. Il faut une révolution politique, poétique et philosophique. Ed Zulma, coll. « Les Apuléennes », 2022, 32 p. ISBN : 9791038701298
- Bélair S. La médiation animale ou la clinique du lien. *L'école des Parents*. 2017; suppl. au no 623(5): 101-131. <https://doi.org/10.3917/epar.s623.0101>
- Birds in Culture. Influence of birds in Hindustani music – An Illustrated talk by Mr. Aneesh Pradhan. 2022. Disponible à : <https://www.youtube.com/watch?v=Z7yCA8pdY8o> (consulté le 31.03.2025)
- Berlioz H. Beethoven. Editions Buchet/Chastel, 1979; 182 p. Disponible à : <https://www.buchetchastel.fr/catalogue/beethoven/> (consulté le 19/07/2024)



- Bormann L. The sound of science: data sonification has emerged as possible alternative to data visualization. *EMBO Rep.* 2024; 25: 3743-7. <https://doi.org/10.1038/s44319-024-00230-6>
- Briot JP. From artificial neural networks to deep learning for music generation - History, concepts and trends. *Neural Comput Appl.* 2021; 33: 39-65. <https://doi.org/10.1007/s00521-020-05399-0>
- Bradt J, Dileo C, Myers-Coffman K, Biondo J. Music interventions for improving psychological and physical outcomes in people with cancer. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021; 12(10):CD006911. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006911.pub4>
- Chansigaud, V. Histoire de la domestication animale. Delachaux et Niestlé. 2020; 400 p.
- Chevallier D, Nottoghem P. Les relations homme-animal : Bibliographie. *Terrain.* 1988; 10 :124-31. <https://doi.org/10.4000/terrain.2943>
- Conseil scientifique COVID-19. « One Health » – Une seule santé, santé humaine, animale, environnement : les leçons de la crise. 2022; 24 p. https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/contribution_conseil_scientifique_8_fevrier_2022_one_health.pdf
- Coget J (éd.). L'homme, l'animal et la musique. Parthenay (79) : FAMDT éditions [Collection MODAL]. 1994 ; 11 auteurs; 129 p., illustré
- Cooke J. Scientists are turning data into sound to listen to the whispers of the universe (and more). *The conversation*, 16 août 2022. Disponible à : <https://theconversation.com/scientists-are-turning-data-into-sound-to-listen-to-the-whispers-of-the-universe-and-more-188699> (consulté le 31.03.2025)
- d'Alembert Jean Le Rond. Éléments de musique, théorique et pratique, suivant les principes de M. Rameau, éclaircis, développés et simplifiés. Lyon : chez J.M. Bruyset, 1766. Disponible à : <http://hdl.loc.gov/loc.music/muspre1800.101673> (consulté le 04/04/2025)
- Daudin C, Fober D, Letz S, Orlarey Y, Chapuis Y. Visualisation du jeu instrumental. *Journées d'Informatique Musicale*, 2007, Lyon, France. pp.64-72. hal-02158953
- de Baudouin A, Couprie P, Michaud F, Hauptert S, Sueur J. Similarity visualization of soundscapes in ecology and music. *Front Ecol Evol.* 2024; 12:1334776. <https://doi.org/10.3389/fevo.2024.1334776>
- Dolgin E. Music of the spheres and cells. *Nature.* 2019; 569: 190-1. Disponible à <https://www.nature.com/articles/d41586-019-01422-0> (consulté le 31.03.2025)
- Doolittle E. Crickets in the concert hall: a history of animals in Western Music, *Trans - Revista Transcultural de Musica.* 2008; 12:9 Disponible à : <https://www.sibetrans.com/trans/articulo/94/crickets-in-the-concert-hall-a-history-of-animals-in-western-music> (consulté le 07.06.2025).
