

Attention:

La réutilisation de ce slides est interdite sans autorisation.

Merci de bien vouloir respecter le travail pour leur préparation ainsi que la propriété intellectuelle.



UNIVERSITÀ DI PAVIA
Dipartimento di
Scienze del Sistema Nervoso
e del Comportamento

Musique et neurosciences

La stimulation du cerveau
par la musique

Laura ferreri, PhD
Università degli Studi di Pavia

Samedi 15 Avril 2023, International Harp Therapy Program – Paris, Online Seminar

PLAN

1. Naïssons-nous «musicaux»?
2. Musique et évolution
3. Le pouvoir biologique de la musique
 - Musiciens et plasticité neuronale
 - L'écoute de la musique: de la perception à la mémoire
4. La musique comme outil de stimulation et rémediation cognitive

1. NAISSONS-NOUS MUSICAUX?

La musique comme objet culturel
...ou pas?

**COMMENT PEUT-ON
DÉFINIR LA MUSIQUE?**

Définition LaRousse :

« Science des **sons** considérés sous le rapport de la mélodie et du rythme »



Éléments principaux de la musique:

- **mélodie** (succession de sons à des hauteurs, intensités et durées variables)
- **harmonie** (assemblage de plusieurs sons de hauteurs différentes en même temps)
- **rythme** (pulsation –régulière, cyclique, variable en vitesse- sur laquelle se distribuent diverses accentuations)

Propriétés particulières des sons: **hauteur, durée, timbre, dynamique**

Deuxième définition LaRousse:

« **Art** qui permet à l'**homme** de s'exprimer par l'intermédiaire des sons; productions de cet art, œuvre musicale. »



n'est pas qu'une structure acoustique simple qui s'évolue dans le temps, ou un stimulus créé dans un laboratoire pour s'adapter à un certain dessin expérimental:

il s'agit un **phénomène**
de l'**expérience subjective**
de l'**être humain**

présente
en toutes
les cultures



La musique est un universel typique de notre espèce



Divje Babe, 60.000 ans, « Flûte de Neandertal »

Mais: même si la musique est interculturelle, sa **structure** change entre cultures...



En termes de

- **tonalité** (échelles, accords, ...) et
- **structure temporelle** (mètre, rythme, ...)

Avec la simple **exposition**, qui écoute peut devenir expert/savant sur la musique de sa propre culture

Ceci signifie que les enfants naissent comme *tables rases*, sans **aucune connaissances** sur la musique?

Étude sur les bébés/enfants: musique apparaît tôt niveau **phylogénétique**, mais aussi **ontogénétique**

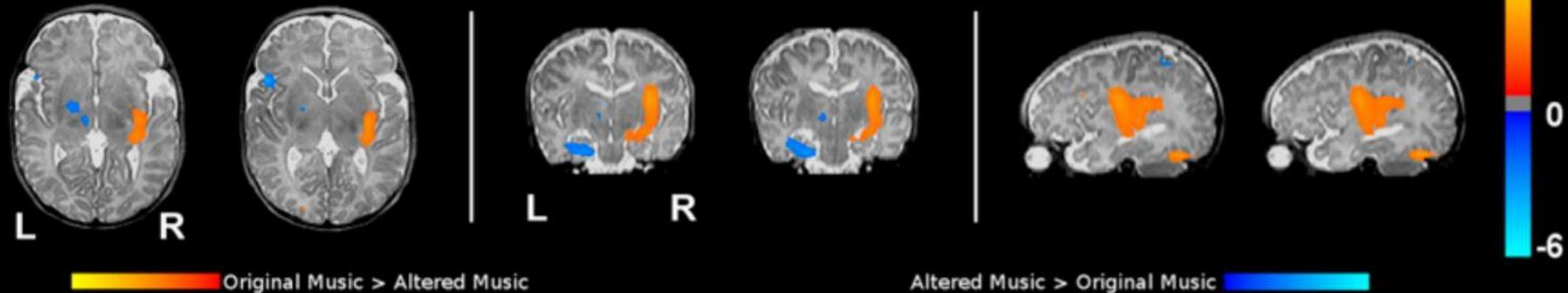
L'être humain **naît musical**:
nourrisson comme un petit musicologue.
Depuis la naissance (et même avant) peut reconnaître rythmes, contours mélodiques, modulations et phrases musicales



Perani et al., 2010: IRMf quelque heure après la naissance:

- Spécialisation hémisphérique (droite) pour la musique (vs langage)
- Sensibilité à changements de clé et dissonances

Original Music vs. Altered Music



Il y a des aspects de la musiques qui sont **prédisposés** dans l'individu (***culture-general***),
et des autres plutôt liés
à des **apprentissages** (***culture-specific***)?

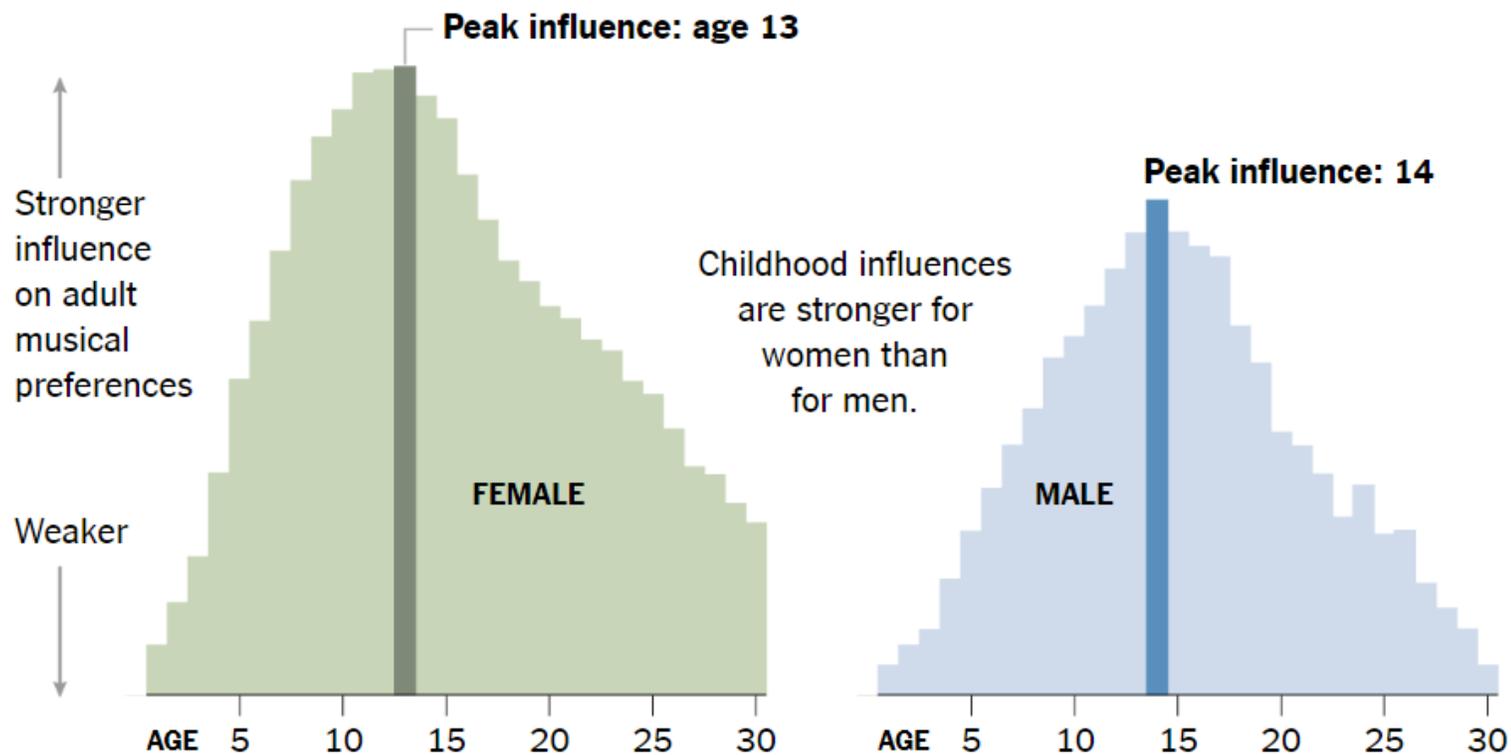
Hannon & Trehub (2005 Psychological Science, 2005 PNAS)

Capacités des enfants (temps de regarde) et adultes (réponses correctes) de **percevoir des altérations** dans 2 types de rythmes: **isochrone** (*western music*) et **non-isochrone** (*balkan music*)

	Adultes (Bulgarie, Macedonie)	Adultes (USA)	Enfants 12 mois (USA)	Enfants 6 mois (USA)
Rythme isochrone	V	V	V	V
Rythme Non-isochrone	V	X	X	V
<i>Après 2 semaines de training (écoute rythme non-isochroniques)</i>				
		X	V	PLASTICITÉ

! La facilitation des enfants avec les rythmes non-isochrones (étrangers) **ne se retrouve pas pour des rythmes artificiel** (présentes en aucune culture, comme pour **langage**)

Quand se forment-elles nos **préférences** musicales?



By The New York Times | Source: analysis of Spotify data by Seth Stephens-Davidowitz



- Les bébés **naissent avec des prédispositions à la musique**, et ils sont **culture-free**
- Avec le temps, ils **apprennent** les structures des sons et temporelles dans leur environnement, et montrent des **avantages pour le traitement des aspects musicaux de sa propre culture** vs autres
- Les signes de « **intégration culturelle** » commencent pendant le **premiers mois** de vie et continuent jusqu'à **l'adolescence**

2. MUSIQUE ET EVOLUTION

théories non-adaptionnistes
théories adaptationnistes

L'évolution de la musique:

Théories non-adaptationnistes

La musique est une **invention** humaine et **inutile** d'un point de vue **biologique**

« *evolutionary cheesecake* »

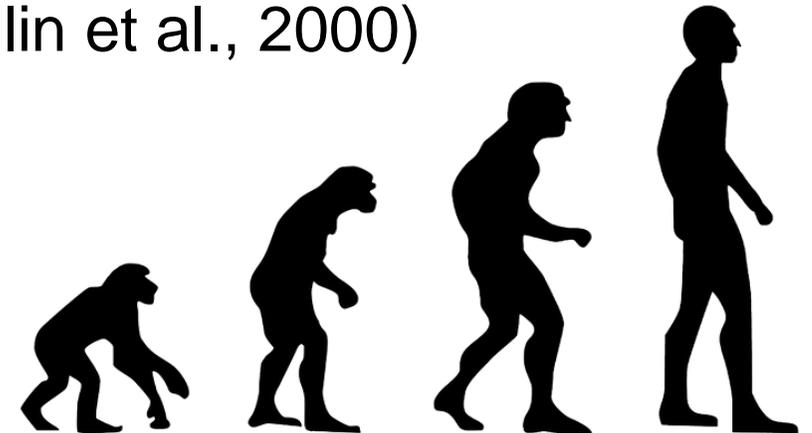
(Pinker, 1997)



Théories adaptationnistes

Les capacités musicales humaines sont le produit d'une **sélection naturelle** qui reflète un avantage des comportements musicaux pour la **survie** de notre espèce

(Wallin et al., 2000)





Théories non-adaptationnistes

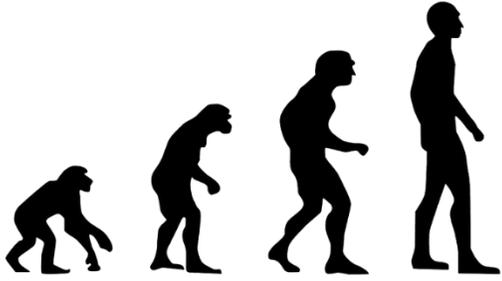
Les capacités musicales de notre espèce **ne sont pas** le résultat de la sélection naturelle

Spencer, 1987: la musique résulte des rythmes et des cadences d'un **langage** passionné, sans utilité

Pinker, 1997: "As far as biological cause and effect are concerned, music is useless"

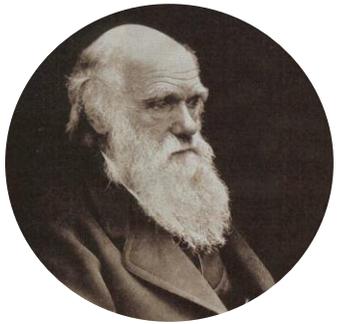
La musique pourrait disparaître de notre espèce et ceci **ne changerait rien dans le développement de l'humanité.**

Conséquences? Hypothèse alternative?



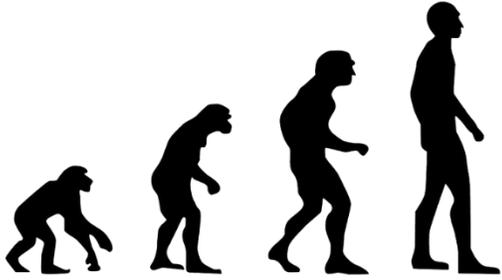
Théories adaptationnistes

C. Darwin, l'Origine des espèces (1871)



« Nos ancêtres n'étaient pas insensibles : ceux qui pouvaient moduler les états émotionnels devaient être avantagés pour la sélection des partenaires »

La musique a une **origine biologique** plus que simplement culturelle, et les *comportements musicaux* avaient une valeur de **survie** pour nos ancêtres → **3 théories** principales



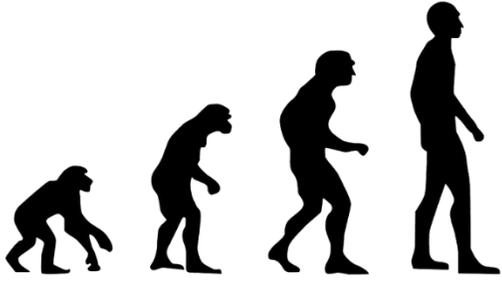
Théories adaptationnistes

1. LA SELECTION SEXUELLE

« ...it appears probable that the progenitors of man, either males or females or both sexes, before acquiring the power of expressing their mutual love in articulate language, endeavoured to charm each other with musical notes and rhythm » (Darwin, l'Origine des espèces, 1871, p.870)



Musique comme **protolangage** qui permet la **sélection du partner** (comme la queue du paon pour Darwin) et a donc un **avantage adaptatif**.



Théories adaptationnistes

2. LE « PARENTAL CARING »

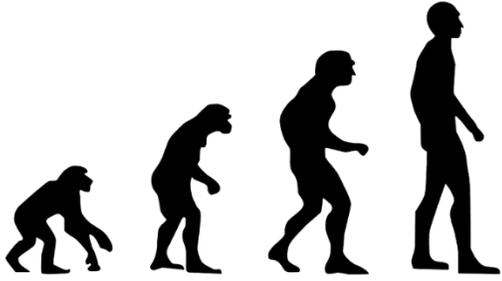


- La théorie de la sélection sexuelle n'expliquerait pas pourquoi le **bébé** humain naît musical
- Le nourrisson est immature à la naissance (au contraire des autres primates): sa **prise en charge émotionnelle** est cruciale pour son développement
- La communication vocale est essentielle, et la **musique**, ou des composantes mélodiques/rythmiques (ex. *mamanais*) aiderait à **calmer/activer les enfants pré-linguistiques**

Est-ce que la musique a la capacité de **moduler**
l'**état émotionnel** du bébé?



En faveur du parental caring, expérience **Trainor et al., 2001**:
la musique **module l'émotion** de manière **plus rapide** par rapport à parole/jeu



Théories adaptationnistes

3. LA COHÉSION ENTRE GROUPE



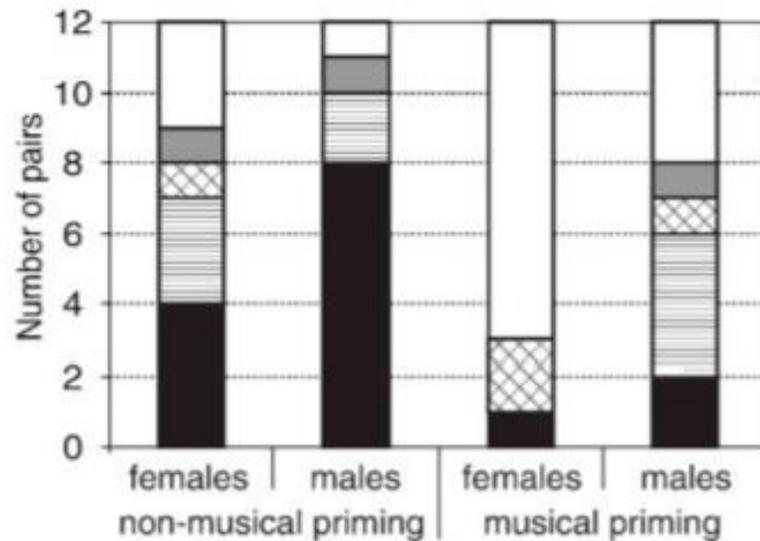
- Le survie dépende énormément de la **coopération** entre groupe
- Idée que la musique est moyen pour **transmettre information sur les états émotionnels et rassembler/accorder** beaucoup des individus (Roederer, 1984)
- Chez nos ancêtres, **chanter et danser** a remplacé le « toiletteage » plus possible à cause de l'augmentation de la taille des groupes → imitation des gestes de « *se prendre soin* » et conséquente *libération* d'endorphines (base de la cohésion sociale)

Est-ce que la musique **favorise la cohésion** avec des autres personnes / entre groupe?



Cirelli et al., 2014: la synchronie (via musique) avec personne inconnue développe comportements prosociaux

Danser ensemble (vs écouter passivement la musique) aide la **cohésion sociale** pendant une tâche de **problem solving** en enfants de *4 ans*



Coding categories:

- A: actively help until problem solved
- B1: wait besides until problem solved
- ▣ B2: help shortly, then excuse leaving
- ▤ B3: wait shortly, then excuse leaving
- C: no helping, no excuses for leaving

Les théories adaptationnistes supportent l'idée que **le cerveau humain a été spécifiquement modifié par l'évolution** pour favoriser le comportement musical.

MAIS...

