

RAPPORT FINAL

IMPACT DE L'ORCHESTRE EN CLASSE AU SEIN D'UNE ÉCOLE PUBLIQUE GENEVOISE SUR LE DÉVELOPPEMENT COGNITIF ET SENSORIMOTEUR DE L'ENFANT

ETUDE LONGITUDINALE 2016-2018



Session du programme « Orchestre en classe », dispensé par l'Accademia d'Archi, au sein de l'Établissement scolaire Bois-des-Arts / Adrien-Jeandin

N.B. Certains visages sont floutés afin de protéger la confidentialité des individus

« L'impact de l'Orchestre en Classe au sein d'une école publique genevoise sur le développement cognitif et sensorimoteur de l'enfant »

Projet de recherche réalisé sur mandat de l'association Accademia d'Archi, du 1^{er} mai 2016 au 31 mars 2019

Mandat suivi par:

M. Raffaello Diambri-Palazzi
Directeur, Accademia d'Archi
Route de Chêne 153
1224 Chêne-Bougeries

Investigatrice principale

Prof. Dr. Clara James, PhD en neurosciences, violoniste professionnelle
Professeure ordinaire & Responsable de l'Institut de Recherche de la
Haute école de santé de Genève (HEdS)

Privat-docent à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation de l'Université de Genève

Tâches: création du projet, gestion du projet, analyse de données, rédaction/révision d'articles, autres valorisations



Co-investigateur

Prof. Dr. Matthias Kliegel, PhD en psychologie
Professeur ordinaire à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation
de l'Université de Genève

Chaire du Laboratoire du vieillissement cognitif, UniGE

Président du Centre interfacultaire de gérontologie et d'études des vulnérabilités (CIGEV)

Chef de groupe: Pôle de recherche national LIVES – Surmonter la vulnérabilité: perspective du parcours de vie, Lausanne et Genève.

Tâches : expertise-conseil, révision des articles



Collaborateur scientifique

Dr. Sascha Zuber, PhD en psychologie
Chercheur post-doctoral au Laboratoire du vieillissement cognitif,
et à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation
de l'Université de Genève.

Tâches : participation à la création et la réalisation de l'étude, analyse de données, rédaction



Auxiliaires de recherche

Laura Abdili, MSc en psychologie
Assistante de recherche à la Haute école de santé, au sein de l'équipe de Clara James
Diane Gervaise, MSc en psychologie
Psychologue au sein de MD Consultation

Tâches: récolte de données, préparation de l'analyse des données



Statisticienne

Dr. Elise Dupuis Lozeron, PhD en statistique
Service d'épidémiologie clinique, Unité d'appui méthodologique
Centre de recherche clinique, Hôpitaux universitaires de Genève

Tâches: Analyse de données, participation à la rédaction d'articles



TABLE DES MATIERES

1. Description du projet	4
a. Résumé de l'étude et des résultats	4
b. Synthèse à l'intention des décideurs.....	5
c. Description du programme Orchestre en Classe	6
d. Description des cours de musique du groupe témoin	7
e. Description de la batterie de tests	8
2. Résultats longitudinaux (2016-2018)	12
a. Résultats détaillés	12
2.a.1 Analyses	12
2.a.2. Présentation des résultats pour chaque test	13
b. Discussion	18
c. Conclusion.....	20
3. Suite de l'étude	21
a. Valorisations scientifiques et professionnelles.....	21
b. Présentations aux professionnels de la musique, au DIP et aux enseignants de l'école primaire.	21
c. Présentations lors de congrès scientifiques.	21
d. Présentations aux étudiants en psychologie, en neurosciences et en santé.....	21
e. Autres médias	21
4. Remerciements	22

Annexes

Publication dans la revue l'Educateur 2018/2

Interview dans le Courrier, 11.03.2019

Interview dans la Tribune de Genève, 20.03.2019

Vignette

Cette étude longitudinale sur deux ans a comparé à travers des tests standardisés le développement cognitif et sensorimoteur de deux groupes d'enfants scolarisés à l'école primaire, l'un suivant le programme *Orchestre en Classe* et l'autre suivant des cours de musique standard, avec une même durée et fréquence.

1. Description du projet

a. Résumé de l'étude et des résultats

Afin d'étudier en détail les effets du programme Orchestre en Classe sur des enfants scolarisés à l'école publique genevoise (7e et 8e Harmos), nous avons comparé le développement cognitif et sensorimoteur d'enfants participant au programme Orchestre en Classe (OC) avec celui d'enfants de classes du même degré n'ayant pas reçu cette formation. Au total, 34 enfants dans le groupe OC ont reçu pendant deux ans, deux fois par semaine, un cours de 45 minutes sur les instruments à cordes frottées (violon, alto, violoncelle, contrebasse), au sein de leur établissement scolaire. Les cours se réalisaient en groupe, par classe, sur le mode « orchestre ». En parallèle, les 35 enfants du groupe témoin recevaient aussi deux cours hebdomadaires de 45 minutes : un cours de chorale, et un cours de sensibilisation à la musique. Les cours OC étaient dispensés par des musicien-ne-s professionnel-le-s de l'école de musique accréditée Accademia d'Archi. Les cours de musique du groupe témoin étaient donnés par un maître spécialisé (MDAS, Maîtres de disciplines artistiques et sportives).

Pour évaluer le développement des enfants durant ces deux années, nous les avons invités à passer des tests psychométriques évaluant différentes fonctions cognitives et musicales, ainsi que des tests sensorimoteurs, à trois moments : avant le début des cours de musique (T0), après une année (T1) et après deux années de cours (T2).

La pratique musicale couvre un large champ de compétences, allant du sensorimoteur aux activités cognitives de haut niveau, et s'avère donc un vrai moteur de développement. Des régions largement distribuées dans le cerveau, qui soutiennent toutes ces fonctions, se retrouvent mieux entraînées et mieux coordonnées grâce à la musique. Des modifications de la morphologie et de la fonction du cerveau en découlent. Pratiquer la musique régulièrement entraîne donc des bienfaits qui vont bien au-delà de la musicalité. Les résultats de diverses études indiquent que les enfants musiciens sont avantagés en ce qui concerne la mémoire de travail, l'attention, le raisonnement abstrait, le traitement visuo-spatial, les fonctions exécutives, ainsi que diverses capacités linguistiques dont la mémoire verbale. Selon certain-e-s auteur-e-s, les avantages vont même jusqu'à inclure les mathématiques, le QI ou les capacités sociales [1-10].

Toutefois, l'enseignement de la pratique musicale de qualité est souvent limité à une population privilégiée du point de vue économique et culturel ou au niveau de l'accessibilité [11]. Le programme OC se déroule dans des établissements scolaires publics de quartiers populaires du canton de Genève, et les classes y sont assignées de façon aléatoire. L'intérêt principal de cette étude est donc l'évaluation de l'impact de la pratique musicale intensive sur des enfants poursuivant une scolarité standard. Un autre intérêt de l'étude est la large batterie de tests, mettant en relation diverses capacités cognitives, musicales et sensorimotrices. Un dernier atout de l'étude réside dans la durée du suivi, de deux années complètes.

Notre étude a pu mettre en évidence un développement plus marqué de différentes fonctions cognitives et sensorimotrices dans le groupe OC comparé au groupe témoin. Ceci est d'autant plus remarquable que les cours n'étaient pas individuels, mais dispensés au sein d'une classe complète. Le jeu d'ensemble, obligeant l'enfant à écouter l'autre et à s'adapter au groupe, a sans doute joué un rôle clé. Les avantages pour le groupe OC se sont manifestés dans les tests de musique (transfert proche), les tests de dextérité et coordination bi-manuelle, ainsi que pour la mémoire de travail, l'attention focalisée, la vitesse de traitement de l'information, la flexibilité cognitive et le raisonnement abstrait (transferts lointains). Ces transferts lointains soulignent la pertinence d'une pratique musicale intensive au sein du curriculum scolaire primaire. La mémoire de travail, l'attention et la vitesse de traitement de l'information sont des éléments de base de la cognition, soutenant la planification, la compréhension, le raisonnement et la résolution de problèmes [12,13]. En outre, la vitesse de traitement de l'information permet à l'enfant d'intégrer des informations plus rapidement. La dextérité et la coordination bi-manuelle sont d'une grande importance dans un monde de plus en plus digitalisé et informatisé.

On peut en conclure que le programme OC prépare l'enfant de manière optimale pour l'enseignement secondaire tout en lui procurant du plaisir ainsi que des interactions sociales.

Références du résumé

1. Bergman Nutley, S., Darki, F., & Klingberg, T. (2014). Music practice is associated with development of working memory during childhood and adolescence. *Front Hum Neurosci*, 7, 926.
2. Anvari, S. H., Trainor, L. J., Woodside, J., & Levy, B. A. (2002). Relations among musical skills, phonological processing, and early reading ability in preschool children. *J Exp Child Psychol*, 83(2), 111-130.
3. Moreno, S., Bialystok, E., Barac, R., Schellenberg, E. G., Cepeda, N. J., & Chau, T. (2011). Short-term music training enhances verbal intelligence and executive function. *Psychol Sci*, 22(11), 1425-1433.
4. Moreno, S., Marques, C., Santos, A., Santos, M., Castro, S. L., & Besson, M. (2009). Musical training influences linguistic abilities in 8-year-old children: more evidence for brain plasticity. *Cereb Cortex*, 19(3), 712-723.
5. Rauscher, F. H., Shaw, G. L., Levine, L. J., Wright, E. L., Dennis, W. R., & Newcomb, R. L. (1997). Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning. *Neurol Res*, 19(1), 2-8.
6. Roden, I., Könen, T., Bongard, S., Frankenberg, E., Friedrich, E., & Kreutz, G. (2014). Effects of Music Training on Attention, Processing Speed and Cognitive Music Abilities—Findings from a Longitudinal Study. *Applied Cognitive Psychology*, 28(4), 545-557.
7. Roden, I., Kreutz, G., & Bongard, S. (2012). Effects of a school-based instrumental music program on verbal and visual memory in primary school children: a longitudinal study. *Front Psychol*, 3, 572. doi:10.3389/fpsyg.2012.00572
8. Schellenberg, E. G. (2004). Music lessons enhance IQ. *Psychol Sci*, 15(8), 511-514.
9. Schellenberg, E. G. (2006). Long-term positive associations between music lessons and IQ. *Journal of educational psychology*, 98(2), 457-468.
10. Schellenberg, E. G., Corrigan, K. A., Dys, S. P., & Malti, T. (2015). Group Music Training and Children's Prosocial Skills. *PLoS ONE*, 10(10), e0141449.
11. Corrigan, K. A., & Schellenberg, E. G. (2015). Predicting who takes music lessons: parent and child characteristics. *Front Psychol*, 6, 282.
12. Cowan, N. (2014). Working Memory Underpins Cognitive Development, Learning, and Education. *Educ Psychol Rev*, 26(2), 197-223.
13. Fougny, D. (2008) The Relationship between Attention and Working Memory. In: Johansen, N.B., Ed., *New Research on Short-Term Memory*, Nova Science Publishers, Hauppauge, 1-45.

b. Synthèse à l'intention des décideurs

Cette étude montre que le programme *Orchestre en Classe* non seulement améliore les prestations musicales des enfants, mais provoque du « transfert lointain » chez des élèves âgés de 10 à 12 ans, ce qui implique que des capacités autres que musicales sont renforcées. Pour le mettre en évidence, nous avons comparé au moyen d'analyses statistiques de pointe les performances cognitives et sensorimotrices d'enfants suivant le programme OC avec des enfants « témoins » suivant un programme scolaire standard. Ce programme scolaire standard comprenait des cours de musique, dispensés par des maîtres spécialisés, avec la même durée et intensité que les cours d'OC. Ainsi la seule différence entre les deux groupes consistait en la pratique intensive d'un instrument de musique complexe.

