

Michel Habib

La **mélodie** des **synapses**



Comment la musique connecte notre
cerveau (et nous connecte aux autres)

Éditions
SCIENCES
HUMAINES

Michel Habib

La **mélodie** des **synapses**

Comment la musique
connecte notre cerveau
(et nous connecte
aux autres)

Éditions
SCIENCES
HUMAINES

Maquette couverture et intérieur : Isabelle Mouton

Crédits illustrations :

Couverture : © Jeremkin/iStock/Getty Images Plus

Intérieur : Sauf mention contraire, tous les graphiques, dessins et tableaux ont été réalisés par Michel Habib

Retrouvez nos ouvrages sur
www.scienceshumaines.com
www.scienceshumaines.com/editions

Diffusion/Distribution : Interforum

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire
intégralement ou partiellement, par photocopie ou tout autre moyen,
le présent ouvrage sans autorisation de l'éditeur ou
du Centre français du droit de copie.

© **Sciences Humaines Éditions, 2025**

38, rue Rantheaume

BP 256, 89004 Auxerre Cedex

Tél. : 03 86 72 07 00/Fax : 03 86 52 53 26

ISBN = 9782361069377

AVANT-PROPOS

Neurologie et musique, aux confins de deux mondes

« What an odd thing it is to see
an entire species – billions of people –
playing with, listening to meaningless tonal
patterns, occupied and preoccupied
for much of their time by what they call “music”¹. »

Arthur C. Clarke, *Childhood's end* (*Les Enfants d'Icare*)

Dans son ouvrage *Musicophilia*, le neurologue et mélomane anglo-américain Oliver Sacks partage son émerveillement devant la capacité de notre cerveau, tellement naturelle et mystérieuse à la fois, à apprécier la musique. Ce que les extra-terrestres du roman d'A.C. Clarke, malgré leur intelligence supérieure, trouvaient incompréhensible, tant elle leur était étrangère, eux qui en étaient dépourvus. Sacks explique ainsi ce qui se passe lorsque nous allons à un concert ou dans un festival de musique : « Dans une telle situation, il semble y avoir un véritable lien des systèmes nerveux, l'unification d'un public par une véritable “neurogamie” (pour reprendre le terme utilisé par les premiers mesméristes). » « Cette chose qu'on appelle “musique”, continue-t-il, ils devraient l'admettre, est

1- « Quel spectacle étrange de voir une espèce entière, des milliards de personnes, jouer avec, écouter des motifs tonaux sans signification, occupés et préoccupés pendant une grande partie de leur temps par ce qu'ils appellent “musique”. »

d'une certaine manière efficace pour les humains, centrale à la vie humaine. Pourtant, elle n'a pas de concepts, ne fait aucune proposition ; elle se passe d'images, de symboles, tout ce qui fait le langage, en somme². »

On ne peut, je crois, être neurologue et ne pas s'étonner des liens subtils et mystérieux qui unissent la musique et le cerveau. Je n'ai moi-même pas échappé à cet étonnement, transformé, avec les années de confrontation quotidienne aux énigmes du cerveau humain, en une interrogation troublante et lancinante : comment et pourquoi notre cerveau est-il devenu musical ?

Ce n'est certainement pas un hasard si mes premiers contacts avec le monde de la recherche m'ont amené à rencontrer des chercheurs qui sont devenus des experts mondialement reconnus dans ce domaine, tels qu'Isabelle Peretz avec laquelle je me souviens avoir eu au tout début de nos carrières respectives une conversation sur la question de l'amusie congénitale (dont elle est devenue la plus grande spécialiste au monde), ou encore Mireille Besson, qui m'a accueilli, il y a plus de trente ans, comme chercheur associé dans son Laboratoire « Langage, musique et cerveau » à Marseille, et dont la rigueur intellectuelle a toujours forcé mon admiration.

Le thème majeur des recherches dans ce laboratoire était déjà celui des similitudes et des différences entre la musique et le langage, un débat qui persiste encore aujourd'hui parmi les scientifiques, et sera évoqué à plusieurs reprises dans cet ouvrage. Nous verrons notamment comment la théorie dominante, qui fait de la musique un analogue non verbal du langage, est probablement un raccourci excessif dont le démenti est en voie de renverser les concepts et même certaines pratiques, y compris pédagogiques et thérapeutiques. Au contraire, la neurologie nous apprend que l'on peut perdre le langage après une lésion du cerveau et garder ses aptitudes musicales – l'inverse étant également vrai –, ce qui plaide pour un modèle du fonctionnement cérébral de type « modulaire³ ». À l'évidence,

2- O. Sacks, *Musophilia. La musique, le cerveau et nous*, trad. Christian Cler, Seuil, « La Couleur des idées », 2018.

3- J. Fodor, *The Modularity of Mind*, MIT press / a Bradford book, 1983.

la musique et le langage sont deux fonctions bien différentes, localisées dans des parties distinctes du cerveau.

Cette façon de comprendre le cerveau peut également s'appliquer à l'enfant souffrant de troubles d'apprentissage et de troubles du neurodéveloppement, un domaine longtemps réservé à la pédopsychiatrie. On ne pouvait concevoir l'effet de la musique que comme une forme de psychothérapie. Il est bien entendu que le pouvoir émotionnel de la musique, universellement reconnu et de longue date, ainsi que son utilisation thérapeutique éventuelle n'ont pas été démentis par les travaux neuroscientifiques. Au contraire, ces derniers ont apporté une nouvelle dimension à ce pouvoir en nous apprenant à reconnaître les circuits cérébraux qui régissent les émotions musicales. Ironie de l'histoire, Sigmund Freud, dit-on, présentait une pathologie congénitale de ces circuits, ce qui lui causait une « anhédonie musicale », faisant de lui le seul neurologue de l'histoire de la médecine à ne pas aimer la musique⁴!