- Directive 2010/63/UE du Parlement Européen et du Conseil du 22 septembre 2010 relative à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques. Disponible à : [L_2010276FR.01003301.xml](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fr/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0063) (consulté le 15/05/2025)
- Engler WJ, Bain M. Effect of different types of classical music played at a veterinary hospital on dog behavior and owner satisfaction. *J Am Vet Med Assoc.* 2017; 251(2):195-200. <https://doi.org/10.2460/javma.251.2.195>.
- Estebanez J & Boireau P. One Health: A social science discussion of a global agenda. *Parasite.* 2022; 29:17. <https://doi.org/10.1051/parasite/2022014>
- FACCO. Les chiffres clés de la population animale en France ; Baromètre FACCO-ODOXA. 2024. Disponible à : <https://www.facco.fr/chiffres-cles/les-chiffres-de-la-population-animale/> (consulté le 31.03.2025)
- Ferreri L & Rodriguez-Fornells A. Memory modulations through musical pleasure. *Ann N Y Acad Sci.* 2022;1516(1):5-10. <https://doi.org/10.1111/nyas.14867>.
- Fober D, Daudin C, Letz S, Orlarey Y. Partitions musicales augmentées. *Journées d'Informatique Musicale*, 2010, Rennes, France. pp.97-103. hal-02158956.
- Fostier A. Évolution de la place de l'animal et des points de vue sur son élevage dans la société française : quels enjeux pour la recherche agronomique ? *INRA Prod. Anim.* 2019; 32 (2) : 221-32. hal-02315855
- Genette A. Nature culture, musique classique. 2017. Disponible à : <https://www.mediathèque.be/outils-de-mediations/mediographies/nature-culture-une-playlist/> (consulté le 31.03.2025)
- Gepner B, Scotto di Rinaldi S. La musique comme voie thérapeutique pour les personnes autistes. In : "L'autisme, tout un monde". *Enfances & Psy.* 2018; 80:49-62. Disponible à : <https://shs.cairn.info/revue-enfances-et-psy-2018-4?lang=fr> (consulté le 31.03.2025)
- Geretsegger M, Elefant C, Mössler KA, Gold C. Music therapy for people with autism spectrum disorder. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014; 2014(6): CD004381. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004381.pub3>. Update in: *Cochrane Database Syst Rev.* 2022; 5(5): CD004381. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004381.pub4>.
- Goiffon GC & Vincent AF. Mémoire artificielle des principes relatifs à la fidelle représentation des animaux, tant en peinture qu'en sculpture. Première partie concernant le cheval. Alfort : École royale vétérinaire, 1779. Disponible à : <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1043301n.texteImage> (consulté le 23.06.2025)
- Gorenflo LJ, Romaine S, Mittermeier RA, Walker-Painemilla K. Co-occurrence of linguistic and biological diversity in biodiversity hotspots and high biodiversity wilderness areas. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2012; 109(21):8032-7. <https://doi.org/10.1073/pnas.1117511109>.
- Grant C. Analogies and links between cultural and biological diversity. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development.* 2012; 2(2):153-163. <https://doi.org/10.1108/20441261211273644>
- Hasegawa A, Okanoya K, Hasegawa T, Seki Y. Rhythmic synchronization tapping to an audio-visual metronome in budgerigars. *Sci Rep.* 2011;1: 120. <https://doi.org/10.1038/srep00120>.
- Howell S, Schwandt M, Fritz J, Roeder E, Nelson C. A stereo music system as environmental enrichment for captive chimpanzees. *Lab Anim (NY).* 2003; 32(10): 31-6. <https://doi.org/10.1038/labani103-31>
- Huffman MA. Animal self-medication and ethno-medicine: exploration and exploitation of the medicinal properties of plants. *Proc Nutr Soc.* 2003; 62(2):371-81. <https://doi.org/10.1079/pns2003257>
- Jeanjot-Emery P. Bourgelat en dehors des écoles vétérinaires. Les étapes de la célébrité. Bourgelat et le Marquis de Mirabeau. Sa place dans le mouvement intellectuel du XVIII^e siècle et la genèse de l'enseignement vétérinaire. *Bull Soc Fr Hist Méd Sci Vét.* 2002; 1(1):67-90. <https://doi.org/10.3406/bhsv.2002.1208>
- Jouglé E. Des instruments de musique fabriqués à base de matériaux naturels. *Cadence Info.* 2011. Disponible à : <https://www.cadenceinfo.com/instrumentsdemusique->



- [naturels.htm](#) (consulté le 31.03.2025)
- King T, Flint HE, Hunt ABG, Werzowa WT, Logan DW. Effect of music on stress parameters in dogs during a mock veterinary visit. *Animals (Basel)*. 2022; 12(2):187. <https://doi.org/10.3390/ani12020187>.
