



HAL
open science

Musique et multimodalité : étude des interactions et des transferts intermodaux liés à l'expertise musicale ou la déficience sensorielle

André Dufour

► **To cite this version:**

André Dufour. Musique et multimodalité : étude des interactions et des transferts intermodaux liés à l'expertise musicale ou la déficience sensorielle. 2005. hal-00003692

HAL Id: hal-00003692

<https://hal.science/hal-00003692>

Preprint submitted on 20 Jan 2005

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Musique et multimodalité : étude des interactions et des transferts intermodaux liés à l'expertise musicale ou la déficience sensorielle

Responsable scientifique : André DUFOUR

André DUFOUR

Centre d'Études de Physiologie Appliquée (UPS 858 CNRS)

ULP, 12 rue Goethe, 67000 Strasbourg, France.

Tél. : 03 88 35 83 48 / 03 88 10 67 52

E-mail : adufour@neurochem.u-strasbg.fr,

<http://neurochem/fr/cepa/unite.html>

Équipes partenaires

- Laboratoire d'Étude de l'Apprentissage et du Développement (LEAD) CNRS UMR 5022 et Université de Bourgogne
- Institut de Physique Biologique, Hôpital Civil, Strasbourg

Résumé signalétique

Récemment, les relations entre la musique et les aptitudes cognitives non-musicales ont été l'objet de vives controverses. Certaines études ont montré que les enfants ayant reçu une formation musicale améliorent leurs performances dans des tâches verbales, mathématiques et surtout visuo-spatiales. L'ensemble des résultats obtenus ici suggère que des transferts de compétences cognitives à long terme dans des domaines non-musicaux puissent s'observer chez les sujets experts aussi bien d'un point de vue neuro-anatomique que comportemental. Nous montrons que les sujets musiciens adultes ont de meilleures aptitudes visuo-spatiales que les sujets non-musiciens. Ils ont notamment des temps de réponse plus courts lors de tâche de discrimination et d'imagerie mentale de stimuli visuels de hauteurs différentes. Cet avantage était particulièrement important lors de tâches visuelles impliquant l'axe vertical, ce qui n'est pas surprenant si l'on considère que la lecture de partitions musicales, contrairement à la lecture de textes, met en jeu l'axe vertical qui code pour la dimension mélodique de la musique. Par ailleurs, le traitement de hauteurs musicales subit l'interférence de hauteurs visuelles, particulièrement chez les musiciens, suggérant que l'utilisation d'imagerie mentale visuelle pour traiter les hauteurs sonores. Par ailleurs, nos observations, en IRM fonctionnelle, indiquent que les réseaux cérébraux activés lors de traitements rythmiques sont distincts chez les musiciens et les non-musiciens. L'ensemble de ces résultats confirme donc que l'étude de la perception de la musique, en comparant différents niveaux d'expertise, a des implications dans des domaines cognitifs qui vont bien au-delà de la simple compréhension des phénomènes musicaux.

Mots-clés : Musique • Perception • Expertise Musicale • Multimodalité • IRM fonctionnelle • Psychophysique.

Nombre de participants : 5

Rappel des enjeux et objectifs fixés à l'origine

Le présent projet avait pour objectif de décrire les interactions entre les traitements auditifs de la musique et ceux impliquant d'autres modalités sensorielles (vision, somesthésie). Dans quelle mesure le traitement des informations musicales fait-il appel à des processus multimodaux ou amodaux, non spécifiques, communs aux systèmes visuels, auditifs et somesthésiques? L'influence de l'apprentissage de la musique et les éventuels transferts de compétences entre modalités étaient au centre de chacune des études envisagées dans ce projet. Nous proposons de nous intéresser plus particulièrement aux dimensions spatiales et temporelles qui sont codées à la fois par les systèmes visuel, auditif et tactile. Nous voulions établir de quelle manière l'étude du traitement de la musique peut améliorer la compréhension des mécanismes d'intégration de ces deux dimensions par différentes modalités sensorielles.