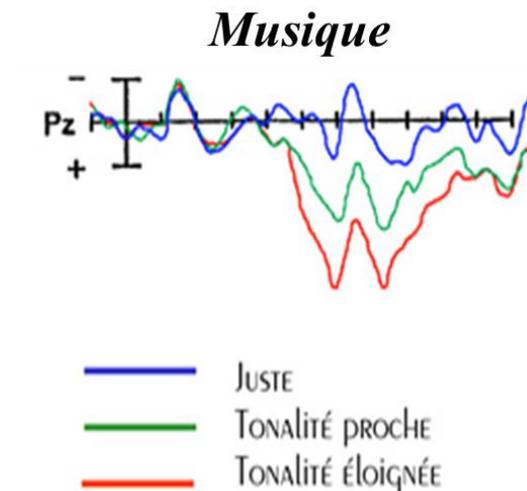
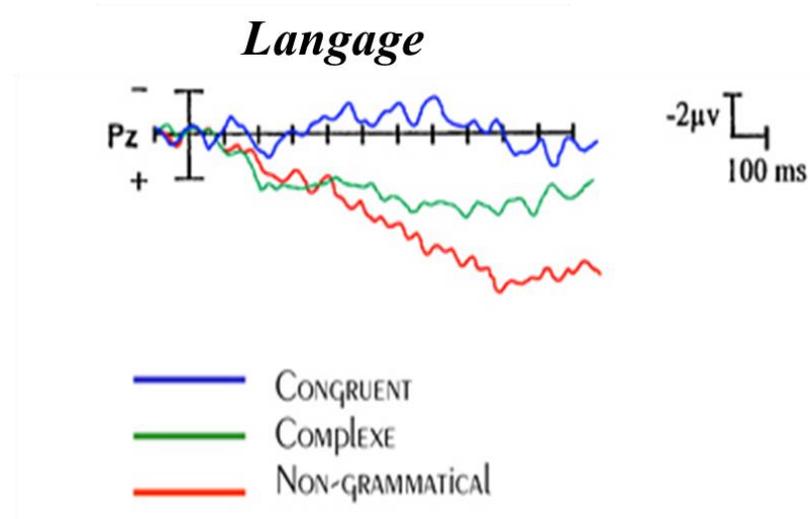
Si quelque aspect de la cognition musicale est ancré à des **autres fonctionnes cérébrales non-musicales**,
ou c'est **partagé avec des autres espèces**

c'est peut être **pas** du à une **sélection naturelle spécifique** pour la musique pour l'être humain

Est-ce que le cerveau humain présente des fonctions/régions **spécifiquement dédiées** à la musique?

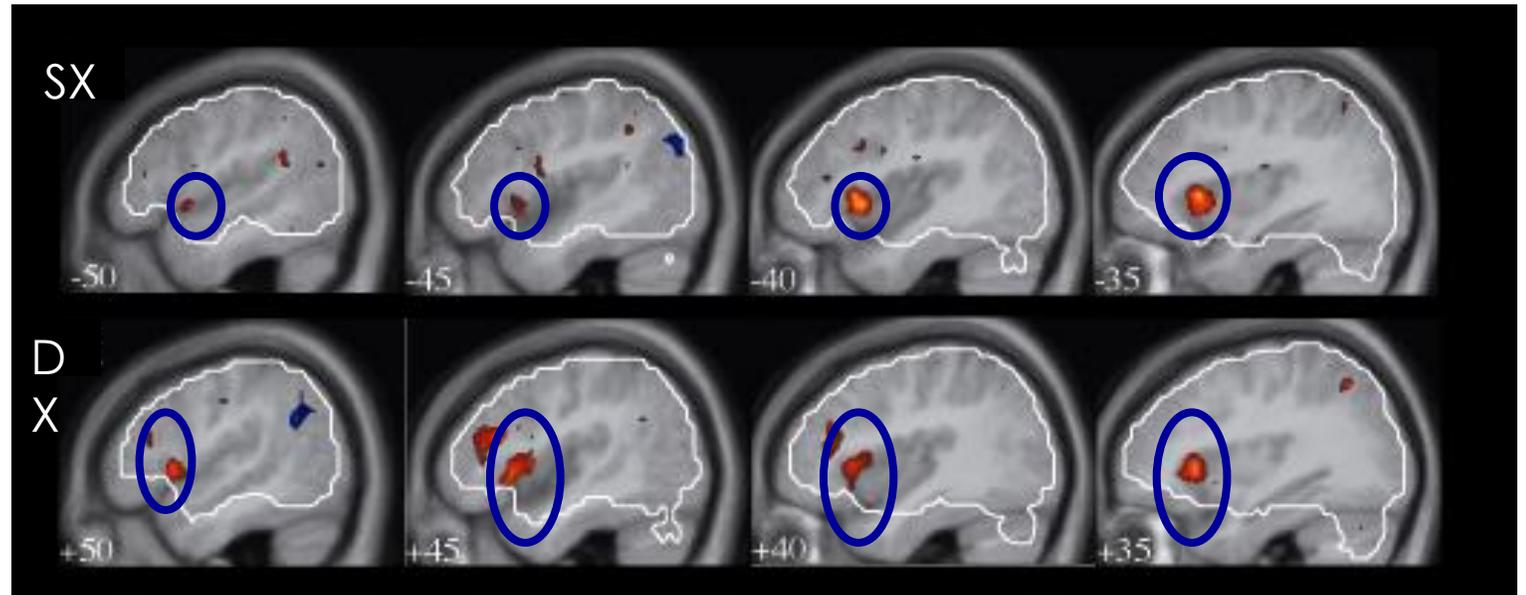
Est-ce que les comportements musicaux sont **spécifiquement humaines**?

La cognition musicale
(comme la capacité de
détecter les différentes
séquences des **sons**,
cohérentes ou pas)
est en effet ancrée à des
autres fonctionnes
cérébrales non-musicales,
comme celles du **langage**:



Patel et al., 1998

Les **erreurs syntactiques en musique** sont traité par l'**aire de Broca** et son **homologue droit**



Tillmann et al., 2000

Le cas de la **perception et la synchronisation au mètre (beat, BPS)**

- La synchronisation est très **flexible** chez l'homme (changements de tempo, structures complexes)
- Animaux qui vivent avec l'homme (chiens, etc) **incapables** de développer même capacité



Mais...

- **Patel, 2006**: hypothèse que la capacité de se synchroniser est à la base de l'**apprentissage vocal complexe** (typique de l'être humain et peu d'autres espèces): en commun, **intégration système auditif-moteur**

Des animaux avec apprentissage vocal montrent BPS?



Patel et al. 2009: perroquets capables de se synchroniser avec le tempo, à **différentes vitesses**, avec comportements similaires à **enfants** humains.

**La musique: origine d'une
adaptation biologique ou pas?**

La nature universelle et ancienne de la musique induit à penser que ça soit résultat d'une adaptation biologique

Mais c'est une affirmation dangereuse...

quel autre trait humain, clairement non-biologique, est très ancien et de nature universelle?



Cette universalité peut être expliquée par le fait que le feu fournisse choses avec une **valeur universelle** pour l'être humain: *cuisiner, chauffer, voir dans l'obscurité.*

Ce qui n'est pas sélectionné biologiquement peut avoir une **utilité** énorme (loin de la vision de Pinker, "*useless*")



Patel, 2010: théorie TTM (Transformative Technology of Mind)

La recherche sur la musique et le cerveau **ne montre pas** un claire avantage au niveau évolutif de la spécialisation cérébrale pour des habilités musicales « typiquement humaines »

Par contre

Les neurosciences montrent que la musique a un fort **pouvoir biologique**: les comportements musicaux (jouer un instrument, écouter de la musique, etc.) peuvent avoir des **effets durables sur des fonctions non musicales** (langage, attention, ...) *dans la vie d'une individu.*

Musique comme **invention humaine avec un pouvoir biologique**,
ou une « **technologie transformative de l'esprit** »

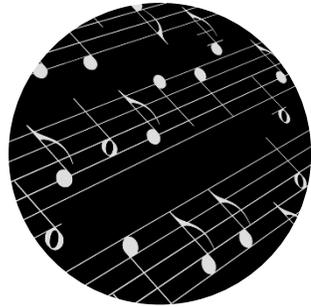


...Fournisse choses avec valeur universel pour l'être humain

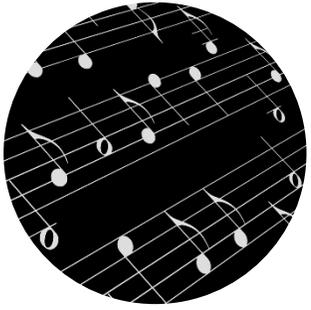
**Quels valeurs universels pour l'être humain
mets à disposition la musique?**



Fournisse choses avec valeur universel pour l'être humain



1. EFFICACITÉ RITUELLE
2. EFFICACITÉ MNÉSIQUE
3. POUVOIR ÉMOTIONNEL



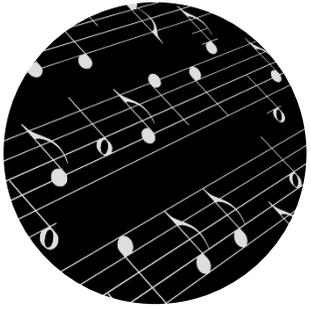
1. EFFICACITÉ RITUELLE

- La musique est un **cadre très outil pour certains rituels** à la base de toutes les cultures humaine, *indépendamment de l'impact émotionnel* de la musique même
- Grâce à structure qui peut être **répliquée** en plusieurs situations
- Et au fait que les **comportements musicaux sont différents** de la communication ordinaire

• *Exemple?*



- *Performance/appréciation indépendants des qualités esthétiques/émotionnelles*
- *Rituel de « reconnaissance collective de ton anniversaire »*

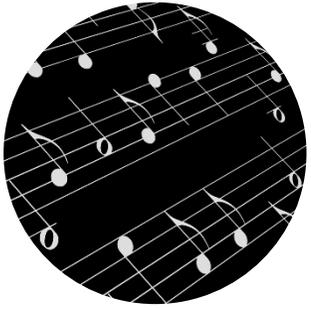


2. EFFICACITÉ MNÉSIQUE

- La musique est aussi un important instrument pour **encoder, maintenir et récupérer** des informations, surtout **linguistiques**
- *Exemples?*



- Évidences **cliniques** (patients Alzheimer's)



3. POUVOIR ÉMOTIONNEL

- Les personnes écoutent la musique souvent pour les **émotions** capable d'induire (à partir de l'enfance)
- **Catharsis**, diminution du **stress**, capacité de **changer l'état émotionnel**
- Modulation des émotions sur **2 dimensions**:
 - **Valence** (positive/négative) – mode (majeur/mineur)
 - **Arousal** (niveau de activation) – tempo (rapide/lent)
- Activation du **système limbique** (*amygdale, nucleus accumbens*)

3. LE POUVOIR BIOLOGIQUE DE LA MUSIQUE

Musiciens et plasticité neuronale

L'écoute de la musique: de la perception à la mémoire

Patel, 2010:

théorie TTM (Transformative Technology of Mind)

...les comportements musicaux (jouer un instrument, écouter de la musique, etc.) peuvent avoir des **effets durables sur des fonctions non musicales** (langage, attention, ...) *dans la vie d'une individu.*

**Les comportements musicaux:
nature ou culture?**

Le comportement de l'être humain est le produit de la *combinaison* entre:

*Héritage génétique,
traits et
prédispositions*

- nature -



*Interaction avec
l'environnement
(développement, activités,
interactions avec autres...)*

- culture -

La *recherche en génétique* essaie de calculer la **% de variation génétique** (et de celle **environnementale**) en traits *phénotypiques (observables)*

prédispositions structurelles / fonctionnelles

- **Prédispositions:** background génétique influence fortement le développement des certains traits d'un individu
- Tous les *traits psychologiques* montrent une pourcentage d'héritabilité, mais aucun trait est héritable au 100% (**Plomin et al., 2016**): **interaction gènes – environnement**
- Les différences interindividuelles se observent d'un point de vue **comportemental** mais aussi **structurel/fonctionnel du cerveau**

Est-ce que des
prédispositions musicales existent?

Talent = efficience dans l'apprentissage, ou **disposition** à la bonne performance dans des activités liées à l'**apprentissage** d'une fonction ou activité spécifique (Jilka, 2009). Sorte de **predisposition innée** qui determinera la manière des individus avec talent d'apprendre

Sowinski et al. (2009): cas d'un **batteur de 5-ans** avec capacités de **synchronization sesorimotrice** et abilités de **detection de l'anisochronie** incroyables, comparées à controles non musiciens de la meme age et adultes.





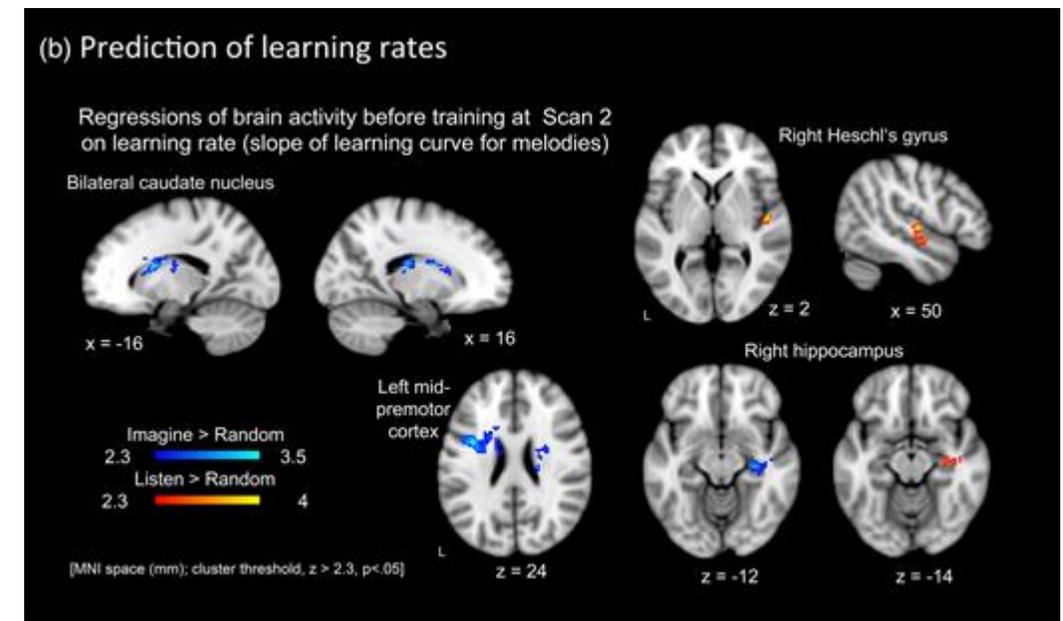
- **Habiletés musicales** liées à **gènes** décrits pour le développement de *l'oreille interne, perception auditive, production vocale, cognition, mémoire, mécanismes de reward* (Liu et al., 2016)
- **Influence génétique** importante pour la perception du ton (Mosing et al., 2014)
- **Influence environnementale** importante pour perception des tonalités et des structures métriques (aspects plus environnementaux) (Seesjärvi et al., 2015)

→ *Phénomène complexe*

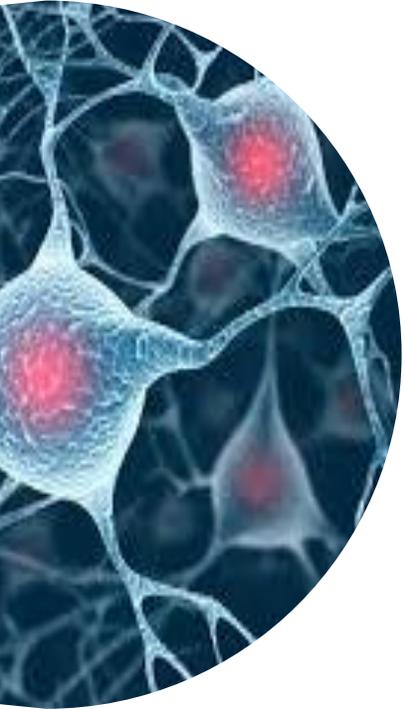


Structure et fonction cérébrale: différences inter-individuelles importantes, qui peuvent **predire capacités cognitives** (ex. Càmara et al., 2010)... et *musicales*?

