

# LES ATTENTES PERCEPTIVES MUSICALES CHEZ L'ENFANT SOURD : EFFET DE TRANSFERT LANGAGIER

Sandrine PERRAUDEAU, Emmanuel BIGAND, Philippe LALITTE

*La musique aurait-elle une influence sur le développement du langage ? Peut-elle favoriser les performances mnésiques, le développement cognitif de manière plus générale ? Telles étaient les questions qui ont émergé dans les années 80 et 90, lors des premières recherches scientifiques sur l'influence du développement musical. Dans la dynamique de ces travaux, certains chercheurs (Darrow, 1985; Mc Dermott, 1971; Walczyk, 1993 ; Carré, 2008) se sont interrogés sur un phénomène a priori paradoxal : la musique en cas de surdité. La musique est un sujet d'étude particulièrement intéressant car elle implique de nombreuses fonctions cognitives, telles que la perception, la mémoire, l'apprentissage, la plasticité neuronale ou encore les émotions. La perception de la musique, en tant qu'objet d'étude des sciences cognitives, regroupe l'étude des connaissances des auditeurs sur les structures musicales et l'étude du développement d'attentes musicales concernant les événements musicaux futurs.*

L'objectif principal de cette étude était de savoir si l'apprentissage de la musique permettrait à des enfants sourds profonds de détecter plus facilement des incongruités syntaxiques et/ou sémantiques musicales et langagières. Nous savons que les phrases ne sont pas de simples suites linéaires de mots. Elles possèdent une structure hiérarchique indispensable à leur construction sémantique. Le langage tout comme la musique, sont des structures acoustiques complexes régies par des règles qui définissent différents niveaux d'organisation dont le traitement pourrait, dans certains cas, impliquer des processus communs (Patel, 2003). Des difficultés de degré variable sont rapportées chez les enfants sourds pour structurer les règles syntaxiques langagières, au moins en production, ainsi que pour intégrer des composantes sémantiques. Dès lors, la pratique instrumentée de la musique tonale occidentale apparaît comme un outil pertinent pour améliorer la perception de ces structures.

Notre principale hypothèse montrerait le fait que les enfants entraînés musicalement pourraient accepter plus facilement les phrases construites selon une syntaxe correcte, et rejetteraient plus facilement les phrases incorrectes comparativement au

groupe contrôle non entraîné, et ce quelque soit la condition utilisée, à savoir le chant, le langage et la musique. L'extraction des régularités perceptives fait l'objet d'un apprentissage de type implicite. C'est par la confrontation régulière et soutenue aux structures acoustiques que des connaissances se forment. Les enfants qui n'ont pas reçu d'apprentissage musical formel évoluent cependant dans un univers dans lequel la musique est présente, à des degrés divers. En particulier, ils ont tous reçu une éducation auditive précoce dont un des fondements est la pratique des comptines. En raison de cette différence des expériences musicales (pratique vs. écoute incidente) nous nous attendons à une sensibilité moins marquée chez les enfants non entraînés mais à des performances au-dessus du hasard.

Notre seconde hypothèse porterait sur l'effet des conditions. Compte-tenu de la légère hétérogénéité en terme de compétences langagières de nos deux groupes, nous pensons que les enfants du groupe expérimental ne devraient pas démontrer d'avantage comparativement au groupe contrôle dans la condition langage mais devraient se manifester les effets de leur éducation musicale dans les tâches musicales.

## MÉTHODE

**Les participants** : Cette étude a été menée auprès de 23 enfants sourds scolarisés dans un établissement spécialisé dans ce handicap. Ils sont âgés de 7 à 10 ans répartis en deux groupes. Le suivi orthophonique est similaire entre les deux groupes : une éducation auditive précoce. Par contre, dans le groupe expérimental, les enfants ont suivi au moins un an des séances de musique hebdomadaire avec un professeur spécialisée pour enfants sourds et musicienne versus les enfants du groupe contrôle.