Par ailleurs, nous envisagions de mieux comprendre comment l'expertise musicale permet la réorganisation fonctionnelle et anatomique à long terme du cerveau humain. Dans ce but, nous proposons d'élaborer deux séries d'expériences comportementales et psychophysiques qui seront complétées par des études psychophysiologiques (Imagerie Cérébrale par Résonance Magnétique fonctionnelle, IRMf). Une première série d'expériences porterait sur l'étude de l'imagerie mentale visuelle dans le traitement des hauteurs tonales. Une deuxième série d'expériences porterait sur l'étude de processus rythmiques. Ces deux séries comporteraient des études en psychologie expérimentale et en IRM fonctionnelle.

Cadre théorique et objectifs de la première partie

Le traitement de la hauteur des notes de musique n'entraîne pas simplement l'activation d'aires spécialisées dans le traitement des stimuli auditifs. Platel et al (1997), par exemple, ont montré que certaines aires corticales visuelles (cortex occipital extrastrié) s'activent lors de la détection de changements de

hauteurs. Par ailleurs des aires cérébrales non spécifiques (cortex préfrontal, cervelet) ont été identifiées lors de la mémorisation de mélodies (e.g. Zatorre et al., 1994). Ces aires sont aussi activées lors de la mémorisation d'images ou de séquences visuelles. Selon Platel, pour réaliser la comparaison de hauteurs des notes, les auditeurs emploieraient une stratégie d'imagerie mentale, plaçant les notes sur un axe vertical imaginaire afin de détecter toute déviation de cet axe. C'est cette hypothèse que nous devons tester dans la première série d'expériences de ce projet. En utilisant un protocole d'interférences intermodalitaires (hauteurs visuo-spatiales - hauteurs tonales), nous tenterions de montrer s'il existe des transferts de compétences entre le traitement des hauteurs tonales et spatiales.

Cadre théorique et objectifs de la deuxième partie

Le traitement des relations temporelles entre les événements perceptifs est un domaine où des transferts de compétences sont observés, au moins chez les musiciens, entre les modalités sensorielles (rythme visuel ou musical). Cependant, la perception du rythme, trop souvent considéré comme un processus global, est en fait une fonction cognitive composite, basée sur au moins deux principes « élémentaires » relativement distincts. D'une part, l'auditeur réaliserait la segmentation des séquences musicales en unités perceptives de durée moindre : les groupements rythmiques. D'autre part, l'auditeur extrait, au cours du temps, une régularité (pulsation) à partir du pattern de succession des événements. Dans cette deuxième partie du projet, nous voulions tester si ces processus sont indépendants et sous-tendus par des structures cérébrales distinctes, spécifiques d'une modalité sensorielle. De plus, des études psychophysiques et d'imagerie cérébrale devaient permettre de mieux comprendre comment se font les transferts de compétences temporelles dans les différences fonctions cognitives, chez les musiciens et les non-musiciens.

Résumé des résultats effectivement atteints

Étant donné le caractère nouveau et particulièrement exploratoire de notre cadre théorique, les résultats que nous avons obtenus ont été souvent inattendus et nous ont amenés à repenser en partie les expériences projetées. Cependant, ces résultats ouvrent des perspectives théoriques et expérimentales qui vont bien au-delà de la psychologie cognitive de la musique. En audition, il paraît maintenant clair que de nombreuses aptitudes perceptives sont sensiblement meilleures chez les auditeurs musiciens (Peretz and Zatorre, 2001 or McAdams and Drake, 2000). Mais conclure à un clair avantage comportemental dû à l'expertise musicale demeure problématique car il est toujours possible d'objecter que dans ce type d'études, traiter des stimuli sonores est une activité plus familière aux musiciens qu'aux non-musiciens. C'est pourquoi nos résultats nous semblent particulièrement originaux

car ils montrent des améliorations chez les musiciens au niveau de l'imagerie mentale visuelle et de l'encodage sensori-moteur. À notre connaissance, c'est la première fois que de telles différences *non-auditives* sont démontrées chez l'adulte.