- Herolz et al., 2015:
 - IRMf pre- et post- training musical au piano (6 semaines en adultes)
 - **Activité en régions associées à l'encodage auditif + control du mouvement** (gyrus de Heschl, hippocampe droite, cortex prémoteur droit, nucleus caudate) **prédit apprentissage**



la plasticité neurale

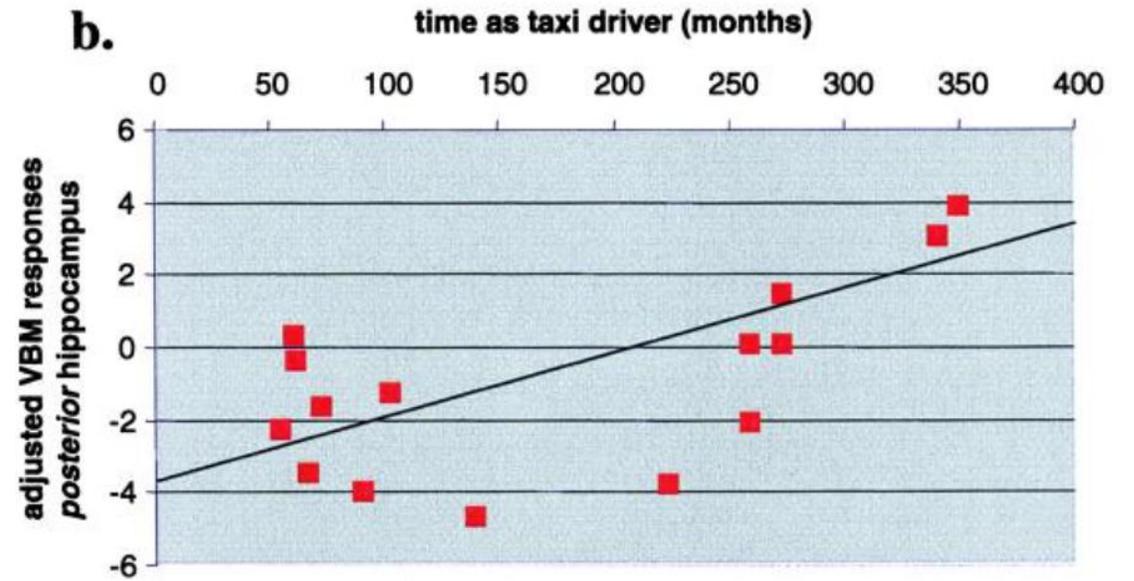
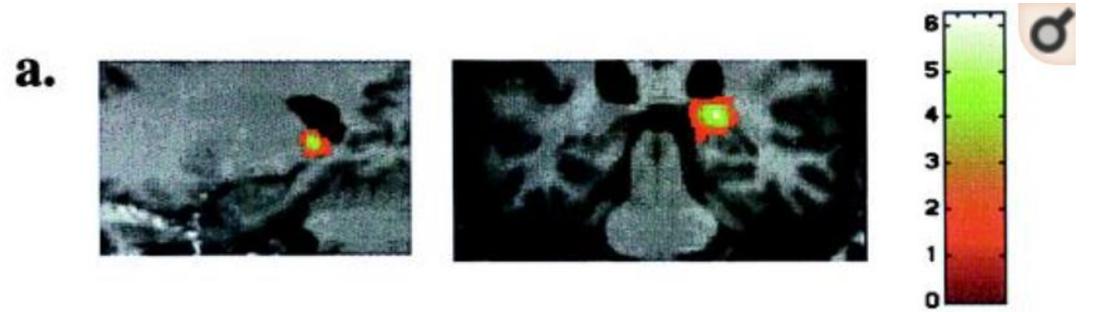
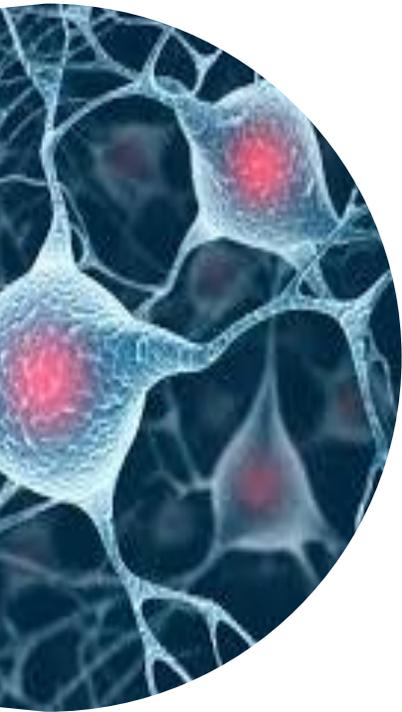


- Système nerveux: **réorganiser structure, fonctionne, connectivité** en repose à **stimuli intrinsèques / extrinsèques** tout au long de la **vie**

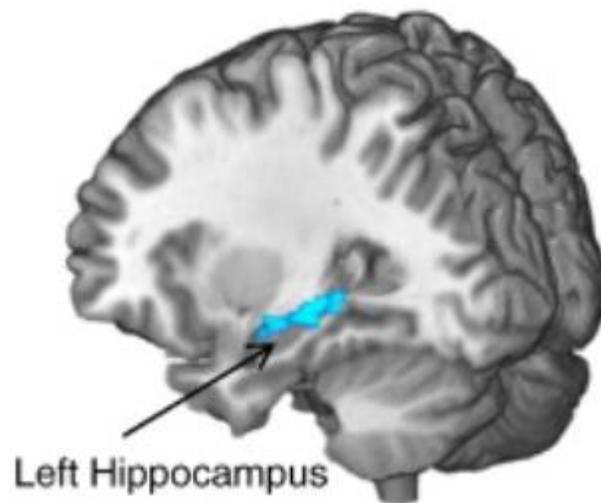
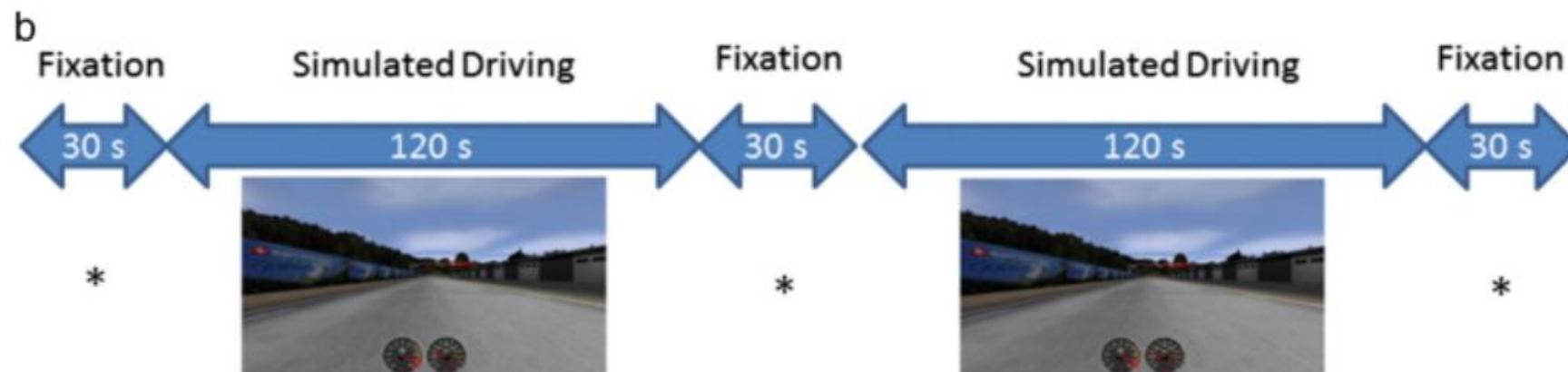
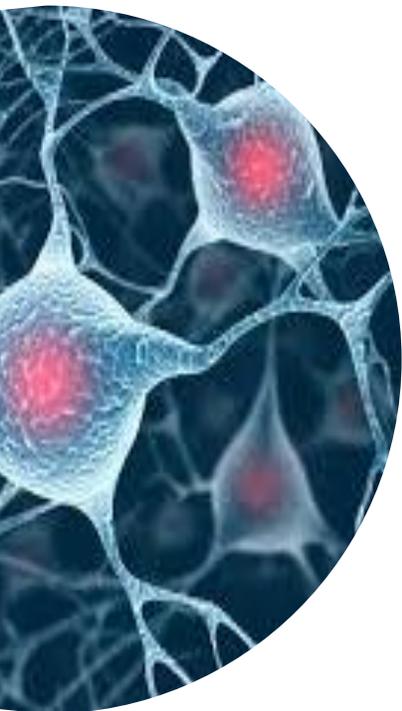
PLASTICITÉ NEURONALE

- **Différents niveaux:** molécules, cellules, systèmes, comportement
- Développement normal, lésions, **environnement** = ?

*apprentissage
pratique
thérapie
...*



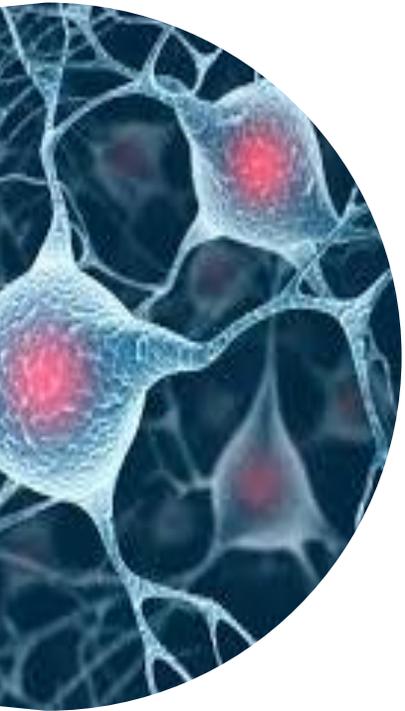
Maguire et al., 2000



45 minutes de jeu vidéo
suffisantes pour changer
connectivité de l'hippocampe

Keller & Just, 2016

**Musique et
plasticité?**

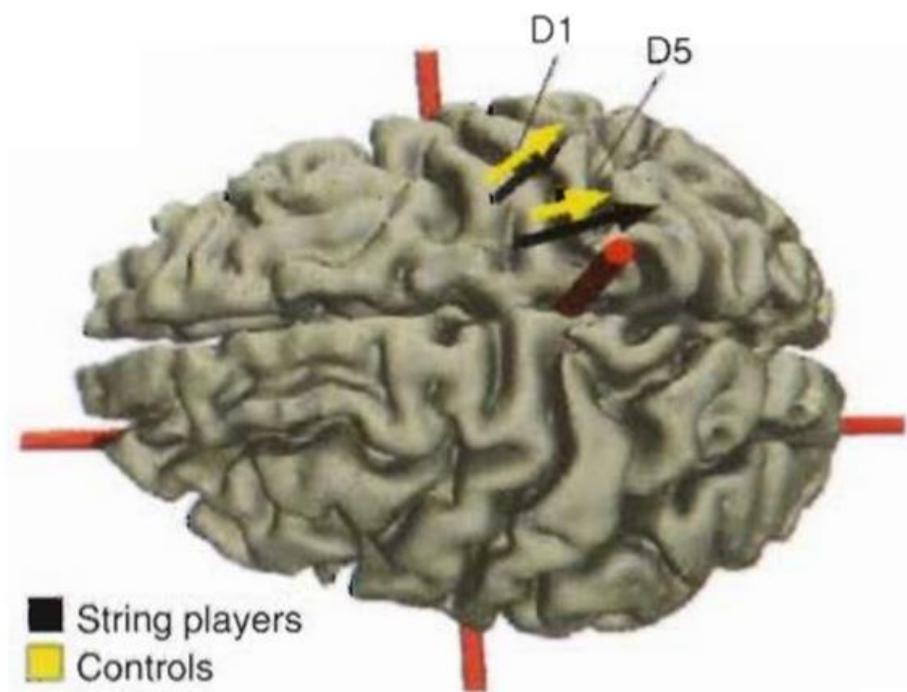
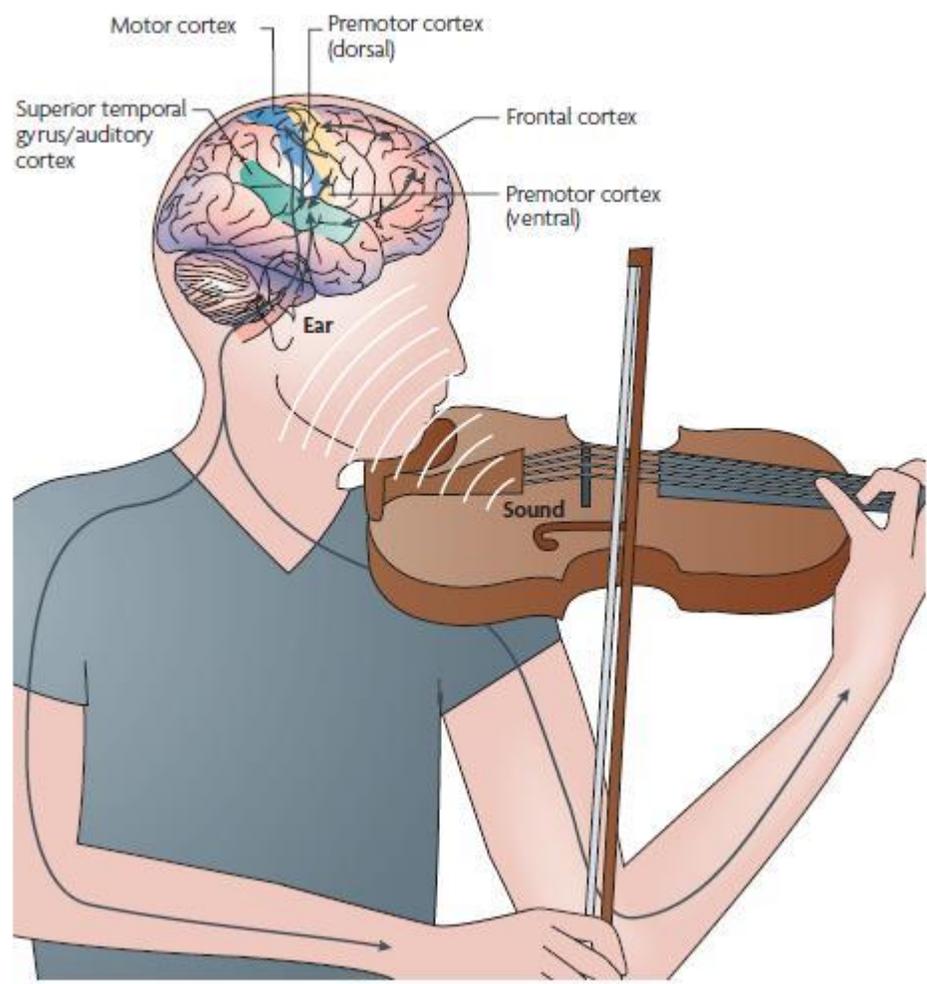


La pratique musicale amène
à des **variations de
fonctionnalité et structure
cérébrale**
tout au long de la vie

associées à changements au
niveau du **comportement**

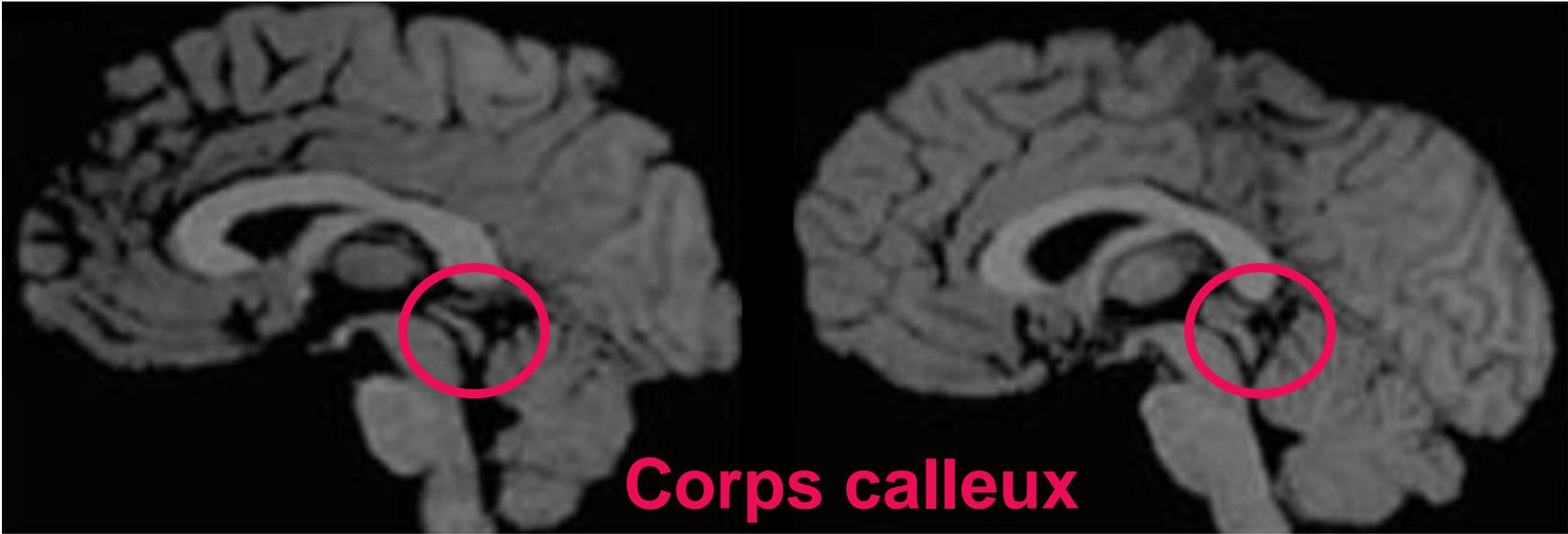


Elbert et al., 1995



musicien

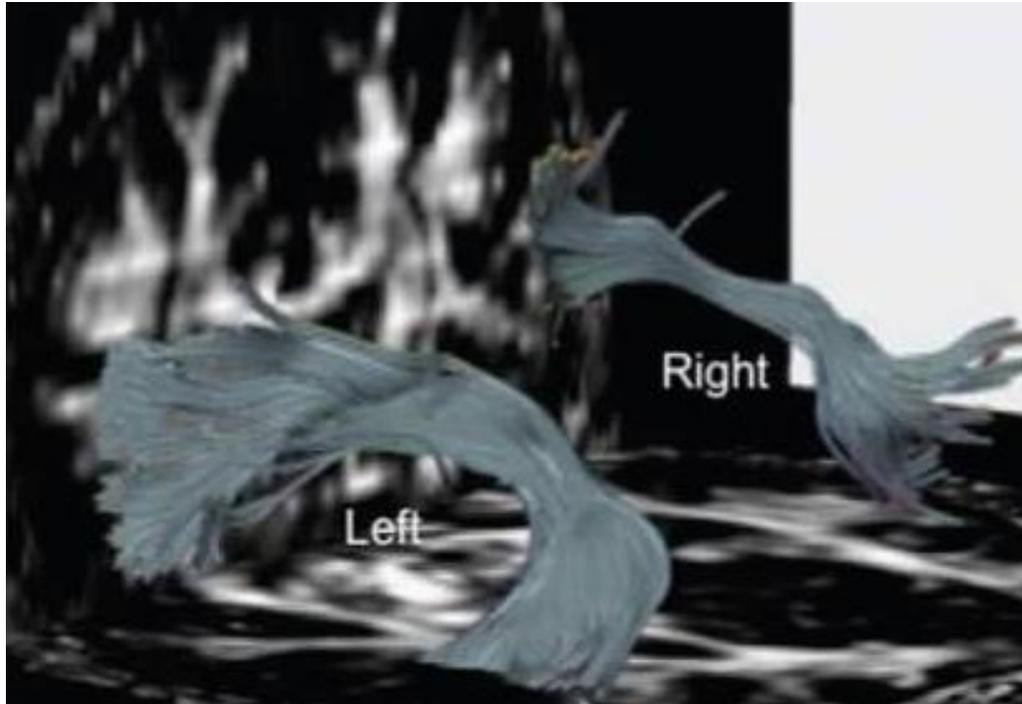
non-musicien



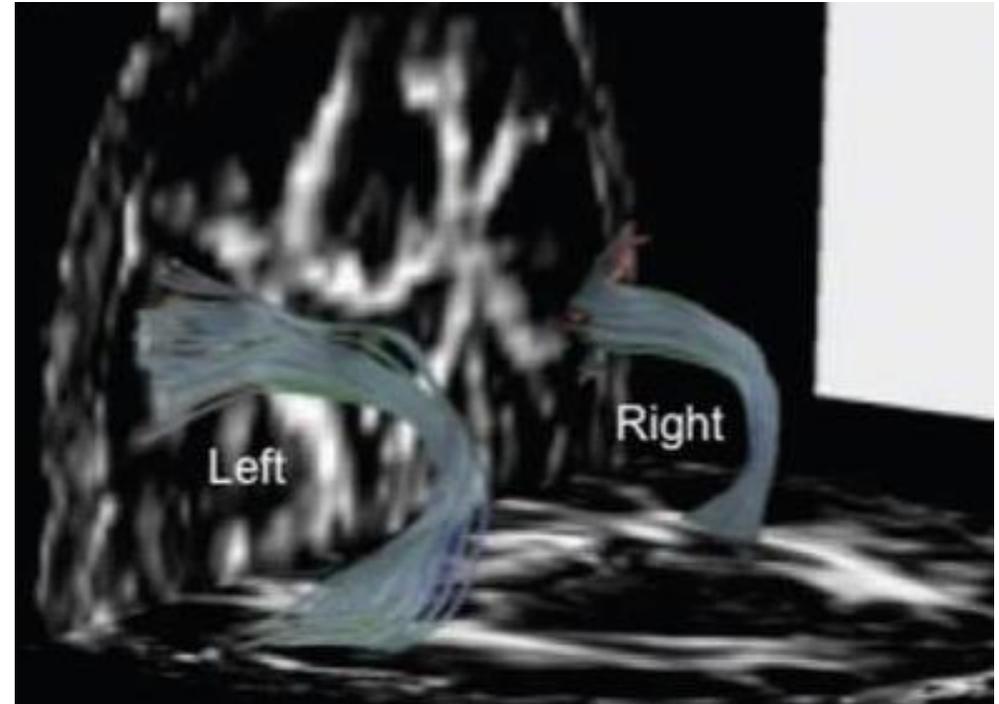
Corps calleux

Wan & Schlaug, 2010

Musicien (65 ans)



non musiciens (63 ans)