**Matériel** : L'expérience a été réalisée sur un ordinateur portable muni de haut parleurs de très bonne qualité au sein de l'établissement spécialisé.

➔ **Matériel linguistique (condition langage)** : 48 phrases de huit syllabes ont été créées. Dans la moitié d'entre eux, le dernier mot est relié sémantiquement fortement ou modérément : *“la girafe a un très long cou”* versus *“la girafe a un très long pied”* (incongruité sémantique : CNC). Pour l'autre moitié, le dernier mot a été supprimé : *“la girafe a un très long”* (incongruité syntaxique : CCC). Ces phrases ont été enregistrées par une voix d'homme et parlées en rythme à partir du matériel vocal et sur le même tempo.

➔ **Matériel vocal (condition chant)** : 48 séquences de 8 accords de Bigand et al. (2001) ont été utilisées. Les 6 premiers accords de chaque séquence sont restés inchangés. La fonction harmonique de l'accord cible était manipulé en changeant les deux derniers accords. Le dernier accord se terminait soit sur un accord de tonique (I), soit sur un accord de sous-dominante (IV).

Exemple d'une séquence chantée

La même conception que dans la condition parlée a été appliquée : le dernier accord a été supprimé. Ces phrases ont été chantées par un quatuor vocal

professionnel français, enregistrées dans un studio professionnel. Toutes ces séquences ont été réglées sur un métronome, afin d'avoir un tempo constant sur chacune d'elle.

➔ **Matériel musical (condition piano)** : 48 phrases, enregistrées au piano, étaient présentées suivant la même logique que la condition parlée et chantée.

**Procédure** : Pour éviter toute ambiguïté syntaxique ou sémantique, nous avons donné la consigne suivante : *“tu dois décider le plus rapidement possible, et avec précision, si les séquences se terminent bien ou pas”*. Pour cela, l'enfant appuyait sur la touche de l'ordinateur où nous avons collé une gommette verte, quand il pensait que oui ; ou sur une touche (gommette rouge) quand il pensait le contraire. Un visuel après chaque séquence apparaissait pour signifier à l'enfant que le décompte du temps commençait. Nous lui avons aussi expliqué que certaines séquences pouvaient se terminer de *“manière étrange”* : *“la girafe a un très long pied”* ou sur une demi cadence (I-IV). L'enfant devait effectuer une tâche de décision lexicale sur le dernier élément de la phrase qui était sémantiquement relié ou non relié au contexte de la phrase (ex : la girafe a un très long cou vs. pied). Une phase de familiarisation permettait aux enfants de comprendre le principe de la tâche et de régler le niveau sonore optimal pour chacun d'eux.

## RÉSULTATS

### RÉSULTATS INTER-GROUPES

Afin de vérifier les effets des conditions expérimentales (chant, langage et musique) et des différentes structures (structure non modifiée **CC**, avec incongruité syntaxique **CCC**, avec incongruité sémantique **CNC**) chez les enfants sourds non entraînés à la musique versus enfants sourds entraînés musicalement, nous avons effectué une Anova : 3 (conditions) x 3 (structures) x 2 (groupes) dont les résultats sont présentés ci dessous.

Les enfants démontrent une sensibilité à la structure, donc des sensibilités perceptives différenciées (Figure 1). Ainsi, nous obtenons un effet principal de la struc-

ture,  $F(2, 42) = 11,73$  ;  $p < .001$ , et surtout une interaction conditions x structures,  $F(4, 84) = 6,89$  ;  $p < .001$  (voir analyse intra-groupes plus loin).