Comment un tel effet à long terme de l'apprentissage de la musique se traduit-il précisément sur le comportement du sujet dans les expériences que nous avons réalisées? Tout d'abord, nous observons que les sujets musiciens ont de meilleures aptitudes perceptives visuo-spatiales, surtout s'ils doivent faire appel à des représentations mentales imagées. Cet avantage est particulièrement important au niveau de la dimension verticale du champ visuel. Cette amélioration à long terme des traitements visuels verticaux est très probablement due à la lecture de partitions musicales dans lesquelles, contrairement aux textes, la dimension verticale est haute-

ment signifiante car elle code pour la mélodie (hauteurs des notes). Si ces observations se confirment, l'étude de cette aptitude visuelle nous semble un terrain d'étude de choix pour comprendre comment les transferts de compétences cognitives se mettent en place et comment une expertise perceptivo-motrice s'acquiert et se développe, au niveau comportemental et au niveau anatomo-fonctionnel. Il faut noter que dans le projet d'origine, la mesure de temps de réaction servait juste de contrôle d'interférences potentielles entre stimuli visuels et stimuli auditifs pour les études comportementales et d'imagerie cérébrale. Au vu des résultats obtenus sur cette variable, nous avons été amenés à repenser totalement ces expériences, ce qui a entraîné un retard dans la mise en œuvre des expériences d'imagerie fonctionnelle de la première partie.

Par ailleurs, nous avons pu montrer que les musiciens ont de meilleures aptitudes sensori-motrices que les non-musiciens. Les résultats des deux premières séries d'expériences réalisées suggèrent qu'ils encodent un stimulus visuel ou sonore en une action motrice appropriée beaucoup plus rapidement. Cet effet a été observé dans le projet pour différentes tâches basées sur la discrimination entre plusieurs stimuli quelles que soient la modalité d'entrée et la réponse à don-

ner. Les musiciens utiliseraient plus efficacement les structures motrices de leur cerveau. Au vu de nos résultats d'imagerie cérébrale, nous poussons cette idée plus loin en suggérant que ces régions puissent être le lieu des transferts multimodaux à la base des avantages observés chez les musiciens dans des tâches visuo-spatiales et rythmiques. Nous montrons que des aires classiquement dévolues à la motricité sont activées dans nos tâches pourtant purement perceptives. De plus, les réseaux activés par les musiciens étaient différents de ceux des non-musiciens. L'activité cérébrale était moins latéralisée, suggérant une meilleure coopération des deux hémisphères. Cette approche motrice et multimodale de la perception de la musique fait déjà l'objet de débats à l'heure actuelle (Todd, 2002). Les structures classiquement utilisées dans la programmation motrice (cervelet, aire motrice supplémentaire) montrent des activations plus étendues pour le groupe des musiciens. Cependant, les nombreuses différences inter-individuelles entre les deux groupes et au sein du groupe de musiciens nous ont conduits à créer un groupe de percussionnistes (données en cours d'acquisition). Ces résultats sont encore en cours d'analyse.

Publications issues du projet

Brochard, R., Dufour, A et Després, O. Effect of musical expertise on visuo-spatial abilities. *Proceedings of the 7th International Conference on Music Perception and Cognition*. 391-394, 17-21 Juillet, Sydney Australie.

Brochard, R., Dufour, A. and Després O. Effect of musical expertise on visuo-spatial abilities : evidence from reaction times and mental imagery (Soumis à *Experimental Brain Research*).

Dufour, A, Brochard, R and Scheiber, C. *Effect of musical expertise on Rhythm Perception: an fMRI study* (en preparation).

Dufour, A and Brochard, R. *Vertical visual stimuli do interfere with pitch height processing* (en preparation)