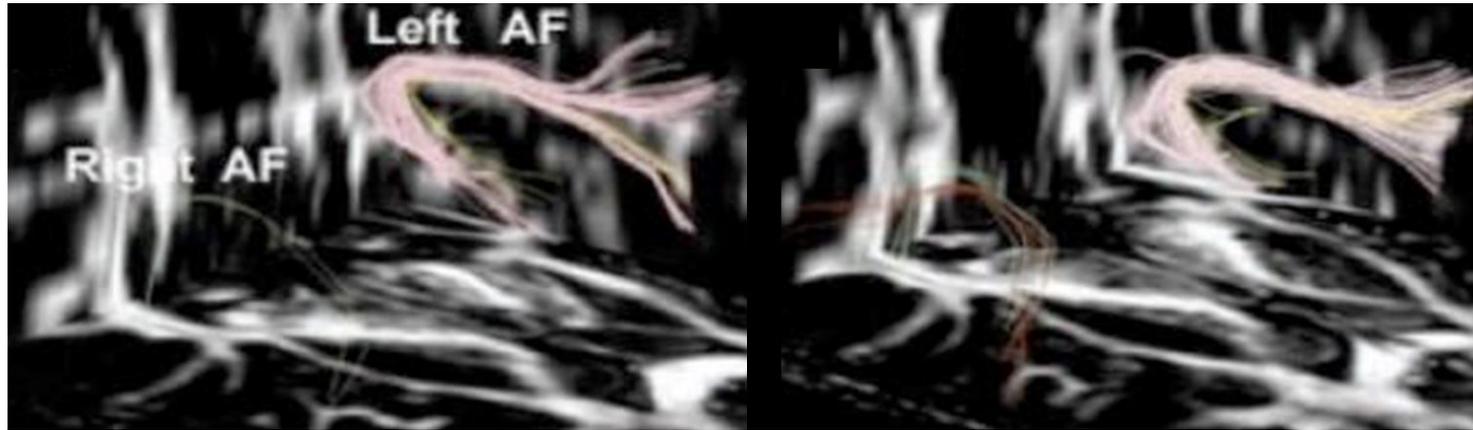


Faisceau arqué

Enfant 8 ans

→ NO 🎵

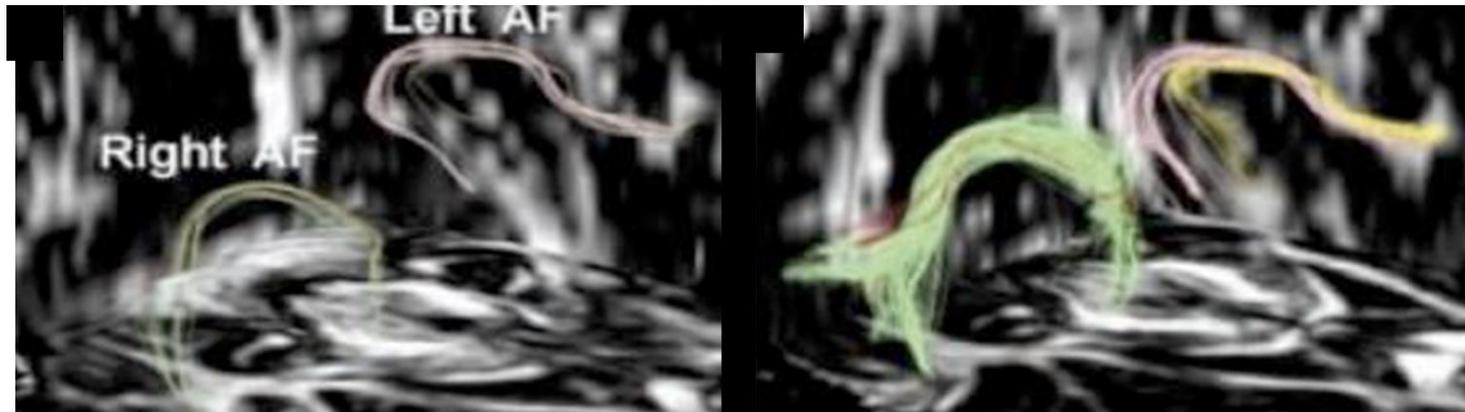
→ 2 années plus tard



Enfant 8 ans

→ OUI 🎵

→ 2 années plus tard



Et si on
commence
tard?

Adultes **non-musiciens** peuvent apprendre

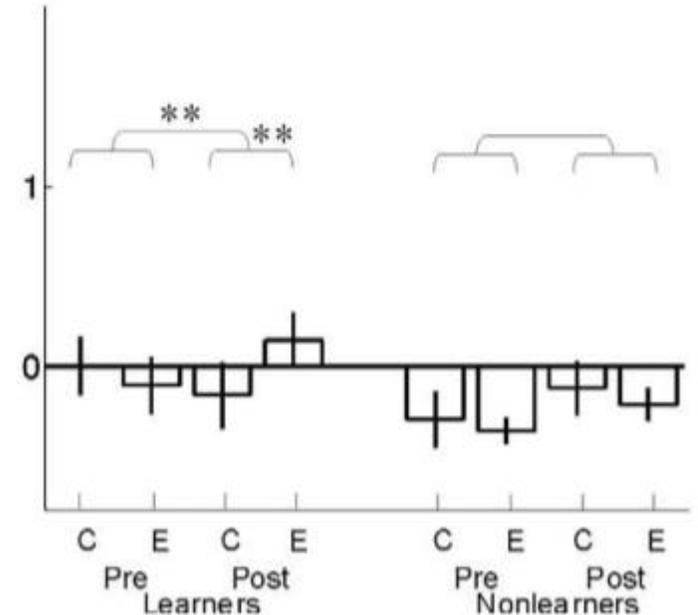
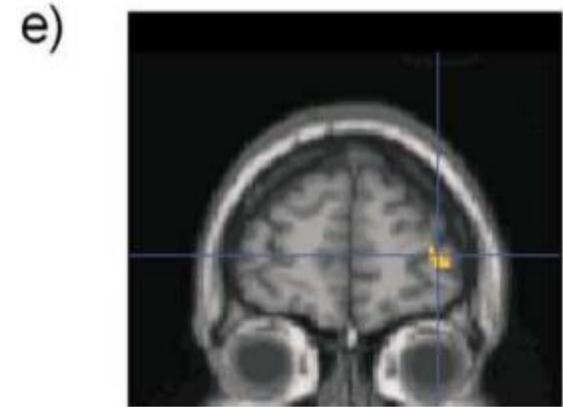
Pascual-Leone, 2001

séquence (5 doigts) sur piano en 5 jours

Stewart et al., 2003

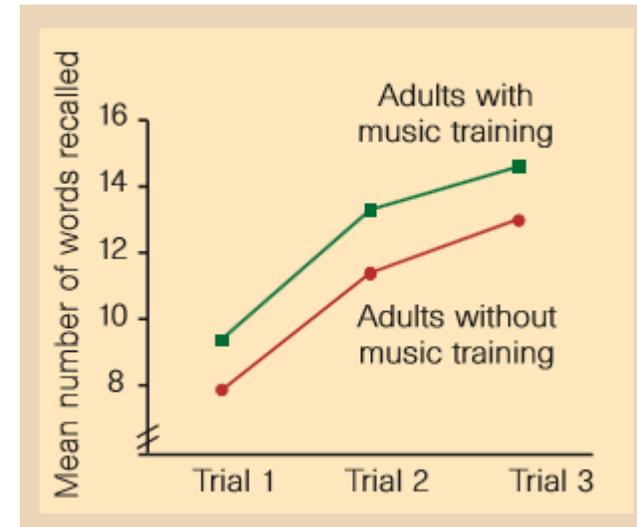
à lire / jouer de la musique en 15 semaines

=meilleure **performance** (lecture de la musique et jouer piano) avec **réorganisation corticale** (plus d'activation dans le cortex supérieure pariétale, importante pour l'intégration sensori-motrice)



Et le **comportement**? Est-il possible d'avoir un « **transfer effect** » de l'**expertise musicale** sur des **autres capacités non-musicales**?

Chan et al., 1998: les musiciens montrent des meilleures performances en **mémoire verbale** par rapport aux non-musiciens



benefices tout au long de la vie?

Prabery-Clark et al., 2019: les musiciens âgés ont des meilleures **habilités auditives** (speech-in-noise) par rapport à contrôles non-musiciens

Balbag et al., 2014: étude de gémeaux âgés: (omo/dizygotiques): les musiciens montrent **moins de déclin cognitif** (normal et pathologique)



...et si on commence tard?

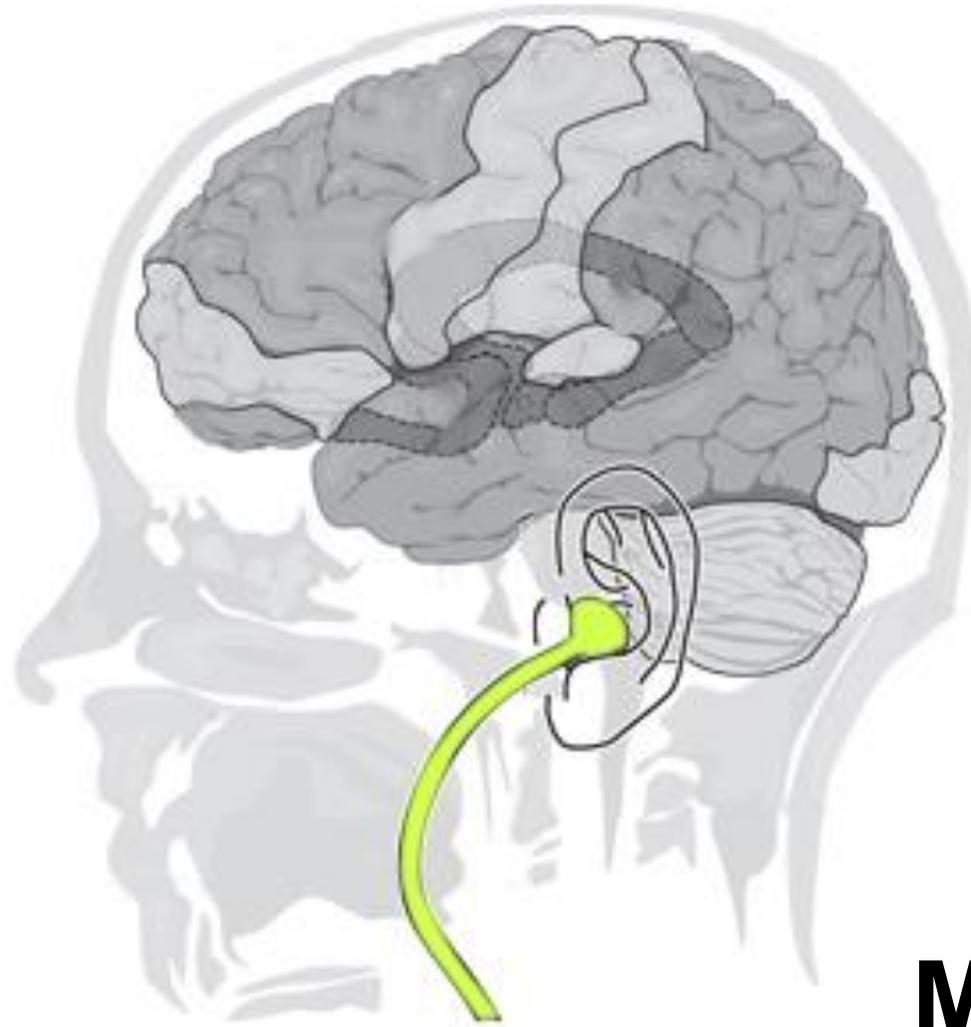
Bugos et al., 2007: seulement **6 mois** de cours de piano (cours de 30', pour 3h à la semaine) améliorent **fonctions cognitives** en âges 60-85 ans non-musiciens

3. LE POUVOIR BIOLOGIQUE DE LA MUSIQUE

Musiciens et plasticité neuronale

L'écoute de la musique: de la perception à la mémoire

Que de la pratique? Imaginons...



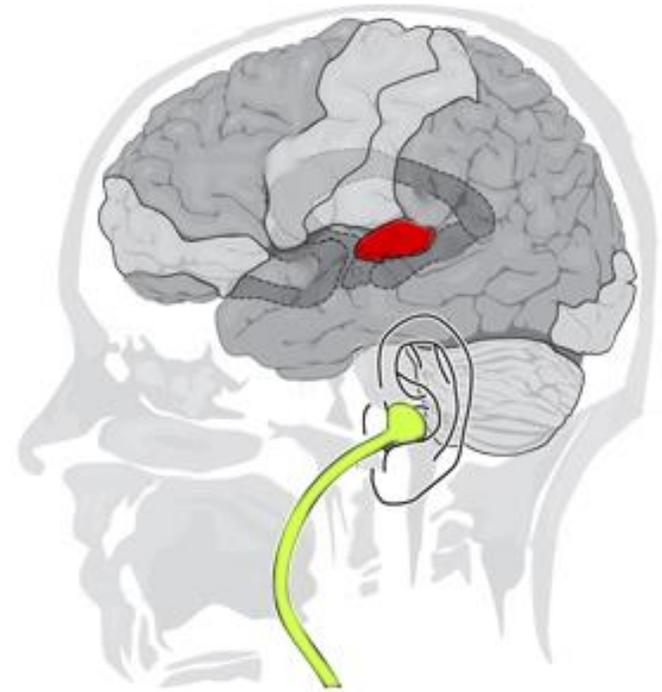
MUSIQUE ET...

PERCEPTION

Cortex auditif primaire (A1, gyrus de Haschl, BA 41):

transformation, la perception et l'analyse du signal sonore: perception de différences fréquences, intensités et timbres de la stimulation sonore.

Régions secondaires (ou associatives, BA 42-22): traitements auditifs de plus haut niveau avec de stimuli plus complexes (langage).

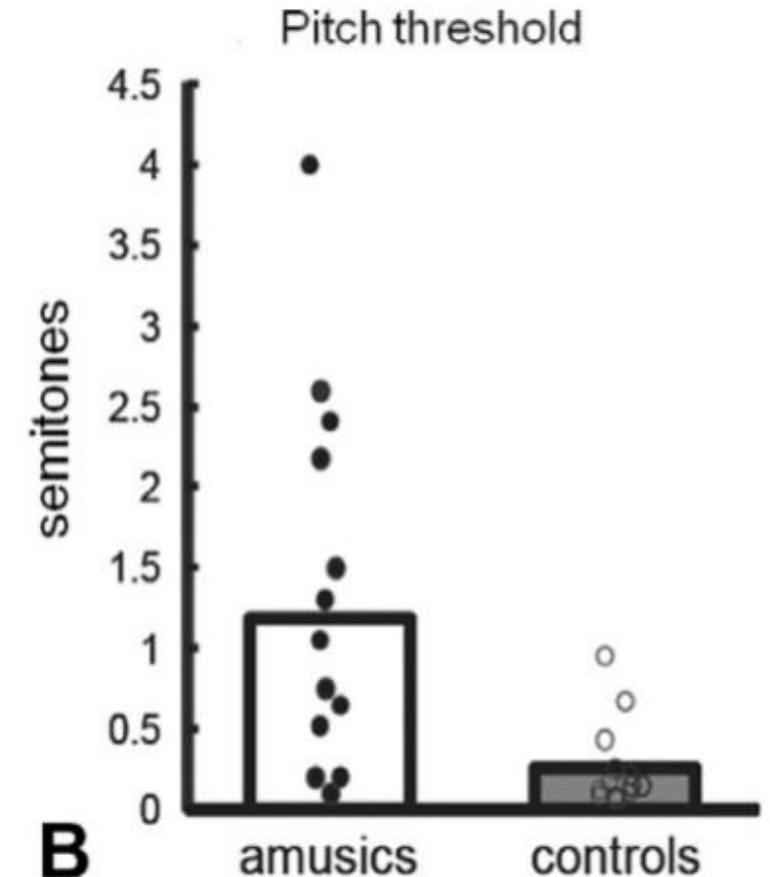


Est-ce que tout le monde **perçoit**
la musique correctement?

Le cas de l'**amusie**

“*Congenital amusia refers to the observation of musical failures that cannot be explained by obvious sensory or brain anomalies, low intelligence nor lack of environmental stimulation to music.*” (Peretz, 2003)

- 4-5% de la population générale (ex. Che Guevara)
- Peut aussi être causée par lésion cérébrale
- Problème principal: **deficit sévère dans la discrimination acoustique du ton** (pitch, hauteur de la note) et **mémoire du ton** (pas/moins avec le rythme)



Results from a Pitch Detection Threshold (task measuring the smallest pitch difference, in semitones that participants can detect).