De même, ces nouvelles connaissances sont en voie de révolutionner ce que l'on appelle la « musicothérapie », qui devient aujourd'hui une véritable thérapeutique de certaines affections du cerveau, capable d'en modifier les symptômes et d'en restaurer les fonctions et les structures mises en défaut, que ce soit chez l'enfant qui peine à apprendre, ou encore l'adulte qui peine à parler, bouger ou penser.

C'est de cette vertu thérapeutique de la musique qu'il sera question dans la dernière partie de l'ouvrage, en distinguant les pathologies survenant chez l'adulte de celles qui apparaissent dès l'enfance, liées à un trouble du neurodéveloppement. S'agissant spécifiquement de l'apprentissage chez l'enfant, deux questions d'actualité y sont abordées, la première traitant de l'effet de la musique sur les apprentissages, ce qu'il est convenu d'appeler « transfert d'apprentissage », la seconde de l'utilisation thérapeutique de la musique sur les troubles du neurodéveloppement, dyslexie, dyspraxie, TDAH, autisme...

4- CN.M. Cheshire, « The empire of the ear. Freud's problem with music », *Int J Psychoanal*, 77 (Pt 6), dec 1996, p. 1127-1168.

Une place à part est réservée à la lecture, certainement le domaine le plus étudié, et à la dyslexie pour son exemplarité au sein des troubles du neurodéveloppement.

À cet égard, j'insisterai tout spécialement sur le rôle crucial de l'école que j'ai été amené à revisiter, dans tous les sens du terme, lors de ces toutes dernières années, animé que j'étais de la conviction que d'avoir moi-même appris la musique, même sans être devenu un virtuose, a participé à structurer mon cerveau, et peut-être même à en changer des connexions qui auraient pu, à un moment donné, emprunter des voies de déviation, voire des voies sans issue, qui ont finalement réussi, sous l'effet de l'exercice musical, à se remettre, en quelque sorte, dans le droit chemin...

La notion de circuit cérébral et de connexions revient de façon récurrente au cours de l'ouvrage. Cela n'est pas un parti pris, mais dérive du constat, de plus en plus insistant dans la littérature neuroscientifique, selon lequel ce sont les faisceaux de connexion parcourant notre cerveau, véritables autoroutes de l'information, qui sont le plus souvent compromises dans les troubles du neurodéveloppement et, tout à la fois, sont également la cible cérébrale privilégiée de l'apprentissage de la musique. Nous verrons ainsi comment un de ces faisceaux dont les chercheurs s'accordent pour en faire le marqueur génétique de la dyslexie, tant il est systématiquement lié à l'expertise de la lecture, est aussi systématiquement plus développé chez les musiciens de métier. Ainsi sera-t-il question de liens et de connexions, lien entre la musique et le cerveau, entre le cerveau et l'apprentissage, entre musique et difficultés d'apprentissage, mais aussi de connexion entre les réseaux de neurones, et enfin de la façon dont la musique connecte entre elles les personnes au sein d'un groupe social.

Cet effet, qu'il est convenu d'appeler «pro-social», de la musique passe par des réseaux de neurones, dont celui du «système des neurones miroir» dont la découverte fut aussi fascinante que fortuite. Ces «neurones miroir» seraient un élément crucial du cerveau musical, depuis l'apprentissage jusqu'à l'exécution experte, tout particulièrement lorsque des

musiciens jouent ensemble, ce qui induirait une synchronisation de leur activité cérébrale. Ce même mécanisme interviendrait, peut-être de manière encore plus cruciale, dans un autre art majeur : la danse. D'où l'idée que la musique, comme la danse, permettent de connecter non seulement des neurones ou des groupes de neurones entre eux au sein d'un même cerveau, mais également ces mêmes groupes de neurones entre deux personnes différentes engagées dans une même activité.

Dans les pages qui suivent, je me propose donc de témoigner aussi objectivement que possible de l'état actuel de la science sur le sujet, tout en essayant d'esquisser de nouvelles pistes de réflexion, notamment dans une perspective thérapeutique. Ce faisant, j'admets volontiers que les bribes de connaissance que je rapporte sont le fait d'un choix arbitraire qui ne m'est dicté que par la surprise que j'ai éprouvée à les découvrir et qui n'aura d'égal que le plaisir que j'ai aujourd'hui à les partager.

Michel Habib
Marseille, printemps 2025

Note de l'éditeur : Un glossaire réunissant un grand nombre de termes utilisés dans l'ouvrage se trouve en fin de volume pour aider à une meilleure compréhension du propos. Un cahier couleur regroupe différents graphiques. Un renvoi sera fait dans le texte.

Chapitre 1

Le cerveau et la musique.

Enjeux et défis

« Il existe plus d'aires cérébrales affectées au traitement de la musique qu'à celui du langage. »

Oliver Sacks, *Musicophilia*, 2007.

