

## Chapitre 3

# Impact de l'éducation musicale sur les facultés cognitives

Ce chapitre examine les recherches menées sur les effets de l'apprentissage de la musique sur les facultés cognitives : niveau scolaire global, quotient intellectuel (QI), lecture et conscience phonologique, apprentissage d'une langue étrangère, mathématiques, compétences visuo-spatiales, attention et mémoire. Ces recherches montrent que les cours de musique permettent d'améliorer les résultats scolaires, le QI, la conscience phonologique et la capacité à déchiffrer les mots chez les enfants. On comprend bien le lien qui peut exister entre éducation musicale et conscience phonologique car les deux sont liées aux capacités d'écoute. La conscience phonologique étant liée à la capacité à déchiffrer les mots, il est également compréhensible que l'éducation musicale puisse développer cette capacité chez les jeunes enfants. Mais comment interpréter l'effet des cours de musique sur le QI et les résultats scolaires ? Ce chapitre évoque les explications les plus plausibles.

**A**pprendre à jouer d'un instrument exige de la discipline, de l'attention, de la mémoire et une bonne capacité d'écoute. Toutes ces facultés, une fois acquises, pourraient en principe être ensuite appliquées à d'autres domaines. Une meilleure mémoire et une plus grande capacité d'attention pourraient par exemple s'avérer des compétences générales très utiles aux élèves dans toutes les matières du programme. Il est cependant très difficile de démontrer que tel est le cas. Dans ce chapitre, nous nous proposons d'examiner les travaux concernant les effets de

l'éducation musicale sur les facultés cognitives. Nous évoquons d'abord les domaines abordés par les méta-analyses du projet REAP (Reviewing Education and the Arts Project) : niveau scolaire global, lecture (notamment la perception auditive de la parole, une compétence qui pourrait avoir un impact sur la lecture), mathématiques et raisonnement visuo-spatial. Nous traitons ensuite les domaines n'ayant pas été étudiés par le projet REAP : quotient intellectuel (QI), attention, mémoire et apprentissage des langues étrangères..

Les enfants qui prennent des cours de musique proviennent généralement de familles plus instruites et appartenant à une catégorie socio-économique plus aisée que celles des enfants qui n'en prennent pas (Sergeant et Thatcher, 1974). Ce type d'étude n'a pas été mené sur les enfants bénéficiant d'un autre type d'enseignement artistique. Il semble cependant raisonnable de supposer que la majeure partie des activités pratiquées par les enfants en dehors de l'école consiste surtout en cours de musique (et non de danse, de théâtre ou d'arts plastiques). C'est pourquoi on a généralement plus tendance à associer l'étude de la musique que l'apprentissage des autres disciplines artistiques aux facteurs liés à l'environnement familial. Une étude évaluant l'impact des cours de musique en dehors de l'école se doit donc d'intégrer le QI et la catégorie socio-économique des élèves concernés. Ce n'est qu'à cette condition que l'on peut déterminer si les effets attribués à l'apprentissage de la musique sont dus à la musique elle-même ou au QI plus élevé des élèves participant à ces cours. Mais les études effectuées ne prennent malheureusement pas toujours de telles précautions.

## Éducation musicale et niveau scolaire global

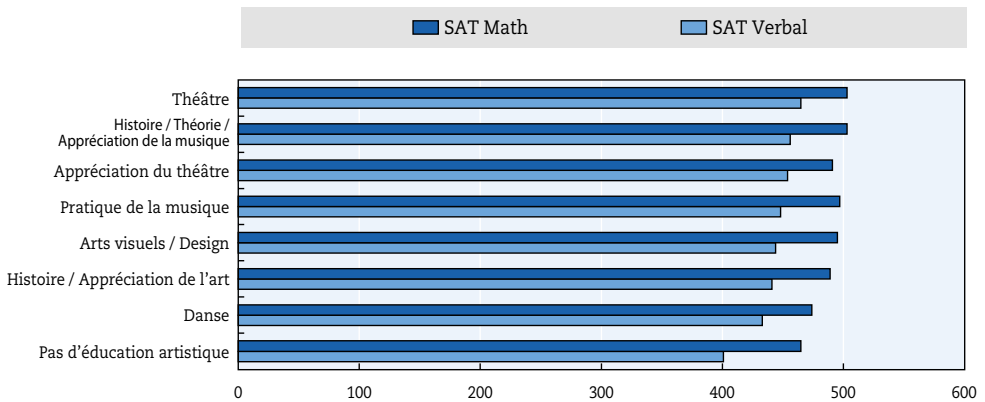
Les raisons suivantes sont souvent invoquées afin d'étayer l'idée que la musique pourrait améliorer le niveau scolaire. La première est que la musique renforce la motivation et l'implication des élèves et que cette motivation rejaillit ensuite sur les autres matières. L'autre argument consiste à dire que la rigueur et la discipline requises par l'apprentissage de la musique permettraient aux élèves d'acquérir des facultés qu'ils peuvent ensuite appliquer utilement à d'autres domaines, par exemple une plus grande capacité d'attention ou une meilleure mémoire.


### **Analyse du projet REAP concernant l'éducation musicale et le niveau scolaire global**

Vaughn et Winner (2000) ont comparé les résultats aux tests SAT des élèves n'ayant pratiqué aucune activité artistique au lycée et ceux des élèves ayant suivi un ou plusieurs cours dans une discipline artistique particulière. (Le SAT est un examen utilisé aux États-Unis pour l'admission aux écoles d'enseignement supérieur et aux universités.) Leurs analyses se basaient sur les données du College Board. Le QI et la catégorie socio-économique des familles n'étaient pas précisés. L'illustration 3.1 ci-dessous montre les résultats aux tests d'entrée dans l'enseignement supérieur (SAT) obtenus par ces élèves. On constate que les élèves ayant participé à des cours dédiés à la pratique d'un instrument ou à l'histoire de la musique obtiennent des

scores plus élevés que ceux n'ayant pas opté pour une discipline artistique : l'écart est de 30 à 50 points pour la moyenne des scores obtenus aux évaluations verbales et mathématiques. Les tests t comparant le score moyen obtenu sur plus de 10 ans aux tests SAT portant sur les compétences verbales par les élèves ayant suivi ou non des cours de pratique instrumentale se sont révélés particulièrement significatifs. Mais aucun lien de causalité concernant l'impact de l'éducation musicale sur les résultats aux tests SAT n'a pu être établi car ces analyses se basaient entièrement sur des données corrélacionnelles et les variables telles que le QI et la catégorie socio-économique des élèves n'étaient pas constantes.

### Illustration 3.1. Résultats aux tests d'entrée dans l'enseignement supérieur (SAT) des élèves ayant suivi ou non des cours d'éducation artistique au lycée



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932833029>

Source: Vaughn et Winner (2000)

## Études post-REAP concernant l'éducation musicale et le niveau scolaire global

### Études corrélacionnelles

Nous avons recensé quatre études corrélacionnelles non incluses dans les méta-analyses du projet REAP. L'une d'elles montre une corrélation positive entre les aptitudes pour la musique (NB : et non l'éducation musicale) et le niveau scolaire (Hobbs, 1985). Trois autres études indiquent une corrélation positive entre la pratique d'un instrument et la réussite scolaire (Linch, 1994 ; Schellenberg, 2006 ; Wetter, Koerner et Schwaninger, 2009) (Tableau 3.1).

Tableau 3.1. **Quatre études corrélationnelles post-REAP étudiant le lien entre la musique et le niveau scolaire**

Étude	Résultat positif	Résultat négatif ou contradictoire
Hobbs (1985) (aptitudes pour la musique et non l'éducation musicale)		X
Linch (1994)	X	
Schellenberg (2006)	X	
Wetter et al. (2009)	X	

### Études quasi-expérimentales

Nous avons également recensé deux études quasi-expérimentales post-REAP évaluant les effets de l'apprentissage de la musique sur le niveau scolaire global (ces études sont synthétisées dans le Tableau 3.2), mais aucune de ces deux études n'a permis d'observer un quelconque effet. Dans une étude longitudinale effectuée en Allemagne pour analyser les effets de la musique sur différents domaines, Bastian (2000, 2008) a suivi des enfants pendant six ans (entre 1992 et 1998). Cette étude ne répartissait pas de manière aléatoire les enfants dans les différents groupes (avec ou sans éducation musicale). Il s'agit donc d'une étude quasi-expérimentale dans laquelle les élèves choisissaient eux-mêmes les écoles où ils pourraient étudier la musique. Au début de l'étude, le groupe « musical » comptait 123 enfants et le groupe témoin 47. À la fin de l'étude, en raison d'un phénomène d'attrition, le groupe « musical » se composait de 87 élèves et le groupe témoin de 38 seulement. Les chercheurs n'ont observé aucun effet de l'enseignement de la musique sur le niveau scolaire (mesurée par les résultats obtenus en allemand, anglais et mathématiques). En Suisse, Weber, Spsychiger et Patry (1993) ont mené une étude quasi-expérimentale auprès d'environ 1 200 élèves du cours préparatoire à la 5e, entre 1988 et 1991. Elle comparait les élèves ayant suivi un apprentissage intensif de la musique (cinq cours par semaine) et ceux n'ayant suivi aucun apprentissage musical. Un cours de chacune des principales matières théoriques a été supprimé afin de dégager le temps nécessaire à ces cinq cours de musique hebdomadaires. Aucune différence n'a été observée entre les résultats scolaires des élèves ayant bénéficié de ces cours et ceux n'y ayant pas participé.

Les auteurs des deux études ci-dessus considèrent qu'il s'agit cependant d'un résultat positif car, malgré les heures supplémentaires consacrées à la musique, les résultats obtenus par ces élèves dans les autres matières n'étaient pas plus faibles que ceux du groupe témoin. Faire valoir que l'éducation artistique ne nuit aucunement à la réussite scolaire ne revient néanmoins pas à dire que l'éducation artistique permet d'améliorer les résultats scolaires. Cela étant dit, on peut considérer comme un résultat positif le fait que consacrer plus de temps aux disciplines artistiques et moins aux autres matières ne nuise pas à la réussite scolaire et permette également d'améliorer ses talents artistiques. Bien que cette conclusion ne nous renseigne aucunement sur l'impact de l'éducation artistique, elle démontre néanmoins qu'il

est possible de mettre en place un programme pédagogique mettant davantage l'accent sur les arts sans nuire aux autres disciplines. Il serait cependant souhaitable de disposer d'un plus grand nombre d'études pour déterminer dans quelle mesure une telle substitution est possible et dans quelles conditions elle s'est révélée avoir bien fonctionné.

Tableau 3.2. **Deux études quasi-expérimentales post-REAP étudiant le lien entre la musique et le niveau scolaire global**

Étude	Résultat positif	Résultat négatif ou contradictoire
Bastian (2000, 2008)		X
Weber, Spychiger et Patry (2003)		X

## Éducation musicale et quotient intellectuel (QI)

Bien que le quotient intellectuel (QI) ne soit pas un critère habituellement pris en compte pour mesurer le niveau scolaire, c'est un outil reconnu pour évaluer l'intelligence abstraite et un bon indicateur prévisionnel de la réussite scolaire (tout comme d'autres mesures de la réussite sociale). L'éducation musicale permet-elle d'améliorer le QI des enfants ?

Le QI n'était pas un critère pris en compte par les chercheurs du projet REAP. Nous évoquons ici cinq études corrélationnelles, deux études quasi-expérimentales et cinq études expérimentales démontrant pour la plupart une relation positive entre l'apprentissage de la musique et le QI chez les enfants (ces études sont synthétisées dans les Tableaux 3.3 à 3.5).

### Études corrélationnelles

Schellenberg (2006) a observé une corrélation positive entre la durée des cours de musique et le QI et compétences scolaires de 147 enfants âgés de 6 à 11 ans, même lorsque les variables parasites potentielles (revenu familial, niveau d'instruction des parents, participation à des activités non musicales) étaient maintenues à un niveau constant. Cette étude n'a permis de trouver aucune donnée probante indiquant que l'apprentissage de la musique avait des effets plus significatifs sur certaines facultés cognitives (compétences mathématiques, spatiales, temporelles, verbales, etc.) que sur d'autres. Les résultats obtenus indiquent qu'il existe bien des corrélations positives entre un apprentissage traditionnel de la musique dans l'enfance, le QI et le niveau scolaire et que ces corrélations, bien que minimes, s'avèrent néanmoins globales et durables.

Une étude corrélationnelle observe un lien entre l'enseignement de la musique, qu'il soit traditionnel ou plus informel, et la vitesse des opérations mentales (mesurée grâce aux mouvements oculaires lors du déchiffrage d'une image), une

mesure qui est liée au QI (Gruhn, Galley et Kluth, 2003). Deux études corrélationnelles indiquent également une association positive entre les aptitudes musicales (NB : et non l'éducation musicale) et le QI (Lynn, Wilson et Gault, 1989 ; Phillips, 1976) (Tableau 3.3).

Tableau 3.3. **Cinq études corrélationnelles étudiant le lien entre la musique et le IQ**

Étude	Résultat positif	Résultat négatif ou contradictoire
Gruhn, Galley et Kluth (2003)	X	
Ho, Cheung et Chan (2003) - Étude 1	X	
Lynn, Wilson et Gault (1989) (aptitudes musicales)	X	
Phillips (1976) (aptitudes musicales)	X	
Schellenberg (2006)	X	

### Études quasi-expérimentales

Nous avons recensé deux études quasi-expérimentales portant sur ce sujet mais aucune d'entre elles n'a observé une augmentation du QI parmi le groupe d'élèves étudiant la musique (ces études sont synthétisées dans le Tableau 3.4).

Tableau 3.4. **Deux études quasi-expérimentales portant sur l'impact de la musique sur le IQ**

Étude	Résultat positif	Résultat négatif ou contradictoire
Bastian (2000, 2008)	X	
Ho, Cheung et Chan (2003) - Étude 2		X

Une augmentation du QI chez les enfants pratiquant la musique a néanmoins été observée par une étude allemande ayant suivi des enfants pendant six ans, entre 1992 et 1998 (Bastian, 2000, 2008). Cette étude ne répartissait pas de manière aléatoire les enfants dans les différents groupes (avec ou sans éducation musicale). Il s'agit donc d'une étude quasi-expérimentale dans laquelle les élèves choisissaient eux-mêmes les écoles où ils pourraient étudier la musique. Au début de l'étude, le groupe « musical » comptait 123 enfants et le groupe témoin 47. À la fin de l'étude, en raison d'un phénomène d'attrition, le groupe « musical » se composait de 87 élèves et le groupe témoin de 38 seulement. Aucun écart significatif n'a été observé au début de l'étude entre le QI des élèves des différents groupes, selon le Culture Fair Intelligence Test (Cattell, 1949) qui est une mesure non verbale de l'intelligence. Après trois ans, on n'observait toujours aucune différence entre le QI des différents groupes, mais après quatre ans (lors du dernier test de QI), les élèves ayant reçu un enseignement

musical présentaient un QI nettement plus élevé. Un deuxième test de QI portant sur l'intelligence dite « adaptative » (Adaptive Intelligence Diagnosis) a également été effectué. Après six ans d'apprentissage de la musique, le groupe « avec éducation musicale » n'obtenait pas de meilleurs résultats que le groupe témoin sur ce critère.

Ho, Cheung et Chan (2003) ne sont pas parvenus à démontrer une augmentation significative du QI grâce à l'éducation musicale.

### Études expérimentales

Cinq études expérimentales (synthétisées dans le Tableau 3.5) ont testé l'effet de la musique sur le QI et toutes sauf une font état de résultats positifs, cette dernière indiquant une augmentation non significative du QI dans le groupe ayant bénéficié d'un enseignement musical.

Schellenberg (2004) a montré que les cours de musique, par opposition aux cours de théâtre ou à l'absence d'enseignement artistique, induisaient une augmentation des scores obtenus aux tests de QI par les jeunes enfants. Cette étude est évoquée dans l'Encadré 3.1.

#### Encadré 3.1. Les cours de musique améliorent le QI des enfants

Dans une véritable étude expérimentale menée par Schellenberg (2004), 144 enfants de six ans étaient répartis de manière aléatoire dans quatre groupes : cours de clavier, cours de chant, cours de théâtre et aucun cours. Tous les cours se déroulaient par petits groupes (six enfants), sur une durée de 36 semaines. Le QI des enfants a été testé grâce au test de Wechsler (Wechsler Intelligence Scale for Children) avant le début des cours et après 36 semaines.

Le groupe « clavier » a vu son QI augmenter en moyenne de 6,1 points, le groupe « chant » de 8,6 points, le groupe « théâtre » de 5,1 points et le groupe témoin n'ayant participé à aucun cours de 3,9 points. Les deux groupes ayant reçu un enseignement musical ont été combinés car leurs résultats ne différaient pas statistiquement, tout comme le groupe ayant suivi des cours de théâtre et celui n'ayant suivi aucun cours, pour la même raison. On observe une amélioration du QI de 7,0 points (ET = 8,6) au sein des groupes « avec éducation musicale » combinés et de 4,3 points (ET = 7,3) pour les groupes témoins combinés, une différence que l'on peut considérer comme statistiquement significative. (« ET » signifie « écart type »). Une fois combinés, les groupes « avec éducation musicale » présentaient également une augmentation beaucoup plus importante que les groupes témoins combinés de l'ensemble des résultats obtenus aux sous-tests de QI, à l'exception des domaines Arithmétique et Information.