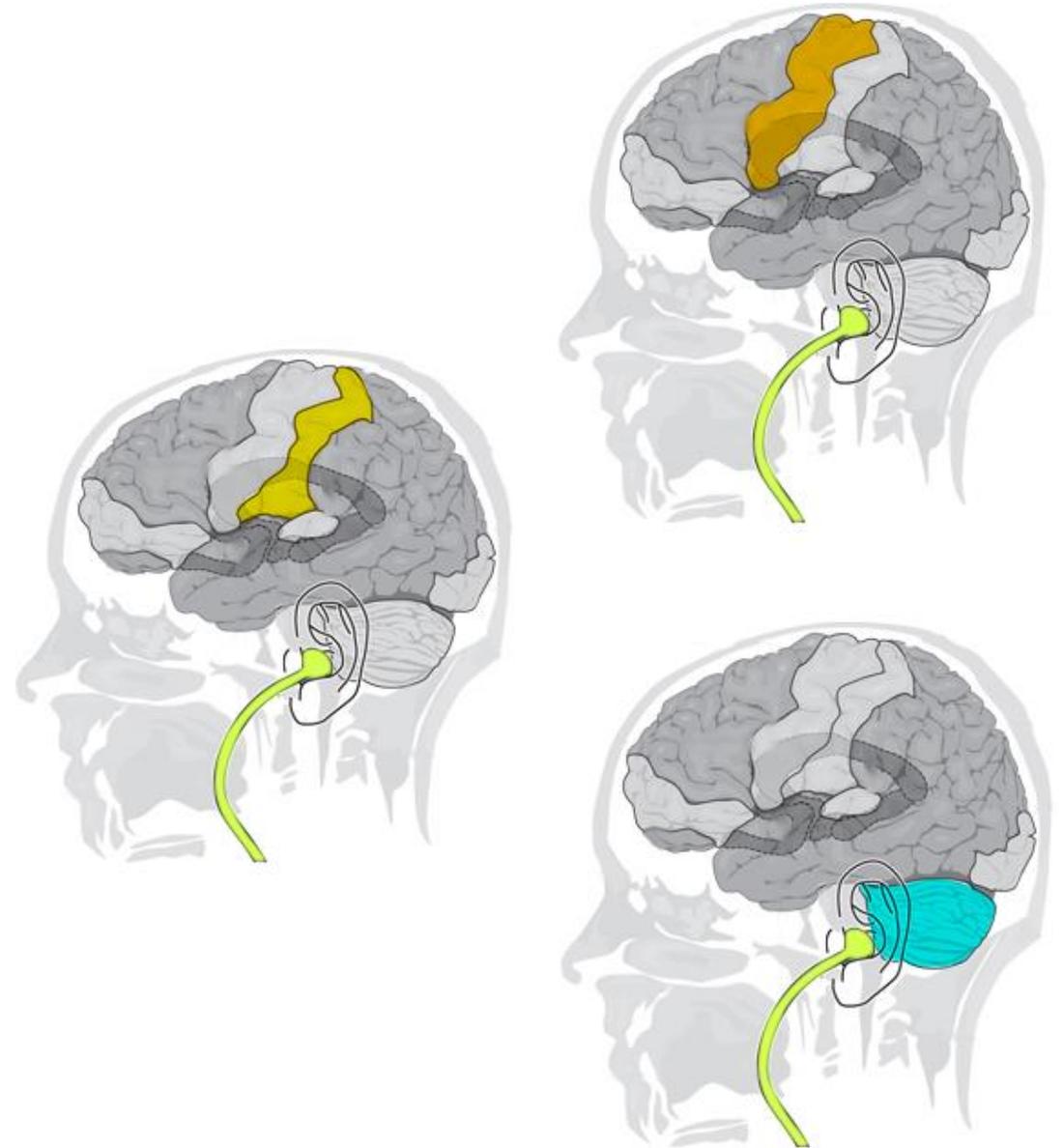
See Tillmann et al., 2015

MOUVEMENT

Cortex moteur (aires primaires et secondaires): **planification, contrôle et exécution** des mouvements volontaires des muscles du corps.

Cortex somato-sensoriel: feedback tactile: aide à réponse motrice à la musique (ex. pour danser / battre le main / jouer piano)

Cervelet: control fin du mouvement et ajustement aux variations



Ecouter une chanson et avoir envie de bouger...
Est-ce que **perception et
action interagissent dans notre cerveau?**

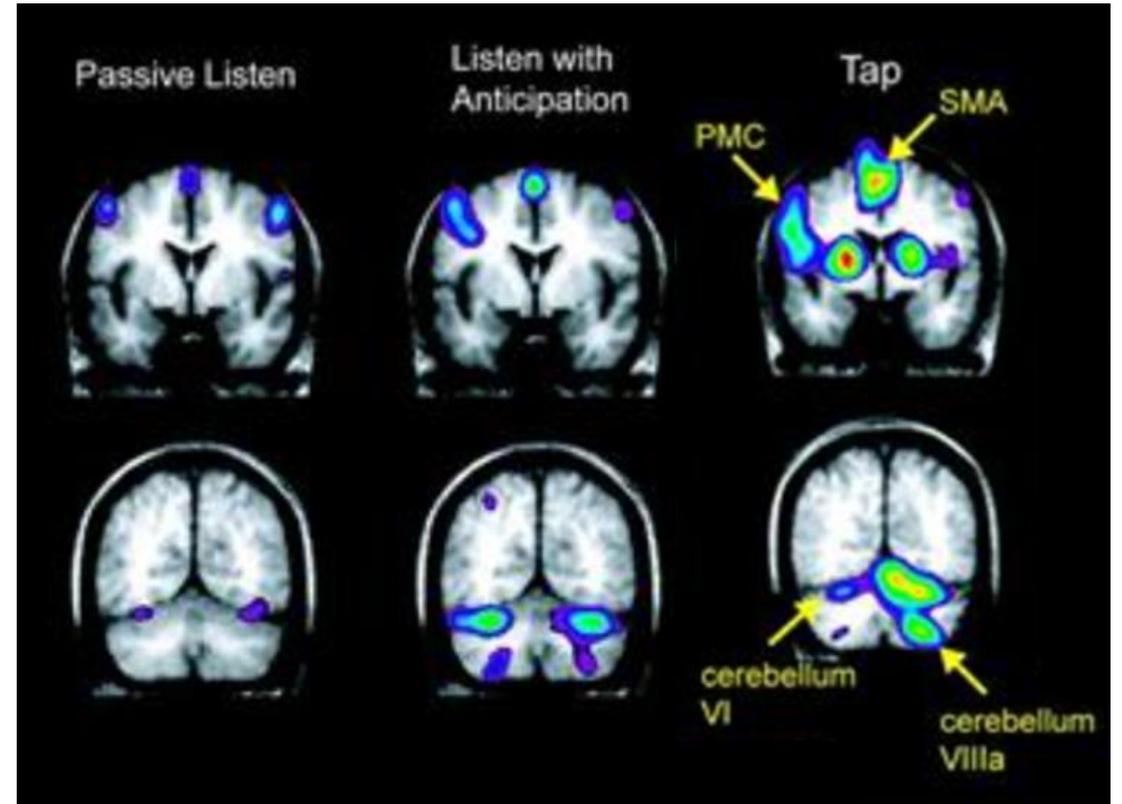
Chen et al., 2008:

Perception et actions peuvent être très liées, mais est-ce que un événement perceptif dissocié de l'action peut engager le système moteur?

Tache IRMf: écouter la musique

- 1) Ecoute passif
- 2) Préparer pour "tapping along"
- 3) Pendant le tapping

Résultats: cortex moteur et prémoteur activés dans les 3 conditions!

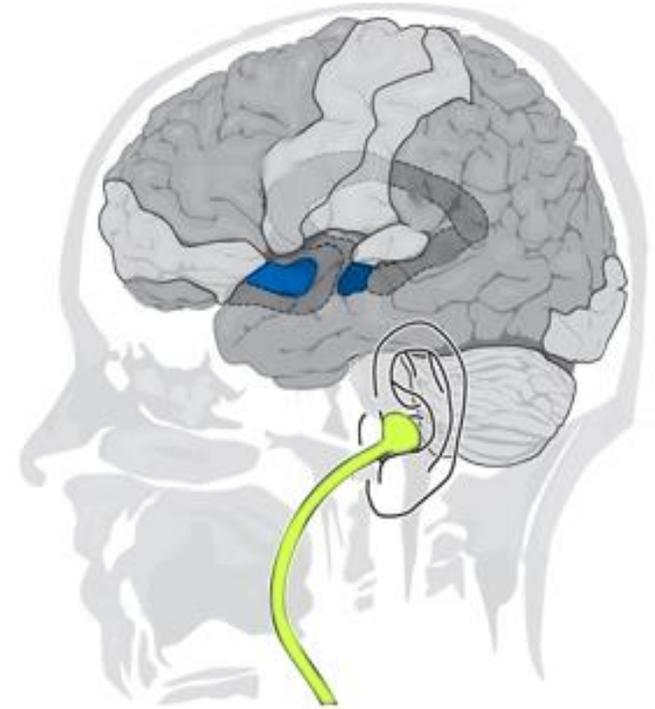


EMOTIONS

Amygdale:

reconnaissance des émotions et réactions émotionnelles à la musique

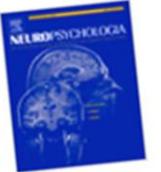
Noyau accumbens (et système dopaminergique de récompense): réponses de récompense (plaisir et motivation)



Gosselin et al., 2007:
patient avec lésion spécifique bilatérale à
l'*amygdale* incapable de **reconnaître**
émotions en musique (surtout
tristesse/peure; perception sans soucis)



Neuropsychologia
Volume 45, Issue 2, 2007, Pages 236–244



Amygdala damage impairs emotion recognition from music
Nathalie Gosselin^a, Isabelle Peretz^a,  , Erica Johnsen^b, Ralph Adolphs^{b, c}

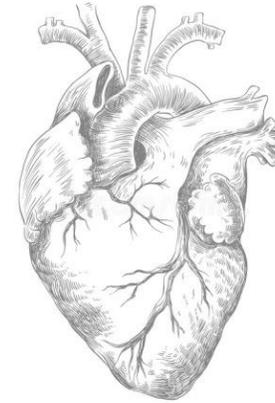
^a Department of Psychology, University of Montreal, C.P. 6128, Succ. Centre-ville, Montréal, Que., H3C 3J7, Canada

^b Department of Neurology, Division of Cognitive Neuroscience, University of Iowa College of Medicine, United States

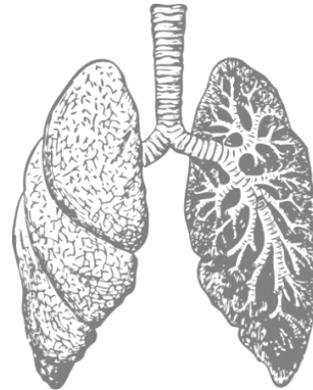
^c Division of Humanities and Social Sciences, California Institute of Technology, CA, United States

Plaisir musical: réponses physiologiques

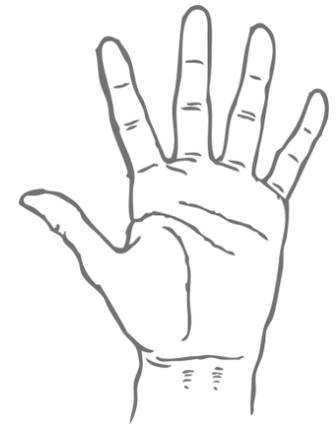
Blood & Zatorre, 2001:
écouter une musique
plaisante augmente



> fréquence
cardiaque



> fréquence
respiratoire



> conductance
cutanée

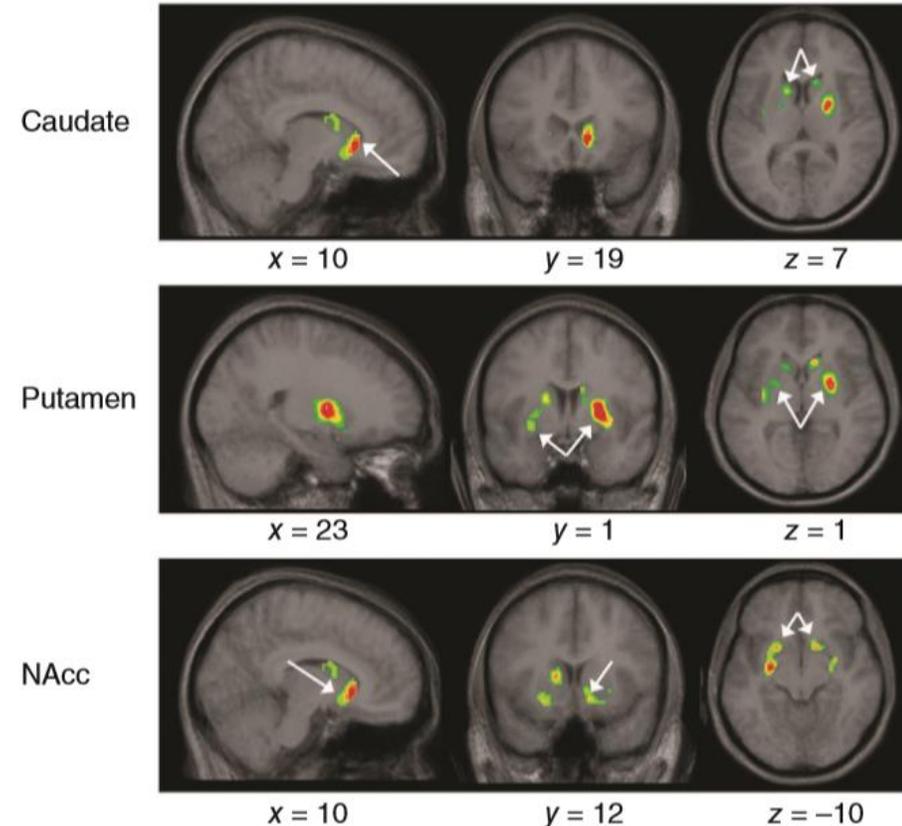
Plaisir musical: réponses neurales

Salimpoor et al., 2011:

IRMf et TEP pendant écoute de musique: > **augmentation activité / libération dopamine pour musique plaisante vs neutre**

...pas chez tout le monde!

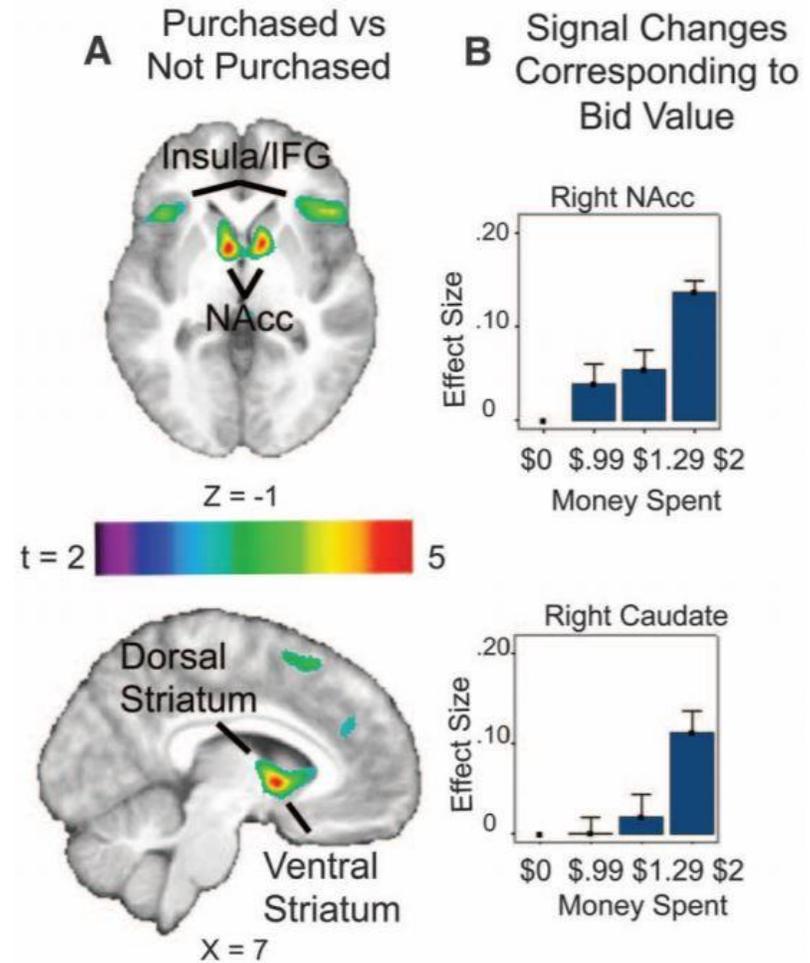
Le cas de l'**anhédonie musicale** (Mas-Herrero et al. 2012, Martínez Molina et al., 2016)



Plaisir musical: réponses neurales

Salimpoor et al., 2013: plus les réponses émotionnelles sont fortes, plus les sujets veulent **payer** pour une pièce de musique

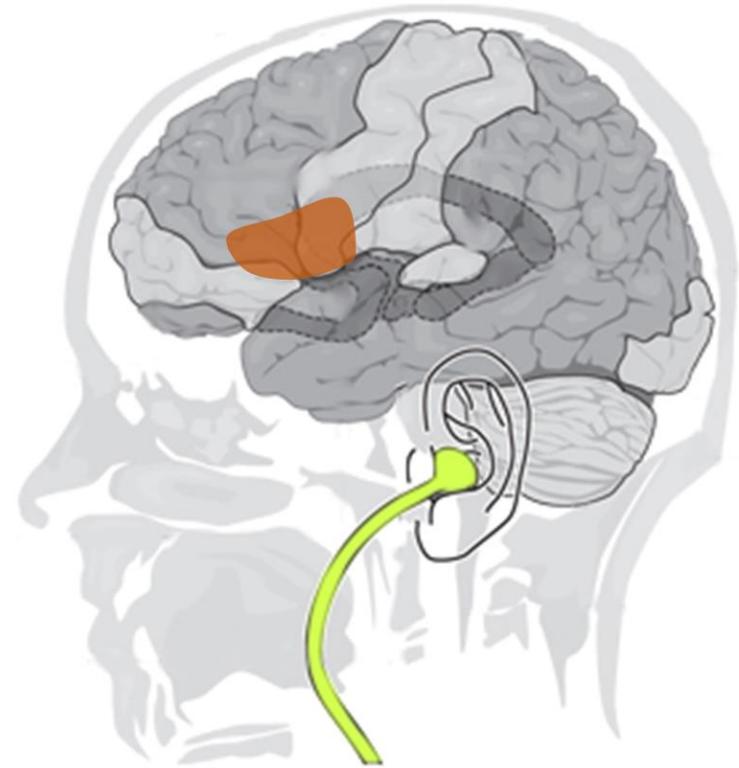
Ferreri et al., 2019: intervention pharmacologique montre le rôle causale de la dopamine dans les réponses de plaisir et motivation à la musique

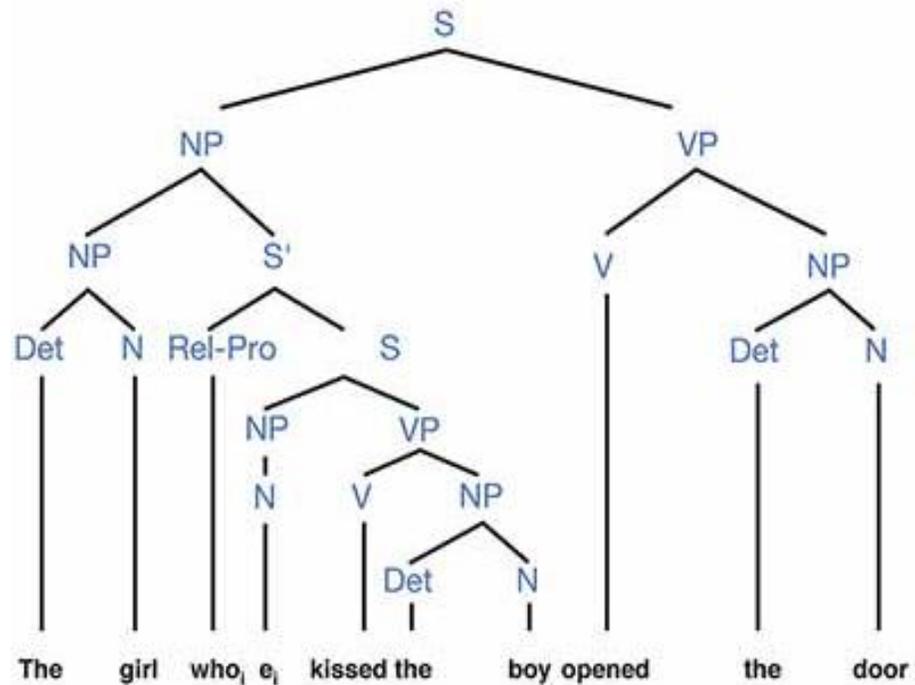


LANGAGE

Est la musique organisée comme le langage?