Il y a, dans l'histoire scientifique moderne, bien peu de sujets qui ont produit autant de débats et de discussions, parfois passionnés, que celui des origines et de la finalité de cette caractéristique particulière du cerveau humain, celle d'être doté de capacités musicales, ou ce que l'on appelle volontiers la musicalité¹. Depuis les fameuses querelles entre Darwin et son contemporain Spencer, jusqu'aux prises de position plus récentes de linguistes comme Steven Pinker, ou de psychologues comme Aniruddh (dit Ani) Patel, force est de constater que le débat n'a pas encore trouvé d'issue. Plus récemment, les neurosciences cognitives se sont à leur tour emparées de la question, apportant leur lot de connaissances et leurs arguments. Or, l'enjeu est majeur puisqu'il s'agit ni plus ni moins, à travers l'exemple de la musique, que de résoudre une énigme séculaire, celle des origines de l'homme : la musicalité serait-elle inscrite dans le bagage génétique de l'espèce humaine ? Et si c'est le cas, quel peut bien être l'avantage évolutif qu'elle procure ? Telles sont les questions que se sont posées les chercheurs de différentes disciplines et dont nous envisageons quelques éléments de réponse dans ce premier chapitre.

1- H. Honing *et al.*, « Without it no music: cognition, biology and evolution of musicality », *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 370(1664), 2015.

» *Spencer vs Darwin : deux visions qui s'opposent*

Dans son livre intitulé *Origine et fonction de la musique*², le fameux sociologue et philosophe britannique Herbert Spencer a cherché, à la fin du 19^e siècle, à expliquer les origines de la musique comme une expression physique, voire prévocale, de l'émotion. Le point de départ serait ainsi la nécessité pour les animaux d'exprimer leurs émotions à travers la vocalisation, celle-ci devenant de plus en plus complexe et variée et finalement musicale. Cette conception était peu éloignée de celle exprimée un siècle plus tôt par Jean-Jacques Rousseau, lui-même musicien, selon lequel les émotions exprimées par les chants primitifs seraient à l'origine du langage³. Spencer concevait les règles régissant l'évolution des espèces comme une évolution naturelle et systématique du plus simple au plus complexe ; sa conception de l'évolution de la vocalisation animale à la musicalité humaine n'était qu'une application de ce principe. Mettre les émotions au centre de ce processus était un moyen logique de défendre son point de vue, celui d'une mécanique immanente et infailible, ne souffrant ni exceptions ni autre explication.

À l'opposé, Darwin, qui avait déjà développé sa théorie de la sélection naturelle dans son ouvrage *La Descendance de l'homme*⁴, considérerait l'apparition de la musique dans le processus d'évolution d'un point de vue plus fonctionnel, dans le sens où il fallait lui trouver une signification dans la préservation de l'espèce : d'où sa théorie de la « sélection sexuelle » de la musique. Par analogie avec les comportements vocaux de différentes espèces animales, et notamment la prédominance de ces comportements chez les mâles, Darwin présuma que la finalité de la musique relevait de mécanismes liés à la séduction par le mâle en vue d'accouplement, d'une part, mais aussi dans le but d'impressionner les concurrents éventuels, favorisant *in fine* les possibilités de reproduction, et donc d'assurer la préservation de l'espèce⁵. Cette théorie a connu un regain d'intérêt tout récent dans diverses études cherchant à

2- H. Spencer, *The Origin and Function of Music. Essays: Scientific, Political, and Speculative*, Williams and Norgate, 1901, p. 401-451.

3- « [...] pour émuouvoir un jeune cœur, pour repousser un agresseur injuste la nature dicte des accents, des cris, des plaintes : voilà pourquoi les premières langues furent chantantes et passionnées avant d'être simples et méthodiques. » (J.-J. Rousseau, *Essai sur l'origine des langues*, œuvre posthume, 1781.)

4- C. Darwin, *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*, trad. fr. 1872 par J.-J. Moulinié, John Murray, 1871.

5- « Je conclus que les notes de musique et les rythmes ont d'abord été acquis par les géniteurs masculins ou féminins de l'humanité dans le but de charmer le sexe opposé. » (*ibid.*)

apporter des arguments, notamment sociologiques et biologiques, à cette théorie sexuelle de la musicalité, notamment s'agissant d'attractivité intersexuelle des habitudes et des compétences musicales de l'homme moderne⁶.

» *Steven Pinker et le « cheesecake musical »*

Parmi les penseurs de l'époque moderne, l'un de ceux qui ont le plus influencé les concepts et les thématiques de recherche sur la musique est certainement le philosophe et linguiste Steven Pinker, un élève de Noam Chomsky qui lui a succédé dans l'idée que les humains semblent posséder une « grammaire universelle » capable de reconnaître et de générer les règles de n'importe quelle langue à laquelle un enfant est exposé. Pinker dénonçait fermement la conception de la musique en tant qu'adaptation : « En ce qui concerne la cause et l'effet biologiques, la musique est inutile. [...] La musique pourrait disparaître de notre espèce et le reste de notre mode de vie resterait pratiquement inchangé » et plus loin « c'est une technologie, pas une adaptation⁷ ». De ces mots, on retient souvent la « parabole du Cheesecake » : selon Pinker, la musique serait une activité humaine plaisante qui emprunterait les fonctions cérébrales qui ont été sélectionnées par l'évolution (le langage tout particulièrement). Comme les cheesecakes et autres sucreries, inutiles à l'homéostasie du corps et pourtant prisées par tous les humains, la musique serait une sorte de « cerise sur le gâteau » sans fonction adaptative et qui pourrait disparaître sans modifier le cours de l'humanité. En allant plus loin, la musique aurait « squatté » des réseaux cérébraux préexistants, dont celui du langage⁸.