Schellenberg suggère que l'amélioration du QI grâce à la musique est due au fait que l'apprentissage de cette discipline se rapproche de l'enseignement scolaire. On sait également que l'assiduité scolaire conduit à une augmentation du QI (Ceci et Williams, 1997). Schellenberg avance que, dans le cadre d'une scolarité normale, le plaisir apporté par la pratique de la musique peut aussi permettre d'augmenter le QI global.

Nering (2002) a assigné de manière aléatoire 10 enfants âgés de 3 à 7 ans à sept mois d'enseignement du piano à raison de deux cours particuliers de 45 minutes par semaine (soit un total de 53 leçons). Chacun de ces enfants était un jumeau monozygote dont le jumeau avait été assigné au sein d'un groupe témoin ne recevant aucune formation musicale. Les deux groupes obtenaient des résultats équivalents lors des pré-tests de QI global. On a pu observer une augmentation significative des scores obtenus par les enfants ayant étudié le piano en termes de performance verbale, mais non au niveau du QI global. L'amélioration des compétences verbales portait seulement sur deux des sous-tests, Information et Arithmétique.

Neville et ses collaborateurs (2008) ont testé l'hypothèse selon laquelle l'apprentissage de la musique augmenterait le QI non verbal et améliorerait les aptitudes au calcul et la cognition spatiale des jeunes enfants au moyen d'une étude véritablement expérimentale à répartition aléatoire. Cette étude faisait partie du projet initié par la Dana Foundation afin d'étudier la relation entre les disciplines artistiques, les résultats scolaires et le cerveau (Asbury et Rich, 2008). Neville estimait que si la musique permettait d'améliorer les facultés cognitives, cette amélioration passait peut-être par une augmentation de la capacité d'attention des enfants. Elle a donc comparé les progrès dus à l'étude de la musique à ceux dus à l'apprentissage de l'attention. Elle a ainsi suivi 88 enfants de maternelle scolarisés dans des établissements Head Start (destinés aux enfants issus de milieux défavorisés) âgés de trois à cinq ans. Les enfants étaient assignés de manière aléatoire soit aux activités habituelles de leur maternelle, soit au sein de l'un des trois groupes participant à l'expérience. Ces groupes se réunissaient 40 minutes par jour, à raison de cinq jours par semaine, pendant huit semaines. L'un des groupes écoutait et jouait de la musique. Dans un autre groupe, les enfants apprenaient à concentrer leur attention et à observer les choses en détail. Les deux autres groupes participaient aux activités normales de la maternelle : l'un comprenait un grand nombre d'élèves, avec un ratio élève/enseignant de 18/2 et l'autre présentait le même ratio élève/enseignant (5/2) que les groupes dédiés à la musique et l'attention. Les groupes ayant un ratio élève/enseignant peu élevé ont montré des progrès significatifs entre les pré- et les post-tests, et ce dans deux domaines : les compétences linguistiques et le QI non verbal, notamment durant le test d'assemblage d'objets portant sur la cognition spatiale. Seuls les enfants des groupes mettant l'accent sur la musique et l'attention avaient également progressé de manière significative en calcul. La conclusion la plus raisonnable que l'on puisse tirer de ces résultats est que les jeunes enfants (du moins ceux provenant de milieux défavorisés) voient leurs facultés cognitives s'améliorer au sein de groupes à faible ratio élève/enseignant. Il est impossible de déterminer en se basant sur cette étude si ces progrès constituent des « effets secondaires positifs » de l'amélioration de l'attention car aucune mesure directe des capacités d'attention n'a été effectuée. Cette étude ne prouve pas que l'éducation musicale en elle-même permette d'améliorer le QI car il est difficile de différencier ses effets de ceux d'autres types de cours présentant un faible ratio élève/enseignant.

Moreno, Marques, Santos, Santos, Castro et Besson (2009) ont suivi pendant 9 mois deux groupes d'enfants de 8 ans. Le premier bénéficiait de 6 mois d'apprentissage



de la musique et le second de 6 mois d'apprentissage de la peinture. Le QI du groupe recevant un enseignement musical ne présentait pas d'augmentation significativement supérieure à celle du groupe apprenant la peinture.

Moreno, Bialystok, Barac, Schellenberg, Cepeda et Ghau (2011) ont montré qu'après 20 jours de formation musicale interactive au moyen d'outils informatiques auprès d'enfants de 4 à 6 ans (contre 20 jours du même type de formation en arts plastiques, chaque formation ayant été attribuée de manière aléatoire), on pouvait observer une nette augmentation du QI verbal (mesuré par le sous-test de Wechsler sur le vocabulaire (Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence III ou WPPSI-III) (Wechsler, 2002) chez les enfants du groupe « musique » et non chez ceux du groupe « peinture ». Les résultats obtenus par le groupe « musique » lors d'un exercice de fonction exécutive évaluant le niveau de contrôle et d'attention (des facultés clairement liées au QI) avaient également progressé. On a pu en outre observer une corrélation positive entre les effets sur la modification de la plasticité cérébrale fonctionnelle et la fonction exécutive.

Tableau 3.5. **Cinq études expérimentales portant sur l'impact de l'éducation musicale sur le IQ**

Étude	Effet positif	Aucun effet ou effet contradictoire
Moreno et al. (2009)		X
Moreno et al. (2011)	X	
Neville (2008)	X	
Nering (2002)	X	
Schellenberg (2004)	X	

En conclusion, les résultats des études portant sur l'impact de l'éducation musicale sur le QI des enfants se révèlent positifs. Les enfants prenant des cours de musique dans le cadre d'une scolarisation normale, tout au moins dans les sociétés occidentales, ont un QI plus élevé que ceux qui n'en prennent pas. Cet effet positif n'est cependant pas observable à l'âge adulte.

Si l'on compare le QI d'adultes ayant bénéficié ou non d'une formation musicale, on ne constate aucun effet positif particulier sur les musiciens (Bialystok et DePape, 2009 ; Brandler et Rammsayer, 2003 ; Helmbold, Rammsayer et Altenmuller, 2005 ; Schellenberg et Moreno, 2010).

Schellenberg (2010) a tenté de concilier les résultats montrant l'impact positif de l'éducation musicale sur le QI et ceux indiquant que les musiciens professionnels adultes ne présentent pas un QI plus élevé que les autres professions. Il explique ce phénomène par le fait que les enfants surdoués ont plus tendance que les autres à prendre des leçons de musique, mais ne deviennent pas forcément des musiciens

professionnels à l'âge adulte. Il poursuit en expliquant le lien de causalité observé (Schellenberg, 2004) en faisant valoir que les cours de musique sont proches de l'enseignement scolaire et que ce type d'activité entraîne une augmentation, bien que modeste, de l'intelligence. Mais d'autres types d'activités scolaires (telles que l'étude d'une matière théorique classique) ont les mêmes effets positifs, ce qui explique pourquoi les musiciens adultes n'ont pas un QI plus élevé que les autres professions.

## Éducation musicale, lecture et conscience phonologique comme indicateur de l'aptitude à la lecture

Pourquoi l'éducation musicale serait-elle censée avoir un impact sur la lecture et la conscience phonologique en tant qu'indicateur de l'aptitude à la lecture (conscience des composants phonémiques des mots) ? L'éducation musicale développe les facultés auditives (écoute), facultés qui pourraient renforcer la perception auditive des sons du langage parlé et ainsi stimuler l'apprentissage précoce de la lecture. Un autre lien possible entre éducation musicale et lecture pourrait provenir du fait que l'apprentissage de la musique consiste justement à déchiffrer les notes et symboles du solfège. Ceci pourrait améliorer la compréhension de l'écrit ou développer des compétences utilisées par ces deux types de lecture. La lecture et la musique étant toutes les deux basées sur des séquences chronologiques ou phrases, l'apprentissage de la musique pourrait donc permettre d'acquérir une meilleure compréhension de la notion de temps qui pourrait ensuite être appliquée à la compréhension de l'écrit.

Le cortex auditif n'atteint sa pleine maturité qu'une fois l'individu parvenu à l'adolescence (Ponton et al, 2000 ; Shahin et al, 2004). Le fait de bénéficier d'une éducation musicale dans la petite enfance accélère ce processus : Quand on leur fait écouter le timbre de l'instrument qu'ils pratiquent, les enfants de 4 à 5 ans étudiant la musique présentent des réponses neuronales (Potentiels évoqués ou PE) en avance de deux à trois ans par rapport à celles des enfants ne bénéficiant d'aucun enseignement musical (Shahin et al., 2004). Il est désormais établi que les zones communes du cerveau participent au traitement de la musique et de la parole (Jäncke, 2008 ; Patel, 2008). Les chercheurs ont donc commencé à s'intéresser au lien entre l'apprentissage de la musique et les facultés liées à la perception auditive et au traitement de l'information qui jouent un rôle majeur à la fois dans la perception des sons de la parole et dans la lecture.

### **Musiciens adultes**

Kraus et ses collègues affirment qu'une pratique assidue de la musique permet de développer de meilleures facultés d'écoute, notamment celle des sons de la parole (Chandrasekaran, Hornickel, Skoe, Nicol et Kraus, 2009 ; Chandrasekaran et Kraus, 2010 ; Kraus et Chandrasekaran, 2010). Les musiciens détectent plus facilement les sons de parole dans un environnement bruyant. Comparativement aux non musiciens, à l'écoute des sons de la parole, les musiciens adultes présentent une

meilleure correspondance entre les indices de hauteur tonale de la parole et la réponse du tronc cérébral (Parbery-Clark, Skoe et Kraus, 2009 ; Musacchia, Sams, Skoe et Kraus 2007 ; Strait, Kraus, Skoe et Ashley, 2009) ainsi qu'un meilleur encodage des contours intonatifs liés à la langue (Wong, Skoe, Russo, Dees et Kraus, 2007). Le codage neuronal du son est associé ici à de nombreuses années de formation musicale, ce qui suggère un lien de causalité.

Les musiciens présentent en outre des facultés supérieures dans le traitement de la hauteur tonale liée à la langue (Schon et al, 2004 ; Marques et al, 2007), la détection de la prosodie du langage parlé (Thompson, Schellenberg et Husain, 2003) et l'identification de l'émotion ressentie par la personne qui parle en fonction de sa prosodie (Nilsson et Sundberg, 1985 ; Thompson, Schellenberg et Husain, 2004). Les adultes ayant suivi une formation musicale montrent également des aptitudes supérieures à ceux n'ayant pas suivi ce type de formation à imaginer et comparer les sons (non musicaux) de leur environnement (Aleman, Nieuwenstein, Böcker et de Haan, 2000). Dans le même ordre d'idées, Chandrasekaran et al. (2009) ont montré que les enfants ayant des difficultés de lecture présentaient des troubles de la représentation neuronale des sons. Parbery-Clark et al. (2009) ont en revanche observé chez les musiciens une meilleure représentation neuronale des sons. Pour une étude exhaustive des relations entre le cerveau, la musique et le langage parlé, veuillez vous reporter aux travaux de Patel (2010).

Il existe donc un nouveau corpus d'études neuroscientifiques qui rend plausible le fait que l'éducation musicale puisse améliorer la perception du langage parlé et les aptitudes à la lecture.

### **Méta-analyses du projet REAP concernant l'éducation musicale et la lecture**

Butzlaff (2000) a procédé à la méta-analyse de 24 études corrélationnelles évaluant l'effet de la musique sur la lecture (voir Tableau 3.6). Ces études comparaient les aptitudes de lecture des élèves ayant une certaine expérience de la musique et de ceux n'ayant aucune expérience dans ce domaine. Dix des effets observés ont été étudiés grâce aux données collectées pendant dix ans par le College Board en comparant les résultats obtenus aux tests SAT portant sur les compétences verbales par les élèves ayant ou non suivi une formation musicale au lycée. La valeur moyenne pondérée de l'effet  $r$  était de  $r = .19$ , et le test  $t$  de la valeur  $Zr$  moyenne était significatif ( $p < .001$ ), permettant d'établir une corrélation significative entre l'enseignement de la musique et les compétences de lecture.

Les six études expérimentales sur lesquelles portait la méta-analyse de Butzlaff brossent toutefois un tout autre portrait de la situation. Comme le montre le Tableau 3.7, deux de ces études ont observé un effet significatif et quatre n'en ont constaté aucun. Globalement, on pouvait observer une valeur de l'effet moyenne pondérée de  $r = .11$  (soit  $d = .22$ ). Le test  $t$  de la valeur  $Zr$  moyenne n'a pas permis d'obtenir des résultats significatifs, ce qui ne nous permet pas de généraliser les résultats obtenus lors des nouvelles études menées sur cette question. Butzlaff en a ainsi

Tableau 3.6. **Vingt-quatre études corrélationnelles portant sur le lien entre l'éducation musicale et la lecture**

Étude	Relation positive	Relation mitigée, nulle ou négative
College Board (1989)	X	
College Board (1990)	X	
College Board (1991)	X	
College Board (1992)	X	
College Board (1994)	X	
College Board (1995)	X	
College Board (1996)	X	
College Board (1997)	X	
College Board (1998)	X	
Engdahl (1994)		X
Friedman (1959) (élèves de CM2)		X
Friedman (1959) (élèves de 6e)		X
Groff (1963)		X
Kvet (1985) (District A)		X
Kvet (1985) (District B)		X
Kvet (1985) (District C)		X
Kvet (1985) (District D)		X
Lamar (1989) (élèves de CP, spécialistes de la musique)	X	
Lamar (1989) (élèves de CP, enseignants du primaire)	X	
Lamar (1989) (élèves de CM1, spécialistes de la musique)	X	
Lamar (1989) (élèves de CM1, enseignants du primaire)		X
McCarthy (1992)	X	
Weeden (1971)		X
Moyenne pondérée	X	

Note: L'ensemble des résultats est présenté dans le Tableau 3.A1.1.

Source: Butzlaff (2000).

conclu qu'aucune preuve ne démontre à ce jour que l'éducation musicale contribue à l'apprentissage de la lecture, même s'il existe une corrélation entre de meilleures aptitudes de lecture et la pratique de la musique.

Les six études incluses dans ces méta-analyses étaient fondées sur des pratiques musicales très différentes (pratique d'un instrument, chant, musicothérapie), les critères d'évaluation du niveau de lecture étaient eux aussi très variés (conscience phonologique, identification des lettres, déchiffrage, compréhension).

On peut supposer que l'effet potentiel de l'enseignement de la musique sur la lecture devrait se faire sentir au niveau du déchiffrage de l'écrit plutôt que d'une compréhension plus avancée, le déchiffrage des mots comme celui des notes de musique consistant à associer un symbole visuel (lettre, notation musicale) à un son.

Tableau 3.7. **Méta-analyse de six études expérimentales portant sur l'impact de la musique sur la lecture**

Étude	Relation positive	Relation mitigée, nulle ou négative
Douglas and Willats (1994)	X	
Fetzer (1994)	X	
Kelly (1981)		X
Olanoff et Kirschner (1969)		X
Roberts (1978)		X
Roskam (1979)		X
Moyenne pondérée		X

Note: L'ensemble des résultats est présenté dans le Tableau 3.A1.2.

Source: Butzlaff (2000).

Depuis Butzlaff (2000), certaines études commencent à démontrer que l'éducation musicale peut en effet améliorer le déchiffrage verbal. Nous évoquons ces études ci-dessous.

### **Études post-REAP concernant l'éducation musicale, la lecture et la conscience phonologique**

#### **Études corrélationnelles**

Nous avons recensé trois études corrélationnelles post-REAP démontrant une augmentation des réponses cérébrales à la parole chez les enfants ayant suivi une formation musicale par rapport aux non musiciens. Besson (2007) a montré que les enfants ayant bénéficié d'une formation musicale présentaient une réponse cérébrale à des séquences sonores dans leur langue maternelle supérieure à celles des non musiciens. Jentschke, Koelsch et Friederici (2005) ont observé que le cerveau des enfants ayant suivi une formation musicale présentait des potentiels évoqués cognitifs (Event Related Potentials ou ERPs) en réponse à la fois à la musique et aux incongruités linguistiques qui étaient supérieurs à ceux des non musiciens. Jentschke et Koelsch (2009) ont également rapporté que, lors de cette étude menée en Allemagne, les enfants ayant reçu une formation musicale présentaient une réponse électrique cérébrale aux irrégularités de syntaxe de la langue parlée et de la musique qui était supérieure à celles des non musiciens. Ces études sont énumérées dans le Tableau 3.8.

Nous avons recensé six autres études corrélationnelles post-REAP examinant la relation entre la musique et les aptitudes à la lecture et/ou la conscience phonologique (NB : mesurées par le comportement, non par la réponse cérébrale), qui figurent également dans le Tableau 3.8. Deux de ces études portaient cependant plus sur les aptitudes à la musique que sur l'éducation musicale elle-même, comme indiqué plus haut.

Anvari, Trainor, Woodside et Levy (2002) ont établi un lien entre les facultés de perception de la musique (et non l'éducation musicale) et la lecture dans un échantillon de 100 enfants de 4 à 5 ans. Les analyses de régression indiquaient que les facultés de perception de la musique permettaient de prédire les aptitudes à la lecture au-delà de l'influence de la conscience phonologique et d'autres facultés cognitives (mathématiques, mémorisation des chiffres et vocabulaire). Les chercheurs en ont conclu que la perception de la musique impliquait des mécanismes auditifs liés à la lecture qui ne s'expliquent pas entièrement au travers des mécanismes auditifs liés à la conscience phonologique. Ils suggèrent que les mécanismes auditifs du langage, tout comme les mécanismes auditifs non linguistiques plus généraux jouent un rôle dans la lecture.