Les performances renforcées étaient la mémoire de travail, l'attention, la vitesse de traitement de l'information, la flexibilité cognitive et le raisonnement abstrait, donc des fonctions cognitives cruciales, mais concernaient aussi le domaine sensorimoteur. Une dextérité manuelle et coordination biannuelle accrue s'est manifestée chez les enfants ayant suivi le programme OC. Certaines autres facultés montraient des tendances favorables, c'est-à-dire qu'elles étaient augmentées dans le groupe OC, mais sans atteindre le seuil de significativité statistique, par exemple la mémoire verbale et la mémoire à court terme. Si les enfants avaient débuté à un âge plus jeune ou participé au programme OC sur une période plus longue, ces effets auraient aussi pu s'avérer devenir significatifs aussi. En effet, il est connu que la plasticité neuronale est maximale avant 7 ans [14].

Ces données montrent de façon indéniable que la pratique intensive d'un instrument de musique associé à un jeu d'ensemble constitue un moyen puissant pour le développement de l'enfant. Le simple fait d'écouter ou d'être sensibilisé-e à la musique ne suffisent pas pour provoquer de tels changements. Bien évidemment, le groupe témoin s'est aussi amélioré au cours des deux années du projet, puisque le développement cognitif et sensorimoteur est important chez tous les enfants en bonne santé dans cette tranche d'âge. Mais les enfants pratiquant intensivement des instruments à cordes au sein d'un groupe

se sont davantage développés, ou plus vite, sur une série de paramètres.

Le jeu d'un instrument à cordes est particulièrement formateur, impliquant une oreille attentive et précise, une mémoire auditive à court et à long terme, une capacité de structurer des sons dans des phrases, le sens du rythme, la lecture des notes, une coordination bimanuelle poussée, des postures compliquées, une indépendance des mains, etc. Vient se greffer dessus le jeu d'ensemble : écouter et s'adapter en continu à autrui. Enfin et surtout, chez la plupart des enfants participant à l'étude, produire de la musique était éprouvée comme très satisfaisant et provoquait du plaisir, ce qui motivait intrinsèquement les enfants pour pratiquer et donc apprendre.

Les effets sont d'autant plus remarquables que les enfants OC n'ont reçu que peu d'attention individuelle de la part des professeur-e-s. Le niveau du jeu individuel après deux ans chez l'enfant OC moyen était nettement plus faible que s'il avait reçu des cours individuels. L'observation que les transferts positifs à d'autres domaines étaient aussi importants montre indique que l'effet de groupe, en particulier le jeu d'ensemble, a joué un rôle essentiel.

En outre, la durée du programme de deux années complètes s'est avérée particulièrement utile. En effet, la plupart des avantages constatés pour le groupe OC par rapport au groupe témoin pendant le projet n'étaient que peu prononcés après une année, pour devenir statistiquement significatifs après deux ans (voir chapitre Résultats longitudinaux (2016-2018 ; 2.a.2. Présentation des résultats pour chaque test).

On reproche parfois aux études consacrées aux effets positifs de la pratique musicale de bénéficier seulement aux enfants provenant de milieux privilégiés. Le fait que les parents ont souvent un revenu et un capital culturel au-dessus de la moyenne serait en mesure de biaiser les effets. Ce serait d'une part, parce que les parents issus de milieux privilégiés sont davantage disposés et financièrement capables de soutenir leurs enfants dans des parcours intellectuels ou artistiques, et d'autre part en raison de facteurs familiaux et même génétiques.

Le programme *Orchestre en Classe* évite ces écueils en proposant des cours de pratique musicale de qualité aux enfants scolarisés à l'école publique.

14. Wan, C. Y., & Schlaug, G. (2010). Music making as a tool for promoting brain plasticity across the life span. *Neuroscientist*, 16(5), 566-577.

En conclusion, la pratique musicale en groupe tel que le programme *Orchestre en Classe* renforce le développement cognitif et sensorimoteur des enfants à différents niveaux. Idéalement, le programme *Orchestre en Classe* devrait être offert à tous les enfants dans les écoles primaires publiques à Genève sur une période de deux ans, voire plus longue. En effet, la plupart des gains ont été constatés après les deux ans complets de l'étude, mais n'étaient pas encore confirmés après une année. Il est donc vraisemblable que des gains encore plus importants seraient possibles avec une participation plus longue et/ou plus précoce, la plasticité neuronale étant maximale avant l'âge de 7 ans.

c. Description du programme *Orchestre en Classe*

La pédagogie de l'OC consacrée aux cordes (violons, altos, violoncelles et contrebasses) monte en puissance très graduellement. Tous les enfants participent à deux cours par semaine de 45 min durant les 7^e et 8^e années primaires (système Harnos). Les premières semaines sont consacrées à la tenue de l'instrument et de l'archet (**Figure 1**), aux sons « filés » en cordes à vide, ainsi qu'aux exercices de

pizzicato (pincement des cordes avec les doigts). Ceci permet une familiarisation avec l'instrument et une sensibilisation aux différents sons.

Après cette phase, l'enfant peut amener l'instrument à la maison pour s'exercer. Ensuite vient la pose des doigts de la main gauche sur les cordes. A la fin de la première année, l'enfant peut utiliser tous les doigts sur les toutes les cordes et sait tenir et tirer l'archet plus au moins correctement.



Figure 1, tenue pour jouer du violon

Cette première maîtrise de l'archet (main droite) et de de la main gauche sur la manche, va de pair avec l'exécution de rythmes plus complexes et des mélodies plus variées. Les chants et l'expression corporelle interviennent de façon régulière pour enrichir, varier et aider l'apprentissage du jeu instrumental. Les enfants travaillent aussi souvent par registre : tous les violons, tous les altos, etc.

Toutefois, le jeu d'ensemble reste la priorité de façon à ce que l'élève soit conscient de faire partie d'un tout au milieu d'une polyphonie.

L'apprentissage se fait de deux manières, d'abord par imitation de l'enseignant et ensuite par rapport à la partition. L'émulation entre les élèves est aussi un véhicule important de l'enseignement. La pratique à la maison est encouragée.

Différents spectacles et manifestations stimulent les enfants et donnent un but à cet apprentissage, notamment deux week-ends de travail dans des lieux appropriés avec un concert final devant les familles. Chaque année, les enfants collaborent avec des orchestres professionnels (p.ex. l'Orchestre de la Suisse romande) dans des lieux prestigieux tels que le Victoria Hall de Genève, ce qui excite la fantaisie et stimule l'envie de jouer de leur instrument.

d. Description des cours de musique du groupe témoin

Conformément au Plan d'études romand (PER), les élèves témoins ont également reçu deux périodes de 45 minutes par semaine d'enseignement de la rythmique et de la musique en mouvement. Dans les établissements où notre étude se déroulait, des maîtres spécialistes de musique (maître-sse-s de disciplines artistiques et sportives, MDAS) prenaient en charge une période de sensibilisation à la musique et une autre période dédiée à la chorale. La sensibilisation à la musique consistait en l'écoute d'œuvres musicales, le travail du rythme, la découverte de petits instruments de percussion, etc.

Une minorité des enfants du groupe témoin (n=8/35) ont été recrutés dans un autre établissement scolaire publique, afin de compléter ce groupe. Ces enfants-là recevaient également deux fois 45 minutes de cours de musique par semaine, divisés entre la sensibilisation à la musique, avec des visites de

concerts, du chant en chorale, et des cours de groupe de flûte à bec. Un cours était assuré par un MDAS de musique, l'autre par le/la maître-esse de classe.

e. Description de la batterie de tests

Chaque enfant a passé les tests suivants individuellement à 3 reprises (T0, T1, T2).

I. Test d'aptitude musicale

a. "Advanced Measures of Music Audiation" de Gordon "AMMA"

II. Tâches de cognition générale

b. Tâches de mémoire (présentées par voie orale, donc mémoire auditive)

1. Mémoire à court terme (mémoire des chiffres en ordre direct de Wechsler)
2. Mémoire de travail (mémoire des chiffres en ordre inverse de Wechsler)
3. Mémoire verbale, 15 mots de Rey (5 rappels immédiats ; 1 rappel différé)

c. Tâche d'attention focalisée

1. Barrage de signes « D2 » de Brickenkamp (papier-crayon)

d. Raisonnement matriciel / pensée abstraite

1. Matrices subtest du WISC-IV (papier-crayon)

e. Tâches de vitesse de traitement de l'information visuelle et de flexibilité (papier-crayon)

1. Children's Color Trails Test (CCTT)

- CCTT-1 tâche simple
- CCTT-2 tâche complexe

III. Test sensorimoteur de dextérité et de coordination bi-manuelle

a. Purdue Pegboard (PP)

1. Tâche main droite PP-MD
2. Tâche main gauche PP-MG
3. Tâche deux mains PP-DM
4. Tâche d'assemblage PP-Ass

I.a. *Le "Advanced Measures of Music Audiation" de Gordon (AMMA)*

L'AMMA mesure la dimension rythmique et mélodique de l'aptitude musicale et ne demande aucune connaissance musicale préalable [15]. Le mot « audiation » a été inventé par Gordon et signifie l'imagerie mentale auditive, comme analogue de l'imagerie mentale visuelle (par exemple visualiser sa maison dans son imagination). Il présume donc une audition mentale ou « intérieure ». Ceci peut paraître abstrait, mais tout un chacun a vécu le phénomène d'une chanson ou pièce musicale qui nous « hante » en restant toujours présente dans notre tête. Plus précisément, la chanson ou pièce musicale vient se nicher dans notre oreille « intérieure », c'est-à-dire dans les aires auditives de notre cerveau.

Le test se présente sous la forme d'un enregistrement audio et d'une feuille de réponses. Il est composé de 30 items dont chacun comporte deux chansons, jouées l'une après l'autre, avec le même nombre de notes, que l'enfant doit comparer. Pour ce faire, il doit intérioriser la 1^{ère} chanson par « audiation ». Le vrai test est précédé par 3 items-exemples afin de bien expliquer la tâche à l'enfant. Pour chaque item le participant doit juger si les deux chansons sont identiques ou différentes du point de vue de la mélodie ou du rythme (**Figure 2**). A chaque fois il n'y a qu'une seule réponse correcte. Les réponses fausses sont pénalisées, et ceci est expliqué au préalable à l'enfant, dans le but d'éviter des réponses au hasard. L'enfant peut ainsi répondre dans 4 catégories à cocher : 1. les deux chansons sont *identiques* ; 2. la seconde chanson est différente par rapport à la première sur la *mélodie* (les hauteurs tonales) ; 3. la seconde chanson est différente en ce qui concerne le *rythme* (durée des notes) ; 4. L'enfant

est dans le doute et coche : « *je ne sais pas* ». Ce test est utilisable chez les enfants à partir de 9 ans environ, et permet d'évaluer l'aptitude musicale d'enfants et adultes musiciens ou non-musiciens.



Figure 2 : Exemple de 2 items a. & b. du test d'aptitude musicale de Gordon. Les différences sont entourées d'un cadre rouge.

- a. La 2ème chanson est différente pour la mélodie
b. La 2ème chanson est différente pour le rythme

Nous avons choisi le AMMA test parce qu'il mesure vraiment la musicalité, et non pas seulement la discrimination auditive, à travers la comparaison de phrases musicales entières. Des comparaisons de notes isolées, pour leur hauteur tonale ou leur durée, sont parfois utilisées pour estimer la musicalité, mais elles n'évaluent essentiellement la qualité de l'ouïe.