Pas très éloigné des vues quelque peu provocatrices de Pinker se situe l'un des théoriciens les plus en vue actuellement dans la psychologie cognitive de la musique, l'américain Ani Patel, dont l'ouvrage princeps, *Musique, Langage et le Cerveau*⁹, propose une vision « non adaptationniste » de la musique, qu'il considère comme une « technologie ou une invention transformatrice » qui utilise des compétences existantes et a des conséquences importantes sur notre culture et notre biologie. Il compare la musique à l'invention du feu qui a eu d'importantes conséquences culturelles et biologiques, mais qui n'est pas un produit du processus de sélection naturelle.

6- M.M. Marin, B. Gingras, « How music-induced emotions affect sexual attraction: evolutionary implications », *Front Psychol.* 2024.

7- S. Pinker, *Comment fonctionne l'esprit*, Odile Jacob, 2000.

8- C'est ce que l'on dénomme souvent « exaptation », un néologisme construit par le biologiste Stephen Gould à partir du mot adaptation, pour qualifier une fonction qui est d'origine purement culturelle, hors tout processus d'évolution ou de transformation de son substrat biologique.

9- A.D. Patel, *Music, Language, and the Brain*, Oxford University Press, 2008.

Son point de vue est particulièrement clair dans les extraits suivants de son ouvrage : « La question est de savoir dans quelle mesure les corps et les cerveaux humains ont été façonnés par la sélection naturelle pour le langage. De même, dans quelle mesure les corps et les cerveaux humains ont-ils été façonnés par la sélection naturelle pour la musique ? »

La réponse de l'auteur à ces deux questions est sans appel : elle est clairement positive pour le langage, et négative pour ce qui est de la musique. Il donne un certain nombre d'arguments, faisant notamment allusion à des patients ayant été victimes de lésions cérébrales et dont la seule conséquence est une perte des aptitudes musicales, une circonstance que les neurologues appellent « l'amusie ».

« Certains patients ont perdu exclusivement l'usage de la musique, à l'exclusion de tout autre dommage cognitif. L'existence de tels individus montre que des parties du cerveau se sont spécialisées dans la musique. On pense parfois que cette "modularité" indique que la sélection naturelle a façonné des parties du cerveau en vue de prendre en charge des fonctions musicales. En fait, la modularité du traitement de la musique chez les adultes est orthogonale à la question de la sélection des capacités musicales. Ceci est dû au fait que les modules peuvent être un produit du développement, plutôt que de refléter une spécialisation cérébrale innée... »

En appui à son affirmation, Patel donne l'exemple du processus de recyclage neuronal¹⁰ présumé à l'origine de l'apparition de la lecture sur le cerveau humain, il y a 3000 ans, une date trop récente pour pouvoir penser que lire soit un phénomène déterminé par un quelconque processus de sélection adaptative.

Mais comme nous le verrons, pour la musique comme pour la lecture, cette affirmation paraît trop restrictive et catégorique, divers arguments semblant la contredire.

» *Comment la musique vient aux bébés*

Parmi ces arguments, les recherches récentes sur les aptitudes musicales des bébés ont apporté des informations fascinantes et très instructives.

Une première piste a été avancée par plusieurs chercheurs qui postulaient que la musique trouve son origine dans les vocalisations musicales que les mamans et les soignants utilisent avec les nourrissons, ce que les anglophones appellent « motherese », qu'on peut traduire par « mamanais » ou langage bébé. Cette forme simplifiée et chantante du langage est censée renforcer les

10- S. Dehaene, *Les Neurones de la lecture*, Odile Jacob, 2007.

liens parents-nourrissons, alléger le fardeau des soins et augmenter le bien-être et la survie des nourrissons. Ces vocalisations ont été considérées comme favorisant l'émergence du langage tout autant que de la musique¹¹. L'analyse acoustique de ce langage-bébé a montré qu'il possède, dans toutes les langues où il a été étudié, des caractéristiques similaires, le rapprochant d'une litanie chantée, très aiguë, très modulée et hyperarticulée. Ce comportement est volontiers interprété comme une propension innée de l'adulte en interaction avec un nourrisson à produire inconsciemment les caractéristiques capables de participer au développement de ses futures capacités linguistiques.

Des techniques à présent bien rodées permettent aux chercheurs de comprendre avec certitude ce qu'entend un nouveau-né d'à peine 2 ou 3 jours, et de mettre en évidence ses préférences pour tel ou tel stimulus auditif. Le nouveau-né vient au monde avec des capacités auditives largement fonctionnelles, en comparaison aux aptitudes visuelles qui mettent beaucoup plus longtemps à atteindre leur état de maturité perceptive. C'est ainsi qu'il a pu être démontré que le nouveau-né préfère écouter une voix dont les variations mélodiques sont plus accentuées qu'une voix normale, et même qu'il peut synchroniser le rythme de la succion avec celui des contours d'une berceuse. Ces nourrissons peuvent discriminer une série de notes, détecter la consonance par rapport à la dissonance et le changement d'accords mineurs ou majeurs. De même, si on les habitue à écouter une série de trois sons de durée différente, ils montreront un regain d'attention lorsqu'on leur fait entendre la même série de sons mais dans un ordre différent, ce qui prouve qu'en plus de la mélodie et la hauteur des sons, le nouveau-né peut traiter la durée relative de ces mêmes sons, en d'autres termes le rythme.