Aire de Broca: essentielle pour production/structure syntactique du langage... Et de la musique!

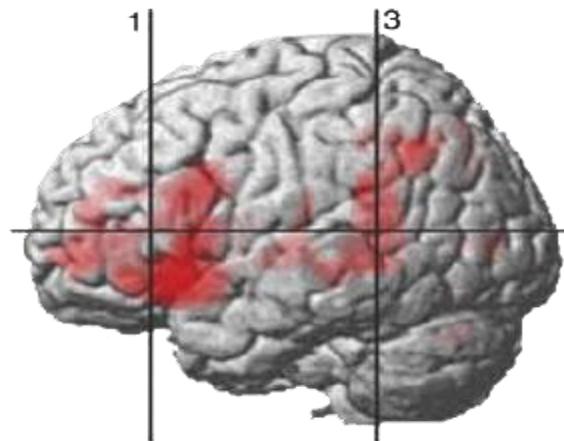




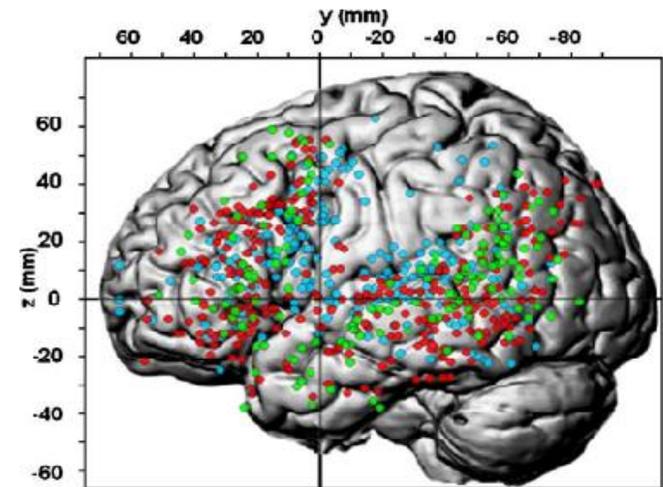
Dans le *langage*: comprendre une phrase = intégrer les mots dans un réseau de relations **logique-syntactiques** (ex. Chomsky)

Dans la *musique*: même chose, mais paroles = notes et accords

Vigneau et al. 2006:
chevauchement des
régions cérébrales
langage-musique



Processing de l'harmonie

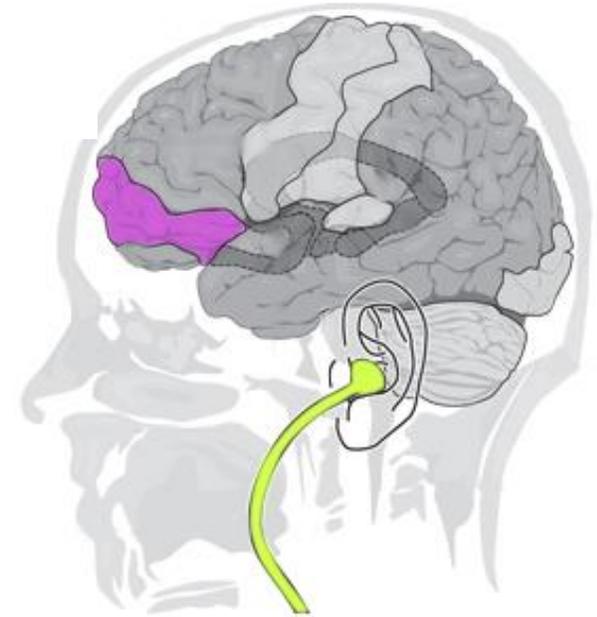
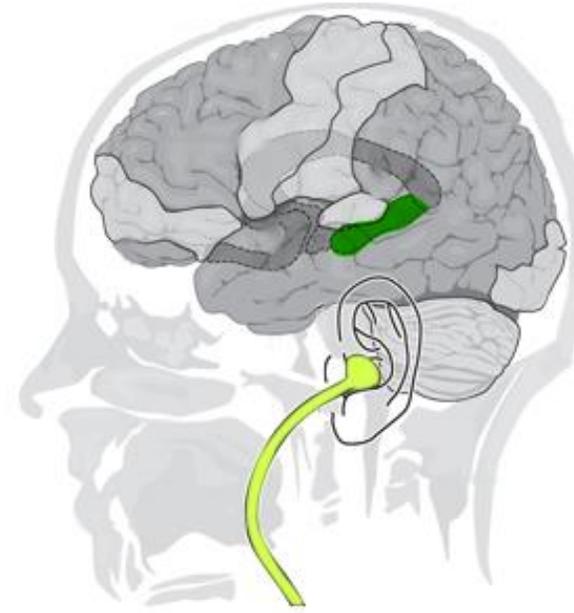


Processing du langage
(meta-analyse)

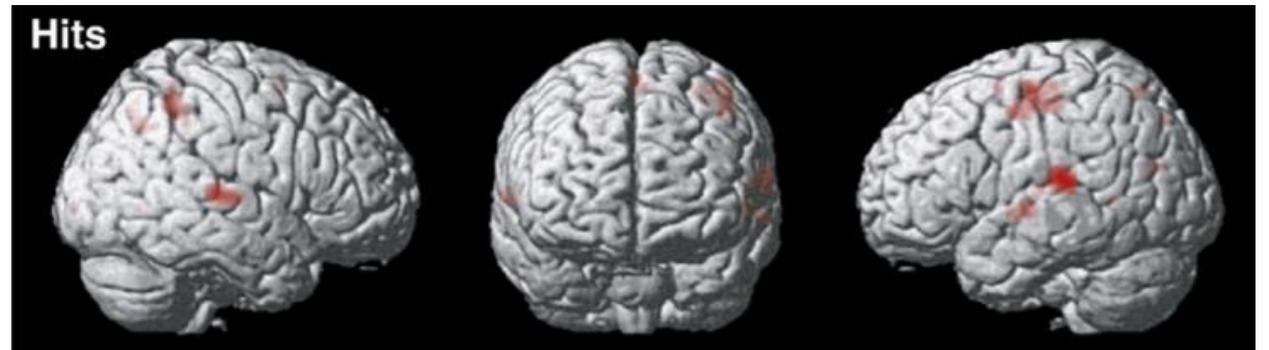
MEMOIRE

Hippocampe et **cortex préfrontal**:

- **Rappeler** une musique ou le matériel associé
- La **reconnaître**
- Rappeler tous les informations contextuelles (les souvenirs du **contexte**) reliées

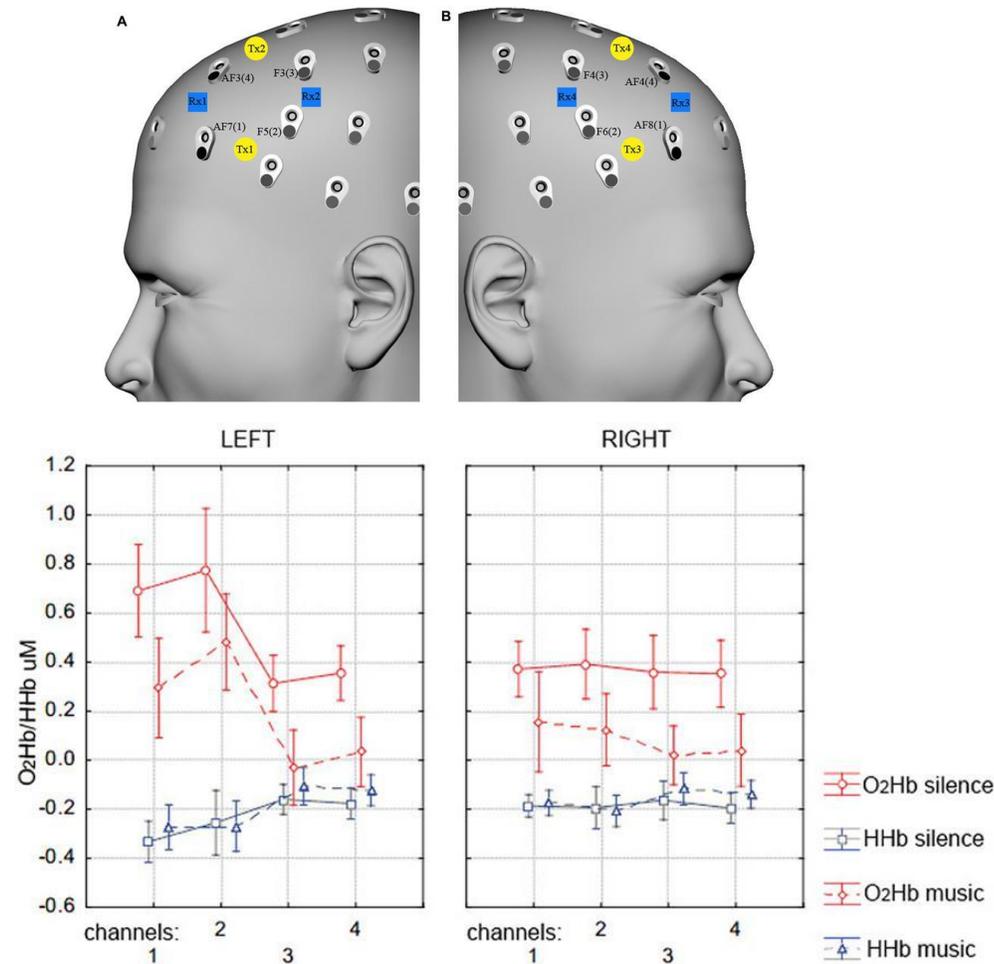


Watanabe et al., 2008:
mémoire pour nouvelles
musiques liée à activité
hippocampale (droite)



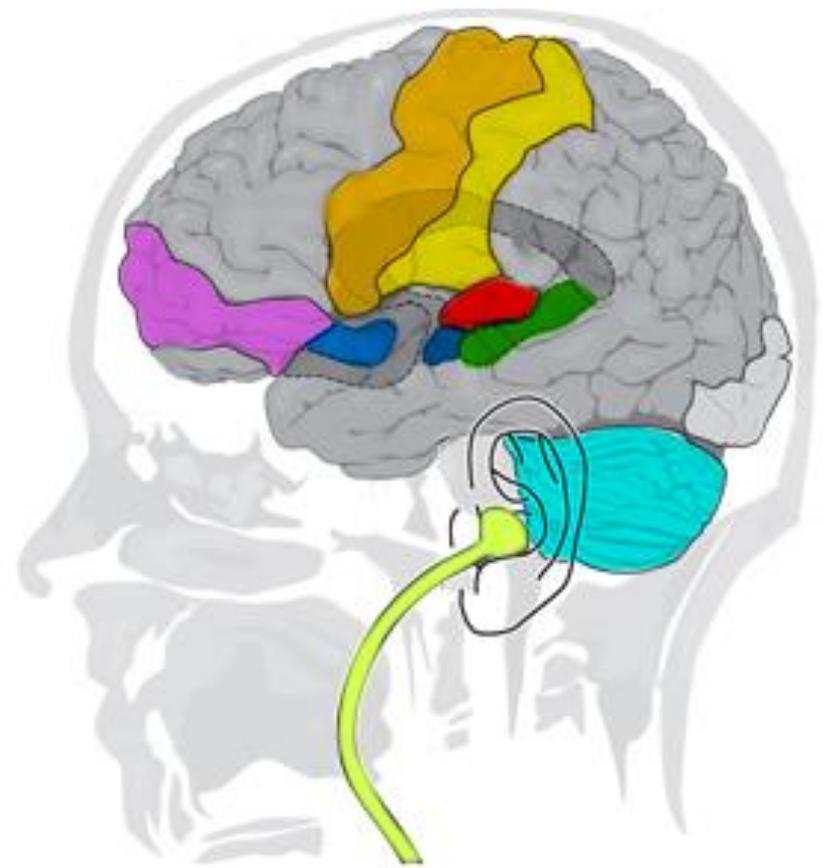
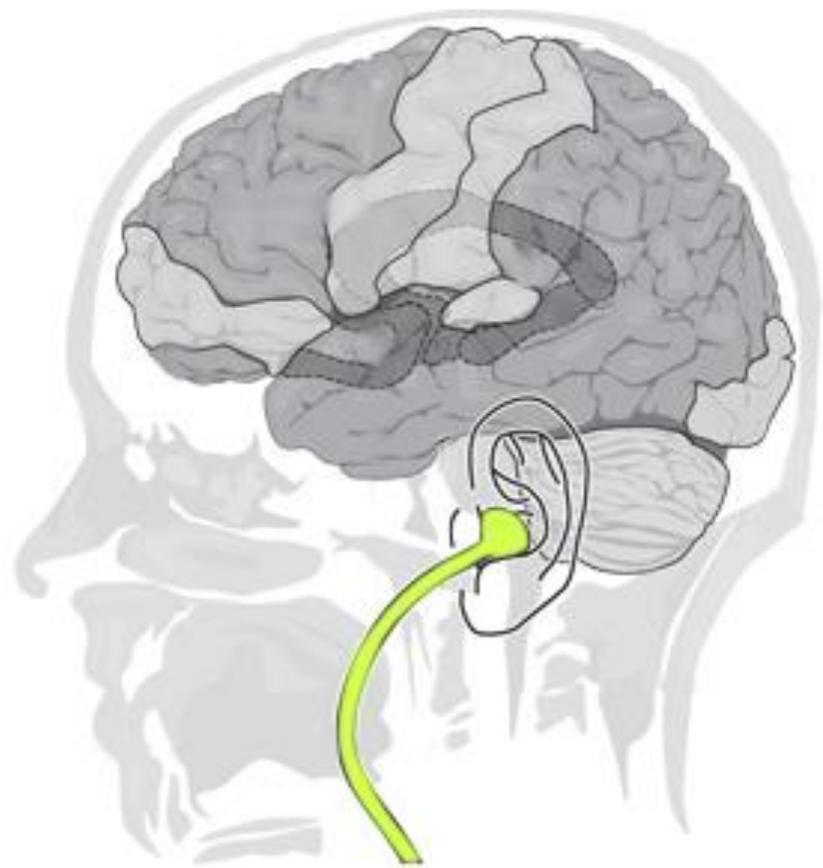
Ferreri et al., 2013: encoder des informations (mots) avec musique (vs silence) module spécifiquement l'activité *préfrontale* (*dorsolaterale*), tout en améliorant la performance

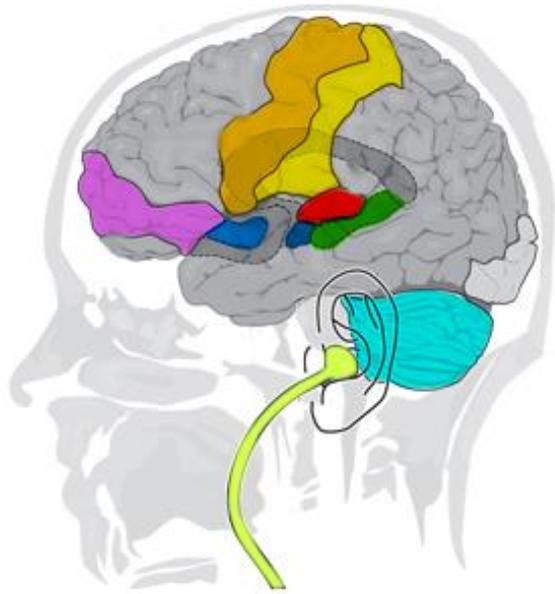
Ferreri et al., 2014: chez jeunes **et** âgés