Le test livre un sous-score tonal « mélodie » (basé sur les bonnes réponses pour la catégorie *mélodie*), un sous-score rythmique « rythme » (basé sur les bonnes réponses pour la catégorie *rythme*) et un score total résumant les deux sous-scores. Pour les analyses, nous avons utilisé des scores percentiles, qui placent les enfants participant à l'étude par rapport à une population plus large : le score percentile donne le pourcentage d'individus qui ont répondu moins bien que l'enfant en question.

II.a.1. Mémoire à court terme & II.a.2. Mémoire de travail

Pour estimer la mémoire à court terme et la mémoire de travail, nous avons utilisé le test « mémoire des chiffres » de Wechsler (WISC-R) [16]. La mémoire à court terme permet la rétention temporaire directe d'informations. La mémoire de travail est aussi une mémoire à court terme, mais qui permet de manipuler les informations maintenues temporairement. L'exemple clé pour illustrer la mémoire de travail est la rétention active d'un numéro de téléphone, durant un bref laps de temps, avant de pouvoir le noter ou l'inscrire dans notre téléphone portable.

Pour évaluer la mémoire à court terme, nous avons utilisé le test « mémoire des chiffres en ordre directe » (MCOD) : l'enfant doit répéter oralement après l'expérimentateur des séries de chiffres de plus en plus longues (allant de 2 à 8 chiffres par série). Pour la tâche de mémoire de travail, il doit répéter les séries à l'envers, « mémoire des chiffres en ordre indirect » (MCOI). Les scores pour MCOI et MCOI représentent le nombre de séries correctement répétées.

Nous avons sélectionné ces tâches parce qu'elles sont censées de sous-tendre les activités musicales [17], aussi chez les enfants non musiciens [18].

II.a.3. Mémoire verbale, 15 mots de Rey

Les expérimentateurs présentent oralement une liste de 15 mots (sans rapport entre eux) aux enfants, répétés au cours de cinq essais différents. La tâche consiste à répéter autant de mots corrects que possible après une pause d'environ 10 secondes. Chaque fois, la liste est lue à haute voix en premier. Les essais 2 à 5 sont effectués immédiatement après l'essai 1. Après un délai d'environ 50 minutes, l'enfant doit de nouveau citer autant de mots que possibles, mais cette fois-ci, sans présentation orale préalable. Les scores correspondent au nombre de mots correctement répétés, l'essai 1 (Rey-1) correspondant à la mémoire verbale à court terme, la moyenne des essais 2 à 5 (Rey-2) représentant l'apprentissage verbal, et l'essai après délai (Rey-3) évaluant la mémoire verbale à long terme.

On sait que l'apprentissage verbal et la mémoire sont souvent corrélés avec les capacités musicales, du moins chez les enfants entraînés musicalement [19,20].

II.b.1. Tâche d'attention focalisée

Pour évaluer l'attention visuelle sélective ou focalisée des enfants, nous avons utilisé le test d'attention D2 [21]. L'enfant doit barrer le plus vite possible des lettres « d » parmi une série de « d » et de « p », et ceci quand les lettres sont associées à deux traits/apostrophes (soit une au-dessus et une en-dessous, soit les deux au-dessus, ou les deux en-dessous). Seuls doivent être barrés les « d » assortis de deux traits au total. Le test comprend 14 lignes de 47 items disposés de façon quasi-aléatoire. L'enfant dispose de 20 secondes par ligne et doit passer immédiatement à la prochaine ligne au signal de l'expérimentateur. D'abord, les enfants effectuent une série d'essais pour les familiariser avec la tâche. La mesure des résultats (D2) fournit le nombre d'éléments marqués moins le nombre d'erreurs et d'omissions, pendant un laps de temps limité. Dans la **Figure 3** quelques items d'une ligne du D2 sont visualisés.

Nous avons sélectionné cette tâche dans la mesure où l'attention focalisée est essentielle pour traiter une musique qui évolue rapidement dans le temps, en supposant que l'attention visuelle et auditive partagent des ressources communes [22].

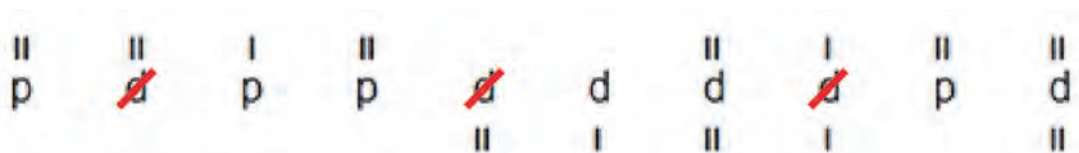


Figure 3, Items exemples du D2, avec les réponses correctes barrées en rouge.

II.c.1. Les Matrices subtest du WISC-IV

Afin d'évaluer les capacités de raisonnement matriciel (raisonnement abstrait) des enfants, nous avons utilisé le sous-test des Matrices du WISC-IV [23]. Différentes feuilles avec des séries de trois images sont présentées aux enfants. Leur tâche consiste à trouver la 4^{ème} image qui complète correctement la série parmi plusieurs distracteurs (**Figure 4**). Pour familiariser les enfants avec cette tâche, ils ont commencé par trois essais. Pour les tâches réelles, les feuilles augmentaient en difficulté, devenant de plus en plus abstraites. Les enfants travaillent sur la tâche jusqu'à répondre incorrectement à quatre feuilles consécutives sur cinq. Le score final de Raisonnement Matriciel (RM) représente le nombre de feuilles (items) portant des réponses correctes.

Nous avons sélectionné cette tâche car le raisonnement abstrait est impliqué dans le traitement musical, les phrases musicales évoluant dans le temps en fonction de la syntaxe musicale, comme le langage [24].

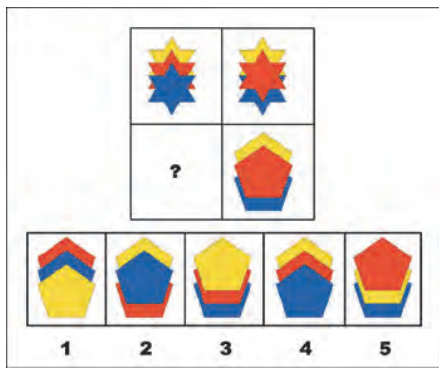


Figure 4, item des Matrices subtest, WISC IV. Réponse correcte à choisir parmi 5. (Réponse correcte : 4)

II.d.1. Tâches de vitesse de traitement de l'information visuelle et de flexibilité

Les Children's Color Trails Tests (CCTT) [25] sont des tests papier-crayon pour enfants et adolescents entre 8 et 16 ans. Dans la première partie (CCTT-1), l'enfant doit relier au crayon dans un ordre croissant et le plus vite possible des nombres de 1 à 15 situés dans des cercles de couleur rose ou jaune. Cette tâche évalue surtout la vitesse de traitement visuo-motrice. La deuxième partie présente les chiffres 1 à 15 deux fois, une fois en rose et une fois en jaune, et l'enfant doit relier les nombres dans l'ordre en alternant les couleurs (**Figure 5**). La deuxième tâche évalue à la fois la vitesse de traitement visuo-motrice et la flexibilité cognitive, qui permet de passer plus rapidement d'un concept à un autre. Pour les analyses, nous avons utilisé des scores percentiles.

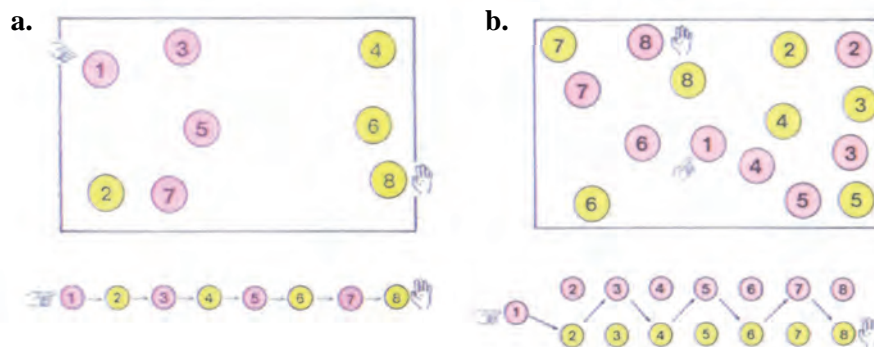


Figure 5, Feuilles d'entraînement a. CCTT-1 b. CCTT-2

III.a. Test sensorimoteur de dextérité et de coordination bi-manuelle

Nous avons aussi utilisé le Purdue Pegboard (**Figure 6**) [26], qui évalue la dextérité manuelle. Il se présente sous forme d'une planche d'environ 30 x 40 cm avec en haut des creusets qui contiennent des tiges, des rondelles et des tubes métalliques de petite dimension. L'épreuve complète compte quatre parties : 1) épreuve main droite (PP-MD), 2) épreuve main gauche (PP-MG), 3) épreuve des deux mains (PP-DM) et 4) épreuve d'assemblage (PP-Ass). Les parties 1 à 3 consistent à prendre et insérer le plus rapidement et le plus précisément possible les tiges dans les trous dans la planche avec la main droite, la main gauche et avec les deux mains, du haut vers le bas. Elles sollicitent la motricité grossière des mains et des doigts. La partie 3 évalue en plus la coordination bi-manuelle. La partie 4 consiste à faire des assemblages de plusieurs pièces métalliques (tiges, rondelles et tubes) avec les deux mains, sollicitant la dextérité fine des bouts des doigts ainsi que la coordination bi-manuelle. C'est le test le plus difficile.

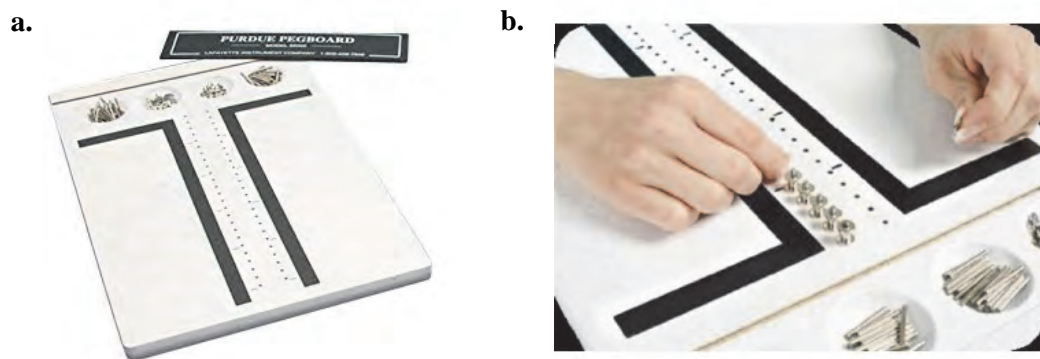


Figure 6 : Le Purdue Pegboard. **a.** Le dispositif ; **b.** Le sous-test d'assemblage

Références tests

15. Gordon, E. E. (1989). Manual for the advanced measures of musical audiation. In Chicago (IL): GIA Publications.
16. Wechsler, D. (2005). WISC-IV : échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants et adolescents. Paris: ECPA.
17. Degé, F., Kubicek, C., & Schwarzer, G. (2015). Associations between musical abilities and precursors of reading in preschool aged children. *Frontiers in Psychology*, 6, 1220-1220.
18. James, C. E., Cereghetti, D. M., Rouillet Tribes, E., & Oechslin, M. S. (2015). Electrophysiological evidence for a specific neural correlate of musical violation expectation in primary-school children. *NeuroImage*, 104, 386-397.
19. Chan, A. S., Ho, Y. C., & Cheung, M. C. (1998). Music training improves verbal memory. *Nature*, 396(6707), 128.
20. Roden, I., Kreutz, G., & Bongard, S. (2012). Effects of a school-based instrumental music program on verbal and visual memory in primary school children: a longitudinal study. *Front Psychol*, 3, 572.
21. Brickenkamp, R., & Zillmer, E. (1998). The D2 Test of Attention. Seattle: Hogrefe & Huber Publishers.
22. Fougny, D., Cockhren, J., & Marois, R. (2018). A common source of attention for auditory and visual tracking. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 80(6), 1571-1583.
23. Wechsler, D. (2004). The Wechsler intelligence scale for children—fourth edition. San Antonio, TX: Pearson Assessment.
24. Patel, A. D. (2012). Language, music, and the brain: a resource-sharing framework. In P. Rebuschat, M. Rohrmeier, J. A. Hawkins, & I. Cross (Eds.), *Language and Music as Cognitive Systems*. Oxford: Oxford University Press.
25. Llorente, A. M., Williams, J., Satz, P., & D'Elia, L. F. (2003). *Children's Color Trails Test professional manual*. Lutz, FL: Psychological Assessment resources.
26. Lafayette Instrument (2002). Purdue pegboard test – model 32020 user instructions, 1-42.