Nous remarquons également que les deux groupes performant significativement différemment comme le suggère une interaction groupe x structure  $F(2, 42) = 5,15$  ;  $p < .01$  que nous explorons par des comparaisons planifiées. Il n'existe pas d'effets significatifs de la structure dans la condition Chant entre le groupe contrôle et le groupe expérimental. Dans la condition langagière, les deux groupes diffèrent de façon tendancielle,  $F(1,21) = 3,44$  ;  $p < .08$ , au bénéfice des enfants qui présentent le meilleur niveau langagier (bénéficiant des effets positifs de l'intégration scolaire en milieu ordinaire). Enfin, dans la condition musique (piano), le groupe des enfants musiciens présentent significativement des résultats supérieurs à ceux du groupe contrôle,  $F(1, 21) = 4,55$  ;  $p < .05$ .

## RÉSULTATS INTRA-GROUPES

Afin de caractériser le sens de l'interaction structures X condition ( $F(4, 84) = 6,89$  ;  $P < .001$ ), nous avons procédé à des comparaisons planifiées par groupes pour chacune des structures et des conditions.

➔ **Effets des structures** : les enfants des deux groupes étudiés ne démontrent pas les mêmes sensibilités aux différences de structures. Les enfants de chacun des deux groupes traitent de façon non significativement différentes les items non modifiés (structure normale) en fonction des conditions (chant, langage et musique). Chez les enfants entraînés à la musique, les scores dans la condition incongruité syntaxique ne sont pas affectés par les conditions. Inversement, les enfants du groupe contrôle présentent une plus grande sensibilité aux incongruités syntaxiques lorsqu'elles concernent le chant, comparativement à la condition musique. Enfin, les enfants du groupe expérimental ont développé une meilleure sensibilité de repérage des incongruités sémantiques musicales comparativement aux incongruités sémantiques de la condition chant ( $F(1, 21) = 10,11$  ;  $P < .01$  et de la condition langage ( $F(1, 21) = 12,4$  ;  $P < .01$  (voir figure 2).

➔ **Effet des conditions** : les enfants des deux groupes présentent également une variabilité des scores en fonction des types de conditions, suggérant des niveaux de difficultés différents entre les traitements requis pour chacune des conditions. La Figure 8 présente les résultats à chacune des structures pour chacun des deux groupes par condition. Les scores obtenus par le groupe expérimental pour les différentes structures étudiées en chant révèlent que la sensibilité maximale se porte sur les incongruités syntaxiques comparativement aux structures non modifiées ( $F(1, 21) = 9,61$  ;  $P < .01$ ) ou modifiées sémantiquement ( $F(1, 21) = 27,76$  ;  $P < .001$ ). Les incongruités sémantiques sont significativement les plus difficiles à repérer en condition langage, comparativement aux structures non modifiées ( $F(1, 21) = 17,57$  ;  $P < .001$ ) et aux structures altérées syntaxiquement ( $F(1, 21) = 18,52$  ;  $P < .001$ ). Les enfants du groupe contrôle présentent des patterns de sensibilité différentes qui s'expriment dans la condition chant par une meilleure détection des incongruités syntaxiques que sémantiques ( $F(1, 21) = 5,77$  ;  $P < .03$ ). Les différences de scores entre les structures des autres conditions ne sont pas significatives (voir figure 3).

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Le but de cette étude était de vérifier si l'apprentissage de la musique chez les enfants sourds permettrait le développement d'attentes perceptives spécifiques. Nous avons cherché à tester les effets d'un entraînement musical chez les enfants sourds sur les performances langagières. Nous savons que la musique et le langage sont des systèmes utilisant des paramètres acoustiques comme la hauteur, le rythme et le timbre pour bâtir des informations. Au niveau cognitif, ces systèmes recrutent des compétences analogues de mémoire et d'attention, ainsi que la capacité d'intégrer des éléments acoustiques discrets en flux perceptif cohérent, sous la dépendance de règles syntaxiques spécifiques.

L'analyse des résultats de cette étude, nous a permis de constater que les deux groupes ont de bonnes performances quelque soit la condition pour reconnaître une phrase correcte. Les incongruités syntaxiques

sont bien reconnues par les deux groupes également. A noter que les enfants du groupe contrôle les perçoivent mieux quand elles sont chantées.