Des études utilisant l'enregistrement de l'activité électrique du cerveau de nourrissons ont permis de déterminer que les deux hémisphères ont un rôle différent dans la perception auditive, le gauche étant plus sensible aux variations de tempo et de durée, et le droit aux grandes amplitudes prosodiques qui caractérisent le contour des phrases. Il y a déjà une dizaine d'années, l'étude d'une équipe chinoise, en association avec le Pr Jean Decéty, de l'université de Chicago, a comparé chez 98 nouveau-nés de 1 à 5 jours l'activité électrique provoquée par l'écoute de syllabes prononcées sur un ton de gaieté ou de peur à des sons non verbaux de nature synthétique ayant les mêmes caractéristiques sonores¹². Les bébés ont massivement mobilisé l'activité électrique de leur hémisphère droit lors de l'écoute de parole émotionnelle, prouvant que les zones de leur cerveau impliquées dans le traitement de

11- S. Brown, « The "Musilanguage" model of music evolution », dir. N.L. Wallin, B. Merker, S. Brown in *The Origins of Music*, MIT Press, 2000, p. 271-300.

12- Y. Cheng *et al.*, « Voice and emotion processing in the human neonatal brain », *J Cogn Neurosci.*, 24(6), 2012.

l'information auditive étaient, dès les tout premiers jours de vie, capables de détecter la composante émotionnelle de la parole humaine, et de la distinguer de sons non verbaux.

Citons enfin les travaux de l'équipe de Ghislaine Dehaene-Lambertz, en 2010 au CEA à Gif-sur-Yvette, qui démontrent de manière frappante, à l'aide d'une minutieuse technique d'IRM chez le nouveau-né, que l'hémisphère gauche est déjà largement spécialisé dans le langage, notamment lorsqu'il s'agit de la voix maternelle, mais aussi pour une autre voix féminine, alors que les systèmes neuronaux de la perception auditive, notamment le cortex associatif du planum temporal, sont activés de manière symétrique lorsqu'on leur fait écouter un morceau de Mozart (figure 1). Il existe donc déjà à la naissance une spécialisation de l'hémisphère gauche pour le langage, et une préférence relative de l'hémisphère droit pour la musique¹³.

La même année, l'équipe de Daniela Perani, à Milan, a utilisé une technique d'IRM fonctionnelle similaire chez des nouveau-nés de 1 à 3 jours pour démontrer de manière encore plus spectaculaire que l'hémisphère droit humain est déjà clairement spécialisé à la naissance pour traiter les sons musicaux, et qu'il est même capable de s'activer lors de l'écoute d'une musique tonale occidentale, et de cesser de s'activer lorsque cette musique change de tonalité, provoquant une rupture de la continuité mélodique¹⁴. Dans ces conditions, les zones auditives de l'hémisphère droit cessent leur activité, et ce sont des zones frontales de l'hémisphère gauche qui prennent le relais, traduisant sans doute une réaction à la dissonance ou à l'irrégularité de la phrase musicale entendue. Enfin, une activation dans les structures limbiques de l'hémisphère droit, dont l'amygdala, connue chez l'adulte pour être centrale au traitement des émotions, semblait suggérer une propension, dès cette période initiale de la vie, de la musique à provoquer des réactions émotionnelles.

» *Avant même la naissance...*

Parfois relevant de prouesses techniques, les chercheurs ont exploré avec succès les capacités auditives de prématurés et même de fœtus avant la naissance. Il convient d'abord de préciser que l'environnement sonore du fœtus est très différent de celui qu'il entendra une fois mis au monde. Il est très probable qu'en raison de l'atténuation des sons par la paroi abdominale maternelle et le

13- G. Dehaene-Lambertz, A. Montavont *et al.*, « Language or music, mother or Mozart? Structural and environmental influences on infants' language networks », *Brain Lang*, 114(2), 2010, p. 53-65.

14- D. Perani *et al.* « Functional specializations for music processing in the human newborn brain », *Proc Natl Acad Sci USA*, 107(10), 2010, p. 4758-4763.

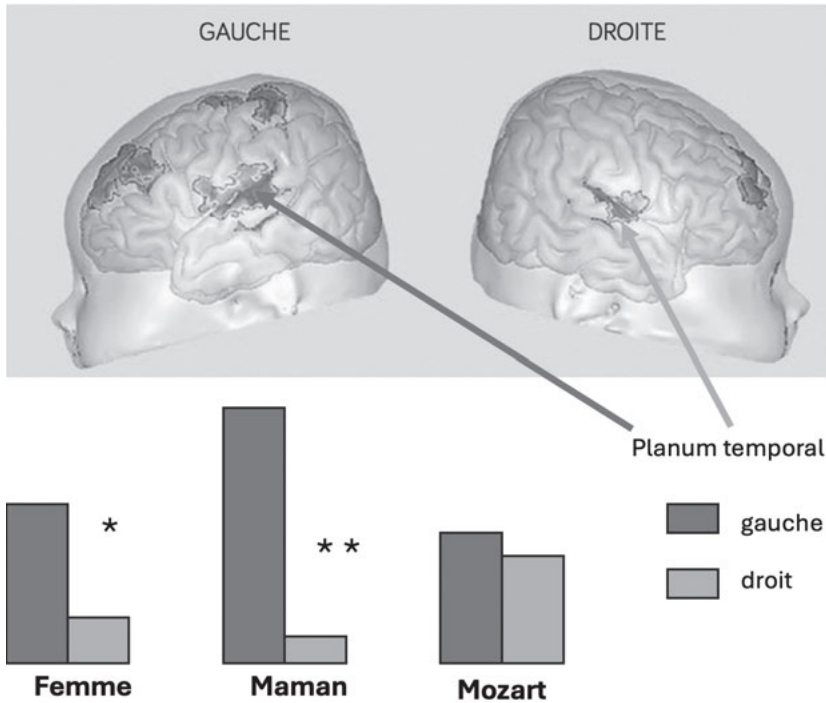


Figure 1 : Activation cérébrale comparée lors de l'écoute par un nouveau-né de la voix maternelle, de celle d'une autre maman, et d'un air de musique. Il y a déjà une spécialisation des aires auditives de l'hémisphère gauche pour le langage (plus forte pour la voix maternelle) et droit pour la musique. D'après G. Dehaene-Lambetz *et al.* (2010).