2. Résultats longitudinaux (2016-2018)

a. Résultats détaillés

2.a.1 Analyses

Les groupes se composaient de classes entières au sein des établissements scolaires. Le programme *Orchestre en Classe* (OC) était assigné au hasard à deux classes, les classes restantes suivant la formation musicale standard.

Le moment avant le début d'une intervention est appelé situation de départ (*baseline*, en anglais). A ce moment-là, les performances moyennes des groupes OC et témoin étaient parfois différentes pour les résultats aux différents tests. Pour faire face à cette réalité, et nous concentrer uniquement sur le *développement* des enfants dans les deux groupes indépendamment de leur performance initiale, nous avons analysé les données à l'aide de modèles linéaires mixtes dans lesquels nous avons incorporé la performance lors de la situation de départ.

Un modèle linéaire cherche à confirmer ou infirmer un lien entre des variables : est-ce que pratiquer la musique (variable indépendante ou explicative) peut changer le comportement cognitif ou sensorimoteur (variable dépendante ou observée) ? Les modèles linéaires mixtes permettent en plus



d'incorporer d'autres variables au sein du modèle, pour les « contrôler ». Ce sont des outils statistiques modernes, permettant de mieux modéliser la réalité.

En principe, on modélise l'effet du groupe (OC et témoin) comme facteurs ou variables explicatifs des scores aux tests, les variables observées. Mais les scores ne sont pas uniquement déterminés par les interventions musicales.

Pour cette raison, tous les modèles incorporaient les variables âge, genre, latéralité (si l'enfant est droitier ou gaucher) et la valeur du score à la situation de départ, qui peuvent toutes influencer le comportement après une (T1) ou deux années (T2). En total 7 enfants gauchers ont participé, 4 dans le groupe OC et 3 dans le groupe témoin.

Trois modèles différents ont été estimés, qui modélisaient 1) l'évolution dans le temps (T1 à T2), 2) l'effet du groupe (quel groupe présente les meilleurs scores) et 3) leur interaction : est-ce que les groupes évoluent dans le temps selon une même logique ou l'évolution dans le temps est-elle différente ?

Ensuite, en utilisant des tests du rapport de vraisemblance (likelihood-ratio tests), nous avons vérifié la significativité statistique de l'évolution dans le temps, de l'effet de groupe et de leur interaction, en comparant les différents modèles linéaires mixtes.

Pour finir, on répond aux deux questions suivantes pour les scores à chaque test :

1. Est-ce que le développement des scores des deux groupes diffère en fonction du temps (T1 vs T2) ? C'est l'effet de l'interaction.
2. Est-ce que les groupes diffèrent entre eux, T1 et T2 confondus ? C'est l'effet de groupe.

2.a.2. Présentation des résultats pour chaque test

Nous allons décrire les résultats des comparaisons de tous les tests entre le groupe *Orchestre en Classe* (OC) et le groupe témoin en respectant les numéros du sous-chapitre 1.e.

I.a. Le “Advanced Measures of Music Audiation” de Gordon (AMMA; voir **Figure 7.a., b. & c.**)

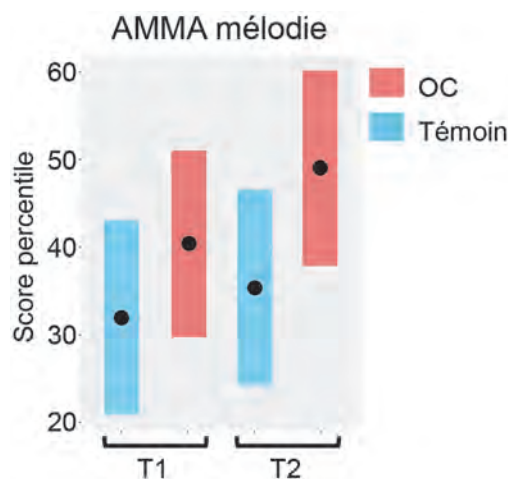


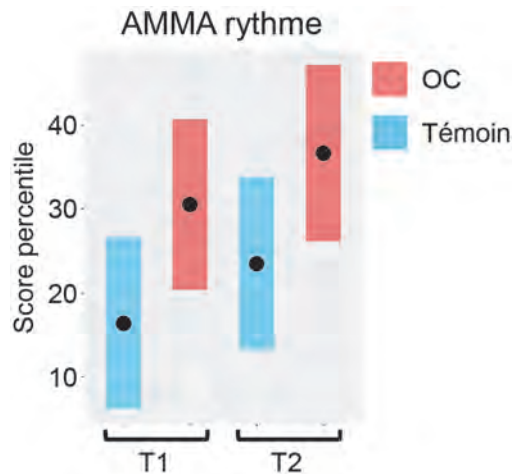
Figure 7.a.

Le sous-score tonal (« mélodie ») du test d'aptitude musicale AMMA montre un progrès plus grand pour le groupe OC comparé au groupe témoin.

Les scores percentiles du sous-score tonal sont représentés par leur moyenne estimée par le modèle (cercle noir), entouré par les intervalles de confiance à 95% (rectangles en bleu (témoin) et en rouge (OC)). Les scores sont corrigés pour la performance au test à T0 (situation de départ).

La différence entre les groupes est significative¹ ($p=0.025$), pour les scores après une année (T1) et après deux ans (T2) confondus.

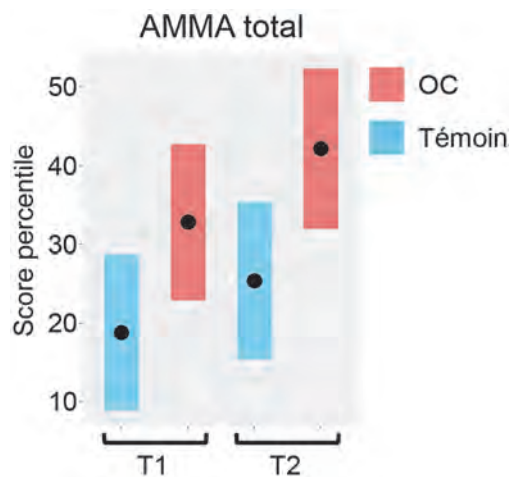
¹ En statistique, une valeur p représente la probabilité que l'hypothèse nulle, l'idée qu'une théorie testée soit fautive, se produise. En général, un résultat de test doit obtenir une valeur p inférieure à 0.05 (5%) pour que l'expérience soit considérée comme une preuve de l'hypothèse alternative, l'idée la théorie testée soit juste. Parfois on qualifie des p-valeurs entre 0.05 et 0.1 de « tendancielles », c'est-à-dire, qui indique une tendance, plutôt que complètement non significative.

**Figure 7.b.**

Le sous-score rythmique du test d'aptitude musicale AMMA montre un progrès plus grand pour le groupe OC comparé au groupe témoin.

La représentation des données est la même que dans le graphique précédent.

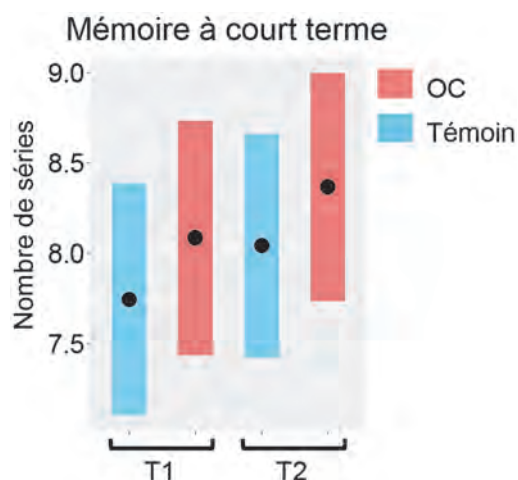
La différence entre les groupes est significative ($p=0.005$), pour les scores après une année (T1) et après deux ans (T2) confondus.

**Figure 7.c.**

Le score total du test d'aptitude musicale AMMA montre un progrès plus grand pour le groupe OC comparé au groupe témoin.

La différence entre les groupes est significative ($p=0.001$), pour les scores après une année (T1) et après deux ans (T2) confondus.

II.a.1. *Mémoire à court terme (MCOD ; Figure 8.a.)* & II.a.2. *Mémoire de travail (MCOI ; Figure 8.b.)*

**Figure 8.a.**

Le score MCOI, évaluant la mémoire à court terme simple, ne montre pas de différences de développement pour le groupe OC comparé au groupe témoin. Les deux groupes se développent de manière similaire.

Même si les moyennes estimées sont plus élevées à T1 et T2 pour le groupe OC, ces différences n'atteignent pas le seuil de la significativité.

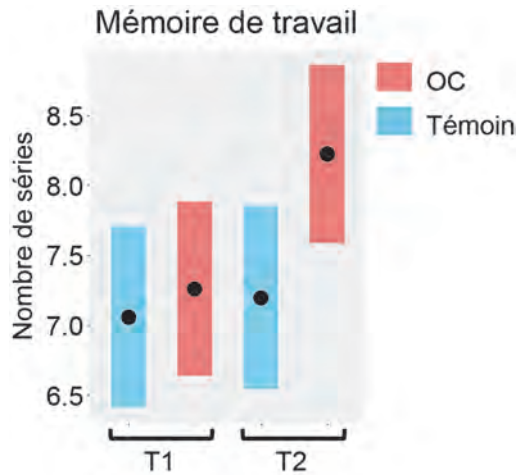


Figure 8.b.

Le score MCOI, évaluant la mémoire de travail, montre un progrès plus grand pour le groupe OC comparé au groupe témoin.

La différence entre les groupes est significative ($p=0.031$), pour les scores après une année (T1) et après deux ans (T2) confondus. La différence est beaucoup plus importante après deux ans.

II.a.3. *Mémoire verbale, 15 mots de Rey (Figure 9)*

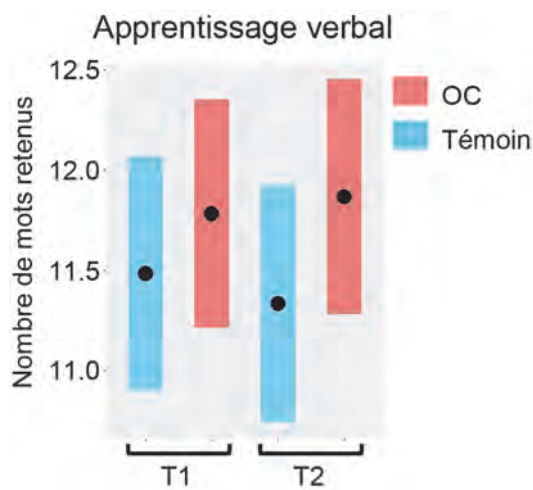


Figure 9

Seulement pour Rey-2, le score moyen des essais 2 à 5, représentant l'apprentissage verbal, les résultats montrent un développement plus accentué pour le groupe OC, T1 et T2 confondus, mais les résultats ne sont pas significatifs ($p=0.098$), seulement tendanciels.