Au niveau de l'analyse sémantique, les enfants du groupe expérimental perçoivent significativement mieux si la musique (le piano) se termine sur une cadence attendue (V-I) ou inhabituelle, surprenante (IV-I). Alors que pour les enfants de l'autre groupe, quelque soit la condition (chant-langage-piano), les scores restent homogènes.

Nous nous attendions à une différence entre les enfants du groupe expérimental et ceux du groupe contrôle se manifestant au niveau des structures. Nous avons remarqué que les enfants du groupe contrôle perçoivent tendanciellement mieux que les enfants entraînés à la musique les incongruités sémantiques en condition langage mais en revanche les effets de l'apprentissage musical s'exercent significativement dans le repérage des incongruités syntaxiques en condition musique chez les enfants du groupe expérimental.

Notre seconde hypothèse portait sur les effets bénéfiques de l'apprentissage musical dans une perception accrue des structures syntaxiques musicales et langagières. L'analyse séparée des résultats intra-groupes a permis de voir que les enfants du groupe expérimental identifient mieux les incongruités syntaxiques en chant et en langage mais pas en musique. Dans la condition musique, toutes les structures sont perçues de façon équivalente. Leurs difficultés maximales affectent les incongruités sémantiques. En revanche nous nous attendions à ce que ce que les enfants du groupe contrôle, moins stimulés dans la perception syntaxique musicale performant de façon équivalente à la présentation des incongruités syntaxiques et sémantiques. Ces résultats confirment partiellement notre hypothèse, les enfants du groupe contrôle traitant également significativement mieux les incongruités syntaxiques dans la condition chant.

### CONDITION CHANT

Le fait que les enfants sourds du groupe expérimental reconnaissent de manière significative les incongruités

syntaxiques en chant confirme notre hypothèse concernant les effets bénéfiques de la musique sur l'analyse syntaxique en langage (effet de transfert). Il a été démontré dans la littérature que le traitement de la musique et celui du langage partagent un certain nombre de ressources neuronales (Koeslch et al., 2005; Tillmann et al., 2006). Ces liens expliqueraient qu'un entraînement effectué sur un stimulus musical puisse avoir un effet facilitateur sur le traitement d'un stimulus linguistique. Nous avons vu également dans la première partie de ce travail l'importance fondamentale des comptines et la nécessité de leur utilisation précoce chez les enfants sourds. Le fait d'exposer l'enfant aux comptines, au maniement des sons, c'est par conséquent l'aider à entendre (écouter) autrement les ambiances sonores de son environnement, à discriminer auditivement ce qu'il percevait comme un flux continu, sans distinction, si ce n'est la variation des rythmes. Cela lui permet aussi d'élaborer un jugement esthétique par les agencements sonores qu'il peut construire, remanier, restructurer. La culture met à notre disposition de nombreux outils, par le biais desquels nous construisons un environnement où nous évoluons, ainsi qu'une représentation de nous-même et notre faculté à y remédier : *"la culture forme l'esprit"* (Bruner, 1996).

En faisant vivre les comptines par le biais de jeux corporels, nous soulignons aussi le fait que la communication ne s'établit pas uniquement par la parole mais aussi par le corps. La mémorisation exploitant alors tous les canaux sensoriels n'en sera que meilleure. Lorsque l'enfant répète des comptines accompagnées de gestes, il construit des représentations, par mémorisation des gestes effectués, de l'empreinte de son corps dans l'espace. Il va donc élaborer des schèmes d'action à partir des situations vécues qui vont lui permettre de construire son langage. Mais l'inverse est aussi vrai, toutes ces situations, si elles ne sont pas accompagnées de langage ne permettront pas à l'enfant de progresser.