Barwick, Valentine, West et Wilding (1989) ont étudié la relation entre les facultés de perception de la musique (et non, encore une fois, l'éducation musicale) et les aptitudes à la lecture de 50 enfants de six à onze ans du Royaume-Uni ayant des difficultés de lecture. Ils ont observé une relation positive entre la mémoire tonale et l'aptitude à la lecture, indépendamment de l'âge ou du QI des sujets ainsi qu'une relation positive entre l'analyse d'un accord et l'aptitude à la lecture, indépendamment de l'âge.

Lamb et Gregory (1993) ont étudié la relation entre l'aptitude à la lecture, d'une part, et la conscience phonologique et la perception de la hauteur et du timbre en musique d'autre part. L'étude portait sur 18 enfants âgés de 4 à 5 ans. Une corrélation positive a été trouvée entre la perception des variations tonales en musique et l'aptitude à la lecture.

Loui, Kroog, Zuk, Winner et Schlaug (2011) font état d'une corrélation positive entre les aptitudes liées à la conscience phonémique et les aptitudes liées à la perception et à la création de différentes hauteurs tonales chez les enfants de 7 à 9 ans. Ils avancent l'hypothèse que, puisque la surdité musicale est un trouble lié à la hauteur tonale et la dyslexie à une conscience phonémique d ficiante, il se pourrait que ces deux troubles aient une origine neuronale commune. L'enseignement de la musique pourrait alors contribuer à améliorer le déficit phonologique dans le cas de la dyslexie.

Overy (2003) a testé des enfants de six ans avant et après qu'ils aient bénéficié d'un an de cours de musique (chant) à raison d'environ 1 heure par semaine, généralement divisée en trois séances de 20 minutes. Ces cours de musique à l' cole ont eu des effets positifs à la fois sur les compétences phonologiques et l'orthographe, sans toutefois avoir d'impact sur l'aptitude à la lecture. Overy a également observé que les enfants dyslexiques présentaient des troubles au niveau de la perception du temps en musique, mais pas de la hauteur.

Wandell, Dougherty, Ben-Shahar et Deutsch (2008) ont étudié le lien entre l'éducation musicale, la fluidité de lecture et la conscience phonologique chez 49 enfants de 7 à 12 ans. Il existe une corélation entre l'importance de la formation musicale reçue pendant la première année de l'étude et l'amélioration de la fluidité

de lecture au cours des trois ans qu'a duré cette étude. Cette étude faisait partie du projet initié par la Dana Foundation afin d'étudier la relation entre les disciplines artistiques, les résultats scolaires et le cerveau (Asbury et Rich, 2008).

Thompson et al. (2004) ont constaté que les enfants ayant reçu une formation musicale identifiaient plus facilement les émotions grâce à la prosodie du langage parlé que les enfants non musiciens. Nous n'avons pas inclus cette étude dans le tableau ci-dessous car, bien que concernant la perception de la parole, elle ne portait pas précisément sur les aptitudes à la lecture.

**Tableau 3.8. Neuf études corrélationnelles post-REAP faisant le lien entre la musique et la lecture ou les compétences liées à la lecture**

Étude	Corrélation positive	Aucune corrélation ou corrélation négative
Anvari, Trainor, Woodside et Levy (2002) (aptitudes musicales et non éducation musicale)	X	
Barwick et al. (1989) (aptitudes musicales et non éducation musicale)	X	
Besson (2007) (réponse cérébrale)	X	
Jentschke et Koelsch (2009)	X	
Jentschke, Koelsch et Friederici (2005)	X	
Lamb et Gregory (1993)	X	
Overy (2003)	X	
Loui, Kroog, Zuk, Winner et Schlaug (2011)	X	
Wandell, Dougherty, Ben-Shachar et Deutsch (2008)	X	

### Études quasi-expérimentales

Gromko (2005) a constaté qu'après quatre mois d'apprentissage de la musique, les enfants de maternelle obtenaient de meilleurs résultats que les enfants non musiciens lors d'un exercice portant sur la conscience phonologique.

De même, Mingat et Suchaut (1996) ont constaté que les enfants de maternelle ayant bénéficié d'une formation musicale présentaient des facultés de discrimination auditive et visuelle supérieures à celles des enfants n'ayant pas bénéficié d'une telle formation. Ils obtenaient également de meilleurs résultats en termes de préparation à la lecture et de bien meilleurs résultats en lecture en fin de CP. Les deux groupes participant à l'expérience recevant respectivement 2 et 4 heures d'éducation musicale par semaine obtenaient des résultats similaires (voir Encadré 3.2).

### Encadré 3.2. **Impact de l'éducation musicale sur l'apprentissage de la lecture, des mathématiques et de la musique en fin de CP**

De 1991 à 1992, Mingat et Suchaut (1996) ont réalisé une étude longitudinale et quasi-expérimentale en France auprès de 900 enfants de 46 écoles maternelles (dernière année de *maternelle*, juste avant le CP). Cette étude ne procédait apparemment pas par répartition aléatoire, mais l'échantillon étudié comprenait des classes dont les enfants étaient issus de catégories socio-économiques et d'origines géographiques différentes. Un premier groupe bénéficiait pendant un an d'un enseignement musical de 2 heures par semaine, le deuxième groupe suivait le même programme mais à raison de 4 heures par semaine. Le groupe témoin bénéficiait quant à lui du programme pédagogique habituel. Ces enfants ont été suivis un an après la fin de l'étude. Ils ont été testés en début et fin de maternelle, puis un an après la fin de l'expérience, en fin de CP. Les chercheurs ont émis l'hypothèse d'une amélioration des compétences visuo-spatiales et des aptitudes à la lecture à l'issue de l'expérience.

Cette dernière a permis d'observer un effet positif majeur sur les aptitudes musicales des enfants en fin de maternelle, les élèves ayant bénéficié de 4 heures d'enseignement de la musique par semaine obtenant les meilleurs résultats. En fin de CP, où tous les groupes suivaient le programme scolaire français habituel, les élèves ayant bénéficié de 4 heures de musique en maternelle obtenaient également de meilleurs résultats que les deux autres groupes, mais dans une moindre mesure qu'en fin de maternelle. La différence positive entre le groupe ayant bénéficié de 2 heures de musique par semaine et le groupe témoin n'était pas significative. Ceci démontre donc bien un impact durable, mais allant en s'estompant, des aptitudes musicales un an après l'expérience.

En fin de maternelle, les élèves ayant participé à cette expérience obtenaient des résultats supérieurs au groupe témoin en matière de préparation à la lecture et à l'écriture, mais pas en numération. Ceci s'avérait particulièrement vrai pour tous les aspects impliquant une discrimination visuelle ou auditive (reconnaissance des mots, discrimination des phonèmes, discrimination des structures graphiques et rythmiques). L'écart observé en fin de maternelle entre les groupes ayant participé à l'expérience et le groupe témoin ne représente que 40 % de l'écart observé en fin de CP pour les groupes ayant participé à l'expérience. Les effets positifs étaient plus marqués en fin de 1<sup>re</sup> année de maternelle, avec des effets légèrement plus importants en mathématiques qu'en lecture. Les auteurs ont conclu que l'enseignement de la musique avait eu un effet durable car il avait permis aux enfants de développer des compétences qui deviendraient encore plus importantes lors de la transition vers un enseignement plus avancé de la lecture et des mathématiques. L'écart s'amplifiait pendant les derniers mois du CP.



Tableau 3.9. **Deux études quasi-expérimentales post-REAP étudiant le lien entre la musique et la lecture ou les compétences liées à la lecture**

Étude	Effet positif	Aucun effet
Gromko (2005)	X	
Mingat et Suchaut (1996)	X	

### Études expérimentales

Nous avons identifié une méta-analyse portant sur 30 études expérimentales ainsi que sur deux études expérimentales supplémentaires démontrant toutes un effet positif de l'éducation musicale sur la capacité à déchiffrer les mots (ces études sont synthétisées dans le Tableau 3.10.).

Standley (2008) a rapporté des effets particulièrement positifs dans une méta-analyse de 30 études expérimentales portant sur l'impact de différentes activités liées à la musique sur la capacité à déchiffrer les mots et la préparation à l'apprentissage de la lecture. Bon nombre des activités musicales étudiées étaient spécifiquement conçues pour faciliter l'apprentissage de la lecture (il ne s'agissait donc pas d'un enseignement traditionnel de la musique où les enfants apprennent à chanter et/ou à jouer d'un instrument). Standley indique que « lorsqu'une activité musicale met l'accent sur des aptitudes de lecture ciblant précisément les besoins des enfants en difficulté » les effets sont majeurs ( $d = .44$ ). Elle concluait également que l'impact de la musique sur la lecture était plus important lorsque l'enseignement musical habituel comportait des exercices de lecture de la musique.

Moreno et al. (2009) ont démontré un effet de l'apprentissage de la musique sur la capacité à déchiffrer les mots. Cette étude est décrite dans l'Encadré 3.3.

Dans l'expérience de Dege et Schwarzwer (2011), des enfants allemands d'âge préscolaire participaient à des activités liées à la musique, la conscience phonologique ou le sport à raison de 10 minutes par jour pendant 20 semaines. Les activités musicales étaient les suivantes : chant choral, percussions, exercices rythmiques et métriques, notation simple, familiarisation avec les intervalles et danse au son d'une musique. Les activités phonologiques se composaient d'exercices consistant à créer des rimes, taper dans les mains pour rythmer les syllabes d'un mot et deviner le dernier phonème d'un mot prononcé par l'animateur. Les activités sportives étaient composées d'exercices portant sur l'équilibre, l'endurance, la coordination, la motricité fine, la perception du corps et la relaxation. On a pu observer une augmentation importante de la conscience phonologique des enfants des groupes dédiés à la musique et à la phonologie, ce qui n'était pas le cas des enfants du groupe axé sur le sport. De telles activités musicales peuvent donc améliorer la conscience phonologique et ces résultats suggèrent qu'il existe un mécanisme d'apprentissage des sons commun au langage et à la musique chez les enfants d'âge préscolaire.

Tableau 3.10. **Méta-analyse de 30 études expérimentales et de deux études expérimentales complémentaires, toutes post-REAP et étudiant le lien entre la musique et la lecture ou les compétences liées à la lecture**

Étude	Effet positif	Aucun effet
Degé et Schwarzwer (2011)	X	
Moreno et al. (2009)	X	
Standley (2008)	X	

Nous en concluons donc qu'un nombre croissant d'études montre bien une relation causale entre l'éducation musicale et la capacité à déchiffrer les mots.

### Encadré 3.3. **L'éducation musicale améliore la perception auditive de la parole et de la musique**

Moreno, Marques, Santos, Santos, Castro et Besson (2009) ont mené une étude expérimentale sur les effets de l'éducation musicale auprès d'enfants portugais âgés de 8 ans. Les enfants ont été testés au début de l'étude sur un grand nombre de facultés cognitives et neurologiques différentes avant de se voir attribuer de manière aléatoire des cours de musique ou de peinture. Cette formation avait lieu deux fois par semaine, à raison de séances de 75 minutes, pendant 24 semaines. Quatre enseignants ont été recrutés pour enseigner la musique ou la peinture aux enfants, chaque classe étant composée de 8 à 10 enfants. Les cours de musique combinaient les méthodes initiées par Kodaly, Orff et Wuytack et étaient axés sur le rythme, la mélodie, l'harmonie et le timbre. Les enfants apprenaient par exemple à improviser des mélodies, à créer des rythmes dans des tempos différents, à identifier les intervalles descendants ou ascendants et à reconnaître les différents timbres. Les cours de peinture portaient sur l'apprentissage de l'expression par la couleur, le mélange de couleurs, la différenciation des nuances d'une même teinte, l'apprentissage de l'expression par le trait et l'utilisation avec matériaux aux textures différentes.

L'aptitude à la lecture des enfants a été testée avant et après l'expérience. Les enfants étaient invités à lire à haute voix des mots présentant une correspondance directe entre graphèmes et phonèmes (exemple : bota) (mots cohérents) et des mots dont la prononciation ne pouvait être déduite en sonorisant les phonèmes (mots incohérents).

La perception auditive de la musique et celle de la parole ont été testées comme suit. On faisait écouter aux enfants une séquence de tonalités ou de mots. La fréquence du ton final de certaines séquences sonores était parfois augmentée. Dans les séquences de mots, c'était la hauteur tonale du dernier mot qui était parfois plus élevée. Les enfants devaient appuyer sur un bouton pour indiquer si le dernier mot ou la dernière tonalité de la séquence leur semblait normal(e) ou étrange.

(à suivre...)

### Encadré 3.3. **L'éducation musicale améliore la perception auditive de la parole et de la musique** (suite)

Lors du post-test, les enfants du groupe axé sur la musique avaient fait des progrès significatifs dans la lecture des mots incohérents présentant une correspondance complexe entre graphème et phonème (ce qui n'était pas le cas des enfants du groupe axé sur la peinture). Lors du post-test, les enfants du groupe axé sur la musique avaient également fait des progrès significatifs quand il s'agissait de détecter des incongruités dans les tonalités finales (ce qui n'était pas le cas des enfants du groupe axé sur la peinture).

Un impact sur la réponse électrophysiologique a également été observé au niveau des potentiels évoqués cognitifs, qui constituent un moyen de mesurer l'activité électrique en réponse à des tâches cognitives complexes. Au cours des exercices portant sur la parole, les enfants du groupe axé sur la musique présentaient une amplitude supérieure d'une composante cérébrale positive en cas d'incongruités faibles et une positivité réduite en cas d'incongruités fortes (ce qui n'était pas le cas des enfants du groupe axé sur la peinture). Au cours des exercices portant sur la musique, les enfants du groupe axé sur la musique présentaient une meilleure réponse neuronale aux incongruités (ce qui n'était pas le cas des enfants du groupe axé sur la peinture). Ces effets étaient similaires à ceux observés chez les enfants de 8 ans ayant bénéficié d'une formation musicale de quatre ans. Ces enfants manifestaient une meilleure faculté de discrimination des variations minimales de la hauteur tonale en fin de phrases musicales courtes et l'amplitude de leurs potentiels évoqués cognitifs était plus élevée (Magne, Schön et Besson, 2006). Ces résultats sont semblables à ceux obtenus par Trainor et al. (1999) montrant que l'amplitude des potentiels évoqués cognitifs précoces et tardifs était différente chez les enfants pratiquant la musique : l'éducation musicale améliore le système auditif en augmentant sa sensibilité.

Cette étude montre que l'éducation musicale améliore les aptitudes de lecture ainsi que la perception auditive des sons de la parole et de la musique. Elle augmente également l'amplitude des composantes des potentiels évoqués cognitifs lors du traitement des sons de la parole et de la musique. Moreno et al. (2009) avancent l'idée que l'éducation musicale améliorerait certaines facultés fondamentales de l'analyse auditive telles que la segmentation et le mélange de sons qui constituent des compétences phonologiques nécessaires à la lecture. Ils observent que leurs résultats sont cohérents avec les recherches montrant que la gravité des troubles dyslexiques est liée à la détection des écarts de fréquence des tonalités (Baldeweg et al., 1999), que les enfants dyslexiques rencontrent des difficultés lors du même exercice de discrimination de la hauteur des sons de la parole que celui effectué dans cette étude et présentent des réponses neuronales anormales, qu'un apprentissage visuo-auditif associant l'apprentissage de la lecture et de l'écriture à l'apprentissage de la hauteur et de la tonalité améliore les aptitudes à l'écriture des enfants, qu'ils soient atteints de dyslexie ou non (Kast et al., 2007), et que l'éducation musicale pouvait permettre d'améliorer la conscience phonologique des enfants dyslexiques (Overy, 2003).

(à suivre...)

### Encadré 3.3. **L'éducation musicale améliore la perception auditive de la parole et de la musique** (suite)

Moreno et al. (2009) expliquent la capacité de l'éducation musicale à améliorer les aptitudes à la lecture et à l'écriture des enfants dyslexiques et non dyslexiques en soulignant l'existence de mécanismes de traitement de la hauteur tonale communs à la musique et à la parole. Les augmentations constatées dans l'amplitude des potentiels évoqués auditifs suggèrent que les réseaux neuronaux impliqués dans le traitement de la hauteur et de la fréquence gagnent en efficacité grâce à l'apprentissage de la musique. Il est également possible que l'éducation musicale améliore l'attention auditive.

## Éducation musicale et apprentissage des langues étrangères

Si l'enseignement de la musique améliore la perception auditive de la parole, comme nous l'indiquons plus haut, il semble raisonnable de supposer qu'il facilite également l'apprentissage d'une langue étrangère. Ce sujet ne faisait pas partie des thèmes abordés par le projet REAP.

Les études menées sur des adultes ont révélé que les musiciens sont plus performants que les non musiciens dans la discrimination des hauteurs tonales et la détection des incongruités dans une langue étrangère (Marques, Moreno, Castro et Besson, 2007 ; Moreno et al, 2009 ; Schön, Magne et Besson, 2004), et que les aptitudes à la musique présentent une corrélation avec la compétence phonologique dans l'apprentissage d'une seconde langue (Slevc et Miyake, 2006) et dans l'apprentissage des tonalités dans une langue tonale (Delogu et al, 2006 ; Wong et Perrachione, 2007).