Les scores pour le premier essai (Rey-1) qui représente la mémoire verbale à court terme, ainsi que l'essai après délai (Rey-3) représentant la mémoire verbale à long terme, ne donnent pas lieu à des différences significatives dans le développement pour le groupe OC comparé au groupe témoin. Les deux groupes se développent donc de manière similaire.

II.b.1. *Tâche d'attention focalisée (Figure 10)*

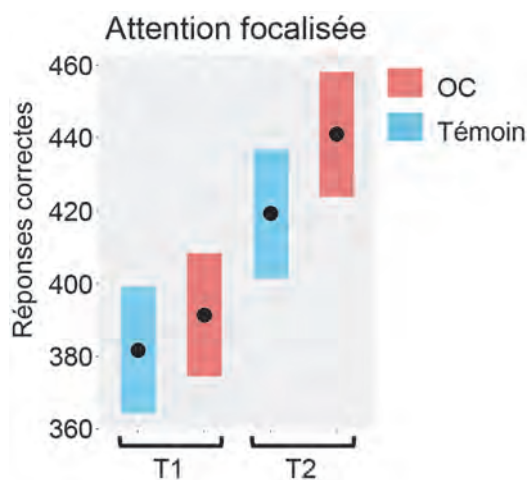


Figure 10

Le score D2, barrage de signes, évaluant l'attention focalisée, montre un progrès plus grand pour le groupe OC comparé au groupe témoin.

Cette différence entre les groupes est significative ($p<0.044$), pour les scores après une année (T1), et après deux ans (T2) confondus

II.c.1. *Les Matrices subtest du WISC-IV (Figure 11).*

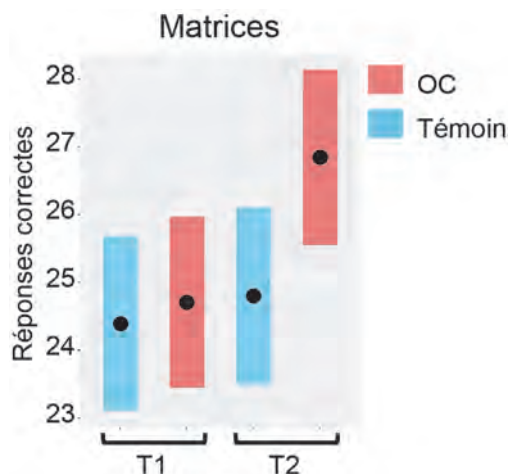
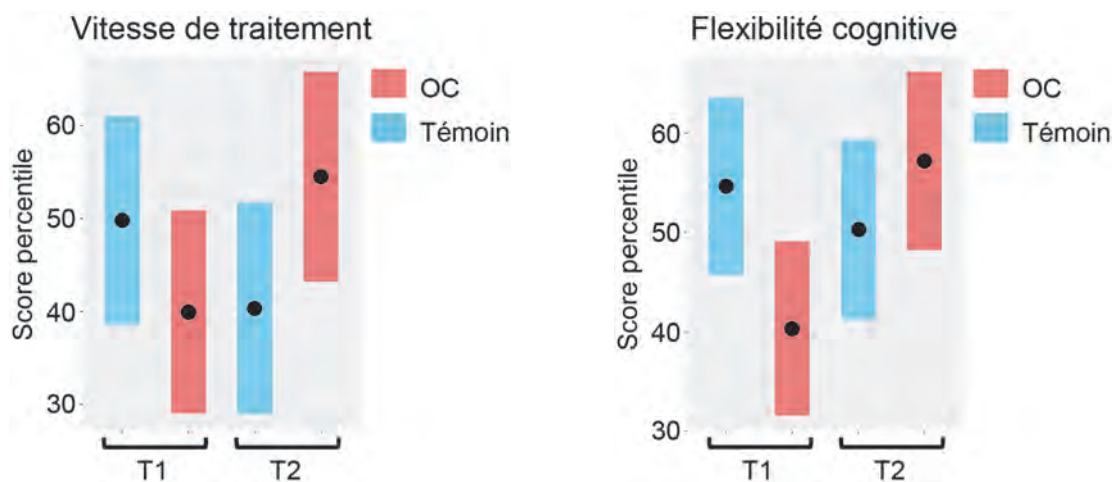


Figure 11

Le score aux Matrices, évaluant le raisonnement matriciel, montre un progrès plus grand pour le groupe OC comparé au groupe témoin.

Cette différence est significative ($p=0.033$), pour les scores après une année (T1) et après deux ans (T2) confondus. La différence est beaucoup plus importante après deux ans.

II.d.1. *Tâches de vitesse de traitement de l'information visuelle (CCTT-1) et de flexibilité (CCTT-2 ; Figures 12.a. & 12.b).*

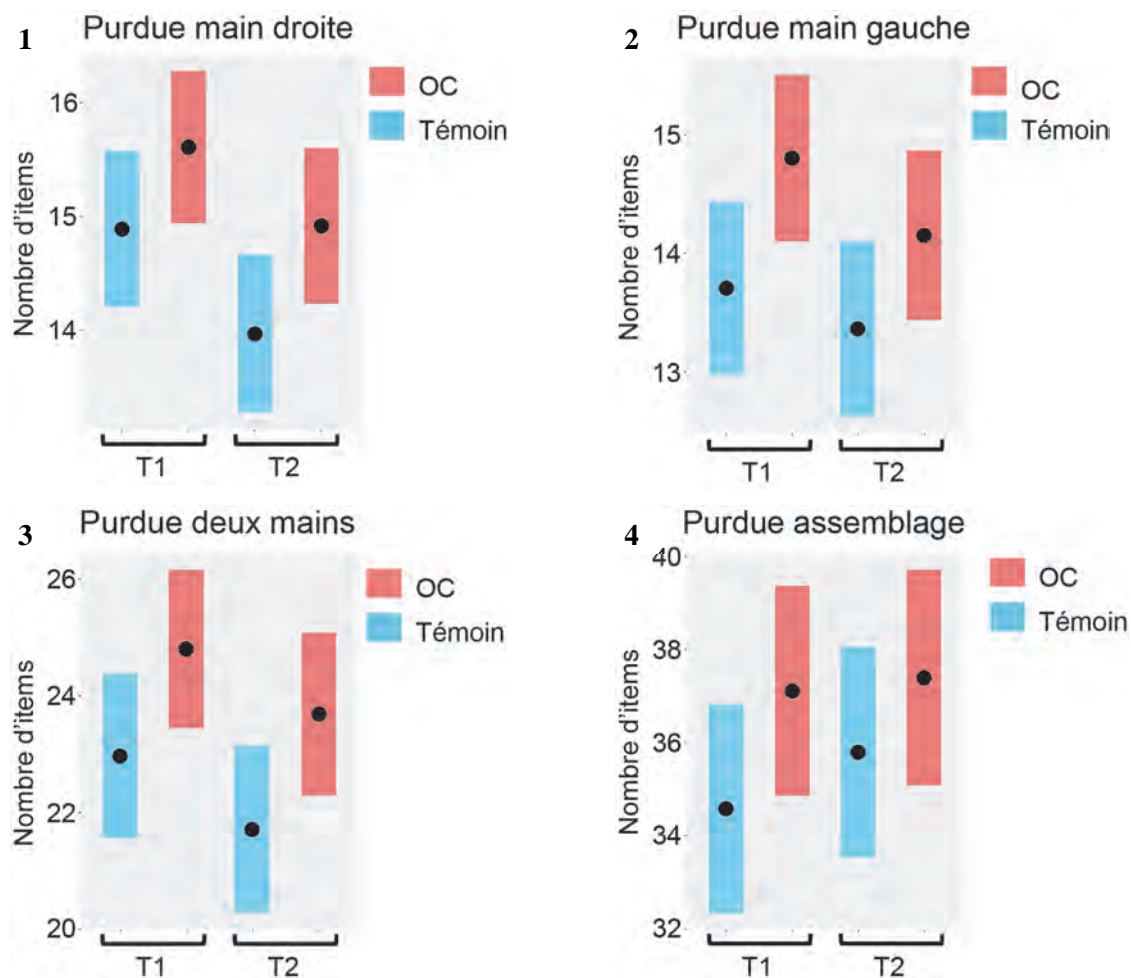


Figures 12.a. (panneau de gauche) et **12.b.** (panneau de droite)

Les deux sous-tests simple (CCTT-1) et complexe (CCTT-2) montrent la même tendance : à T1 le groupe témoin atteignait des scores plus élevés par rapport au groupe OC, mais à T2, le groupe OC les a rattrapés avec des scores moyens estimés plus élevés. Cet effet d'interaction² était significatif pour les deux tests ($p=0.008$ et $p=0.003$).

² Interaction : Les scores ne montrent pas un simple effet de groupe, mais l'effet est différent selon les points dans le temps T1 et T2.

III.a. Test sensorimoteur de dextérité et de coordination bi-manuelle (**Figures 13.a-d.**)



Figures 13.1-2. (panneau de haut) et **13.3-4.** (panneau de bas)

Les scores de la tâche main droite PP-MD (1), main gauche PP-MG (2), deux-mains PP-DM (3), et PP-Ass (4) montrent la même tendance. L'effet de groupe est significatif ($p=0.008$; $p=0.005$; $p=0.003$; $p=0.046$), les scores après une année (T1) et après deux ans (T2) confondus sont supérieurs pour le groupe OC. Toutefois, le plus grand progrès est fait à T1.



b. Discussion

Le but de cette étude était d'étudier les avantages potentiels d'une pratique musicale pour le développement des enfants concernant leurs capacités cognitives, musicales et sensorimotrices. Pour l'évaluation, nous avons comparé des enfants qui suivaient le programme *Orchestre en Classe* (OC) durant deux ans, avec des enfants de groupes témoins, qui suivaient des cours de musique standards à l'école de mêmes durée et fréquence. Nous avons utilisé une batterie de tests dans les trois domaines (musical, cognitif et sensorimoteur), à trois reprises dans le temps

Transfert d'apprentissage proche

Les résultats montrent un développement renforcé des capacités musicales liées à un transfert d'apprentissage proche : les enfants sont entraînés en musique et deviennent plus performants dans ce domaine, même s'ils ne sont pas entraînés à ce test spécifique. Cette observation démontre clairement l'efficacité du programme OC.

Transferts d'apprentissage lointains

En outre, on constate un transfert d'apprentissage lointain dans deux domaines, la cognition générale et les capacités sensorimotrices. L'apprentissage lointain implique que les capacités entraînées dépassent les bornes du domaine entraîné. Ceci s'explique de notre point de vue par l'entraînement de compétences sous-jacentes à la pratique musicale et à d'autres domaines.

Capacités cognitives

Nous avons observé un développement plus marqué par rapport à la mémoire de travail, l'attention focalisée, la vitesse de traitement de l'information visuelle et la flexibilité cognitive, ainsi que pour le raisonnement matriciel. De notre point de vue, ces opérations sont également impliquées dans la pratique d'un instrument comme les instruments à cordes, ainsi que dans le jeu d'ensemble (au sein de l'orchestre).