Par conséquent, afin d'acquérir du langage, l'apprenant doit segmenter les flux de discours continu (phrases entendues dans le langage parlé) en unités pertinentes (mots qui les composent ; Saffran et al.,

1996). Or, un flux chanté est plus facile à segmenter qu'un flux parlé, si la mélodie utilisée est cohérente avec l'organisation des unités qui le composent (Schön et al., 2008). La structure musicale semble donc à même de supporter l'organisation linguistique et d'en renforcer sa compréhension par le sujet. Nous savons également que dans le chant, l'information musicale et l'information linguistique sont intégrées dans un même signal acoustique. Cette intégration pourrait favoriser l'émergence d'une interaction entre les traitements musical, syntaxique et sémantique.

Par contre, contrairement aux résultats observés avec les phrases chantées de l'étude de Poulin-Charronnat et al. (2005), dans notre étude (condition chant), pour les enfants sourds entraînés musicalement, l'effet de la relation sémantique n'est pas modulé par la relation musicale, suggérant que l'interaction entre la musique et la sémantique n'est pas suffisamment forte.

En revanche, nos résultats montrent que la relation musicale module l'effet de la relation syntaxique, suggérant que les traitements de la musique et de la syntaxe partagent des ressources neuronales. Pour les enfants de notre groupe expérimental, le plus difficile reste l'analyse sémantique, que les phrases soient chantées ou parlées.

Le repérage des incongruïtés syntaxiques manifestées par les enfants du groupe contrôle en condition chant ne sont pas étonnants : les enfants ont bénéficié de sessions d'éducation auditive intégrant la pratique les comptines.

## CONDITION LANGAGE

En ce qui concerne le langage (phrases parlées), nous voyons très clairement que les enfants du groupe expérimental entendent nettement les séquences sémantiquement plausibles. Les phrases incongrues sémantiquement ne sont pas repérées comme telles. Etant donné que les enfants doivent valider par oui ou par non, si la séquence est terminée ou pas, il ne manque pas de mot, donc ils considèrent la phrase comme normale et ne tiennent pas assez compte de l'aspect sémantique.

Même si on leur a expliqué que certaines phrases peuvent se terminer étrangement. (ex : la girafe a un très long cou vs. pied). Cette condition nous paraissait la plus difficile à appréhender pour les enfants de notre groupe expérimental, car ils n'ont pas tous les mêmes restes auditifs et ne bénéficient pas d'une intégration soutenue en milieu entendant. De plus, ces séquences ont été présentées sans repères prosodiques, donc sans attaches musicales. Comparativement, chez les enfants du groupe contrôle, la moitié d'entre eux vit quotidiennement avec les enfants normo-entendants et bénéficie d'un bain de langage différent qualitativement et quantitativement. Ainsi, nous pouvons affirmer que les enfants sourds du groupe contrôle entendent mieux que ceux du groupe expérimental : ils peuvent mieux rejeter les phrases incongrues sémantiquement, puisque nous leur avons demandé de le faire quand elles sont "bizarres". Ces résultats soulignent le fait que ces deux groupes ne sont pas assez homogènes. Néanmoins, les enfants musiciens réussissent fort bien à déceler s'il manque un mot ou pas et performant au niveau syntaxique, comme pour la condition chantée.

Ces résultats sont cohérents avec l'hypothèse selon laquelle les enfants normo-entendants musiciens ont une meilleure perception des régularités de la syntaxe musicale et une plus grande sensibilité aux violations de ces régularités. Jentschke et Koelsch ont ainsi montré que l'onde ERAN était plus ample chez les enfants musiciens, en comparaison aux enfants non musiciens, lors de tâches de comparaison d'accords musicaux réguliers ou irréguliers, et de jugement de grammaticalité de structures syntaxiques correctes ou incorrectes (Jentschke & Koelsch, 2009). De plus, l'onde ELAN a été détectée uniquement chez les musiciens. Ces deux résultats montrent que les musiciens présentent de meilleures capacités dans la détection de violations syntaxiques musicales et linguistiques. De même, Marin a ainsi évalué cette hypothèse en tentant de mettre en lien les résultats d'un groupe d'enfants d'âge préscolaire à des tâches de langage, avec leurs performances lors d'un paradigme d'amorçage harmonique (Marin, 2009). Deux groupes d'enfants ont participé à l'étude : des enfants ayant suivi un éveil musical et des enfants contrôles.