### Études quasi-expérimentales

Une étude quasi-expérimentale menée par Petitto (2008) et faisant partie du projet de la Dana Foundation sur les arts analysait le lien entre un apprentissage intensif de la musique dans l'enfance et les aptitudes à l'apprentissage d'une seconde langue à l'âge adulte. Cette étude était menée auprès d'élèves anglophones monolingues inscrits à des cours d'initiation à l'italien ou à l'espagnol, en début et fin de semestre. Les musiciens (des élèves ayant reçu une formation musicale précoce, intense et continue) étaient comparés aux non musiciens sur des critères tels que les compétences en anglais et dans la langue apprise et la régulation attentionnelle du traitement cognitif, ainsi qu'une auto-évaluation en fin de semestre et les notes obtenues en classe. Bien qu'aucune différence n'ait été observée entre les deux groupes en termes de niveau scolaire global ou lors des évaluations cognitives et attentionnelles, les élèves ayant reçu une formation musicale avaient fait des progrès plus importants que les non musiciens en termes de fluidité de l'expression et de compétences dans la seconde langue apprise.

L'enseignement de la musique a-t-il un effet similaire sur les enfants apprenant une langue étrangère ? Nous avons identifié une étude quasi-expérimentale (thèse de doctorat inédite) concluant que la réponse à cette question est oui (Tableau 3.11).

Lowe (1995) a étudié l'effet de l'intégration de la musique à l'enseignement d'une seconde langue (le français) chez des enfants de CE1. Un groupe d'enfants anglophones a ainsi reçu des cours de français et de musique enseignés totalement séparément, l'autre groupe bénéficiant de cours de français intégrant des leçons de musique. L'expérience s'est déroulée sur huit semaines. Les résultats ont montré que les enfants ayant bénéficié d'un enseignement du français intégrant la musique obtenaient de meilleurs résultats non seulement lors des évaluations portant sur leur niveau en musique, mais aussi en français. Les cours de français avec leçons de musique facilitaient l'apprentissage de la prononciation orale, la lecture et le vocabulaire.

Tableau 3.11. **Étude quasi-expérimentale portant sur l'impact de la musique sur l'apprentissage des langues étrangères**

Étude	Effet positif	Aucun effet/effets contradictoires
Lowe (1995)	X	

On peut supposer que la musique est un outil efficace pour enseigner ou faciliter l'apprentissage d'une seconde langue en améliorant la perception auditive de la parole ou des incongruités de la hauteur tonale dans une langue étrangère. Cependant, la réalisation d'études expérimentales avec répartition aléatoire s'avère nécessaire pour déterminer si cette hypothèse est exacte. Il faudrait également que les chercheurs examinent quels aspects de l'enseignement de la musique se révèlent les plus utiles pour faciliter l'apprentissage d'une seconde langue.

## Éducation musicale et mathématiques

On a souvent affirmé que l'éducation musicale améliorerait les aptitudes pour les mathématiques (James, 1993 ; Krumhansl, 2000 ; Nisbet, 1991 ; Shuter, 1968). Le débat sur les propriétés mathématiques de la musique date de l'époque des découvertes de Pythagore sur les rapports harmoniques et se poursuit encore de nos jours. Igor Stravinsky (1971) déclarait que la musique « c'est un peu comme la pensée mathématique et les rapports mathématiques » (p. 34). Lors d'une recherche effectuée récemment sur Google, les termes « musique et mathématiques » ont donné plus de 43 000 résultats. De nombreux mathématiciens contemporains et certains musicologues ont eux aussi analysé les propriétés mathématiques de la musique (voir notamment Fauvel, Flood et Wilson, 2006 ; Rothstein, 2006). On sait que les tonalités musicales se composent d'une fréquence fondamentale et d'une série d'harmoniques, chaque harmonique étant équivalente à des multiples entiers successifs de la fréquence fondamentale (par exemple 440 Hz, 880 Hz, 1320 Hz et 1760 Hz ; 1:2, 1:3, 1:4). Les intervalles musicaux peuvent eux aussi être exprimés de la même manière et les théories de la consonance se fondent sur le concept de nombres rationnels et irrationnels (Steinhaus, 1969). On peut également trouver un équivalent numérique aux rythmes, aux progressions d'accord et aux mélodies.

Une étude a montré que lorsque des musiciens procédaient mentalement à des additions et soustractions avec des fractions, les zones cérébrales présentant la plus forte activité étaient différentes des zones cérébrales activées chez les non musiciens (Schmithorst et Holland, 2004), mais l'explication de ces résultats reste encore à établir.

### **Méta-analyses du projet REAP concernant l'éducation musicale et l'étude des mathématiques**

Existe-t-il réellement un lien entre l'éducation musicale et le niveau en mathématiques ? Et, si oui, a-t-on des preuves d'un effet causal de l'éducation musicale sur les compétences en mathématiques ?

#### **Études corrélationnelles**

Vaughn a procédé à la méta-analyse (2000) de 20 études corrélationnelles évaluant si les élèves ayant reçu une formation en musique avaient un meilleur niveau en mathématiques que les non musiciens (ces études figurent dans le Tableau 19). Elle a observé une valeur de l'effet moyenne pondérée de  $r = .14$  (soit  $d = .28$ ). Le test  $t$  de la valeur  $Z_r$  moyenne a donné des résultats hautement significatifs, les résultats obtenus peuvent donc être généralisés aux futures études. Il existe donc un lien évident entre l'éducation musicale et les compétences en mathématiques, mais il ne s'agit pas forcément d'un lien de causalité.

#### **Études quasi-expérimentales et expérimentales**

Vaughn (2000) a ensuite effectué la méta-analyse de six études expérimentales (comprenant à la fois des études quasi-expérimentales et expérimentales) évaluant l'existence éventuelle d'un lien de causalité entre l'apprentissage de la musique et l'amélioration du niveau en mathématiques (Tableau 3.13). L'une de ces études a été particulièrement médiatisée (Graziano, Peterson et Shaw, 1999). Elle indiquait que la pratique du piano associée à un travail sur les aptitudes spatiales utilisant l'informatique conduisait à une amélioration plus importante du niveau en mathématiques des enfants que lorsque ce travail s'accompagnait d'une formation en anglais assistée par ordinateur, ce qui laisse à penser que l'enseignement du piano favorise l'apprentissage des mathématiques.

Les six études expérimentales sur lesquelles portait la méta-analyse de Vaughn (2000) obtenaient une valeur de l'effet moyenne pondérée de  $r = .16$  (soit  $d = .34$ ). Le test  $t$  de la valeur  $Z_r$  moyenne a donné des résultats quasiment significatifs, à  $p = .06$  (si l'on prend  $.05$  comme seuil limite). Bien que ces résultats suggèrent un impact positif de l'apprentissage de la musique sur le niveau en mathématiques, aucune conclusion définitive ne peut être tirée de cette méta-analyse car ces résultats se basent sur six expérimentations seulement. Par ailleurs, seules deux d'entre elles ont permis d'obtenir des valeurs de l'effet modérées ( $r = .31, .20$ , soit

Tableau 3.12. **Vingt études corrélationnelles faisant le lien entre la musique et les mathématiques**

Étude	Relation positive	Relation mitigée, nulle ou négative
Anello (1972)	X	
Catterall, Chapleau et Iwanaga (1999)	X	
Ciepluch (1988)	X	
College Board (1998)	X	
College Board (1997)	X	
College Board (1996)	X	
College Board (1995)	X	
College Board (1994)	X	
College Board (1992)	X	
College Board (1991)	X	
College Board (1990)	X	
College Board (1989)	X	
College Board (1988)	X	
Engdahl (1994)	X	
Kvet (1985)		X
Kvet (1985)		X
Kvet (1985)		X
Kvet (1985)		X
McCarthy (1992)	X	
Wheeler et Wheeler (1951)		X
Moyenne pondérée	X	

Note: L'ensemble des résultats est présenté dans le Tableau 3.A1.3

Source: Vaughn (2000).

Tableau 3.13. **Six études expérimentales étudiant le lien entre la musique et les mathématiques**

Étude	Relation positive	Relation mitigée, nulle ou négative
Costa-Giomi (1997)	X	
Friedman (1959)		X
Graziano, Peterson et Shaw (1999)	X	
Neufeld (1986)		X
Neufeld (1986)		X
Weeden (1971)		X
Moyenne pondérée		X

Note: L'ensemble des résultats est présenté dans le Tableau 3.A1.4.

Source: Vaughn (2000).

$d = .65, .41$ ). Une autre a obtenu une valeur de l'effet faible à modérée ( $r = .17$ , soit  $d = .35$ ), tandis que les trois autres obtenaient des valeurs inférieures à  $.10$ , un niveau considéré comme faible (l'une d'entre elles était même négative). L'écart dans l'amplitude des valeurs d'effet requiert la réalisation de nouvelles études analysant cette relation. Il est bien sûr possible que la musique ait un effet plus important sur certaines sous-compétences mathématiques (par exemple les fractions) que sur d'autres (par exemple le calcul) et il serait bon que les futures recherches n'envisagent pas les mathématiques comme une discipline composite mais s'intéressent également à ses sous-compétences, sur la base de liens possibles avec l'enseignement de la musique.

### **Études post-REAP concernant l'éducation musicale et les mathématiques**

Nous avons recensé neuf études corrélationnelles, deux études quasi-expérimentales mais aucune étude expérimentale post-REAP portant sur la relation entre la musique et les mathématiques. Ces études sont décrites et synthétisées ci-dessous dans les Tableaux 3.14 et 3.15.

Bahr et Christensen (2000) ont évalué le niveau en musique et en mathématiques de 85 enfants de dix ans. Ils ont observé une corrélation significative, mais uniquement avec les compétences mathématiques ayant selon eux un lien structurel avec les compétences musicales, et non avec les compétences n'ayant pas ce type de lien. Les catégories de compétences censées présenter un tel lien ne sont pas précisées.

Cheek et Smith (1999) ont évalué le niveau de 113 élèves de 4<sup>e</sup> grâce à leurs scores à des tests de mathématiques (Iowa Tests of Basic Skills). Ils ont comparé les scores des élèves ayant pris des cours particuliers de musique (36 participants) avec ceux d'enfants n'ayant pas bénéficié de ce type de cours (77 participants). Les élèves ayant étudié la musique obtenaient des résultats significativement supérieurs à ceux des non musiciens. Les élèves ayant étudié le piano obtenaient de meilleurs résultats que ceux ayant étudié un autre instrument. Parmi les élèves ayant uniquement pratiqué la musique à l'école, on n'observait aucune différence entre ceux ayant suivi ces cours pendant deux ans ou pendant moins de deux ans.

Gouzouasis, Guhn et Kishor (2007) ont constaté que les élèves de lycée étudiant la musique obtenaient de meilleurs résultats aux tests standardisés de mathématiques.

Dans trois études faisant partie du projet initié par la Dana Foundation afin d'étudier la relation entre les disciplines artistiques, les résultats scolaires et le cerveau (Asbury et Rich, 2008), Spelke (2008) fait état d'un lien entre l'éducation musicale et une forme particulière de compréhension des mathématiques : la représentation géométrique et le raisonnement géométrique (voir Encadré 3.4). Dans ces trois études, les enfants ayant reçu une formation musicale préalable obtenaient des résultats supérieurs à ceux des élèves n'en ayant pas bénéficié sur des tâches de représentation et de raisonnement géométriques, mais pas sur d'autres types de tâches numériques.



Tandis que ces six études corrélationnelles faisaient état d'un lien entre la musique et une certaine forme d'aptitude aux mathématiques, deux autres études corrélationnelles n'observaient quant à elles aucun lien de cette nature (Cox et Stephens, 2006 ; Forgeard et al, 2008). Wang et McCaskill (1989) ont évalué les aptitudes en musique (et non l'éducation musicale) et en mathématiques de 95 élèves de 11 ans et n'ont trouvé aucune corrélation entre aptitudes musicales et aptitudes mathématiques.

Deux études quasi-expérimentales font état de l'effet qu'aurait l'apprentissage de la musique en maternelle sur les principes mathématiques chez les jeunes enfants (Tableau 3.15). Lee et Kim (2006) ont constaté l'effet positif d'activités associant les mathématiques et la musique à la fois sur les aptitudes musicales et les concepts mathématiques chez les enfants d'âge préscolaire (voir Encadré 3.5). Bien que Mingat et Suchaut (1996) n'aient constaté aucun effet positif d'une année d'enseignement de la musique en maternelle sur les compétences en numérotation d'enfants français en fin de la maternelle, ils ont cependant observé une différence significative entre les scores obtenus en mathématiques en fin de CP par les élèves ayant participé à l'expérience et ceux obtenus par le groupe témoin. La différence est particulièrement significative quand il s'agit de classer des nombres par ordre croissant et d'associer des nombres écrits en chiffres et en lettres (voir Encadré 3.2).

Il serait bon que les études à venir fassent la distinction entre les différentes compétences mathématiques pouvant être développées grâce à la musique. Cela permettrait d'explicitier les incohérences observées dans les résultats des études existantes. Ces futures études devraient également faire la distinction entre les différentes formes d'apprentissage de la musique. Il est par exemple possible qu'apprendre à composer une fugue, un canon ou pratiquer le contrepoint libre ou l'harmonie ait un impact sur les compétences mathématiques, en supposant que les élèves le fassent de manière scolaire et laborieuse et non de manière musicalement intuitive. La composition des intervalles musicaux ne pourrait-elle aussi permettre de renforcer les compétences mathématiques ? Mais, bien évidemment, composition et théorie musicale ne font généralement pas partie des programmes d'éducation musicale proposés à l'école.

Par ailleurs, les études post-REAP les plus récentes sont de type corrélationnel. D'autres études expérimentales sont donc requises pour déterminer s'il existe un lien de causalité entre l'éducation musicale et les compétences mathématiques.

Mais qu'attendre de ces études expérimentales ? Une étude menée par Beecham, Reeve et Wilson (2009) pourrait nous conduire à émettre l'hypothèse que les études expérimentales ne peuvent démontrer que l'éducation musicale améliore le niveau en mathématiques. Cette étude portant sur la représentation de la hauteur tonale et du nombre constatait que bien que les individus aient une représentation spatiale des nombres comme des hauteurs tonales, ils n'utilisent pas le même type de représentation spatiale pour ces deux domaines. Les sujets étaient invités à porter un jugement de parité sur des nombres (il s'agit de « l'effet SNARC » (Spatial-Numerical

Association of Response Codes) et de « l'effet SMARC » (Spatial Musical Association of Response Codes)). Comme il semble que la réponse aux tonalités élevées et aux grands nombres soit plus rapide lorsque le bouton est situé sur la droite plutôt que sur la gauche, on peut donc en conclure que les nombres ou tonalités sont représentés sur un axe horizontal, les plus grands nombres et les tonalités les plus hautes étant situés à droite et les plus petits nombres et les tonalités les plus basses étant situés à gauche. Les résultats obtenus par les sujets au test SNARC étaient totalement différents de ceux du test SMARC. Cette conclusion relative aux systèmes de représentation spécifiques à la musique et aux mathématiques prouve que les individus n'utilisent pas le même type de représentation spatiale pour la musique et les nombres. S'il n'existe pas de représentation spatiale commune entre la musique et les nombres, il semble encore moins plausible que l'apprentissage de la musique puisse développer les compétences en arithmétique. Il est toutefois possible que l'éducation musicale développe certaines aptitudes mathématiques ou de raisonnement utilisant peu les nombres.

**Tableau 3.14. Neuf études corrélationnelles post-REAP faisant le lien entre l'éducation musicale et les compétences en mathématiques**

Étude	Association positive	Aucune association
Bahr et Christensen (2000) (aptitudes musicales et non éducation musicale)	X	
Cheek and Smith (1999)	X	
Cox and Stephens (2006)		X
Forgeard et al. (2008)		X
Gouzousis et al. (2007)	X	
Spelke (2008) Study 1	X	
Spelke (2008) Study 2	X	
Spelke (2008) Study 3	X	
Wang et McCaskill (1989) (aptitudes musicales et non éducation musicale)		X

**Tableau 3.15. Deux études quasi-expérimentales portant sur l'éducation musicale et les compétences en mathématiques**

Étude	Effet positif	Aucun effet
Mingat et Suchaut (1996)	X	
Lee et Kim (2006)	X	

Les méta-analyses menées par le projet REAP concernant la musique et les mathématiques suggèrent qu'il peut effectivement y avoir un lien de causalité entre certaines formes d'enseignement de la musique et certaines compétences mathématiques. Six études corrélationnelles post-REAP récentes observent une relation positive entre l'éducation musicale et une certaine forme de raisonnement mathématique. Mais il est nécessaire de mener d'autres recherches sur cette question avant de pouvoir être certains des résultats : les études corrélationnelles effectuées ne permettent pas de conclure que les associations observées sont dues à l'apprentissage de la musique et ne reflètent pas simplement la tendance des sujets ayant un bon niveau en mathématiques à opter pour une pratique musicale. Bien que positive, les études expérimentales existantes ne sont pas assez nombreuses pour permettre de tirer des conclusions définitives. La réalisation d'études expérimentales supplémentaires apparaît donc nécessaire.

Il faudrait en outre disposer d'études évaluant séparément les effets de la musique sur la géométrie, qui est une discipline spatiale, et sur d'autres disciplines mathématiques non spatiales. En effet, certaines recherches récentes nous incitent à penser qu'il est peu probable que l'éducation musicale ait un impact sur des disciplines mathématiques telles que l'arithmétique. Même si cela s'avérait exact, il se pourrait néanmoins que la musique ait un impact sur la géométrie. Il est donc nécessaire de faire la distinction entre les différentes disciplines mathématiques.