En produisant de la musique, la mémoire de travail est fortement sollicitée. Plus fortement que la mémoire à court terme simple, parce qu'il faut non seulement retenir les notes formant une mélodie ou pattern dans l'ordre, mais également savoir « manipuler » ces informations : comment la 2^{ème} partie de la mélodie est différente de la première ? Quelle note est plus difficile à produire et quand apparaît-elle dans la séquence mélodique ? Si l'enfant fait une erreur : comment s'organiser pour se retrouver avec les autres et continuer la mélodie ? Si la mémoire à court terme simple et la mémoire à long terme sont comparables à un disque dur d'ordinateur, la mémoire de travail ressemble plutôt à la mémoire vive (Random Access Memory, ou RAM). Elle va chercher les informations sur le disque dur, pour les transformer en fonction des besoins.

La mémoire de travail et l'attention focalisée sont étroitement liées [27]. La mémoire de travail traite et manipule les informations essentielles pour réussir une tâche, sélectionnés par l'attention focalisée parmi la foule d'informations disponibles.

En jouant d'un instrument à cordes, d'autant plus dans une situation de jeu d'ensemble, il faut traiter un grand nombre d'informations auditives et visuelles rapidement. Le traitement de l'information et la flexibilité font donc partie intégrante du jeu d'orchestre et ceci d'autant plus que la musique jouée est plus complexe et intègre une lecture de partition.

Toutefois, les résultats des CCTT tests étaient quelque peu controversés, avec un progrès plus grand pour le groupe témoin après une année, et une récupération avec des scores plus élevés après deux ans pour le groupe OC. Nonobstant, le développement pour le groupe OC semble stable. En outre, la lecture de partitions musicales prend une place plus importante durant la 2^{ème} année d'enseignement du programme OC.

Mémoire de travail, attention et traitement de l'information sont des « briques de base » qui sous-tendent d'autres opérations mentales plus complexes dont le raisonnement abstrait, testé ici par le raisonnement matriciel [28].



Les avantages observés pour la cognition générale découlent donc très probablement du fait que la musicalité humaine est une activité cognitive, impliquant des opérations de base diverses.

Il est très encourageant qu'une étude de Bergman Nutley et collègues [29] ait également démontré des avantages pour la mémoire de travail, le traitement de l'information et le raisonnement matriciel. Les enfants et jeunes adultes impliqués dans leur recherche longitudinale avaient toutefois reçu plusieurs années de cours privés de pratique musicale.

Notre étude se distingue car les enfants participants étaient entraînés au sein du programme scolaire, dans un quartier populaire, dans des classes entières, et sur 2 ans.

Capacités sensorimotrices

Quand on apprend à jouer d'un instrument complexe, comme un instrument à cordes frottées, les capacités sensorimotrices sont fortement sollicitées. Elles sont guidées par des rétroactions auditives et sensorielles. Par exemple, l'enfant évalue : est-ce que les sons que je produis correspondent à mes attentes auditives et sensorielles ? Est-ce que le ressenti dans mes doigts et dans mes bras correspond à ces mêmes attentes ? Petit à petit, les mouvements et les sons produits deviennent de plus en plus congruents. S'ajoute encore la rétroaction visuelle : est-ce que mes doigts et mes bras bougent bien selon mes attentes ? Est-ce que l'enseignant-e bouge de la même façon ?

Pour le transfert d'apprentissage de la pratique musicale vers la performance au Purdue Pegboard (PP) test, nous avons observé une évolution plus grande pour les quatre sous-tests, impliquant la dextérité manuelle et surtout la coordination bimanuelle pendant la 1^{ère} année. Récemment des chercheurs ont également observé des scores plus élevés pour le PP chez des enfants plus jeunes (âge moyenne 8.3 ans au début, entraînements de 24 semaines) au sein d'écoles publiques suivant des cours de musique impliquant la pratique musicale sur de petits instruments de musique type « Orff³ » [30]. Les enfants dans les groupes témoins dans notre étude ont également pratiqué des petits instruments de percussion et des xylophones, et les 8 enfants supplémentaires dans le groupe témoin ont même pratiqué la flûte à bec. Le fait que les instruments à cordes frottées demandent une coordination bimanuelle et une dextérité manuelle et digitale très exigeante explique l'avantage observé chez le groupe OC par rapport au groupe témoin. Cet avantage était le plus marqué pour la tâche la plus complexe, le sous-test d'assemblage, qui montrait un développement plus marqué à T1 et à T2.

Apprentissage verbal

Étonnamment, nous n'avons pas observé d'avantages pour la mémoire ou pour l'apprentissage verbal, pourtant décrits dans la littérature comme une conséquence de la pratique musicale. Toutefois, cet effet est controversé et est observé en général chez l'enfant pratiquant la musique dès son jeune âge et recevant des cours privés [31,32].

Dans le contexte de notre étude, il est possible qu'apprendre du vocabulaire soit entraîné fortement au sein de toutes les classes 7P et 8P, cachant l'avantage éventuel d'un entraînement musical simultané. En outre, les classes témoins ont aussi pratiqué la musique à un degré moins intense (chorale, flûte à bec). Finalement, les scores au test Rey-2, mesure de l'apprentissage verbal, montraient des moyennes plus élevées à T1 et à T2, mais le seuil de la significativité n'était pas atteint. Avec un plus grand nombre de participants, ou un entraînement plus long ou plus précoce, le seuil de significativité aurait peut-être pu être atteint.

Autres aspects facilitants de la pratique musicale

Selon certains auteurs [32], les aspects motivationnels et émotionnels des activités musicales seraient aussi une explication pour la facilitation de l'apprentissage. Les pièces musicales travaillées au sein du programme OC étant diverses et riches, un état émotionnel enrichi pourrait former un échafaudage pour un apprentissage renforcé par une motivation forte et intrinsèque.

³ L'instrumentaire « Orff » s'est inspiré des musiques du monde et comprend un ensemble d'instruments à lames et percussions (xylophones, métalphones, timbales, grosses caisses, tambourins, etc.).

Limites

Notre batterie de tests était certes large, mais nous n'avons utilisé qu'un seul test par capacité musicale, cognitive ou sensorimotrice. Ceci est la conséquence d'un compromis entre l'étendue de la batterie et la durée de passage des tests. Nous ne pouvons donc pas tirer de conclusions au-delà des tests utilisés.

En outre on peut se demander si les avantages observés resteront stables dans le temps. Toutefois, l'influence positive sur l'intelligence (QI) d'une pratique musicale comparée à d'autres activités artistiques s'est démontrée durable dans le temps [33]. Les auteurs concluent que pratiquer la musique pendant l'enfance a un effet *positif modéré mais durable* sur l'intelligence et les performances académiques. Une étude récente sur les jumeaux a montré que jouer d'un instrument de musique pendant sa jeunesse, en tenant compte du genre, de l'éducation et de l'activité physique, réduisait le risque de démence et de troubles cognitifs à un âge avancé [34], et de même chez d'autres individus âgés [35].

c. Conclusion

Notre étude est originale, car nous avons étudié l'influence de la pratique musicale sur le développement cognitif et sensori-moteur d'enfants à l'école publique dans des quartiers populaires du Canton de Genève. Les enfants ont suivi seulement des cours en groupe, pratiquant quatre instruments à cordes différents, avec très peu de temps pour l'instruction individuelle.

Toutefois, ce programme a provoqué un développement accru dans un spectre cognitif et sensorimoteur large. Nous pensons que la formule « orchestre en Classe » impliquant le jeu d'ensemble, a joué un rôle important.

La pratique musicale en groupe tel que le programme Orchestre en Classe au sein des écoles primaires peut donc renforcer le développement cognitif et sensorimoteur sur différents plans et ainsi mieux préparer les enfants pour l'enseignement secondaire.

Idéalement, le programme Orchestre en Classe devrait être offert à tous les enfants dans les écoles primaires publiques à Genève et ailleurs, de préférence à partir d'un âge plus précoce et sur une période plus longue que dans notre étude.

Enfin et surtout, faire de la musique donne chez la plupart des enfants une grande satisfaction, et augmente sans doute le bien-être et la cohésion dans les classes.

Nous terminons par une citation de Nietzsche : « Sans musique, la vie serait une erreur ».

Références Discussion & Conclusion

27. Fougny, D. (2008) The Relationship between Attention and Working Memory. In: Johansen, N.B., Ed., *New Research on Short-Term Memory*, Nova Science Publishers, Hauppauge, 1-45.
28. Cowan, N. (2014). Working Memory Underpins Cognitive Development, Learning, and Education. *Educ Psychol Rev*, 26(2), 197-223.
29. Bergman Nutley, S., Darki, F., & Klingberg, T. (2014). Music practice is associated with development of working memory during childhood and adolescence. *Front Hum Neurosci*, 7, 926.
30. Martins, M., Neves, L., Rodrigues, P., Vasconcelos, O., & Castro, S. L. (2018). Orff-Based Music Training Enhances Children's Manual Dexterity and Bimanual Coordination. *Frontiers in Psychology*, 9(2616).
31. Roden, I., Kreutz, G., & Bongard, S. (2012). Effects of a school-based instrumental music program on verbal and visual memory in primary school children: a longitudinal study. *Front Psychol*, 3, 572.
32. Ferreri, L., & Verga, L. (2016). Benefits of Music on Verbal Learning and Memory. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 34(2), 167. Schellenberg, E.G., Long-term positive associations between music lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, 2006. 98(2): p. 457-468.
33. Schellenberg, E. G. (2006). Long-term positive associations between music lessons and IQ. *Journal of educational psychology*, 98(2), 457-468.
34. Balbag, M. A., Pedersen, N. L., & Gatz, M. (2014). Playing a Musical Instrument as a Protective Factor against Dementia and Cognitive Impairment: A Population-Based Twin Study. *Int J Alzheimers Dis*, 2014, 836748.
35. White-Schwoch, T., Woodruff Carr, K., Anderson, S., Strait, D. L., & Kraus, N. (2013). Older adults benefit from music training early in life: biological evidence for long-term training-driven plasticity. *J Neurosci*, 33(45), 17667-17674.

3. Suite de l'étude

a. Valorisations scientifiques et professionnelles.

Les données « situation de départ » ont été publiées dans le journal professionnel *l'Éducateur* (Annexe) :

- James, C. E. (2018). La musique à l'école, à quoi bon ? *Educateur* 2018/2.

Les données longitudinales seront soumises au printemps 2019 à :

- Un journal international de haut niveau, destine donc à la communauté scientifique
- A la revue *l'Éducateur* (destinées aux enseignants du primaire) ; article déjà accepté

b. Présentations aux professionnels de la musique, au Département de l'instruction publique (DIP) et aux enseignants de l'école primaire.

- Présentation du 12 mars à la HEdS ; invité-e-s DIP, enseignant-e-s du primaire, enseignant-e-s de musique, monde de la santé, politique locale
- Présentation aux Professeur-e-s de la Conservatoire populaire de musique, danse et théâtre et de l'Institut Jacques-Dalcroze (CEGM) : année académique 2019 – 2020

c. Présentations lors de congrès scientifiques.