Les enfants ayant suivi l'entraînement musical ont amélioré leurs habiletés d'apprentissage implicite musical et leurs habiletés langagières, notamment sur des tâches en lien avec la syntaxe langagière. Ainsi, la musique permettrait aussi aux enfants sourds de développer l'extraction de régularités perceptives fondamentales pour le développement langagier à des niveaux supérieurs comme le traitement syntaxique.

## CONDITION PIANO

Le plus significatif dans cette condition, c'est que les enfants musiciens ont réussi à développer une meilleure sensibilité de repérage des incongruités sémantiques musicales comparativement aux incongruités sémantiques de la condition chant et de la condition parlée. Ils rejettent très facilement les séquences qui se finissent sur la sous-dominante. Il est aussi intéressant de noter que leurs résultats sont homogènes quelque soit la structure dans cette condition et particulièrement bons alors que les non-musiciens acceptent trop facilement les séquences piano tronquées (où il manque un accord).

En conséquence, l'effet d'amorçage harmonique observé implique nécessairement que la totalité de la séquence musicale a été traitée. Tous ces points indiquent qu'un processus cognitif complexe est automatiquement impliqué dans le traitement de la musique. Par ailleurs, le fait que les enfants sourds musicalement entraînés et non-entraînés se comportent de manière relativement similaire indique que ce processus ne nécessite pas une connaissance explicite de la musique. Ceci est cohérent avec tout un ensemble de données montrant que l'amorçage harmonique se produit à un niveau implicite (Tillmann, Bharucha, & Bigand, 2000). La simple écoute des pièces musicales occidentales semble ainsi suffire au développement d'une connaissance implicite sophistiquée du système tonal.

## LES EFFETS D'UN APPRENTISSAGE MUSICAL CHEZ LES ENFANTS SOURDS

Les résultats de cette étude portant sur les effets interactifs entre le traitement du langage – aux niveaux sémantique et syntaxique – et le traitement de la relation musicale sont congruents avec l'hypothèse

d'un réseau neuronal partagé qui repose sur des ressources communes (Patel, 2003).

En travaillant sur les différents paramètres du son (fréquence, intensité, durée, timbre) grâce à la musique, nous préparons l'enfant sourd à percevoir les éléments pertinents pour la compréhension du langage : le rythme donne la perception des syllabes qui peuvent s'associer pour former un mot, la fréquence permet de discerner les sons de la parole (voyelles, consonnes). Par certaines activités, nous entraînon l'enfant à faire des comparaisons de sons : les deux sons, ou séquences de sons sont-ils (elles) identiques? Cette compétence est primordiale pour le développement cognitif : l'enfant va pouvoir comparer peu à peu des objets, des symboles, des chiffres, des lettres, puis des concepts... L'apprentissage de la musique chez l'enfant sourd va lui permettre de développer des capacités auditives : par ces exercices nous stimulons de nouvelles connexions neuronales (phénomène de plasticité cérébrale), ce qui est nécessaire pour que le développement se fasse le plus normalement possible. À terme, une différenciation auditive fine permet l'anticipation, la déduction, l'attention, la mémorisation...

La capacité des enfants sourds à traiter ces structures demeure aujourd'hui possible. Les résultats suggèrent donc que les capacités perceptives musicales des enfants sourds pourraient être moins détériorées par la surdité que ce qu'il est généralement admis. Les enfants sourds de nos deux groupes présentent des capacités analogues. Ceci est dû à la pertinence des stimulations auditives proposées précocement, par des orthophonistes, à tous les enfants sourds de cet établissement. L'apprentissage de la musique proprement dit débute autour de 5 ans. Il serait intéressant de poursuivre cette étude auprès d'enfants sourds venant d'autres établissements, afin d'être sûre de la pertinence de cette pédagogie musicale.