 - Krief S, Hladik CM, Haxaire C. Ethnomedicinal and bioactive properties of plants ingested by wild chimpanzees in Uganda. *J Ethnopharmacol*. 2005;101(1-3):1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.03.024>.
 - Lerch, A, Arthur, C, Pati, A, Gururani, S. An interdisciplinary review of music performance analysis. *Transactions of the International Society for Music Information Retrieval*. 2020; 3(1): 221–245. <https://doi.org/10.5334/tismir.53>.
 - Lesage M, Bidaud F, Claquin P. Le rapport Homme-Animal : évolutions passées et enjeux d'avenir. Centre d'études et de prospective. 2016; Analyse no 94. Disponible à : <https://www.zootechnie.fr/actualites/81-le-rapport-homme-animal-%C3%A9volutions-pass%C3%A9es-et-enjeux-d-avenir.html> (consulté le 31.03.2025)
 - Lindig AM, McGreevy PD, Crean AJ. Musical dogs: a review of the influence of auditory enrichment on canine health and behavior. *Animals (Basel)*. 2020; 10(1):127. <https://doi.org/10.3390/ani10010127>.
 - Maffi L & Woodley E. Biocultural diversity conservation: a global sourcebook. 2010. Earthscan, London. ISBN 978-1-84407-921-6.
 - Mifune MF. Siestes sonores « Les voix du vivant » - Rendez-vous Nature 2023 – MNHN. 2023. Disponible à : <https://www.mnhn.fr/system/files/2023-07/siestes-sonores-payages-musicaux-2023.pdf> (consulté le 31.03.2025)
 - Mitchell LA, MacDonald RAR, Knussen C & Serpell MG. A survey investigation of the effects of music listening on chronic pain. *Psychology of Music*. 2007; 35(1):37-57. <https://doi.org/10.1177/0305735607068887>
 - NASA. Data sonification: a new cosmic triad of sound. 2020. Disponible à : <https://www.nasa.gov/universe/data-sonification-a-new-cosmic-triad-of-sound/> (consulté le 31.03.2025)
 - Nicolai J, Gundacker C, Teeselink K, Güttinger HR. Human melody singing by bullfinches (*Pyrrhula pyrrula*) gives hints about a cognitive note sequence processing. *Anim Cogn*. 2014; 17(1):143-55. <https://doi.org/10.1007/s10071-013-0647-6>.
 - Olive M-M, Angot J-L, Binot A, Desclaux A, Dombrevail L, Lefrançois T et al. Les approches *One Health* pour faire face aux émergences : un nécessaire dialogue État-sciences-sociétés. *Natures Sciences Sociétés*. 2022; 30: 72-81. <https://doi.org/10.1051/nss/2022023>
 - Oomens P, Fu VX, Kleinrensink GJ, Jeekel J. The effect of music on simulated surgical performance: a systematic review. *Surg Endosc*. 2019; 33(9): 2774-84. <https://doi.org/10.1007/s00464-019-06868-x>.
 - Patel AD, Iversen JR, Bregman MR, Schulz I. Experimental evidence for synchronization to a musical beat in a nonhuman animal. *Curr Biol*. 2009; 19(10): 827-30. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.03.038>. (Erratum in *Curr Biol*. 2009; 19(10):880).