- Conférence sur invitation au Congrès « Learning and Plasticity meeting » 7-10 Avril 2019, Äkäslompolo, Finlande.
- Soumission pour une présentation lors du 2nd European Music School Symposium, 10-11 October 2019, Vienna, Austria.

d. Présentations aux étudiants en psychologie, en neurosciences et en santé

- Cours de Master en Psychologie et de Master en neurosciences de la FPSE, étudiant-e-s de la HEdS (lors des cours sur l'interprofessionalité) semestre de printemps et d'automne 2019 et au-delà.

e. Autres médias

- Interview dans le journal le Courrier par Sébastian Brunschwig, lundi 11 mars 2019 « Un orchestre en classe pour améliorer ses notes ».
<https://lecourrier.ch/2019/03/11/un-orchestre-en-classe-pour-ameliorer-ses-notes/>
- Interview en directe à la radio (RTS), par Benoît Perrier, émission « Magnétique » sur Espace 2, lundi 11 mars 2019, 17h.
<https://www.rts.ch/play/radio/magnetique/audio/le-magazine-de-toutes-les-musiques?id=10244193>
- Interview télévisé en directe, à Léman bleu, par Pascal Décaillet, dans l'émission "Yeux dans les Yeux", lundi 11 mars 2019, 19h.
<http://www.lemanbleu.ch/replay/video.html?VideoID=37582>
- Interview dans le Tribune de Genève, par Rocco Zacheo, mercredi 20 mars 2019, « Jouer d'un instrument, un pas précieux pour les enfants »
<https://www.tdg.ch/culture/jouer-instrument-decisif-enfants/story/14394935>

4. Remerciements

L'équipe souhaite remercier les directeur-trice-s et enseignant-e-s des établissements scolaires participant à cette recherche, et tout particulièrement Madame Magali Peyron, directrice de l'Établissement Bois-des-Arts / Adrien-Jeandin pour son formidable soutien. Nous remercions également tous les enfants impliqués. Nous remercions aussi cordialement Monsieur Christian Forgnone, Directeur de l'établissement Marcelly / Pont-Bochet et Madame Sophie Decorzant de l'école Cérésole.

Nous aimerions enfin remercier CARIGEST SA qui a saisi l'importance de cette étude et a conseillé un généreux mécène de financer l'intégralité de ce travail.

La musique à l'école: à quoi bon?

Apprendre à jouer d'un instrument de musique à l'école publique est encore une exception en Suisse romande. Pourtant les bienfaits de la pratique musicale semblent multiples. Une étude sur deux ans évaluera l'impact de l'initiative «Orchestre en classe» sur le développement de l'enfant tout-venant.

Clara E. James, professeure ordinaire, responsable de l'Institut de recherche (IR-HEdS), Haute école de santé de Genève – HES-SO, co-investigateur: Matthias Kliegel, professeur ordinaire à la FPSE de l'UNIGE, collaborateur scientifique: Sascha Zuber, étudiant PhD et assistant en psychologie à la FPSE de l'UNIGE, auxiliaires de recherche: Laura Abdili & Diane Gervaise, étudiantes en MSc en psychologie

La compétence musicale est souvent considérée comme la petite sœur retardée du langage. Autant à l'école qu'à l'Université, son enseignement se situe généralement au second plan. Dans le monde scientifique, ce point de vue discutabile a été véhiculé par l'illustre professeur de psychologie Steven Pinker, de l'Université de Harvard aux États Unis, qui a postulé dans son livre *How the Mind Works*¹ que la musique est à considérer comme un *auditory cheese cake*, séduisant, bon à consommer, mais inutile pour le bon fonctionnement de l'être humain, un écho accidentel des fonctions supérieures comme le langage.

Toutefois, musique et langage se développent de manière parallèle chez l'enfant, suivant des étapes similaires. Selon une publication récente², apprendre une langue ne pourrait se faire sans une oreille «musicale», et pour les nouveau-nés, le langage serait une forme particulière de musique.

Une étude spectaculaire conçue par le professeur Stefan Koelsch, du Max-Planck-Institute à Leipzig, Allemagne³, a pu étayer ce postulat. Son équipe a mis en évidence à l'aide d'un scanner IRM⁴ que des zones bien particulières dites «auditives» du côté droit de la tête sont activées dans les cerveaux de nouveau-nés quand ils écoutent une musique tonale bien structurée. En opposition, une version randomisée «brouillée» de cette musique, comprenant pourtant les mêmes éléments physiques, n'active peu ou pas ces aires cérébrales spécifiques chez ces tout-petits. Par ailleurs, ce sont les mêmes aires qui s'activent chez l'adulte lors de l'écoute musicale. Une certaine compétence musicale semble donc faire partie du bagage de base de l'être humain. Nombreux sont les jeunes enfants qui chantent avant de parler, et on a pu montrer que, sans apprentissage spécial, des enfants appréhendent certaines structures spécifiquement musicales dès l'âge de 6 ans⁵.

De plus, la musique possède un pouvoir thérapeutique: des enfants autistes émettent parfois leurs premiers

mots durant une thérapie musicale spécifique à leur pathologie⁶, et certains aphasiques peuvent regagner partiellement la parole en passant par le chant⁷.

Pour mieux comprendre ces observations, il faut se plonger dans l'histoire évolutive de l'être humain. Pour le langage, on présume qu'il a joué un rôle dans l'évolution de l'espèce humaine, et a contribué à *la loi du plus fort*, au sens du *plus adapté*, suivant la théorie de Darwin. Qu'en est-il pour la musique? Dans le monde des animaux vertébrés, des communications sonores dotées de sens sont très fréquentes; les baleines à bosse, les oiseaux et certains primates s'avertissent d'un danger, de la localisation de la nourriture ou de leurs envies de reproduction par des séries structurées de sons, plus musicales que langagières⁸. Certains scientifiques présumant que chez l'être humain, un tel *protolangage* a précédé le langage au sens propre, et s'est montré crucial pour la survie⁹. En outre, l'écoute musicale active le *système de récompense* du cerveau humain, associant la musicalité à des événements biologiquement pertinents, rattachés à la survie¹⁰.

Un corps de littérature de plus en plus solide¹¹⁻¹⁴ démontre un impact de la pratique musicale sur d'autres domaines de compétence: la mémoire verbale, la lecture, le traitement visuo-spatial, les fonctions exécutives, l'attention, le raisonnement logique, et selon certains auteurs même les compétences mathématiques. Ceci s'expliquerait par le fait que la pratique musicale couvre un champ de compétences large et diversifié, allant de la sensorimotricité aux activités cognitives du plus haut niveau. Des régions largement distribuées dans le cerveau, qui soutiennent toutes ces fonctions, sont entraînées et mieux coordonnées suite à cette pratique.

Toutefois, l'enseignement de la pratique musicale de qualité est souvent limité à une population privilégiée pour des raisons économiques, de culture et d'accessibilité.

Dans ce contexte, une équipe de chercheurs de la Haute école de santé de Genève et de la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation de l'Université de Genève propose d'évaluer l'impact d'une pratique musicale intensive sur des enfants «tout-venant». Pour ce faire, les chercheurs suivent durant deux ans des classes d'enfants dans des établissements scolaires publics du canton de Genève, qui participent à l'initiative «Orchestre en classe», assurée par l'Accademia d'Archi, une école de musique accréditée par le DIP¹⁵. Au sein de leur école, certaines classes de 7e et 8e primaires HarmoS, reçoivent en collectif (en *classe d'orchestre*) l'enseignement d'un cours d'instruments à cordes: violon, alto, violoncelle et contrebasse, donnés par des musiciens professionnels, tous professeurs à l'Accademia d'Archi. Ils suivent deux cours de 45 minutes par semaine et sont invités aussi à s'exercer régulièrement à la maison. Le but de cette étude dite «longitudinale» est de comparer les performances musicales, motrices mais surtout cognitives de ces enfants avec celles de leurs camarades qui ne participent pas à ce projet. Une première récolte de données a eu lieu en juin 2016, en fin de 6e HarmoS, avant que les cours de musique ne débutent. Environ septante enfants, pour la grande majorité sans aucune instruction musicale préalable, ont passé des tests psychométriques sur la mémoire, l'attention, les fonctions exécutives, la vitesse de traitement, la dextérité manuelle et bien évidemment les capacités musicales. Une deuxième récolte de données s'est achevée fin septembre 2017 et une dernière aura lieu en juin 2018.

Les données de 2016 ne donnent bien évidemment pour l'instant aucune information sur l'impact potentiel de la pratique musicale sur le développement cognitif et sensorimoteur de l'enfant. Toutefois, les informations récoltées sont déjà une source d'information riche: peu de recherches se sont penchées sur les liens entre la compétence musicale, la cognition générale et les fonctions sensorimotrices chez l'enfant tout-venant, relativement inexpérimenté en matière de musique. Déceler d'éventuelles relations entre ces domaines de compétence permettra aussi de méditer sur les possibles effets d'un entraînement musical.

D'ores et déjà deux résultats saillants de ces premières analyses semblent pertinents pour les enseignants.

Tout d'abord, conformément aux attentes des chercheurs et selon des études antérieures de l'équipe de recherche¹⁶, les compétences musicales sont liées à la mémoire de travail, une capacité sollicitée par exemple quand il faut retenir quelques minutes un numéro de téléphone pendant que d'autres événements surgissent, ainsi qu'à la mémoire à court terme. Autrement dit, un enfant avec une bonne mémoire effectue mieux le test de musique de notre batterie de tests, consistant à évaluer si deux mélodies sont identiques ou différentes. Il s'agit d'une observation plausible, puisque, pour bien comprendre ou produire des phrases musicales, une mise à jour de la mémoire en continu est indispensable. En anticipant, on peut alors supposer qu'un entraînement musical pourrait renforcer ces types de mémoire qui constituent des briques de base essentielles de l'intelligence. Par répercussion, une cascade

d'influences positives, au-delà de la sphère musicale, avec par exemple de meilleures capacités de mémoire verbale, d'attention ou de vitesse de traitement de l'information pourrait donc être déclenchée.

Un autre résultat, non anticipé et surprenant, consiste en l'existence d'une relation statistique entre les scores en motricité fine et en pensée logique. Une idée incrustée dans notre société est que l'habileté et la pensée abstraite relèvent de domaines d'intelligence bien séparés: l'enfant qui a de la peine à l'école va devenir plombier ou couturière. Cependant, on démontre ici que les scores à un test de coordination bimanuelle et à un test du raisonnement logique sont positivement associés. L'utilisation du terme «intelligence procédurale» semble donc mieux appropriée que celle d'«habileté». Puisque le jeu d'un instrument à cordes exige une importante coordination des deux mains, pratiquer ces instruments pourrait alors potentiellement stimuler l'intelligence plus abstraite.

Dans une communication future, dès l'achèvement de l'étude, nous vous informerons plus précisément sur l'impact réel que l'initiative «Orchestre en classe» a sur le développement cognitif et sensorimoteur de l'enfant.

L'auteur remercie son ancien directeur de thèse, professeur honoraire de la FPSE de l'UNIGE, Claude-Alain Hauert, pour sa relecture critique.

Références

- ¹ Pinker, S., *How the Mind Works*. New York: W. W. Norton & Company, 1997.
- ² Brandt, A., M. Gebrian, and L.R. Slevc, «Music and early language acquisition». *Front Psychol*, 2012. 3: p. 327.
- ³ Perani, D., et al., «Functional specializations for music processing in the human newborn brain». *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2010. 107(10): pp. 4758-63.
- ⁴ Imagerie à Résonance Magnétique
- ⁵ James, C.E., E. Dupuis-Lozeron, and C.-A. Hauert, «Appraisal of Musical Syntax Violations by Primary School Children». *Swiss Journal of Psychology*, 2012. 71(3): pp. 161-168.
- ⁶ Wan, C.Y., et al., «Auditory-motor mapping training as an intervention to facilitate speech output in non-verbal children with autism: a proof of concept study». *PLoS One*, 2011. 6(9): p. e25505.
- ⁷ Schlaug, G., et al., «From singing to speaking: facilitating recovery from nonfluent aphasia». *Future Neurol*, 2010. 5(5): pp. 657-665.
- ⁸ Hauser, M.D. and J. McDermott, «The evolution of the music faculty: a comparative perspective». *Nat Neurosci*, 2003. 6(7): pp. 663-8.
- ⁹ Mithen, S., *The Singing Neanderthals: The Origins of Music, Language, Mind, and Body*. 2007: Harvard University Press. 384.
- ¹⁰ Blood, A.J. and R.J. Zatorre, «Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion». *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2001. 98(20): pp. 11818-23.
- ¹¹ Roden, I., et al., «Effects of Music Training on Attention, Processing Speed and Cognitive Music Abilities—Findings from a Longitudinal Study». *Applied Cognitive Psychology*, 2014. 28(4): pp. 545-557.
- ¹² Moreno, S., et al., «Short-Term Music Training Enhances Verbal Intelligence and Executive Function». *Psychological Science*, 2011. 22(11): pp. 1425-1433.
- ¹³ Schellenberg, E.G., «Long-term positive associations between music lessons and IQ». *Journal of Educational Psychology*, 2006. 98(2): pp. 457-468.
- ¹⁴ Schlaug, G., et al., «Effects of music training on the child's brain and cognitive development». *Ann N Y Acad Sci*, 2005. 1060: pp. 219-30.
- ¹⁵ Département de l'instruction publique
- ¹⁶ James, C.E., et al., «Electrophysiological evidence for a specific neural correlate of musical violation expectation in primary-school children». *Neuroimage*, 2015. 104: pp. 386-97.