liquide amniotique, seules certaines composantes sonores parviennent jusqu'à son système auditif. Les plus aiguës seraient largement atténuées, d'autant qu'elles sont en partie masquées par les bruits internes de l'organisme maternel, qu'il s'agisse des bruits intestinaux, des mouvements des organes et des pas lors des déplacements, et bien sûr des battements cardiaques qui donnent déjà une base rythmique à ce petit musicien en herbe ! Pour autant, on sait également que le système auditif du fœtus a d'importantes capacités perceptives, puisque les voies auditives seraient déjà prêtes, au moins celles reliant l'oreille au tronc cérébral, dès la 16^e semaine de gestation.

Cette sélectivité perceptive du fœtus fait que la parole humaine, et notamment maternelle qu'il commence à entendre, peut être déjà en partie traitée, mais sans doute comme une succession de voyelles, les consonnes étant trop aiguës pour être perçues. En définitive, le fœtus entend une sorte de musique caractérisée par les aspects les plus mélodiques de la parole, ce qu'on appelle la prosodie du langage. On sait ainsi qu'il est capable d'identifier la voix de sa mère dès la 30^e semaine de gestation, et même de la différencier d'une autre voix féminine lorsqu'elles lisent la même comptine. De surcroît, il est capable de distinguer une voix qui s'exprime dans une langue étrangère, notamment quand cette langue a des caractéristiques rythmiques différentes de celle de la langue maternelle.

Une étude finlandaise a permis de démontrer une étonnante capacité du fœtus, celle de mémoriser de façon durable des musiques. Après avoir fait entendre de manière répétée l'air de Mozart « Ah vous dirai-je maman » à partir de la 29^e semaine, et ce, jusqu'à la naissance, cette équipe a démontré à l'aide d'enregistrements électroencéphalographiques que le cerveau du nourrisson à la naissance réagissait de manière distinctive à l'écoute de la musique qu'il avait entendue durant sa vie fœtale, et ce, encore à 4 mois de vie extra-utérine¹⁵.

Parmi les travaux réalisés dans ce domaine, une étude est souvent citée tant par la prouesse technique qu'elle constitue que par les riches enseignements qu'elle a apportés. À l'aide d'une imagerie par ultra-sons performante, les auteurs ont fait entendre plusieurs musiques à des fœtus, non plus par voie transabdominale, mais par un dispositif intravaginal capable de délivrer des informations beaucoup plus précises et acoustiquement complètes. Les auteurs rapportent des images vidéo impressionnantes où l'on voit le fœtus exécuter des mouvements du corps et de ses (futurs) organes bucco-phonatoires en rythme avec la musique¹⁶. Est-ce là la preuve que le futur

15- E. Partanen *et al.*, « Prenatal music exposure induces long-term neural effects », *PLoS One*, 8(10), 2013.

16- M. López-Teijón, A. García-Faura, A. Prats-Galino, « Fetal facial expression in response to intra-vaginal music emission », *Ultrasound*, 23(4), 2015, p. 216-223.

être humain est déjà câblé pour réaliser des gestes moteurs synchrones de sensations acoustiques ? Si c'était le cas, cela aurait une importance cruciale dans le débat de l'origine des capacités musicales du cerveau, non seulement en les faisant remonter bien avant la naissance, ce qui sous-entend l'utilisation de circuits très profondément gravés dans les parties les plus archaïques du cerveau, mais également en apportant des preuves troublantes d'une capacité largement inscrite dans les profondeurs de l'héritage de l'espèce humaine.

› *Le grand débat : la musique utilise-t-elle les mêmes circuits cérébraux que le langage ?*

Depuis de nombreuses années, un débat parfois houleux anime les tenants de deux positions opposées : pour les uns, le langage et la musique seraient liés par un substrat cérébral commun, et sans aller jusqu'à la théorie du « cheesecake sonore » de Pinker, évoquée plus haut, la plupart des tenants de cette position considèrent la musique comme un avatar du langage, au mieux un terrain prédisposant à l'éclosion de ce dernier, qui serait le seul à présenter une véritable utilité évolutive. Pour d'autres, langage et musique sont deux manifestations distinctes de l'évolution de notre système auditif, ayant chacune son propre rôle dans ladite évolution.

Ce débat a largement reposé sur les preuves d'une séparabilité des circuits cérébraux de la musique et du langage. Les plus anciennes de ces preuves remontent aux premières observations de l'effet de lésions cérébrales sur des adultes, notamment la comparaison de lésions de l'hémisphère gauche, qui altèrent le langage, et souvent laissent intactes les aptitudes musicales, avec les lésions de l'hémisphère droit qui sont les seules à pouvoir provoquer des altérations des compétences musicales, dénommées « amusies ».