## Éducation musicale et compétences visuo-spatiales

Les compétences visuo-spatiales désignent la capacité à manipuler des chiffres mentalement en 2 et 3 dimensions, par exemple grâce à la rotation mentale. Elles jouent un rôle important en mathématiques, mais aussi, de manière plus générale, dans des domaines tels que l'ingénierie, la chirurgie ou l'archéologie. Hetland (2000) distingue deux types de raisons (qui ne s'excluent pas) suggérant que l'éducation musicale pourrait améliorer les compétences visuo-spatiales : la théorie relative aux connexions neuronales et la théorie relative au transfert de compétences. Si les centres nerveux cérébraux impliqués dans le traitement de la musique et des données spatiales sont proches ou se chevauchent, et sont donc liés, on peut supposer que le développement de certaines compétences spatiales et musicales est lié et que la musique implique la manipulation mentale d'objets non matériels. Les explications évoquant un quasi-transfert se basent sur l'idée que les compétences visuo-spatiales sont impliquées dans la pratique de la musique et donc que leur développement grâce à l'éducation musicale pourrait avoir un impact sur certaines formes non musicales de ces compétences. Des tâches telles que la lecture des notes, la visualisation des relations entre les touches lors de la pratique d'un instrument à clavier, la mémorisation de motifs musicaux, l'improvisation ou la capacité à représenter un son dans l'espace exigent toutes des compétences visuo-spatiales qui pourraient éventuellement être appliquées à d'autres disciplines que la musique. Que nous disent les preuves empiriques sur ce possible transfert ?

### Encadré 3.4. **Éducation musicale et raisonnement géométrique**

Spelke (2008) a mené trois études corrélationnelles montrant un lien entre l'enseignement de la musique et la perception des rapports géométriques. Dans ces trois études, les participants devaient effectuer trois tâches de raisonnement géométrique.

Dans le test sur les invariants géométriques développé par Dehaene, Izard, Pica et Spelke (2006), les participants devaient regarder une série de six figures géométriques puis choisir celle qui n'avait pas la même propriété géométrique (la symétrie par exemple) que les autres.

La tâche de ligne numérique consistait à demander aux participants de relier linéairement nombres et espaces en indiquant à quel niveau de la ligne numérique un nombre donné se trouverait.

Le test de la carte permettait d'évaluer la capacité des participants à représenter les propriétés géométriques d'un environnement sur une carte. Pour cette tâche, on montrait aux enfants une carte où figuraient trois formes disposées en triangle. Les sujets tournaient le dos à une composition dans l'espace comprenant trois contenants de forme triangulaire similaire, d'une taille douze fois supérieure à celle de la carte, et présentant une orientation différente. Le chercheur désignait l'une des formes sur la carte et demandait à l'enfant de déposer un objet dans le contenant correspondant de la composition.

D'autres types de tâches numériques n'impliquant pas le raisonnement géométrique étaient également proposées afin d'évaluer la capacité des sujets à représenter de petits nombres exacts en suivant deux points mobiles ; leur capacité à représenter de grands nombres approximatifs en comparant la grandeur de deux rangées de points ; et leur capacité à faire le lien entre des noms de nombres exacts et leur référence en estimant le nombre de points sur un tableau.

Dans une première étude, Spelke a testé des enfants de 5 à 17 ans ayant un niveau d'instruction musicale moyen et les a comparés à un groupe ayant un niveau d'instruction sportif moyen également. Il n'a observé aucun effet de la pratique de la musique sur le raisonnement géométrique.

Dans une deuxième étude, des enfants de 8 à 13 ans ayant bénéficié d'un apprentissage plus intensif de la musique ont eux aussi participé à l'expérience et ont été comparés à des enfants non musiciens. Les enfants ayant reçu une formation musicale obtenaient des résultats supérieurs à ceux des enfants n'en ayant reçu aucune à tous les tests de sensibilité à la géométrie, à l'exception d'un seul. La différence entre les groupes s'est néanmoins avérée significative sur un seul des tests, celui évaluant la sensibilité aux lois de la géométrie Euclidienne. Cet effet intervenait après avoir pris en compte l'âge et le QI verbal des sujets (les groupes ne présentaient pas de différences en termes de catégories socio-économiques). Finalement, l'intensité de la formation musicale permettait de prédire les performances des sujets lors des tâches de lecture de carte.

Dans une troisième étude, des lycéens de 13 à 18 ans ayant opté pour une spécialisation en musique dans un établissement proposant des options artistiques étaient comparés à ceux ayant choisi une spécialisation artistique non musicale. Les lycéens musiciens obtenaient de meilleurs résultats que les autres à cinq des sous-tests du test de géométrie. Ces lycéens musiciens (ainsi que ceux ayant choisi l'option danse) obtenaient des résultats supérieurs à ceux des autres groupes au test de ligne numérique.

### Encadré 3.5 **Impact de l'enseignement intégré des mathématiques et de la musique sur les compétences musicales et mathématiques**

Lee et Kim (2006) ont étudié l'effet d'activités associant la musique et les mathématiques chez des enfants de maternelle âgés de 4 à 5 ans dans la région de Chungbuk en Corée. L'étude portait sur deux groupes (sélection non aléatoire) de 20 enfants de 2 maternelles privées exposé à des activités de composition musicale et de concepts mathématiques. Le groupe participant à l'expérience prenait part à des activités associant mathématiques et musique tandis que le groupe témoin participait à des activités classiques sans intégration de la musique. Ces activités se déroulaient deux fois par semaine à raison de 40 minutes par jour, pendant 10 semaines.

Premièrement, le groupe participant à l'expérience a obtenu des scores significativement supérieurs et une amélioration plus importante des résultats aux tests que le groupe étudiant les concepts mathématiques. Le niveau de compréhension des concepts mathématiques des participants était évalué au début et à la fin de l'expérience grâce aux tests niveau de préparation à l'apprentissage des jeunes enfants développés à l'origine par le KEDI (Korea Educational Development Institute). Lors de l'analyse du sous-facteur lié aux concepts mathématiques, le groupe participant à l'expérience montrait une évolution positive significative sur les concepts de classification, numération et espace/temps (aucune évolution significative en termes de mesures).

Deuxièmement, les auteurs ont également testé l'effet de leur expérience sur l'amélioration des aptitudes musicales des deux groupes. Le groupe participant à l'expérience présentait une amélioration significativement supérieure (et de meilleurs scores) que le groupe témoin. Les aptitudes musicales des sujets étaient mesurées grâce au test appelé Recording Skill Development in Music et créé à l'origine par Loten et Walley. Lors de l'analyse du sous-facteur lié aux aptitudes musicales, le groupe participant à l'expérience montrait des différences significatives dans l'amélioration de compétences telles que l'écoute, l'expression du rythme, le chant et la pratique d'un instrument (aucune évolution significative en termes de créativité musicale).

Cette étude quasi-expérimentale étant basée sur un échantillon très restreint, ses résultats ne peuvent pas véritablement être généralisés. Elle s'avère néanmoins intéressante à plusieurs égards : l'hypothèse développée ici n'est pas tellement que les compétences acquises grâce à l'éducation musicale auraient un impact sur les compétences mathématiques, mais qu'une forme particulière de pédagogie intégrée à l'enseignement scolaire peut permettre d'accélérer l'apprentissage des mathématiques mais aussi de la musique. Cette étude portait sur le niveau en mathématiques et en musique, alors que bon nombre d'études s'intéressent uniquement aux résultats en mathématiques. Elle portait également sur la créativité musicale plutôt que sur la créativité de manière générale.

## **Méta-analyses du projet REAP concernant l'éducation musicale et les compétences visuo-spatiales**

### **Études quasi-expérimentales et expérimentales**

Hetland (2000) a effectué trois méta-analyses portant sur des études quasi-expérimentales et expérimentales combinées examinant l'effet de l'éducation musicale sur les compétences spatiales de l'enfant (ces trois méta-analyses portant sur un total de 29 études, comme indiqué dans le Tableau 3.16.). Les études portaient sur des enfants âgés de 3 à 12 ans. L'apprentissage de la musique comprenait une ou plusieurs des activités suivantes : chant, jeux musicaux, apprentissage des notes, improvisation ou composition, bouger au rythme de la musique et pratique d'un instrument. Les instruments et pratiques utilisés lors de ces activités comprenaient le chant, le piano, le xylophone, la caisse claire et les instruments rythmiques disponibles en classe (triangles, tambourins, baguettes de batterie, cymbales, carillons et clochettes).

*Méta-analyse 1.* La première méta-analyse menée par Hetland (2000) incluait 15 études (701 sujets) portant sur des tâches spatio-temporelles (nécessitant une manipulation mentale dans le temps) telles que le sous-test d'assemblage d'objets faisant partie des tests de Wechsler (les tests appelés Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-Revised ou Wechsler Intelligence Scale for Children-III qui constituent une mesure standardisée, normative, fiable et validée de l'intelligence), dans lequel le sujet doit reconstituer un puzzle sans avoir vu l'image du puzzle terminé.

La valeur moyenne de l'effet était élevée ( $r = .37$  et  $d = .79$ ), avec des résultats pouvant être largement généralisés (le test  $t$  de la valeur  $Z_r$  moyenne était de 7.50, soit  $p < .0001$ ). Il existait relativement peu de variation entre les valeurs de l'effet des études concernées, ce qui conduisit Hetland à conclure que les résultats de cette analyse étaient probants.

La valeur de l'effet était légèrement supérieure pour les études portant sur des cours particuliers et non des cours en groupe et celles où les enfants apprenaient le solfège (plutôt que celles où ils l'étudiaient grâce à la méthode Kodály utilisant les signes de la main ou celles où ils ne l'étudiaient pas du tout). Des effets importants ont cependant été observés dans les deux formes d'enseignement (cours en groupe :  $r = .32$ , cours particuliers :  $r = .48$ ) et avec ou sans apprentissage du solfège (sans solfège :  $r = .36$ , avec solfège :  $r = .39$ ).

Néanmoins, seules certaines de ces études montraient un effet positif de la musique sur l'apprentissage du raisonnement spatial. Une des études les plus connues indiquait que l'enseignement de la musique stimulait le raisonnement spatial lors des deux premières années d'enseignement mais qu'après trois ans, on n'observait aucune différence dans les facultés spatiales des sujets ayant ou non reçu une formation musicale (Costa-Giomi, 1999). Cette étude est présentée dans l'Encadré 3.6.

**Tableau 3.16. Vingt-neuf études quasi-expérimentales et expérimentales incluses dans trois méta-analyses concernant l'impact de l'éducation musicale sur les compétences visuo-spatiale**

Étude	Relation positive	Relation mitigée, nulle ou négative
<b>Études incluses dans la méta-analyse n°1</b>	X	
Costa-Giomi (1999)*	X	
Flohr, Miller et Persellin (1998) *		X
Flohr (1998) *		X
Flohr (1999) (raw data) *		X
Graziano et al. (1999)		X
Gromko/Poorman (1998)		X
Hurwitz et al. (1975)		X
Mallory/Philbrick (1995)	X	
Persellin (1999)		X
Rauscher (1999) *	X	
Rauscher (1999) *	X	
Rauscher et al. (1994)	X	
Rauscher et al. (1997)	X	
Rauscher/Zupan (1999)		X
Taetle (1999)	X	
<b>Études incluses dans la méta-analyse n°2</b>		X
Hurwitz et al. (1975)	X	
Lazco (1985)		X
Lazco (1985)		X
Zulauf(1993/94)		X
Zulauf (1993/94)		X
<b>Études incluses dans la méta-analyse n°3</b>	X	
Billhartz et al. (2000)	X	
Flohr et al. (1999) *		X
Gromko/Poorman (1998)		X
Hurwitz, et al. (1975)	X	
Parente and O'Malley (1975)	X	
Rauscher et al. (1997)		X
Taetle (1999)		X
Zulauf (1993/94)	X	
Zulauf (1993/94)		X

Note: Les études expérimentales sont signalées par un astérisque. L'ensemble des résultats est présenté dans le Tableau 3.A1.5.

Source: Hetland (2000).

*Méta-analyse 2.* La deuxième méta-analyse effectuée par Hetland (2000) (5 études, 694 sujets) portait sur des études utilisant les matrices progressives de Raven, un test évaluant le raisonnement non verbal mais ne portant pas sur les compétences « spatio-temporelles ». La valeur de l'effet moyenne des études utilisant ces tests non spatio-temporels ( $r = .08$ ,  $d = .16$ ) était largement inférieure à la valeur de l'effet moyenne des mesures spatio-temporelles indiquées ci-dessus. Cet effet n'est pas généralisable à de nouvelles études car le test  $t$  de la valeur  $Z_r$  moyenne n'était pas significatif. Hetland en a conclu que l'impact de l'enseignement de la musique pouvait être observé sur les tâches spatio-temporelles et non les tâches non verbales de manière générale, par exemple les tests de Raven qui font davantage appel à une logique globale.

*Méta-analyse 3.* La troisième méta-analyse menée par Hetland (2000) comprenait neuf études (655 sujets) utilisant diverses mesures spatiales qu'il est difficile de classer de manière définitive dans la catégorie « compétences spatio-temporelles ». Certaines études utilisaient des mesures portant à la fois sur les compétences spatio-temporelles et non spatio-temporelles. Certaines effectuaient par exemple différents sous-tests « spatiaux » faisant partie du test WPPSI-R mais indiquaient seulement un score global. D'autres utilisaient certes des tests « spatio-temporels » mais difficiles à classer (par exemple le Children's Embedded Figures Test consistant à présenter au sujet « des dessins et des mots sous forme lacunaire et ambiguë » (Zulauf, 1993/1994, p. 114). Une de ces études faisait appel à une tâche basée principalement sur la mémoire spatiale, la Bead Memory Task du test de Stanford Binet évaluant la capacité à reconstruire une séquence visuelle.

Bien que modérée, la valeur de l'effet moyenne observée par cette analyse ( $r = .26$ ,  $d = .55$ ) restait inférieure à celle obtenue lors des tests de compétences spatio-temporelles. Elle peut également être généralisée à de nouvelles études car le test  $t$  de la valeur  $Z_r$  moyenne obtenait des résultats significatifs. Hetland en a donc conclu que l'enseignement de la musique pouvait non seulement améliorer les compétences spatio-temporelles mais aussi les compétences spatiales de manière générale. Avec une mise en garde toutefois : d'autres recherches sont nécessaires car les critères de mesure utilisés étaient relativement diversifiés.

Hetland (2000) concluait donc qu'il existe des données probantes permettant de soutenir de manière générale que l'apprentissage de la musique permet d'améliorer les performances des enfants âgés de 3 à 12 ans lors d'une tâche spatiale spécifique de type « spatio-temporel ». Cette amélioration peut également s'étendre à certaines formes non spatio-temporelles de raisonnement, à l'exception des tâches utilisant les matrices progressives de Raven (comme le montre la seconde analyse).

Hetland (2000) souligne cependant que, comme ces tests spatiaux ont été menés sur un petit nombre de semaines à la fin de la formation musicale des sujets, on ne sait pas combien de temps dure cet éventuel effet positif. De plus, comme la seule étude longitudinale existante portant sur plus de deux ans montre que des élèves sans formation musicale parviennent à rattraper le niveau de ceux ayant étudié le piano au cours de la troisième année de formation (Costa-Giomi 1999, voir



Encadré 3.6), il est impossible d'établir avec certitude si l'éducation musicale permet effectivement d'améliorer le raisonnement spatial après les deux premières années d'enseignement.

Et, plus important encore peut-être, comme le souligne Hetland (2000), il faudrait établir si cet éventuel impact sur les résultats aux tests de raisonnement spatial se traduit par un meilleur niveau scolaire. Pour exploiter pleinement les éventuels progrès en termes de raisonnement spatial dus à l'éducation musicale, les établissements scolaires doivent donc s'assurer que cette dernière met l'accent sur une approche spatiale de l'apprentissage.

**Encadré 3.6. Une étude longitudinale ne démontre aucun effet sur les compétences cognitives et spatiales après trois ans d'apprentissage du piano**

Costa-Giomi (1999) a mené une étude expérimentale sur les effets de l'enseignement du piano sur le développement cognitif. Des enfants n'ayant jamais participé à des cours de musique ont été répartis de manière aléatoire dans un groupe (67 enfants) bénéficiant d'une formation musicale basée sur trois ans de pratique du piano ou du clavier ou dans un groupe témoin (50 enfants) ne bénéficiant d'aucune formation musicale.

Au début de l'étude, les enfants des deux groupes ne présentaient aucune différence sur le plan cognitif, musical ou moteur. Leur profil était similaire en termes d'estime de soi, de réussite scolaire ou de motivation à étudier la musique.

Le groupe d'élèves musiciens a vu ses compétences cognitives et spatiales globales s'améliorer après une et deux années de formation, mais ces progrès restaient globalement limités. Pourtant, après trois années de formation, aucune différence significative n'a été constatée entre le groupe ayant suivi des cours de musique et le groupe témoin.