4. LA MUSIQUE COMME OUTIL DE STIMULATION ET REHABILITATION COGNITIVE

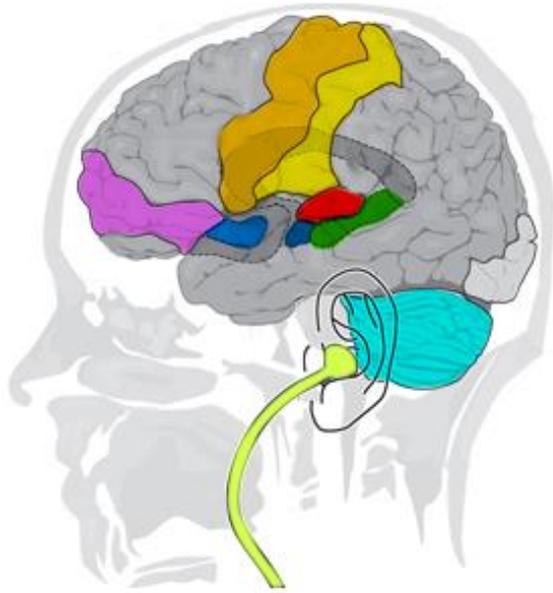
De la cognition musicale
à la rémediation





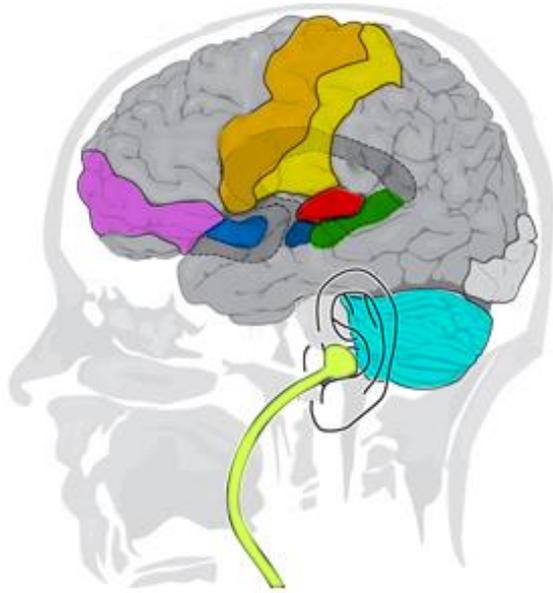
Musique: phénomène complexe qui
intéresse plusieurs **processus**
perceptifs/moteurs/cognitifs et

variété **régions cérébrales** et
substrates neuronaux.



la plupart de ces substrats neuronaux interviennent également dans d'**autres activités non-musicales**

étudier la musique d'un point de vue cognitif: *pas simplement* enquêter sur que c'est qui se passe dans le cerveau quand on écoute/produit de la musique, mais aussi **comprendre davantage le fonctionnement globale du cerveau et de ses différentes composantes.**



comme la plupart des **substrats neuronaux** impliqués dans des processus musicales intervienne également dans **d'autres** activités,

il est de plus en plus reconnu que la musique peut aider/faciliter capacités non musicales (*langage, mémoire, ...*)

quelque exemple...

mouvement
langage
mémoire
émotions

La musique comme outil de réhabilitation et stimulation cognitive

mouvement

langage

mémoire

émotions

Brain Injury, July 2011; 25(7-8): 787-793

CASE STUDY

Music-Supported Therapy induces plasticity in the sensorimotor cortex in chronic stroke: A single-case study using multimodal imaging (fMRI-TMS)

Rojo et al., 2011:

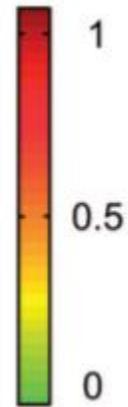
thérapie avec support musicale (**MST** - piano midi, batterie) pendant la réhabilitation motrice **post-AVC**

aide la **récupération du mouvement**
et se associe à une **réorganisation du cortex moteur**

PRE-THERAPY



POST-THERAPY



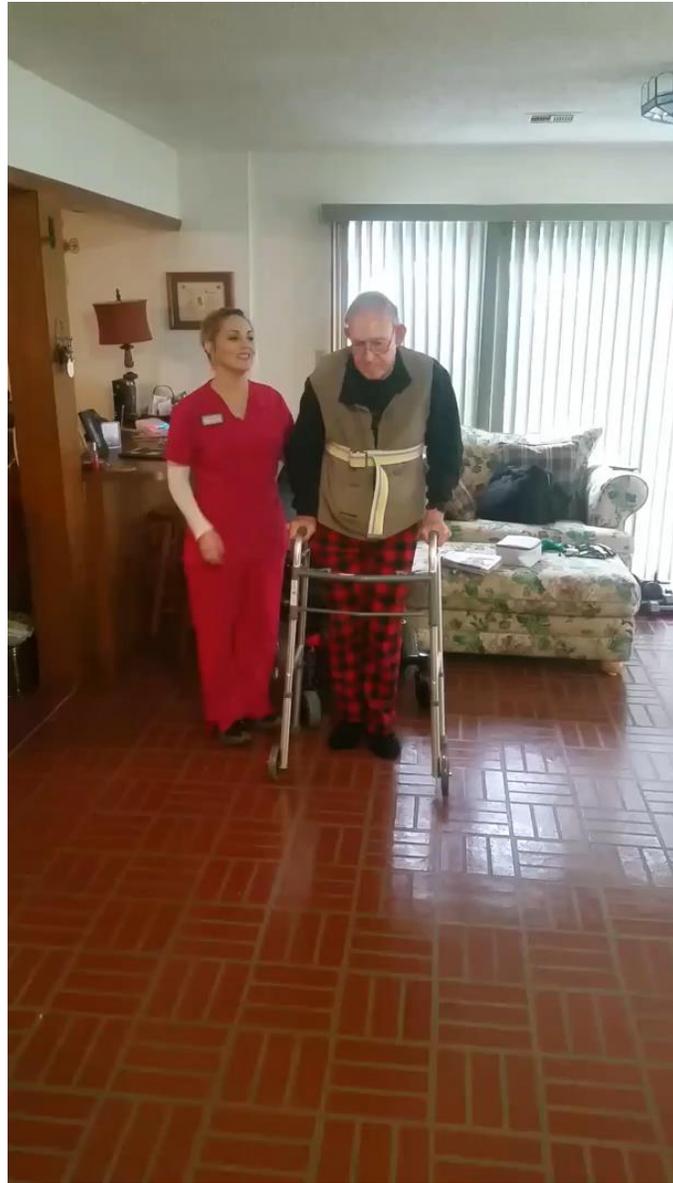
ORIGINAL RESEARCH ARTICLE

Front. Hum. Neurosci., 07 July 2014 | <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00494>

Musically cued gait-training improves both perceptual and motor timing in Parkinson's disease

 Charles-Etienne Benoit^{1,2,3},  Simone Dalla Bella^{1,3,4*},  Nicolas Farrugia^{2,5},  Hellmuth Obrig^{2,6},  Stefan Mainka⁷ and  Sonja A. Kotz^{2,8*}

Thaut et al., 1996; Benoit et al., 2014, ...:
stimuli **rhythmiques** aident la marche en patients Parkinson's



La musique comme outil de réhabilitation et stimulation cognitive

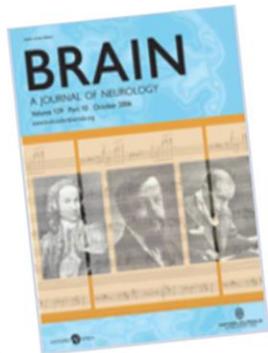
mouvement
langage
mémoire
émotions

Making non-fluent aphasics speak: sing along! ^{FREE}

Amélie Racette ✉, Céline Bard, Isabelle Peretz

Brain, Volume 129, Issue 10, 1 October 2006, Pages 2571–2584,
<https://doi.org/10.1093/brain/awl250>

Published: 07 September 2006 [Article history](#) ▼



Volume 129. Issue 10

Racette et al., 2006:

patients avec **aphasie** (melodic intonation therapy, **MIT**) pas capables de prononcer des mots peuvent le faire plus facilement en chantant

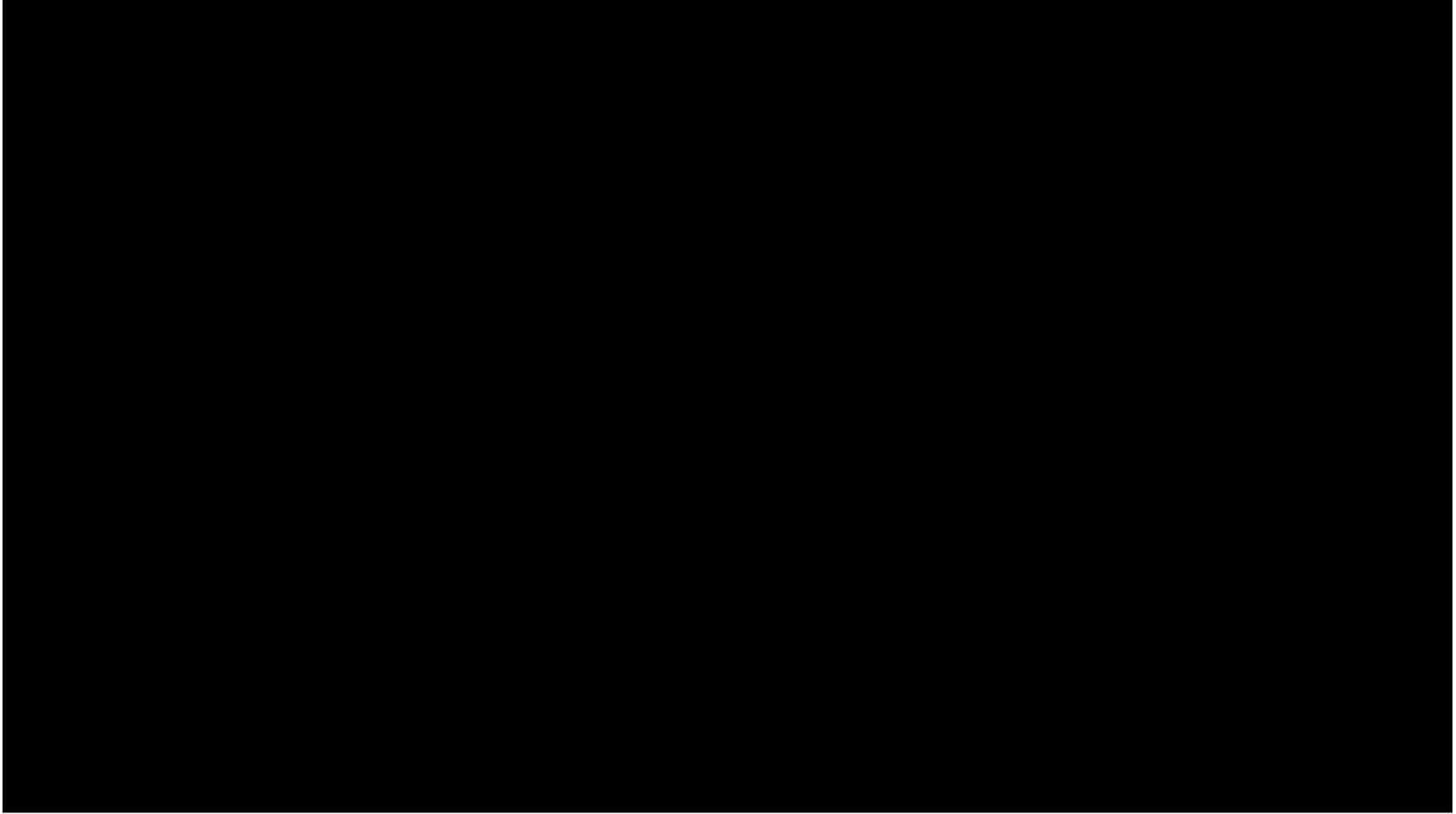


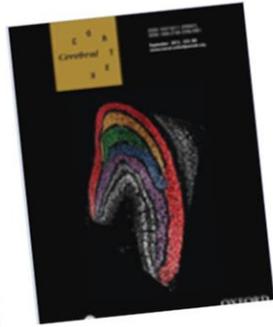
What's for din - ner?
(x 2)



What did you say?

<https://www.youtube.com/watch?v=zr69bmqBU14>



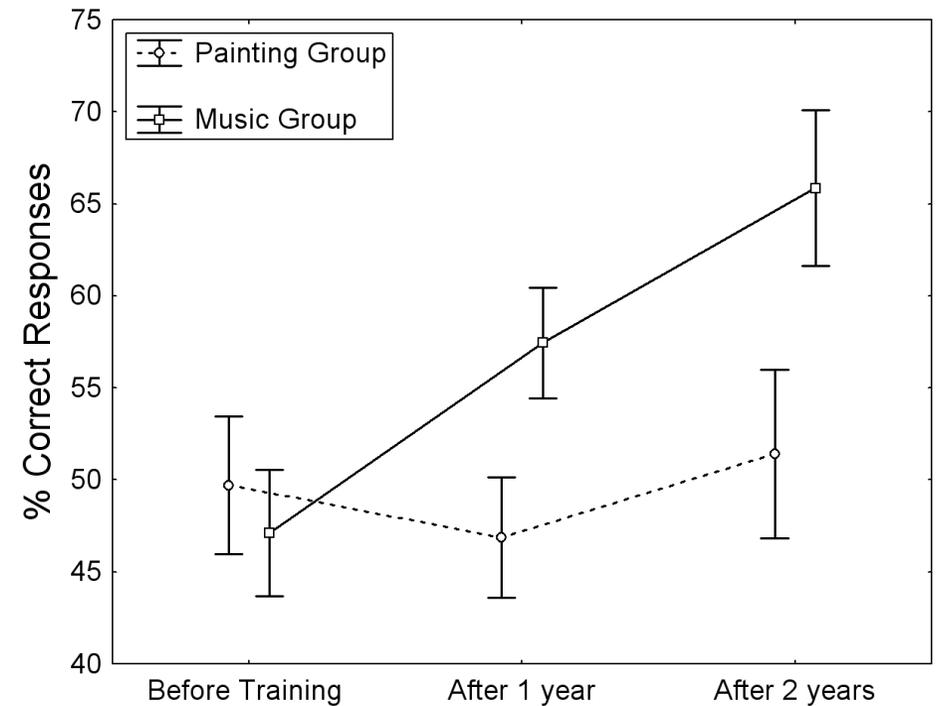


Music Training for the Development of Speech Segmentation ^{FREE}

Clément François ✉, Julie Chobert, Mireille Besson, Daniele Schön

Cerebral Cortex, Volume 23, Issue 9, 1 September 2013, Pages 2038–2043,
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhs180>

François et al., 2013:
training de **musique chez enfants** (primaires)
améliore les **performance de langage** (speech segmentation) plus que la peinture

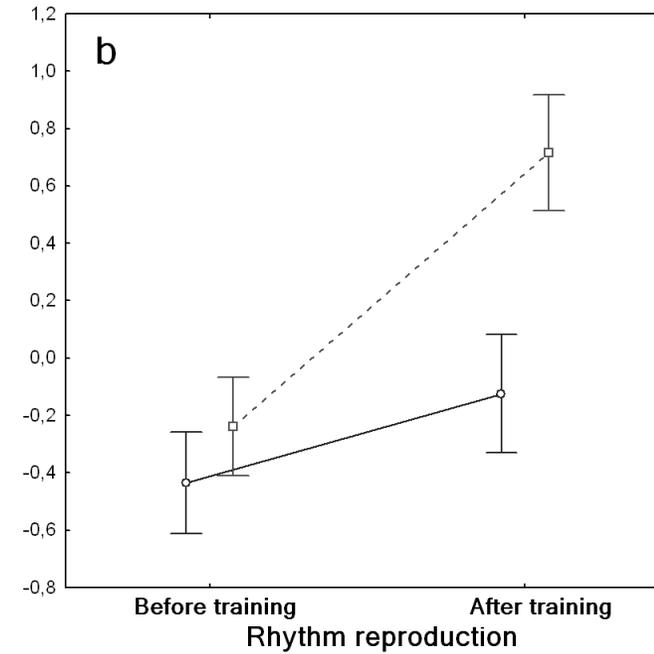
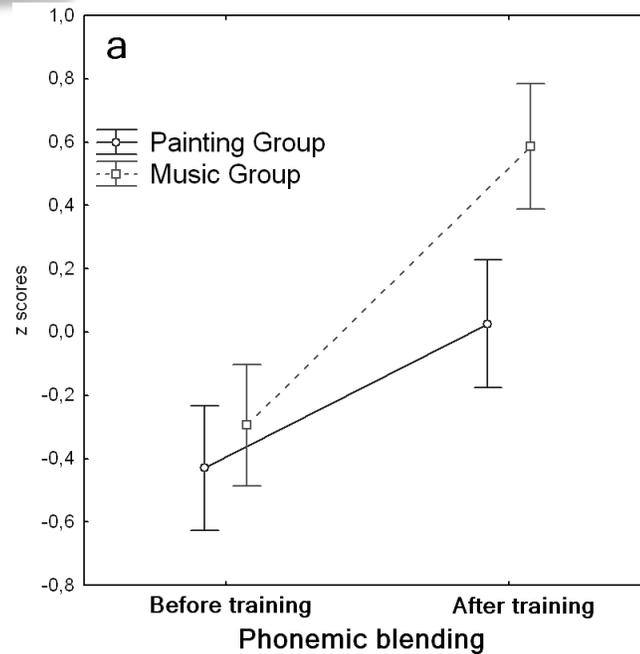


Rhythm perception and production predict reading abilities in developmental dyslexia

Elena Flaugnacco^{1,2}, Luisa Lopez³, Chiara Terribili³, Stefania Zoia¹, Sonia Buda³, Sara Tilli³, Lorenzo Monasta⁴, Marcella Montico⁴, Alessandra Sila²

Flaugnacco et al., 2014: *capacités rythmiques* (production et perception) chez enfants **prédisent capacités linguistiques** dans la dyslexie

Flaugnacco et al., 2015: **training musical** (vs peinture) basé sur rythme aide **capacités phonétiques** chez enfants **dyslexiques**



La musique comme outil de réhabilitation et stimulation cognitive

mouvement
langage
mémoire
émotions

Neuropsychologia. Author manuscript, available in PMC 2011 Aug 1.
Published in final edited form as:

Neuropsychologia. 2010 Aug; 48(10): 3164–3167.