**Sandrine PERRAUDEAU, Emmanuel BIGAND, Philippe LALITTE**

*Figures en annexe.*

Figure 1

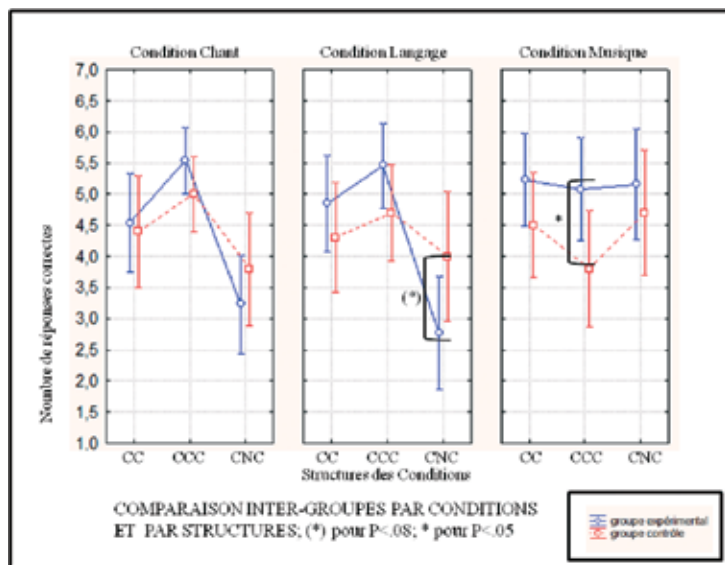


Figure 2

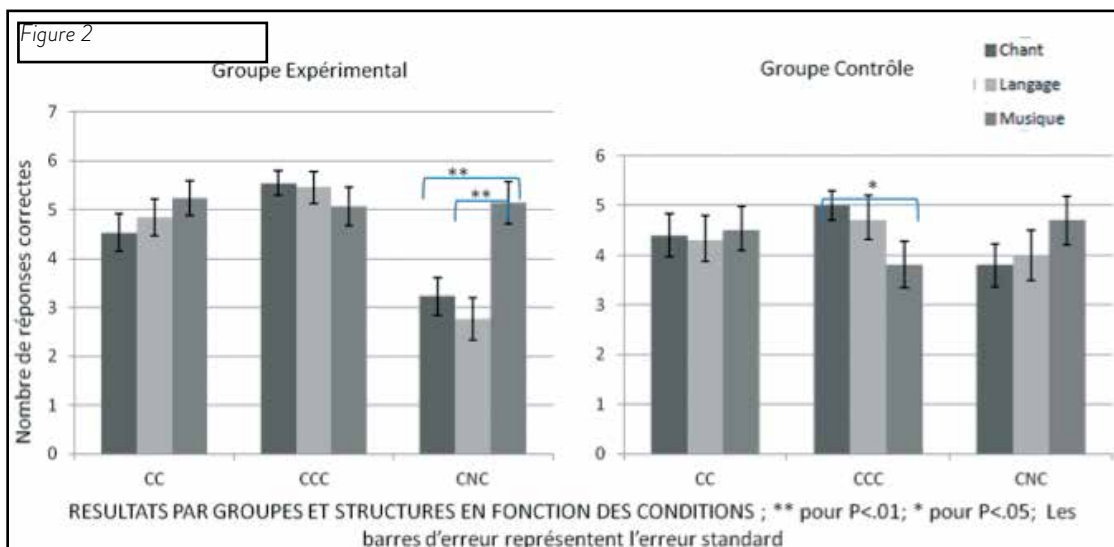


Figure 3