## **Études post-REAP concernant l'éducation musicale et les compétences visuo-spatiales**

### **Études corrélationnelles**

Les méta-analyses menées par le projet REAP concernant la musique et les compétences visuo-spatiales n'incluaient pas d'études corrélationnelles. Un certain nombre d'études corrélationnelles post-REAP récentes montrent que les musiciens adultes obtiennent de meilleurs résultats aux tests de raisonnement visuo-spatial que les adultes sans formation musicale (Brochard, Dufour et Despres, 2004 ; Patson, Corballis, Hogg et Tippett, 2006 ; Sluming, Barrick, Howard, Cezayirli, Mayes et Roberts, 2002 ; Sluming, Brooks, Howard, Downes et Roberts, 2007 ; Stoesz, Jakobson, Kilgour et Lewycky, 2007). Un constat similaire a été fait chez les enfants de 9 à 14 ans (Hassler, Birbaumer et Feil, 1985, 1987). Les chercheurs ont constaté une importante corrélation entre aptitude musicale et visualisation spatiale.

Nous avons trouvé une étude corrélacionnelle post-REAP examinant la corrélation entre aptitudes musicales et aptitudes spatiales (Tableau 3.17). Wang et

McCaskill (1989) ont évalué les aptitudes musicales (et non l'éducation musicale) et spatiales de 95 enfants de 11 ans et ont établi une corrélation significative entre aptitudes musicales et aptitudes spatiales.

**Tableau 3.17. Étude corrélationnelle post-REAP faisant le lien entre l'éducation musicale et les compétences visuo-spatiales**

Étude	Association positive	Aucune association
Wang et McCaskill (1989)	X	

Note: aptitudes musicales et non éducation musicale.

### Études quasi-expérimentales et expérimentales

Dans une étude quasi-expérimentale non incluse dans le projet REAP, Mingat et Suchet (1996) n'ont trouvé aucune différence statistiquement significative en termes de structuration visuo-spatiale entre des élèves de maternelle ayant bénéficié de 2 ou 4 heures d'enseignement de la musique et le groupe témoin à la fin de l'expérience (voir Encadré 3.2.).

Nous avons trouvé une seule étude expérimentale post-REAP évaluant la capacité de l'éducation musicale à améliorer les compétences visuo-spatiales de l'enfant (ces études sont synthétisées dans le Tableau 3.18).

Bilhartz, Bruhn et Olson (2000) ont réparti de manière aléatoire des enfants de 4 à 5 ans dans deux groupes, l'un bénéficiant de cours de musique pendant sept semaines et l'autre n'en bénéficiant pas. Les enfants ont été testés avant et après ces sept semaines grâce à différents sous-tests du test de QI de Stanford-Binet. Les sujets musiciens ont obtenu des résultats supérieurs à ceux du groupe témoin à un sous-test seulement, le Bead Memory Test portant sur le raisonnement visuo-spatial. On notera que ce résultat indiquant que les scores des sujets musiciens n'ont pas progressé sur l'ensemble des sous-tests de QI est en contradiction avec les résultats obtenus par Schellenberg (2004), à savoir que la formation musicale augmenterait le QI global (voir Section 3.2).

Nous avons identifié une autre étude post-REAP testant l'impact de l'éducation musicale sur les compétences visuo-spatiales (Zafranas, 2004) mais comme cette étude ne comportait pas de groupe témoin, nous ne l'évoquons pas ici.

**Tableau 3.18. Deux études post-REAP étudiant l'impact de la musique sur les compétences visuo-spatiales**

Étude	Association positive	Association négative ou nulle
Bilhartz, Bruhn et Olson (2000)*	X	
Mingat et Suchaut (1996)		X

Note: L'étude marquée d'un astérisque est une véritable étude expérimentale

En résumé, les données rassemblées par les méta-analyses du projet REAP montrent l'effet positif de l'éducation musicale sur le raisonnement visuo-spatial. Une étude longitudinale à long terme incluse dans le projet REAP n'est cependant pas parvenue à démontrer une quelconque amélioration des compétences visuo-spatiales après une formation musicale de trois ans. Cette étude nous incite donc à la prudence à l'heure d'avancer que l'éducation musicale aurait des effets positifs à long terme sur les compétences visuo-spatiales. Nous n'avons trouvé qu'une seule étude expérimentale post-REAP sur ce sujet. Il est donc nécessaire de poursuivre les recherches dans ce domaine.

## Éducation musicale et attention

La pratique d'un instrument de musique exige de la concentration. On peut donc se demander si l'apprentissage de la musique permet d'améliorer la capacité d'attention et de concentration, une faculté qui pourrait alors expliquer l'amélioration des résultats scolaires. L'apprentissage de la musique implique de mémoriser des associations sonores, des notes et des séquences de mouvements moteurs. Elle exige une écoute attentive et de longues périodes d'attention. Il est donc possible que la musique permette de développer la mémoire et la capacité d'attention en général. Le constat que les musiciens adultes possèdent des fonctions exécutives supérieures, dont la capacité d'attention, suggère que l'éducation musicale pourrait effectivement développer les compétences attentionnelles (Bialystok et DePaper, 2009). Une étude expérimentale avec répartition aléatoire montre également que la capacité d'attention et de concentration d'adultes âgés (60 à 85 ans) ayant étudié le piano pendant six mois avait augmenté, contrairement au groupe témoin (Bugos, Perlstein et al., 2007). Cet effet s'est cependant dissipé trois mois après l'arrêt des cours. Quelles preuves avons-nous de l'impact positif de l'apprentissage de la musique sur la capacité d'attention chez l'enfant ?

### Études corrélationnelles

Nous avons trouvé deux études corrélationnelles portant sur la relation entre l'apprentissage de la musique et un effet sur une zone cérébrale liée à l'attention (ces études sont synthétisées dans le Tableau 3.19) et une autre étude corrélacionnelle examinant le lien entre l'apprentissage de la musique et une dimension comportementale de l'attention auditive.

Fujioka et al. (2006) ont constaté que la pratique du violon affectait une zone cérébrale que l'on sait être associée à l'attention. Cette étude est décrite dans l'Encadré 3.7. Shahin et al. (2008) ont constaté qu'un certain type de réponse neuronale observé chez les enfants ayant bénéficié d'au moins un an de cours de musique est associé aux fonctions exécutives de l'attention et de la mémoire.

En Finlande, Huotilainen (2010) étudie actuellement la relation entre la musique et l'attention auditive, entre autres domaines d'étude. Il s'agit d'une étude corrélacionnelle comparant des enfants de 9 et 13 ans ayant ou non une

pratique musicale. Les deux groupes ont été appariés avec soin en fonction du nombre d'activités auxquelles ils participaient, de leur situation socio-économique et de la qualité de l'école qu'ils fréquentaient. Les enfants pratiquant la musique se sont avérés significativement plus rapides et commettaient moins d'erreurs lors de différents tests neuropsychologiques. Les enfants musiciens excellaient particulièrement dans certaines tâches impliquant le maintien de l'attention auditive en présence de bruits gênants (compter des nombres ou reconnaître des mots dans un environnement bruyant par exemple). Ils obtenaient également d'excellents résultats quand il s'agissait de nommer des objets ou de s'adapter aux changements de règles quant à leur dénomination. Huotilainen explique ces résultats par le fait que jouer de la musique et ou chanter développerait l'attention auditive ciblée, une faculté qui serait ensuite appliquée à des tâches non musicales et permettrait à l'enfant de rester concentré sur une tâche auditive malgré diverses distractions sonores.

Tableau 3.19. **Trois études corrélationnelles faisant le lien entre la musique et l'attention**

Étude	Corrélation positive	Aucune corrélation
Fujioka et al. (2006) (effet sur le cerveau)	X	
Huotilainen (2010) (effet comportemental)	X	
Shahin et al. (2008) (effet sur le cerveau)	X	

### Études quasi-expérimentales

Nous avons trouvé trois études quasi-expérimentales évaluant l'effet de l'éducation musicale sur l'attention (Tableau 3.20).

Scott (1992) a constaté que les enfants d'âge préscolaire participant à des cours de musique obtenaient de meilleurs résultats à une tâche d'attention nécessitant une certaine vigilance que les enfants participant à des cours de mouvement créatif.

Dans l'étude allemande décrite plus haut, Bastian (2000, 2008) n'a pas constaté une augmentation plus élevée de la capacité à se concentrer chez les enfants ayant bénéficié d'un apprentissage intensif de la musique que chez les sujets non musiciens.

L'étude de Petitto (2008) évoquée plus haut dans la section consacrée à l'apprentissage des langues étrangères, n'a permis d'observer aucun impact positif de la musique sur l'attention.

Tableau 3.20. **Trois études portant sur l'impact de la musique sur l'attention**

Étude	Effet positif	Aucun effet/effets contradictoires
Bastian (2000, 2008)		X
Petitto (2008)		X
Scott (1992)	X	

## Études expérimentales

Nous n'avons pas trouvé d'études expérimentales évaluant la capacité de l'éducation musicale à améliorer la capacité d'attention chez les enfants d'âge préscolaire.

En conclusion, quelques études empiriques suggèrent que l'apprentissage de la musique pourrait être associé à une meilleure capacité d'attention ou à un effet sur certaines zones cérébrales liées à cette faculté mais il n'existe à ce jour aucune étude expérimentale probante permettant de conclure que l'éducation musicale améliore la capacité d'attention. Il est tout simplement possible que les enfants ayant une plus grande capacité d'attention aient davantage tendance à choisir d'étudier la musique.

### Encadré 3.7. **L'apprentissage du violon améliore la capacité d'attention au niveau du cerveau**

Fujioka et al. (2006) ont étudié des enfants de 4 à 6 ans pratiquant le violon et les ont comparés à des sujets non musiciens. Les enfants ont été testés quatre fois par an à l'aide d'une technique appelée magnétoencéphalographie (MEG). On a constaté une augmentation des réponses liées au pic magnétique N250m, que l'on sait être associé à l'attention, à l'écoute d'un son de violon chez les enfants pratiquant la musique (ce qui n'était pas le cas des non musiciens).

Ne pouvant exclure la possibilité de différences préexistantes (avant le début de la formation musicale), les chercheurs n'ont donc pas pu conclure que c'était bien l'apprentissage de la musique qui causait ces écarts en termes de réponses cérébrales.

Ce résultat est cohérent avec les recherches menées par Shahin et al. (2008) qui montrent qu'une réponse neuronale spécifique (le pic N2 des potentiels évoqués cognitifs) associée à l'attention auditive et la mémoire atteint sa maturité plus tôt chez les enfants prenant des cours de musique

## Éducation musicale et mémoire

L'éducation musicale permet-elle d'améliorer la mémoire ? Plusieurs études corrélationnelles ont démontré que l'apprentissage de la musique était associé à une mémoire verbale plus développée (voir Schellenberg, 2005, 2006a).

On constate que les musiciens ont une mémoire verbale supérieure à celle des non musiciens (Brandler et Rammsayer 2003 ; Chan, Ho et Cheung, 2008 ; Jakobson, Cuddy et Kilgour, 2003 ; Jakobson, Lewycky, Kilgour et Stoesz, 2008 ; Kilgour, Jakobson et Cuddy, 2000 ; Piro et Ortiz, 2009 ; Tierney, Bergeson-Dana et Pisoni, 2008). Franklin et al. (2008) ont par exemple étudié des sujets suivant un enseignement musical de deuxième ou troisième cycle, ayant commencé à pratiquer un instrument avant l'âge de 10 ans et ayant étudié la musique pendant au moins neuf ans. Ils ont été comparés à d'autres sujets n'ayant pratiqué un instrument que durant un an seulement. Les musiciens présentaient une meilleure mémoire à long terme et une meilleure mémoire

de travail verbale. Cependant, comme il ne s'agit pas d'une étude expérimentale, il est impossible de déterminer si les individus ayant une mémoire verbale à long terme plus développée ont tendance à être attirés par l'étude du piano et à s'y tenir ou si c'est au contraire la pratique d'un instrument qui favorise le développement de la mémoire verbale (par exemple via l'utilisation de stratégies de répétition verbale) ou les deux. Jakobson et al. (2003) ont évoqué l'hypothèse que la relation entre l'étude de la musique et le renforcement de la mémoire verbale pourrait être due à un mécanisme commun de traitement de l'ordre temporel dans le domaine auditif. On peut supposer que l'étude de la musique renforce cette compétence et renforce donc également la mémoire verbale (bien que ceci suppose un renforcement de la mémoire portant sur les informations verbales présentées oralement).

Alors que les études ci-dessus montrent un lien entre l'éducation musicale et la mémoire verbale (et non pas visuelle), deux autres études corrélacionnelles indiquent quant à elles que la musique est associée à des performances supérieures dans ces deux formes de mémoire. Lee, Lu et Ko (2007) ont en effet observé que les musiciens obtenaient des résultats supérieurs à ceux des non musiciens lors d'un test de mémoire des chiffres et de mémoire non verbale.

Schellenberg (2008) a émis des critiques concernant ces études en soulignant que les groupes étudiés n'avaient généralement pas été appariés selon leur QI global, les groupes de musiciens présentant un QI plus élevé ou un meilleur niveau scolaire. Ces écarts en matière de mémoire verbale pourraient donc être dus à une différence de QI et/ou de niveau scolaire plutôt qu'à l'apprentissage de la musique.

Quelles preuves avons-nous de l'impact positif de la musique sur la mémoire chez l'enfant ?

### Études corrélacionnelles

Nous avons trouvé une étude corrélacionnelle examinant la relation entre les cours de musique et la mémoire.

Dans leur étude n°1, Ho, Cheung et Chan (2003) ont montré que l'éducation musicale était associée à des performances supérieures en termes de mémoire (auditive) verbale, comme indiqué dans le Tableau 3.21. Cette étude est décrite dans l'Encadré 3.8.

Tableau 3.21. **Étude corrélacionnelle faisant le lien entre l'apprentissage de la musique et la mémoire verbale**

Étude	Corrélation positive	Aucune corrélation
Ho, Cheung et Chan (2003), Étude 1	X	

## Études quasi-expérimentales

Nous avons trouvé une étude quasi-expérimentale évaluant l'effet des cours de musique sur la mémoire. Ho, Cheung et Chan (2003) ont poursuivi les travaux (voir Étude n°2) initiés lors de leur première étude corrélationnelle par une étude quasi-expérimentale qui leur a permis de constater que les enfants ayant poursuivi leur formation musicale voyaient leur mémoire verbale s'améliorer tandis que ceux ayant arrêté les cours de musique ne présentaient pas de tels progrès (ces résultats sont synthétisés dans le Tableau 3.22). Cette étude est également décrite dans l'Encadré 3.8.

Tableau 3.22. **Étude quasi-expérimentale portant sur l'impact de l'apprentissage de la musique sur la mémoire verbale**

Étude	Effet positif	Aucun effet ou effets contradictoires
Ho, Cheung et Chan (2003) - Étude 2	X	

Il n'existe pas à ce jour de données expérimentales probantes démontrant que l'éducation musicale améliore la mémoire.

### Encadré 3.8. **Une meilleure mémoire verbale : est-ce l'effet de l'apprentissage de la musique ou est-ce simplement dû au QI ?**

Une étude corrélationnelle de Ho, Cheung et Chan (2003) a montré que les enfants participant à des cours de musique obtenaient des scores supérieurs aux non musiciens en termes de mémoire verbale, mais non de mémoire visuelle. L'étude portait sur quatre-vingt dix garçons âgés de 6 à 15 ans fréquentant un établissement scolaire à Hong Kong. La moitié d'entre eux avait choisi de recevoir une formation musicale et jouait dans le groupe et l'orchestre de leur école. Ils avaient aussi suivi des cours de musique classique consistant dans la pratique soit du violon, soit de la flûte, à raison d'au moins une heure par semaine. Ces garçons avaient bénéficié d'une formation musicale de 1 à 5 ans. Le groupe témoin fréquentait la même école mais ne recevait aucune formation musicale. Les deux groupes ont été appariés selon des critères d'âge, de niveau scolaire, de situation socio-économique (niveau d'instruction et revenus de la famille) et de QI global. Les enfants ont été soumis à un test de mémoire verbale (mots présentés oralement), ainsi qu'à un test de mémoire visuelle et un test de QI. Les sujets musiciens obtenaient des scores significativement plus élevés sur le test de mémoire verbale (orale), mais non sur le test de mémoire visuelle ou de QI.

Cette observation est en contradiction avec la démonstration de Schellenberg (2004) selon laquelle l'éducation musicale augmenterait le QI chez l'enfant.

(à suivre...)

**Encadré 3.8. Une meilleure mémoire verbale :  
est-ce l'effet de l'apprentissage de la musique ou est-ce simplement dû au QI ?  
(suite)**

Schellenberg (2008) a émis des critiques concernant les travaux de Ho et al. (2003) en soulignant qu'il y avait une différence de QI entre les groupes (en faveur des musiciens) d'environ 1/3 de l'écart-type et, qu'une fois encore, ce QI plus élevé pourrait expliquer la supériorité des sujets musiciens en matière de mémoire verbale. Il souligne (Schellenberg, 2010, communication personnelle) que « lorsque l'on cherche à « prouver » l'hypothèse nulle correspondant à l'absence de différence entre les groupes, c'est impossible conceptuellement et très peu convaincant si la différence est « presque » significative. Cela devient convaincant uniquement si la taille de l'échantillon est importante et si la différence observée contredit l'orientation prévue, ou si la valeur de  $p$  est très élevée, ce qui suggère que l'effet, s'il existe, sera probablement infinitésimal au sein de la population. Dans le cas de Ho et al., l'ajout de quelques participants supplémentaires aurait probablement permis à la valeur  $p$  du score de QI global d'atteindre un niveau significatif et les résultats obtenus sur le papier auraient été dans le sens de ce que je n'ai cessé de répéter ces dernières années : les enfants intelligents sont plus susceptibles que les autres de prendre des cours de musique et d'obtenir de bons résultats à pratiquement tous les tests auxquels on les soumet ».