› *Aphasie vs Amusie : les racines d'une croyance*

Une des premières preuves issues de ce paradigme des lésions du cerveau chez l'adulte a été apportée par le fameux neurologue russe Alexander Luria, dans sa description du cas de Shebalin, compositeur et professeur au conservatoire de Moscou, qui, devenu aphasique et hémiparétique à la suite d'un accident vasculaire cérébral, a continué à composer des œuvres musicales pendant les six années qu'il lui restait à vivre, dont une 5^e symphonie qui lui valut les

éloges de Chostakovitch. De nombreuses observations similaires d'aphasie sans altération des capacités musicales ont ensuite été rapportées, suggérant fortement l'indépendance entre les substrats cérébraux du langage et de la musique. Des études récentes, reprenant des cohortes de patients adultes avec des lésions cérébrales diverses analysées avec précision par des scanners ou des IRM, ont largement confirmé cette indépendance¹⁷.

Je ne citerai ici qu'une de ces observations qui a intrigué nombre d'éminents neurologues parisiens dans les années 1970¹⁸.

Il s'agissait d'un organiste de 77 ans, aveugle de surcroît, qui, à la suite d'un accident cérébro-vasculaire, était devenu sévèrement aphasique et qui continuait pourtant à pouvoir jouer de son instrument de façon quasi normale. La dissociation entre ses capacités musicales et ses capacités linguistiques était frappante :

« Sur ordre verbal ou sur incitation, ce musicien est capable de fredonner, bouche fermée, n'importe quel air connu, mais il est dans l'impossibilité de mettre sur cette mélodie les paroles qu'il connaît pourtant bien et cela donne pour Frère Jacques : – “ma sa mè la mère, je ne peux pas le dire, non”, en revanche, il peut chanter en utilisant les notes de façon tout à fait naturelle et sans aucun effort : “do ré mi do, do ré mi do mi fa sol, mi fa sol”. »

Le même patient, qui continuait à enseigner son art malgré son aphasie, écoutait jouer un élève :

« Monsieur XX est capable d'identifier de nombreuses pièces exécutées par un élève. Naturellement, il a du mal à en donner le texte ; le plus souvent, il s'installe à l'orgue pour jouer le morceau. Par exemple, l'élève joue La Prière de Franck, Monsieur XX dit : – “Oui, je sais, c'est la grande, la grande qui dit à Dieu, je prie, prie, trie...” et exécute la pièce parfaitement. »

Enfin, l'élément sans doute le plus troublant de sa présentation clinique était son comportement lorsqu'il lisait le braille. Lorsque les signes tactiles étaient lus comme un texte signifiant, il n'en retirait aucune signification valide et ne pouvait rien prononcer de cohérent, mais lorsque les mêmes signes

17- A.J. Sihvonen *et al.*, « Neural Basis of Acquired Amusia and Its Recovery after Stroke », *The Journal of Neuroscience*, 36(34), 2016, p. 8872-8881.

18- J.-L. Signoret, P. Van Eeckhout, M. Poncet, P. Castaigne, « Aphasie sans amusic chez un organiste aveugle », *Revue neurologique*, 143, 1987, p. 172-181.

étaient présentés dans le contexte d'une partition, il les déchiffrait parfaitement¹⁹!

À l'inverse, il existe des personnes ayant perdu leurs capacités musicales, mais continuant à jouir pleinement de leurs facultés langagières. Ces cas « d'amusies acquises » sont évidemment plus rares, car il faut que la personne ait été musicienne pour pouvoir déplorer une perte de ses capacités musicales.

Le point important est qu'alors que la perte du langage est très généralement consécutive à une atteinte de l'hémisphère gauche, la perte isolée de la musique, elle, est pratiquement toujours liée à une lésion de l'hémisphère droit, un point qui a été largement partagé, au point d'être pratiquement entré dans le sens commun, sous la forme quelque peu réductrice de : la musique « siège » dans l'hémisphère droit tout comme le langage « loge » dans l'hémisphère gauche.

» *La contre-attaque des linguistes : le paradigme de la violation syntaxique*

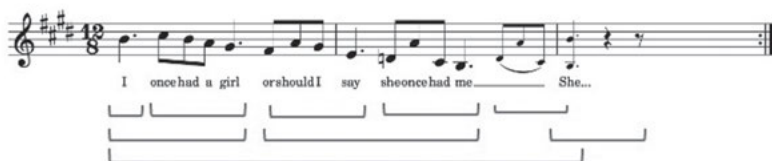
À la suite d'une publication, en 1983, que tous les musicologues et psychologues cognitifs considèrent comme un tournant dans l'histoire des connaissances sur le sujet²⁰, une nouvelle approche a vu le jour, venant contester presque point par point les certitudes dérivées de l'observation des patients neurologiques. L'idée générale est d'appliquer à la musique les concepts de la psychologie cognitive du langage, en particulier celui d'une grammaire innée et universelle qui répond à des règles imprimées dans les circuits cérébraux qui les utilisent de manière intuitive, hors de tout apprentissage formel. Il s'agit ni plus ni moins que de la fameuse théorie de la grammaire générative de Chomsky, appliquée ici à la musique.

De fait, la musique, tout comme le langage, est constituée d'une « syntaxe » relativement universelle, qui gouverne la manière dont les éléments musicaux (notes, pulsations) peuvent être combinés et exprimés séquentiellement pour créer accords, mélodies et rythmes. Bien que cette syntaxe ne soit pas aussi rigide que dans le langage, elle repose sur des contrastes et des rapprochements de notes et de rythmes pour créer des regroupements perceptifs et

19- Cela fait écho à des expériences plus modernes réalisées par des neurolinguistes qui ont manipulé les contenus sonores des mots pour en faire des équivalents musicaux : alors que les deux formes du stimulus ont exactement les mêmes caractéristiques acoustiques, en matière de durée, de fréquence ou encore d'inflexions sonores, lorsque le sujet les entend comme des mots, il les traite avec son hémisphère gauche, et quand il les entend comme de la musique, il active son hémisphère droit.