5 RECHERCHE À GENÈVE

Apprendre
le **violon**
favorise
la réussite
scolaire

Une recherche sur 34 élèves thônésiens participant au programme *Orchestre en classe* démontre le lien entre pratique d'un instrument à cordes frottées et développement cognitif

Un orchestre en classe pour améliorer ses notes

SÉBASTIEN BRUNSCHWIG

Education ► La pratique d'un instrument de musique accroît le développement cognitif de l'enfant. C'est ce que met en avant une étude menée par la professeure Clara James, responsable de l'Institut de recherche de la Haute école de santé (HEDS) de Genève. Ce travail de recherche a été commandité par une école de musique thônésienne, l'Accademia d'Archi. Il avait pour objectif de démontrer un lien entre la pratique d'un instrument à cordes frottées (violon, alto, violoncelle, contrebasse) et un développement cognitif et sensorimoteur (de la motricité) important chez de jeunes enfants.

«Les résultats sont là. L'Etat devrait généraliser Orchestre en classe ou une autre forme de pratique musicale»

Clara James

De 2016 à 2018, les chercheurs ont suivi l'évolution de trente-quatre écoliers thônésiens âgés de 10 à 12 ans, participant au programme *Orchestre en classe*. Ce projet du Département de l'instruction publique permet depuis 2012 à quatre classes de suivre des cours pratiques de musique lors de deux séances de quarante-cinq minutes par semaine.

Des résultats indéniables

Les enfants ont passé trois batteries de tests sensorimoteurs et cognitifs – au début de l'étude, après un an et après deux ans. Leurs résultats ont été comparés à ceux d'un groupe témoin de trente-cinq élèves, qui suivaient simultanément des cours de chorale et de sensibilisation à la musique, mais sans pratiquer directement



Les élèves d'«Orchestre en classe» en répétition (en haut) et en représentation au Victoria Hall. DR

un instrument. Au bout de deux ans, le groupe Orchestre en classe a obtenu des résultats significativement meilleurs à la majorité des tests.

«Les avantages cognitifs et sensorimoteurs se sont révélés larges et indéniables», simplifie Clara James. «Mon hypothèse est que la musique est une

activité qui implique quasiment toutes les fonctions cognitives. Par conséquent, on les entraîne et elles se développent.» Elle ajoute que les résultats seraient encore plus impressionnants si l'enseignement débutait plus tôt. Car le cerveau des plus jeunes est plus réceptif.

D'autres études ont déjà démontré une telle corrélation. La chercheuse souligne que l'originalité de sa recherche réside dans le fait qu'elle a été réalisée en classe entière avec des enfants issus de classes populaires. «Il n'y a donc pas ce problème de l'élitisme qui est souvent reproché aux autres études de ce type.» Et de préciser que ces autres recherches généralement menées avec des enfants provenant de milieux privilégiés peuvent souffrir de résultats biaisés.

Outre les progrès sensorimoteurs et cognitifs observés, l'étude souligne que les élèves ont manifesté une grande satisfaction. Le bien-être et la cohésion des classes en sortent renforcés. «On peut faire beaucoup de bien à ces enfants», résume la professeure. Il s'agit de mieux préparer ces jeunes gens à l'éducation secondaire et d'enrichir leurs horizons. Le projet s'inscrit aussi dans un souci de justice sociale. Elle précise: «On équilibre les chances de jeunes gens dont le milieu social n'encourage pas forcément à la pratique musicale.»

Une expérience à généraliser?

«Les résultats sont là. L'Etat devrait généraliser Orchestre en classe ou une autre forme de pratique musicale à tous les établissements publics primaires», s'enthousiasme Clara James. «Si cela est possible dans ces écoles, pourquoi pas ailleurs? Nous vivons dans un pays tellement riche. Si cela peut aider les enfants à mieux se développer, il faut se donner les moyens de mettre en place les infrastructures nécessaires.» I

Clara James présentera les résultats de cette étude mardi à 18h30 au Grand auditorio de la Roseaie (76 b, av. de la Roseaie). La conférence est ouverte au public sur inscription à direction@accademia-archi.ch. Peu de places sont encore disponibles.

Jouer d'un instrument, un pas précieux pour les enfants



La démarche de la Haute École de santé a concerné des élèves de l'école primaire âgés de 10 à 12 ans.
Image: GETTY IMAGES

Longtemps, cela n'a été qu'une intuition ou, au mieux, une hypothèse fragile formulée par des pédagogues éclairés. L'apprentissage et la pratique d'un instrument musical, affirmait-on en tâtonnant, offre des avantages importants dans le développement des enfants qui se confrontent tôt à cette expérience. Oui, mais comment corroborer ce constat qui tombe aujourd'hui sous le sens? Les avancées spectaculaires dans le domaine des neurosciences nous aident désormais à y voir plus clair et à toucher de près le bien-fondé de ces affirmations. Un exemple significatif? On le trouvera dans l'étude approfondie qu'a menée pendant deux ans la Haute École de santé (HES) de Genève, en collaboration avec l'Université de Genève, auprès d'un panel élargi d'élèves âgés entre 10 et 12 ans, fréquentant deux établissements publics de Thônex.

Dans les quartiers populaires

Le rapport scientifique qui découle de cette longue plongée en territoire scolaire apporte une pierre de taille à l'édifice. Pour en prendre la mesure, il faut se tourner vers Clara James, qui a été violoniste professionnelle dans sa ville natale notamment, au sein de l'Orchestre de chambre Amsterdam Sinfonietta, et qui s'est convertie tardivement aux études scientifiques. Aujourd'hui professeure en neurosciences à la HES et investigatrice principale de l'étude qui nous occupe, la Néerlandaise nous reçoit dans son bureau, au milieu de classeurs et de documents de toute sorte. Verbe à l'énergie contagieuse, ton sérieux et enjoué à la fois, la chercheuse résume en quelques mots les enseignements de sa démarche: «La pratique musicale est un vrai moteur de développement pour les enfants et ses bienfaits vont bien au-delà de la musicalité. Les résultats indiquent que les jeunes musiciens sont avantagés en ce qui concerne la mémoire de travail, l'attention, le raisonnement abstrait ou le traitement des données visuelles et spatiales.»

Pour parvenir à ce constat, la chercheuse et son équipe se sont concentrés sur un périmètre particulier. Celui qu'établit depuis 2012 le programme «Orchestre en classe», initié par le Département de l'instruction publique (DIP) et destiné à des établissements scolaires implantés dans des quartiers populaires qu'on considère comme peu favorisés. «On reproche parfois à ce genre d'études sur les avantages de la pratique musicale de bénéficier uniquement aux enfants issus de milieux privilégiés», note Clara James. Le programme «Orchestre en classe», et par conséquent notre démarche, évitent cet écueil.

Diligentée par l'Accademia d'Archi, institution implantée depuis 1998 à Chêne-Bougeries, la recherche de la HES s'est appuyée sur un dispositif scientifique quasi inébranlable. Deux groupes d'environ 35 élèves ont été pris en considération. Le premier, au bénéfice du programme «Orchestre en classe» était composé d'enfants de 7e et 8e Harmos ayant suivi pendant deux ans deux cours de quarante-cinq minutes par semaine sur les instruments dits à cordes frottées – violon, alto, violoncelle, contrebasse. L'autre groupe, dit témoin, du même âge et du même niveau scolaire a poursuivi le cursus normal prévu par le Plan d'étude

romand (PER). À savoir, deux cours par semaine d'initiation à la musique et d'activités chorales.

Une large batterie de tests a été ensuite soumise régulièrement aux deux groupes. On y a sondé, par exemple, les aptitudes musicales, les capacités de la mémoire – verbale, à court terme ou de travail –, les tâches de vitesse de traitement d'informations visuelles ou encore les facultés de dextérité manuelle et de coordination entre les deux membres sollicités. «Les avantages du premier groupe par rapport au groupe témoin n'étaient que peu prononcés après une année, remarque Clara James. Mais ils sont devenus statistiquement très significatifs après deux ans.» Le développement accru de ces aspects importants de la cognition est accompagné par un plaisir manifeste et par une interaction sociale évidente au sein des élèves. Aucun cours n'a été individuel, l'apprentissage de l'instrument s'est aussi fait par imitation et transmission des savoirs entre les élèves.

La musique plus tôt

Ces constats font dire à la directrice de la recherche que le programme «Orchestre en classe» mériterait d'être au bénéfice du plus grand nombre. Et surtout, qu'il devrait intervenir encore plus tôt dans le cursus scolaire. «Si les enfants avaient débuté plus tôt et sur une période plus longue, les effets positifs de l'apprentissage musical auraient pu être bien plus prononcés, ajoute Clara James. On sait en effet que la plasticité neuronale atteint son pic à l'âge de 7 ans.»

En attendant, le directeur de l'Accademia d'Archi, Raffaello Diambrini Palazzi, fait un pas plus loin en souhaitant qu'un jour des tests d'imagerie cérébrale puisse apporter d'autres éléments spectaculaires. Mais un fait demeure désormais à ses yeux: «Avec cette étude, nous avons quitté les hypothèses et nous nous tournons vers des certitudes.»

À la conquête du violon

Le violon, c'est toute sa vie. Depuis l'âge de cinq ans, Girolamo Bottiglieri s'emploie à domestiquer cet instrument redoutable. Aujourd'hui violon solo au sein de l'Orchestre de Chambre de Genève, mais aussi fondateur et premier violon du Quatuor Terpsycordes, le musicien se rappelle des difficultés rencontrées durant son apprentissage. «Ma mère m'a souvent raconté que, tout petit, ma grande question était de savoir comment je pouvais me concentrer à la fois sur la position du petit doigt de la main gauche, sur le mouvement rectiligne de l'archet, sur la partition et sur la qualité du son que je devais produire.» Cela dit tout de la difficile conquête de l'instrument. «Avec les deux membres, on est à la fois dans une sorte de communion et de dissociation permanente. Il faut opérer à tout moment une synthèse, garder ouvert les vases communicants, mais aussi filtrer la relation entre les deux bras et mains.» Identifie-t-il des retombées positives dans sa vie extramusicale, qui seraient dues à la pratique du violon? Girolamo Bottiglieri réfléchit longtemps: «Je bénis cet apprentissage chaque jour que je passe avec mes trois filles, qui ont des âges très divers et qui sollicitent ma présence pour discuter, pour jouer et pour cuisiner tous ensemble et en même temps.» (TDG)

Créé: 19.03.2019, 20h25