Dans une étude quasi-expérimentale de suivi visant à définir la direction de la causalité, Ho Cheung et Chan (2003) ont comparé trois groupes d'enfants : des enfants commençant leur formation musicale, des enfants issus de la première étude poursuivant leur formation musicale, et d'autres ayant arrêté cette formation au bout de trois mois. Ces enfants ont été soumis aux mêmes tests. Au début de l'expérience, les scores de mémoire verbale des débutants étaient inférieurs à ceux des deux autres groupes mais, après une année de formation musicale, les trois groupes obtenaient des résultats équivalents, la mémoire verbale des débutants s'étant améliorée au cours de l'année de formation. Les deux groupes étudiant la musique ont vu leur mémoire verbale progresser au cours de cette année, mais aucun progrès n'a été constaté chez les enfants ayant arrêté leur formation musicale.

Il est possible que les enfants ayant un QI plus élevé soient davantage intéressés par l'étude de la musique et qu'un QI plus élevé soit en corrélation avec une meilleure mémoire (meilleure capacité d'attention, meilleurs résultats en mathématiques, etc.). La réalisation d'études expérimentales avec répartition aléatoire s'avère donc une fois encore nécessaire pour déterminer la direction de la causalité.

## Observations finales concernant l'éducation musicale et les facultés cognitives

Dans ce chapitre, nous avons passé en revue de nombreuses études évoquant l'hypothèse d'un lien entre l'éducation musicale et un domaine spécifique du fonctionnement cognitif. Les recherches menées sur la musique et son impact sur les facultés cognitives sont prometteuses. À ce jour, nous pouvons donc émettre les conclusions suivantes. Les cours de musique améliorent les résultats scolaires et le QI chez l'enfant. Ils développent également la conscience phonologique et la capacité à déchiffrer les mots.



On comprend bien le lien qui peut exister entre éducation musicale et conscience phonologique car les deux sont liées aux capacités d'écoute. La conscience phonologique étant liée à la capacité à déchiffrer les mots, il est également compréhensible que l'éducation musicale puisse développer cette capacité chez les jeunes enfants.

Mais comment interpréter l'effet des cours de musique sur le QI et les résultats scolaires ? Dans les études portant sur des enfants prenant des cours de musique en dehors de l'école, il s'agissait toujours de musique classique. La musique classique implique de nombreuses activités proches de l'apprentissage scolaire : cours particulier avec un adulte, pratique quotidienne, mémorisation et lecture des notes (et représentation devant un public sous forme de récital). Nous émettons ici l'hypothèse que si ces enfants pratiquaient d'autres disciplines artistiques impliquant les mêmes activités proches de l'apprentissage scolaire, ces disciplines permettraient elles aussi d'améliorer le QI et les résultats scolaires.

## Références

- Aleman, A., M.R. Nieuwenstein, K.B.E. Böcker and E.H.F. de Haan (2000), "Music training and mental imagery ability", *Neuropsychologia*, Vol. 38/12, pp. 1664-1668.
- Anello, J. A. (1972), *A Comparison of Academic Achievement Between Instrumental Music Students and Non-music Students in the El Dorado and Valencia High Schools of the Placentia United School District*, Doctoral Dissertation, Brigham Young University.
- Anvari, S. H., L. J. Trainor, J. Woodside et B. A. Levy (2002), "Relations among musical skills, phonological processing and early reading ability in preschool children", *Journal of Experimental Child Psychology*, Vol. 83/2, pp. 111-130.
- Asbury, C. et B. Rich (2008), "Learning, arts and the brain. The Dana Consortium Report on arts and cognition", *Dana Press*, New York/Washington, D.C.
- Bahr, N. et C. A. Christensen (2000), "Inter-domain transfer between mathematical skill and musicianship", *Journal of Structural Learning and Intelligence Systems*, Vol. 14/3, pp. 187-197.
- Baldeweg, T., A. Richardson, S. Watkins, C. Foale et J. Gruzelier (1999), "Impaired auditory frequency discrimination in dyslexia detected with mismatch evoked potentials", *Annals of Neurology*, Vol. 45/4, pp. 495-503.
- Barwick, J., E. Valentine, R. West et J. Wilding (1989), "Relations between reading and musical abilities", *British Journal of Educational Psychology*, Vol. 59/2, pp. 253-257.

- Bastian, H. G. (2000), *Musik (erziehung) und ihre Wirkung. Eine langzeitstudie an Berliner Grundschulen*, Schott Musik International, Mainz.
- Bastian, H. G. (2008), *Nach langem Schweigen: zur Kritik an der Langzeitstudie 'Musikerziehung und ihre Wirkung' (2000)*, [www.musikpaedagogikonline.de/unterricht/netzspezial/reflexion/bastian/show,17683.html](http://www.musikpaedagogikonline.de/unterricht/netzspezial/reflexion/bastian/show,17683.html)
- Beecham, R., R. A. Reeve et S. J. Wilson, (2009), "Spatial representations are specific to different domains of knowledge", *PLoS ONE*, Vol. 4/5.
- Besson, M., D. Schon, S. Moreno, A. Santos, and C. Magne, (2007), "Influence of musical expertise and musical training on pitch processing in music and language", *Restorative Neurology and Neuroscience*, Vol. 25/3-4, pp. 399-410.
- Bialystok, E. et A-M. DePape (2009), "Musical expertise, bilingualism, and executive functioning", *Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance*, Vol. 35/2, pp. 565-574.
- Bilhartz, T. D., R. A. Bruhn et J. E. Olson (2000), "The effect of early music training on child cognitive development", *Journal of Applied Developmental Psychology*, Vol. 20/4, pp. 615-636.
- Brandler, S. et T. H. Rammsayer (2003), "Differences in mental abilities between musicians and non-musicians", *Psychology of Music*, Vol. 31/2, pp. 123-138.
- Bratko, D., T. Chamorro-Premuzic et Z. Saks (2006), "Personality and school performance: incremental validity of self- and peer-ratings over intelligence", *Personality and Individual Differences*, Vol. 41/1, pp. 131-142.
- Brochard, R., A. Dufour et O. Després (2004), "Effect of musical expertise on visuospatial abilities: Evidence from reaction times and mental imagery", *Brain and Cognition*, Vol. 54/2, pp. 103-109.
- Bugos, J. A., W. M. Perlstein, C.S. McCrae, T.S. Brophy et P. Bedenbaugh (2007), "Individualized piano instruction enhances executive functions and working memory in older adults", *Aging and Mental Health*, Vol. 11/4, pp. 464-471.
- Butzlaff, R. (2000), "Can music be used to teach reading?", *Journal of Aesthetic Education*, Vol. 34/3-4, pp. 167-178.
- Cattell, R. (1949), *Culture Free Intelligence Test, Scale 1, Handbook*, Institute of Personality and Ability, Champaign, IL.
- Catterall, J., R. Chapleau et J. Iwanaga (1999), "Involvement in the arts and human development: general involvement and intensive involvement in music and theatre arts" in E. Fiske (ed.), *Champions of Change: The Impact of the Arts on Learning*, The Arts Education Partnership and The President's Committee on the Arts and the Humanities, pp. 1-18.

- Ceci, S. J. et W. M. Williams (1997), "Schooling, intelligence and income", *American Psychologist*, Vol. 52/10, pp. 1051-1058.
- Chan, A. S., Y. C. Ho et M. C. Cheung (2008), "Music training improves verbal memory", *Nature*, Vol. 396/128, <http://dx.doi.org/10.1038/24075>
- Chandrasekaran, B., J. M. Hornickel, E. Skoe, T. Nicol et N. Kraus (2009), "Context-dependent encoding in the human auditory brainstem relates to hearing speech in noise: Implications for developmental dyslexia", *Neuron*, Vol. 64/3, pp. 311-319.
- Chandrasekaran, B. et N. Kraus (2010), "Music, noise-exclusion, and learning", *Music Perception*, Vol. 27/4, pp. 297-306.
- Cheek, J. M. et L. R. Smith (1999), "Music training and mathematics achievement", *Adolescence*, Vol. 34/136, pp. 759-761.
- Ciepluch, G. M. (1988), *Sightreading Achievement in Instrumental Music Performance, Learning Gifts, and Academic Achievement: A Correlational Study*, Doctoral Dissertation, University of Wisconsin.
- College Board (1987-1997), *College Bound Seniors Profile of SAT and Achievement Test Takers*, College Board, New York, NY.
- Costa-Giomi, E. (1997), "The McGill Piano Project: Effects of piano instruction on children's cognitive abilities, academic achievement, and self-esteem", paper presented at the 12th National Symposium on Research in Music Behavior, Minneapolis.
- Costa-Giomi, E. (1999), "The effects of three years of piano instruction on children's cognitive development", *Journal of Research in Music Education*, Vol. 47/3, pp. 198-212.
- Cox, H. A. et L. J. Stephens (2006), "The effect of music participation on mathematical achievement and overall academic achievement of high school students", *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, Vol. 37/7, pp. 757-763.
- Deary, I. J. (2001), *Intelligence: A Very Short Introduction*, Oxford University Press, Oxford.
- Deasy, R. J. (Ed.) (2002), *Critical links: Learning in the arts and student academic and social development*, Arts Education Partnership, Washington, D.C.
- De Fruyt, F., K. Van Leeuwen, M. De Bolle et B. De Clercq (2008), "Sex differences in school performance as a function of conscientiousness, imagination and the mediating role of problem behaviour", *European Journal of Personality*, Vol. 22/3, pp. 167-184.
- Degé, F. et Schwarzer, G. (2011), "The effect of a music training Program on phonological awareness in preschoolers", *Frontiers in Auditory Neuroscience*, Vol. 2, p.124, <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00124>
- Dehaene, S., V. Izard, P. Pica et E. Spelke (2006), "Core knowledge of geometry in an Amazonian indigene group", *Science*, No. 311/5759, pp. 381-384.

- Delogu, R., G. Lampis et M. Oliveti-Belardinelli (2006), "Music-to-language transfer effect: May melodic ability improve learning of tonal languages by native non-tonal speakers?" *Cognitive Processes*, Vol. 7, No. 3, pp. 203-207.
- Dollinger, S. J. et L. A. Orf (1991), "Personality and performance in "Personality": Conscientiousness and openness", *Journal of Research in Personality*, Vol. 25/3, pp. 276-284.
- Douglas, S. et P. Willats (1994), "The relationship between musical ability and literacy skills" *Journal of Research in Reading*, Vol. 17/2, pp. 99-107.
- Engdahl, P. M. (1994), *The Effect of Pull-out Programs on the Academic Achievement of Sixth Grade Students in South Bend, Indiana*, Doctoral Dissertation, Andrew University.
- Fauvel, J., R. Flood et R. Wilson (2006), *Music and Mathematics: From Pythagoras to Fractals*, Oxford University Press, Oxford.
- Fetzer, L. (1994), *Facilitating Print Awareness and Literacy Development with Familiar Children's Songs*, Doctoral Dissertation, East Texas University.
- Flohr, J. W., D. C. Miller et D. Persellin (1998), "Quantitative EEG responses to music stimuli", paper presented at the music educators National conference, Pheonix, Arizona.
- Flohr, J. W., D. C. Miller, D. Persellin et R. DeBeus (1999), *Children's Electrophysiological Responses to Music*, unpublished manuscript.
- Forgeard, M., E. Winner, A. Norton et G. Schlaug (2008), "Practicing a musical instrument in childhood is associated with enhanced verbal ability and nonverbal reasoning", *PLoS ONE* 3, [www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0003566#s1](http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0003566#s1)
- Franklin, M. S., K. S. Moore, C. Yip, J. Jonides, K. Rattray et J. Moher (2008), "The effects of musical training on verbal memory", *Psychology of Music*, Vol. 36/3, pp. 353-365.
- Friedman, B. (1959), *An Evaluation of the Achievement in Reading and Arithmetic of Pupils in Elementary School Instrumental Music Classes*, Doctoral Dissertation, New York University.
- Fujioka T., B. Ross, R. Kakigi, C. Pantev, L.J. Trainor (2006), "One year of musical training affects development of auditory cortical-evoked fields in young children, brain", Vol. 129/10, pp. 2593-2608.
- Furnham, A., T. Chamorro-Premuzic et F. McDougall (2003), "Personality, cognitive ability, and beliefs about intelligence as predictors of academic performance", *Learning and Individual Differences*, Vol. 14/1, pp. 49-64.
- Gouzouasis, P., M. Guhn, et N. Kishor (2007), "The predictive relationship between achievement and participation in music and achievement in core grade 12 academic subjects", *Music Education Research*, Vol. 9/1, pp. 81-92.

- Graziano, A. B., M. Peterson et G. L. Shaw (1999), "Enhanced learning of proportional Math through Music training and spatial-temporal training", *Neurological Research*, Vol. 21/2, pp. 139-152.
- Groff, F. H. (1963), *Effect on Academic Achievement of Escusing Elementary School Pupils from Classes to Study Instrumental Music*, Doctoral Dissertation, University of Connecticut.
- Gromko, J. E. (2005), "The effect of music instruction on phonemic awareness in beginning readers", *Journal of Research in Music Education*, Vol. 53/3, pp. 199-209.
- Gromko, J.E. et A.S. Poorman (1998), "Developmental trends and relationships in children's aural perception and symbol use", *Journal of Research in Music Education*, Vol. 46/1, pp. 16-23.
- Gruhn, W., N. Galley et C. Kluth (2003), "Do mental speed and musical abilities interact?", *Annals of the New York Academy of the Sciences*, Vol. 999/1, pp. 485-496.
- Hassler, M., N. Birbaumer et A. Feil (1985), "Musical talent and visuo-spatial abilities: Longitudinal study", *Psychology of Music*, Vol. 13, pp. 99-113.
- Hassler, M., N. Birbaumer et A. Feil (1987), "Musical talent and visuo-spatial ability: Onset of puberty", *Psychology of Music*, Vol. 15, pp. 141-151.
- Helmbold, N., T. Rammsayer et E. Altenmüller (2005), "Differences in primary mental abilities between musicians and nonmusicians", *Journal of Individual Differences*, Vol. 26/2, pp. 74-85.
- Hetland, L. (2000), "Learning to make music enhances spatial reasoning", *Journal of Aesthetic Education*, Vol. 34/3-4, pp. 179-238.
- Ho, Y., M. Cheung, A. S. Chan (2003), "Music training improves verbal but not visual memory: Cross-sectional and longitudinal explorations in children", *Neuropsychology*, Vol. 17/3, pp. 439-450.
- Hobbs, C. (1985), "A comparison of music aptitude, scholastic aptitude, and academic achievement of young children", *Psychology of Music*, Vol. 13/2, pp. 93-98.
- Huutilainen, M. (2010), "Early indices of auditory learning", talk presented at Minds for the Future Seminar, May 26th, Helsinki, Finland, organized by Cicero Learning Network in Espoo, Finland.
- Hurwitz, I., P. H. Wolff, B. D. Bortnick et K. Kokas (1975), "Nonmusical effects of the kodály music curriculum in primary grade children", *Journal of Learning Disabilities*, Vol. 8/3, pp. 167-174.
- Jakobson, L. S., L. L. Cudy et A. R. Kilgour (2003), "Time tagging: a key to musician's superior memory", *Music Perception*, Vol. 20/3, pp. 307-313.
- Jakobson, L. S., S. T. Lewycky, A. R. Kilgour et B. M. Stoesz (2008), "Memory for verbal and visual material in highly trained musicians", *Music Perception*, Vol. 26/1, pp. 41-55.

- James, J. (1993), *The Music of the Spheres: Music, Science, and the Natural Order of the Universe*, Copernicus, New York, NY.
- Jäncke, L. (2008), *Macht Musik schlau? Neue Erkenntnisse aus den Neurowissenschaften und der kognitiven Psychologie*, Verlag Hans Huber, Bern.
- Jentschke, S. et S. Koelsch (2009), "Musical training modulates the development of syntax processing in children", *NeuroImage*, Vol. 47/2, pp. 735-744.
- Jentschke S., S. Koelsch and A. D. Friederici (2005), "Investigating the relationship of music and language in children: influences of musical training and language impairment", *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1060, pp. 231-242.
- Kast, M., M. Meyer, C. Vögeli, M. Gross et L. Jäncke (2007), "Computer-based multisensory learning in children with developmental dyslexia", *Restorative Neurology and Neuroscience* (IOS-Press), Vol. 25/3-4, pp. 355-369.
- Kelly, L. L. (1981), *A Combined Experimental and Descriptive Study of the Effect of Music on Reading and Language*, Doctoral Dissertation, University of Pennsylvania.
- Kilgour, A. R., L. S. Jakobson et L. L. Cuddy (2000), "Music training and rate of presentation as mediators of text and song recall", *Memory and Cognition*, Vol. 28/5, pp. 700-710.
- Kraus, N. et B. Chandrasekaran (2010), "Music training for the development of auditory skills", *Nature Reviews Neuroscience*, Vol. 11, pp. 599-605 <http://dx.doi.org/10.1038/nrn288>
- Krumhansl, C. L. (2000), "Rhythm and pitch in music cognition", *Psychological Bulletin*, Vol. 126/1, pp. 159-179.
- Kvet, E. J. (1985), "Excusing elementary school students from regular classroom activities for the study of instrumental music: the effect on sixth-grade reading, language, and mathematics achievement", *Journal of Research in Music Education*, Vol. 33/1, pp. 45-54.
- Lamar, H. B. (1989), *An Examination of the Congruency of Music Aptitude Scores and Mathematics and Reading Achievement Scores of Elementary Children*, Doctoral Dissertation, University of Southern Mississippi.
- Lamb, S. J. et A. H. Gregory (1993), "The relationship between music and reading in beginning readers", *Educational Psychology*, Vol. 13/1, pp. 19-27.
- Laszo, Z. (1985), "The nonmusical outcomes of music education: influence on intelligence", *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, No. 85, pp. 109-18.
- Lee, I. W. et S. J. Kim (2006), "The effects of integrated activity with music and mathematics on musical ability and the mathematical concepts of preschoolers", *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education*, Vol. 11/2, pp. 305-329.