20- F. Lerdahl, R. Jackendoff, *A Generative Theory of Tonal Music*, MIT Press, 1983.

la sensation d'écouter de la musique²¹. Les auteurs ont pris l'exemple de la chanson des Beatles, *Norwegian Wood*, pour montrer à la fois le mécanisme implicite des regroupements et ses liens avec les pauses et les modulations au sein des phrases musicales.



S'est alors ensuivie une série de travaux, jusqu'au début des années 2000, prenant pour cheval de bataille la démonstration de la similitude entre le langage et la musique, et ayant comme objectif central de démontrer que les circuits cérébraux sous-jacents à la grammaire du langage sont partagés avec ceux qui déterminent la syntaxe musicale.

Le champion de cette approche fut incontestablement Ani Patel, dont il a été question plus haut, qui a proposé la théorie de *Shared Syntactic Integration Resource Hypothesis* (SSIRH²²). Selon ce cadre de partage des ressources, la musique et le langage reposent sur des représentations syntaxiques séparables, mais appellent des ressources cognitives partagées pour intégrer ces représentations dans des structures en évolution (figure 2). Patel insiste sur les nombreux points communs entre la musique et le langage : tous deux sont structurés de manière hiérarchique. En musique, les notes sont groupées en motifs et en phrases musicales ; dans le langage, les sons (phonèmes) sont regroupés en mots, les mots en syntagmes et les syntagmes en phrases. Ce regroupement est dit récursif, dans le sens où il peut imbriquer des clauses dans une phrase, tant pour le langage que pour la musique où des thèmes peuvent être repris et modifiés. Mais la similitude la plus souvent mise en avant est la temporalité. Le fait que la musique et le langage se déroulent, l'un comme l'autre, dans le temps, confère un rôle primordial à l'ordre temporel de leurs éléments : cette notion de temporalité autorise, pour la musique, une progression harmonique et rythmique, et pour le langage ces caractéristiques, du reste différentes d'une langue à l'autre, qu'on dénomme syntaxe et qui font que l'ordre des mots et certains signaux propres à chaque langue sont porteurs de sens.

21- R. Jackendoff, F. Lerdahl, « The capacity for music: what is it, and what's special about it? », *Cognition*, 100, 2006, p. 33-72.

22- A.D. Patel, « Language, music, syntax and the brain », *Nature Neuroscience*, 6(7), 2003, p. 674-681.

Un paradigme souvent utilisé pour argumenter sur cette similarité est celui de la violation syntaxique. Pour le langage, il s'agira de faire entendre un mot incongru ou une forme grammaticale inexacte au sein d'une phrase. Pour la musique, l'équivalent serait d'introduire une dissonance ou un changement de tonalité. Dans les deux cas, les chercheurs ont retrouvé, à l'aide de la technique dite des potentiels évoqués, une onde électrique apparaissant vers 600 millisecondes après le stimulus, interprétée comme un marqueur neuronal du traitement de la syntaxe. Cette notion de substrat cérébral partagé entre musique et langage a également été retrouvée avec la technique plus précise de l'IRM fonctionnelle, révélant de surcroît que musique et langage activent une zone frontale inférieure bilatérale, l'aire de Broca, élément essentiel du système hémisphérique gauche du langage. En d'autres termes, l'aire de Broca, connue de longue date pour son rôle dans la production du langage articulé, est aussi active lors du traitement d'une phrase musicale.

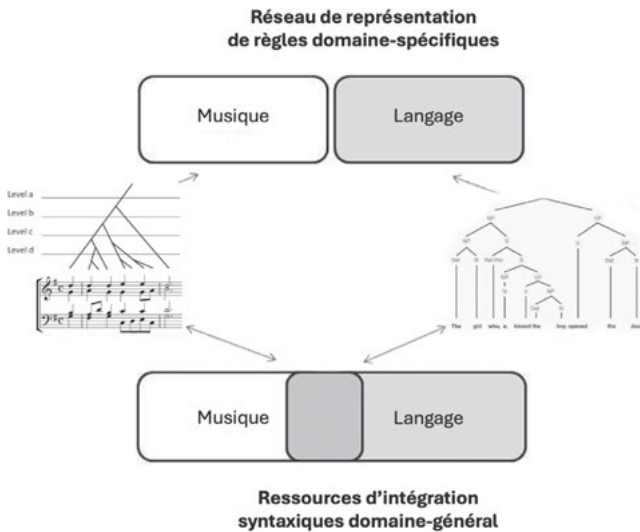


Figure 2 : Une représentation hypothétique de la similitude d'architecture fonctionnelle entre la syntaxe du langage et celle de la musique, et leur substrat neuronal respectif. Une partie de ce substrat serait commun aux deux systèmes (d'après Patel, 2003).

Plus récemment, cette interprétation a été contestée, notamment sur la signification que peut prendre une onde cérébrale générée par une incongruité syntaxique, celle-ci pouvant n'être que le simple reflet d'un effort cognitif supplémentaire requis par la tâche. En d'autres termes, ce résultat ne refléterait en aucun cas un processus spécifique commun aux deux systèmes,