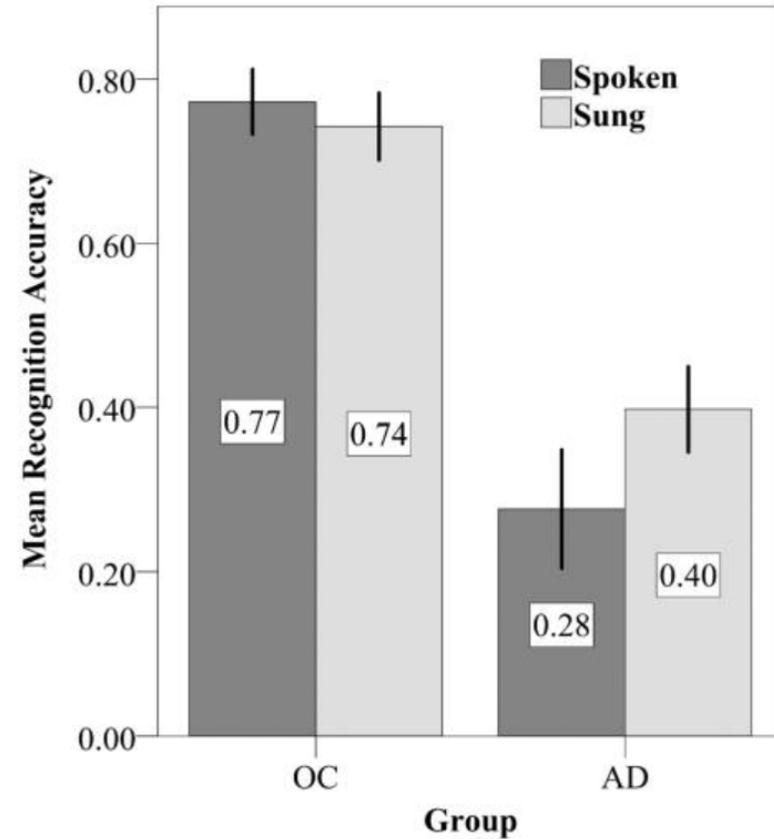
Published online 2010 May 7. doi: [10.1016/j.neuropsychologia.2010.04.033]

Music as a Memory Enhancer in Patients with Alzheimer's Disease

Nicholas R. Simmons-Stern, Andrew E. Budson, and Brandon A. Ally.

F1000ID: F1000I14100
NIHMSID: NIHMS204792
PMID: [20452365](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20452365/)

Simmons-Stern et al., 2010:
mémoire meilleure pour
information **chantée** vs parlée
en patients **Alzheimer's**



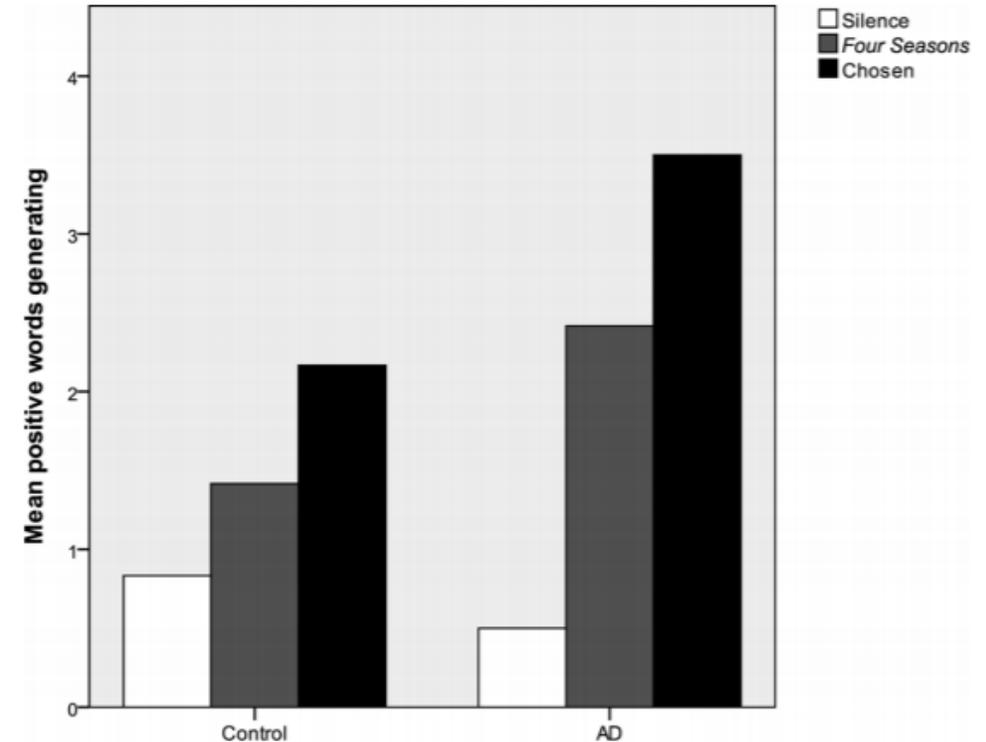
Educational Gerontology, 38: 30–41, 2012
Copyright © Taylor & Francis Group, LLC
ISSN: 0360-1277 print / 1521-0472 online
DOI: 10.1080/03601277.2010.515897



Music Enhances Autobiographical Memory in Mild Alzheimer's Disease

El Haj et al., 2012a: meilleure **mémoire autobiographique** (plus de détails, plus rapide, meilleure syntaxe) en patients AD après avoir écouté de la musique

El Haj et al., 2012b: encore plus si musique **auto-sélectionnée** (vs « 4 saisons » de Vivaldi), avec plus des mots à connotation *positive*



La musique comme outil de réhabilitation et stimulation cognitive

mouvement
langage
mémoire
émotions

“Alive inside”

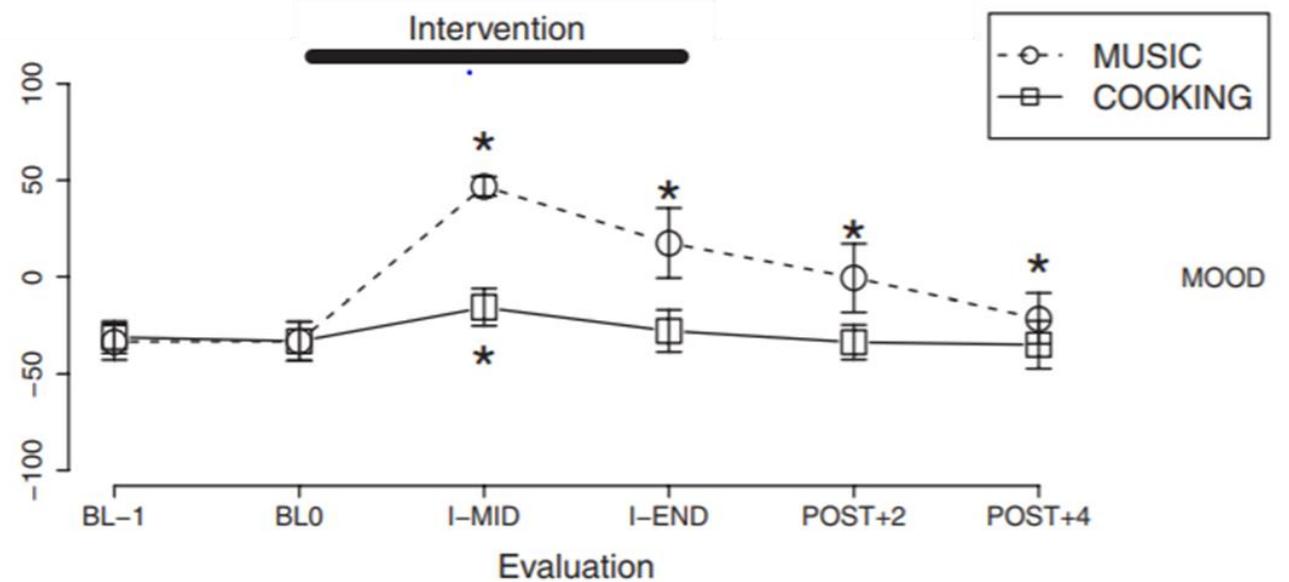
<https://www.youtube.com/watch?v=laB5Egej0TQ>

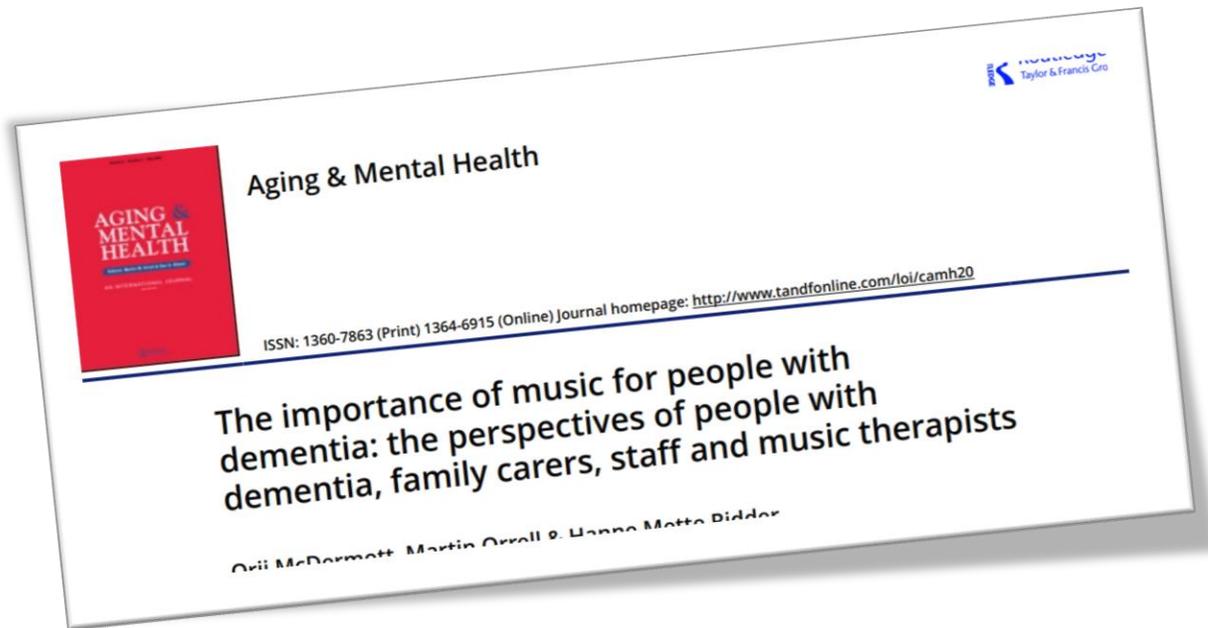


SHORT AND LONGER TERM EFFECTS OF MUSICAL INTERVENTION IN SEVERE ALZHEIMER'S DISEASE

Clément et al., 2012: interventions musicales au près de patients avec démence **améliorent humeur et diminuent apathie** à long terme

Narne et al., 2014: confirmé effet positif sur émotions pour musique, **mais aussi** ateliers cuisine (*importance groupe control, thérapeute, engagement/ amusement dans la tâche*)





McDermott et al., 2016: questionnaires à *patients, familles, personnel de soin*: musique a le pouvoir de promouvoir **identité personnelle, connexion interpersonnelle**, en améliorant la qualité de vie





Vista

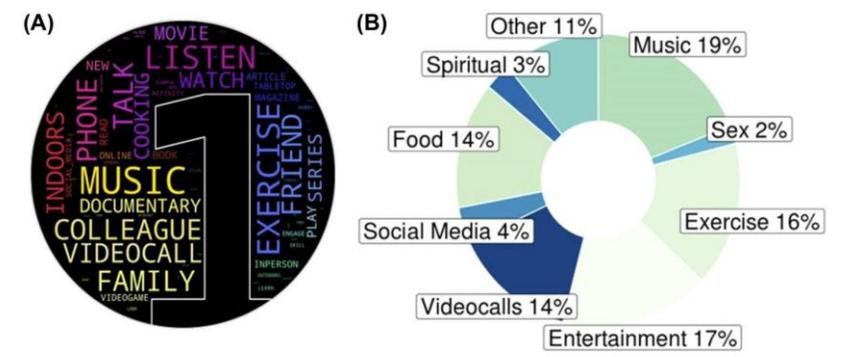


ORIGINAL ARTICLE

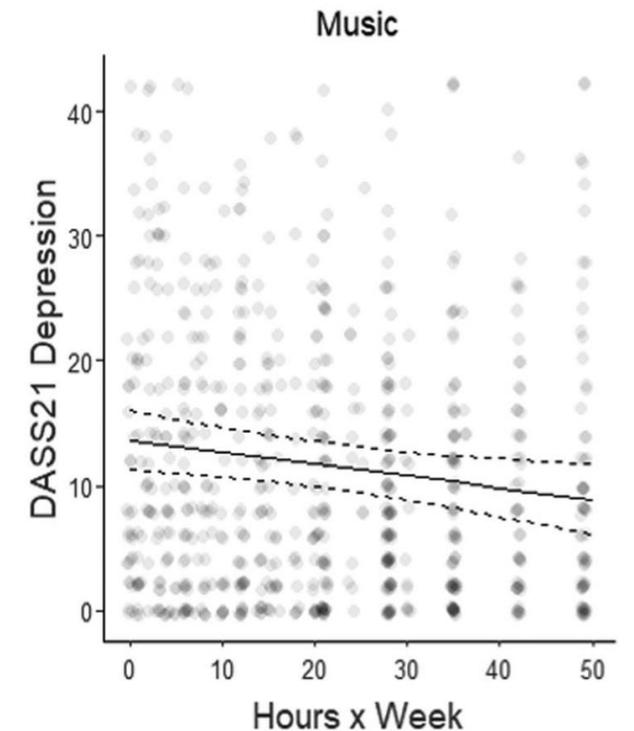
ANNALS OF THE NEW YORK ACADEMY OF SCIENCES

Music engagement is negatively correlated with depressive symptoms during the COVID-19 pandemic via reward-related mechanisms

Ernest Mas-Herrero^{1,2} | Neomi Singer^{3,4,5} | Laura Ferreri^{6,7} | Michael McPhee^{8,9,10} | Robert J. Zatorre^{3,4} | Pablo Ripollés^{8,9,10}



Ferreri et al., 2021; Mas-Herrero et al., 2023:
 La musique a été une **strategie** pour facer la crise lié au **lockdown** (Covid-19): plus d'activités **musicales** pendant le lockdown s'associent à **moins de symptômes dépressifs**



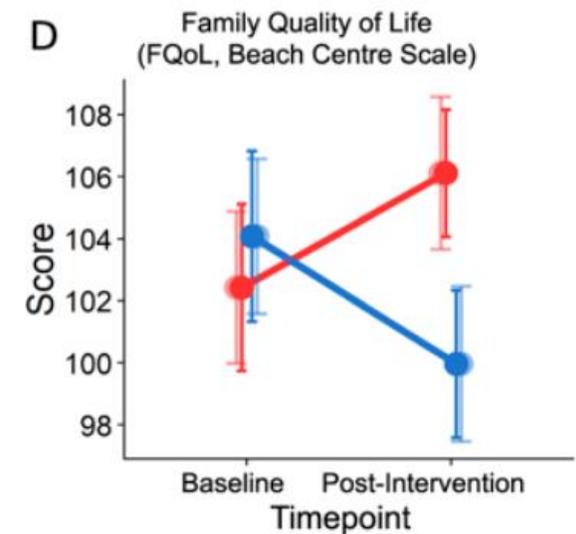
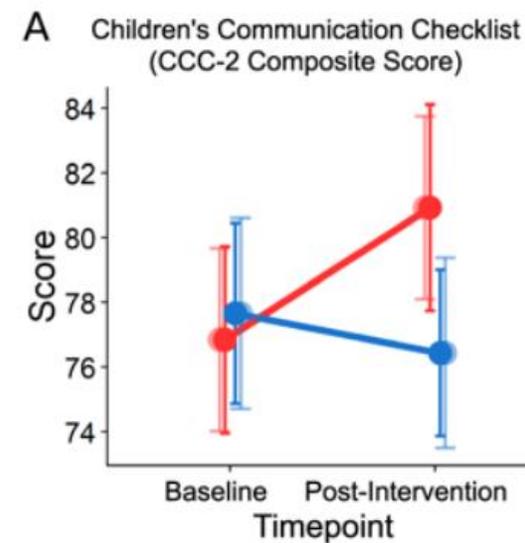
Music improves social communication and auditory-motor connectivity in children with autism

Iegha Sharda ✉, Carola Tuerk, Rakhee Chowdhury, Kevin Jamey, Nicholas Foster, Melanie Custonach, Melissa Tan, Aparna Nadig & Krista Hyde

Translational Psychiatry 8, Article number: 231 (2018) | [Download Citation](#)

Sharda et al., 2018: training de musique de 3 mois (vs training de base pour interactions sociales) en enfants avec autism (6-12 ans) augmente **capacités de communication** et **qualité de vie** (observés par parents)

Group
● Music
● NonMusic



QUELQUE CONCLUSION

...

- La musique est un trait très **ancien** (niveau *phylogénétique* et ontogénétique) et **universel** (composantes rythmique, mélodique, émotionnelle)
- L'être humain naît avec des **prédispositions** à la musique, qui **s'adaptent** après à la culture musicale dont il/elle fait partie
- Beaucoup des théories soutiennent l'origine de la musique comme **adaptation** (avantage évolutif)
- En tout cas, le fait que la musique peut être considéré comme une **invention** n'exclue pas son **utilité**, au contraire
- La musique a une forte **pouvoir biologique** sur le cerveau qui se traduit dans sa capacité **transformationnelle**, possible aussi (*surtout?*) grâce à son valeur **émotionnel**

- **La musique stimule entièrement** notre cerveau (*plasticité neuronale*)
- **Tout au long de notre vie:** *pouvoir biologique* de transformer fonctionnes et structures
- En modulant **perception, émotions, fonctionnes cognitives** de « haut niveau »
- Une vrai « **symphonie neurale** » pour la **stimulation et la réhabilitation** cognitive
- Impact sur **santé et éducation**

BIBLIOGRAPHIE

- Dalla Bella, S. (2016). Music and brain plasticity. *The Oxford handbook of music psychology*, 325.
- Ferreri, L. (2017). Musique et plasticité cérébrale. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, (75), 55-63.
- Patel, A. D. (2010). Music, biological evolution, and the brain. *Emerging disciplines*, 91-144.
- Stalinski, S. M., & Schellenberg, E. G. (2012). Music cognition: a developmental perspective. *Topics in Cognitive Science*, 4(4), 485-497.
- Zald, D. H., & Zatorre, R. J. (2011). Music. *Neurobiology of Sensation and Reward*, chapter 19.
- Hodges and Thaut (2019). *The Oxford Handbook of Music and the Brain*.
- + : articles cités dans le diaporama

GRAND PUBLIQUE