 - Railliet A & Moulé L. Histoire de l'École d'Alfort. Paris : Asselin et Houzeau. 1908 ; p. 277. Disponible à : <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9695045w.texteImage> (consulté le 24.06.2025)
 - Reschke-Hernández AE. History of music therapy treatment interventions for children with autism. *J Music Ther*. 2011; 48(2):169–207. <https://doi.org/10.1093/jmt/48.2.169>
 - Ronvaux N. Quand l'opéra du XIX^e siècle parlait de la tuberculose. *Point culture*. 2020. Disponible à : <https://www.media-theque.be/focus/quand-lopera-parlait-de-la-tuberculose/> (consulté le 31.03.2025)
 - Rothenberg D, Roeske TC, Voss HU, Naguib M, Tchernichovski O. Investigation of musicality in birdsong. *Hear Res*. 2014;308:71-83. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2013.08.016>.
 - Saladin M. La partition graphique et ses usages dans la scène improvisée. *Volume !* 2004; 3: 1. <https://doi.org/10.4000/volume.2048>
 - Satie E. Mémoires d'un amnésique suivi de Cahiers d'un mammifère et autres textes présentés et annotés par Raoul Coquereau. Editions Ombres. 2010. ISBN 978-2-84142-188-6.
 - Société Française de Musicothérapie, 2025. Disponible à : <https://francemusicotherapie.fr/la-musicotherapie/la-musicotherapie-et-sa-definition-a-travers-le-monde/> (consulté le 31.03.2025)
 - Séré G. Sol. Disponible à : <https://www.topoetiques.eu/pas-sages/shirow-5zx3a> (consulté le 31.03.2025)
 - Sterckx, R. (2000). Transforming the Beasts: Animals and Music in Early China. *T'oung Pao*, 86(1/3), 1–46. <http://www.jstor.org/stable/4528831>.
 - Stranska L & Szoniecky S. L'usage des diagrammes dans les partitions musicales : du graphique au conceptuel pour une potentialité du geste. *Penser les techniques et les technologies*, Université du Sud Toulon Var. 2014; Toulon, France. hal-01098436v1
 - Sueur J. L'éco-acoustique, écouter la nature pour mieux la préserver. *The conversation*, 13 février 2020. Disponible à : <https://theconversation.com/leco-acoustique-ecouter-la-nature-pour-mieux-la-preserver-129376> (consulté le 31.03.2025)
 - UNESCO. Links between biological and cultural diversity: report of the International Workshop. 26-28 September 2007, UNESCO, Paris. Disponible à : <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000159255> (consulté le 31.03.2025)
 - Uetake K, Hurnik JF, Johnson L. Effect of music on voluntary approach of dairy cows to an automatic milking system. *Appl Anim Behav Sci*. 1997; 53(3): 175-82. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(96\)01159-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(96)01159-8).
 - Videan EN, Fritz J, Howell S, Murphy J. Effects of two types and two genre of music on social behavior in captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *J Am Assoc Lab Anim Sci*. 2007; 46(1): 66-70.
 - Wallace EK, Altschul D, Körfer K, Benti B, Kaeser A, Lambeth S et al. Is music enriching for group-housed captive chimpanzees (*Pan troglodytes*)? *PLoS One*. 2017; 12(3): e0172672. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172672>.
 - Wild Bird Japan. Ruddy Kingfisher (*Halcyon coromanda*) - Nature Bird Sounds for Relax. 2019. Disponible à : <https://www.youtube.com/watch?v=hGJB3zmWf68> (consulté le 31.03.2025)
 - Zanella A, Harrison CM, Lenzi S, Cooke J, Damsma, P, Fleming S W. Sonification and sound design for astronomy research, education and public engagement. *Nat Astron*. 2022; 6:1241-8. <https://doi.org/10.1038/s41550-022-01721-z>
 - Zhang G, Qiu Y, Boireau P, Zhang Y, Ma X, Jiang H et al. Modern agriculture and One Health. *Infect Dis Poverty*. 2024; 13(1): 74. <https://doi.org/10.1186/s40249-024-01240-1>.