- Lee, Y., M. Lu et H. Ko (2007), "Effects of skill training on working memory capacity", *Learn Instrument*, Vol. 17/3, pp. 336-344.
- Linch, S.A. (1994), "Differences in academic achievement and level of self-esteem among high school participants in instrumental music, non participants, and student who discontinue instrumental music education", *Dissertation Abstracts International*, Vol. 54/9-A, p. 3362.
- Loui, P., K. Kroog, J. Zuk, E. Winner et G. Schlaug (2011), "Relating pitch awareness to phonemic awareness in children: implications for tone-deafness and dyslexia", *Frontiers in Auditory Cognitive Neuroscience*, Vol. 2/111, pp. 1-5.
- Lowe, A. (1995), *The Effect of the Incorporation of Music Learning into the Second-language Classroom on the Mutual Reinforcement of Music and Language*, Doctoral Dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign, *Dissertation Abstracts International*, Vol. 54/4, 1535A.
- Lynn, R., R. G. Wilson et A. Gault (1989), "Simple musical tests as measures of spearman's g" *Personality and Individual Differences*, Vol. 10/1, pp. 25-28.
- Magne, C., D. Schön et M. Besson (2006), "Musician children detect pitch violations in both music and language better than nonmusician children: behavioral and electrophysiological approaches", *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol. 18/2, pp. 199-211.
- Mallory, M. E. et K. E. Philbrick (1995), "Music training and spatial skills in preschool children", paper presented at the American Psychological Association, New York, NY, June 30.
- Marques C., S. Moreno, S. L. Castro et M. Besson (2007), "Musicians detect pitch violation in a foreign language better than nonmusicians: behavioral and electrophysiological evidence", *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol. 19/9, pp. 1453-1463.
- McCarthy, K. J. (1992), "Music performance group membership and academic success: a descriptive study of one 4-year high school", paper presented at the Colorado Music Educators Association.
- Mingat, A. et B. Suchaut (1996), "Incidences des activités musicales en grande section de maternelle sur les apprentissages au cours préparatoire", *Les Sciences de l'éducation*, Vol. 29/3, pp. 49-76 [in French] (The impact of musical activities on learning achievements at the end of grade 1).
- Moreno, S., E. Bialystok, R. Barac, E. G. Schellenberg, N. J. Cepeda et T. Chau (2011), "short-term music training enhances verbal intelligence and executive function", *Psychological Science*, Vol. 22/11, pp. 1425-1433.
- Moreno S., C. Marques, A. Santos, M. Santos, S. L. Castro et M. Besson (2009), "Musical training influences linguistic abilities in 8-year-old children: more evidence for brain plasticity", *Cerebral Cortex*, Vol. 19/3, pp. 712-723.

- Musacchia, G., M. Sams, E. Skoe et N. Kraus (2007), "Musicians have enhanced subcortical auditory and audiovisual processing of speech and music", *PNAS*, Vol. 104/40, pp. 15894-15898.
- Nering, M. E. (2002), "The effect of piano and music instruction on intelligence of monozygotic twins", *Dissertation Abstracts International Section A: Humanitie and Social Sciences*, Vol. 63/3-A, p. 812.
- Neufeld, K. A. (1986), "Understanding of selected pre-number concepts: relationships to a formal music program", *Alberta Journal of Educational Research*, Vol. 32/2, pp. 134-139.
- Neville, H. (2008), "Effects of music training on brain and cognitive development in under-privileged 3- to 5-year-old children: preliminary results" in B. Rich and C. Asbury (eds.), *Learning, Arts, and the Brain: The Dana Consortium Report on Arts and Cognition*, The Dana Foundation, New York/Washington, DC, pp. 105-106.
- Nilsonne, A. et J. Sundberg (1985), "Differences in ability of musicians and nonmusicians to judge emotional state from the fundamental frequency of voice samples", *Music Perception*, Vol. 2/4, pp. 507-516.
- Nisbet, S. (1991), "Mathematics and music", *The Australian Mathematics Teacher*, Vol. 47/4, pp. 4-8.
- Olanoff, M. et L.C. Kirschner, (1969), *Musical Ability Utilization Project. Final Report*, Project No. 2600, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Washington, DC.
- Overy, K. (2003), "Dyslexia and music: From timing deficits to musical intervention. *Annals of the New York Academy of Sciences*", Vol. 999/1, pp. 497-505.
- Parbery-Clark, A., E. Skoe et N. Kraus (2009), "Musical experience limits the degradative effects of background noise on the neural processing of sound", *The Journal of Neuroscience*, Vol. 29/45, pp. 14100-14107.
- Parente, J. A. et J. J. O'Malley (1975), "Training in musical rhythm and field dependence of children", *Perceptual and Motor Skills*, Vol. 40/2, pp. 392-394.
- Patel, A. D. (2008), *Music, Language, and the Brain*, Oxford University Press, New York, NY.
- Patel, A. D. (2010), "Music, biological evolution, and the brain" in M. Bailar (ed.), *Emerging Disciplines*, Rice University Press, Houston, TX, pp. 91-144.
- Patston, L. L., M. C. Corballis, S. L. Hogg et L. J. Tippett (2006), "The neglect of musicians: line bisection reveals and opposite bias", *Psychological Science*, Vol. 17/12, pp. 1029-1031.
- Paunonen, S. V. et M. C. Ashton (2001), "Big five predictors of academic achievement", *Journal of Research in Personality*, Vol. 35/1, pp. 78-90.



- Persellin, D. (1999). "The effect of orff-based, time-intensive music instruction on spatial-temporal task performance of young children", paper presented at the Ameridan Orff-Schulwerk Association National Conference, Phoenix, Arizona, 4-7 November.
- Petitto, L. (2008), "Arts education, the brain, and language" in B. Rich and C. Asbury (eds.), *Learning, Arts, and the Brain: The Dana Consortium Report on Arts and Cognition*, The Dana Foundation, New York/Washington, DC, pp. 93-104 .
- Phillips, D. (1976), "An investigation of the relationship between musicality and intelligence", *Psychology of Music*, Vol. 4/2, pp. 16-31.
- Piro, J. M. et C. Ortiz (2009), "The effect of piano lessons on the vocabulary and verbal sequencing skills of primary grade students", *Psychology of Music*, Vol. 37/3, pp. 325-347.
- Ponton, C. W., J.J. Eggermont, B. Kwong et M. Don (2000), "Maturation of human central auditory system activity: evidence from multi-channel evoked potentials", *Clinical Neurophysiology*, Vol. 111/2, pp. 220-236.
- Rauscher, F. H. (1999), "Music, cognitive development, and the classroom: head start", paper presented at the American Orff-Schulwerk Association National Conference, Pheonix, Arizona, 4-7 November.
- Rauscher, F. H., et al. (1994), "Music and spatial task performance: a causal relationship", paper presented at the American Psychological Association 102nd Annual Convention, Los Angeles, 12-16 August.
- Rauscher, F. H., G. L. Shaw, L. J. Levine, E. L. Wright, W. R Dennis et R. L. Newcomg (1997), "Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning", *Neurological Reasoning*, Vol. 19/1, pp. 1-8.
- Rauscher, F. H. et M. A. Zupan (1999), "Classrom keyboard instruction improves kindergarten children's spatial-temporal performance: a field experiment", *Early childhood Research Quarterly*, Vol. 15/2, pp. 215-228.
- Roberts, D. L. (1978), *An Experimental Study of the Relationship Between Musical Note-Reading and Language Reading*, Doctoral Dissertation, University of Missouri.
- Roskam, K. (1979), "Music therapy as an aid for increasing auditory awareness and improving reading skill", *Journal of Music Therapy*, Vol. 16/1, pp. 31-42.
- Schellenberg, E. G. (2004), "Music lessons enhance IQ", *Psychological Science*, Vol. 15/8, pp. 511-514.
- Schellenberg, E. G. (2005), "Music and cognitive abilities", *Current Directions in Psychological Science*, Vol. 14/6, pp. 322-325.
- Schellenberg, E. G. (2006), "Long-term positive associations between music lessons and IQ", *Journal of Educational Psychology*, Vol. 98/2, pp. 457-468.

- Schellenberg, E. G. (2006a), "Exposure to music: the truth about the consequences" in G.E. McPherson (ed.), *The Child as Musician: A Handbook of Musical Development*, Oxford University Press, Oxford, pp. 111-134.
- Schellenberg, E. G. (2008), Commentary on "Effects of early musical experience on auditory sequence memory" by A. Tierney, T. Bergeson, and D. Pisoni, *Empirical Musicology Review*, Vol. 3/4, pp. 205-207.
- Schellenberg, E. G. (2010), "Examining the association between music lessons and intelligence", unpublished paper.
- Schellenberg, E. G. et S. Moreno (2010), "Music lessons, pitch processing, and g", *Psychology of Music*, Vol. 38/2, pp. 209-221.
- Schmithorst, V. J. et S. K. Holland (2004), "The effect of musical training on the neural correlates of math processing: a functional magnet resonance imaging study in humans", *Neuroscience Letters*, Vol. 354/3, pp. 193-196.
- Schön D., C. Magne, M. Besson (2004), "The music of speech: music training facilitates pitchprocessing in both music and language", *Psychophysiology*, Vol. 41/3, pp. 341-349.
- Scott, L. (1992), "Attention and perseverance behaviors of preschool children enrolled in suzuki violin lessons and other activities", *Journal of Research in Music Education*, No. 40/3, pp. 225-235.
- Shahin, A., L. E. Roberts, L. J. Trainor (2004), "Enhancement of auditory cortical development by musical experience in children", *Neuroreport*, Vol. 15/12, pp. 1917-1921.
- Shahin A. J., L. E. Roberts, W. Chau, L. J. Trainor, L. M. Miller (2008), "Music training leads to the development of timbre-specific gamma band activity", *Neuroimage*, Vol. 41/1, pp. 113-122.
- Shuter, R. (1968), *The Psychology of Music Ability*, Methuen, London.
- Sluming, V., T. Barrick, M. Howard, E. Cezayirli, A. Mayes et N. Roberts (2002), "Voxel-based morphometry reveals increased gray matter density in broca's area in male symphony orchestra musicians", *Neuroimage*, Vol. 17/3, pp. 1613-1622.
- Sluming, V., J. Brooks, M. Howard, J.J. Downes et N. Roberts (2007), "Broca's area supports enhanced visuospatial cognition in orchestral musicians", *Journal of Neuroscience*, Vol. 27/14, pp. 3799-3806.
- Slevc, L.R. et A. Miyake (2006), "Individual differences in second-language proficiency", *Psychological Science*, Vol. 17/8, pp. 675-681.
- Spelke, E. (2008), "Effects of music instruction on developing cognitive systems at the foundations of mathematics and science" in B. Rich and C. Asbury (eds.), *Learning, Arts, and the Brain: The Dana Consortium Report on Arts and Cognition*, The Dana Foundation, New York/Washington, DC, pp. 17-49.

- Steinhaus, H. (1969), *Mathematical Snapshots*, Oxford University Press, New York, NY.
- Strait, D.L., N. Kraus, E. Skoe et R. Ashley (2009), "Musical experience and neural efficiency: effects of training on subcortical processing of vocalexpressions of emotion", *The European Journal of Neurosciences*, Vol. 29/3, pp. 661-668.
- Stoesz, B., L. Jakobson, A. Kilgour et S. Lewycky (2007), "Local processing advantage in musicians: evidence from disembedding and constructional tasks", *Music Perception*, Vol. 25, pp. 153-165.
- Stravinsky, I. (1971), *Conversations with Robert Craft*, Pelican Books, London.
- Taetle, L. D. (1999), *The Effects of Music Instruction on the Spatial Ability of Kindergarten Children*, Doctoral Dissertation, University of Arizona.
- Thompson, W. F., E. G. Schellenberg et G. Husain (2003), "Perceiving prosody in speech: effects of music lessons", *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 999, pp. 530-532.
- Thompson W. F., E. G. Schellenberg, G. Husain (2004), "Decoding speech prosody: do music lessons help?", *Emotion*, Vol. 4/1, pp. 46-64.
- Tierney, A. T., T. R. Berteson-Dana et D. B. Pisoni (2008), "Effects of early musical experience on auditory sequence memory", *Empirical Musicology Review*, Vol. 3/4, pp. 178-186.
- Trainor, L. J., R. N. Desjardins et C. Rockel (1999), "A comparison of contour and interval processing in musicians and nonmusicians using event-related potentials", *Australian Journal of Psychology*, Special Issue on Music as a Brain and Behavioural System, Vol. 51/3, pp. 147-153.
- Vaughn, K. et E. Winner (2000), "SAT scores of students with four years of arts: what we can and cannot conclude about the association", *Journal of Aesthetic Education*, Vol. 34/3-4, pp. 77-89.
- Vaughn K. (2000), "Music and mathematics: Modest support for the oft-claimed relationship", *Journal of Aesthetic Education*, Vol. 34/3-4, pp. 149-166.
- Wandell, B., R. F. Dougherty, M. Ben-Shachar et G.K. Deutsch (2008), "Training in the arts, reading, and brain imaging" in M. Gazzaniga (ed.), *Learning, Arts, and the Brain: The Dana Consortium Report on Arts and Cognition*, The Dana Foundation, New York/Washington, DC, pp. 51-60
- Wang, C. C. et E. McCaskill (1989), "Relating musical abilities to visual-spatial abilities, mathematic and language skills of fifth-grade children", *Canadian Journal of Research in Music Education*, Vol. 30/2, pp. 184-191.
- Weber, E. W., M. Spsychiger et J-L. Patry (1993), "Musik macht schule. biografie und ergebnisse eines schulversuchs mit erweitertem musikuntericcht", *Padagogik in der Blauen Eule*, Bd. 17.

- Wechsler, D. (2002). *WPPSI-III administration and scoring manual*, Psychological Corp, San Antonio, TX
- Weeden, R. E. (1971), *A Comparison of the Academic Achievement in Reading and Mathematics of Negro Children Whose Parents are Interested, not Interested, or Involved in a Program of Suzuki Violin*, Doctoral Dissertation, North Texas States University.
- Wetter, O. E., F. Koerner et A. Schwaninger (2009), "Does musical training improve school performance?" , *Journal of Instructional Science*, Vol. 37/4, pp. 365-374.
- Wheeler, L. R. et V. D. Wheeler (1951), "The intelligence of music students" , *The Journal of Educational Psychology*, Vol. 42/4, pp. 223-230.
- Wong, P. C. M. et T. Perrachione (2007), "Learning pitch patterns in lexical identification by native english-speaking adults" , *Applied Psycholinguistics*, Vol. 28/4, pp. 565-585.
- Wong, P. C. M., E. Skoe, N. M. Russo, T. Dees et N. Kraus, (2007), "Musical experience shapes human brainstem encoding of linguistic pitch patterns" , *Nature Neuroscience*, Vol. 10/4, pp. 420-422.
- Zafranias, N. (2004), "Piano keyboard training and the spatial-temporal development of young children attending kindergarten in greece" , *Early Childhood Development and Care*, Vol. 174/2, pp. 199-211.
- Zulauf, M. (1993/94), "Three-year experiment in extended music teaching in switzerland: the different effects observed in a group of french-speaking pupils" , *Bulletin of the Council of Resarch in Music Education*, No. 119, pp. 111-121.

## ANNEXE 3.A1

**Tableaux supplémentaires****Tableau 3.A1.1. Vingt-quatre études corrélationnelles portant sur le lien entre l'éducation musicale et la lecture**

Étude	N	R	Z(p)* (*<.001)
College Board (1988)	648,144	.16	125.76 (p < .0001)
College Board (1989)	587,331	.16	125.98 (p < .0001)
College Board (1990)	548,849	.17	127.07 (p < .0001)
College Board (1991)	551,253	.18	136.28 (p < .0001)
College Board (1992)	545,746	.19	138.42 (p < .0001)
College Board (1994)	546,812	.21	151.96 (p < .0001)
College Board (1995)	561,125	.21	159.29 (p < .0001)
College Board (1996)	568,072	.22	164.75 (p < .0001)
College Board (1997)	581,642	.22	167.50 (p < .0001)
College Board (1998)	592,308	.22	167.98 (p < .0001)
Engdahl (1994)	598	-.02	.26 (p = .50)
Friedman (1959) (5th graders)	152	-.19	-2.05 (p = .02)
Friedman (1959) (6th graders)	102	.16	1.29 (p = .09)
Groff (1963)	460	.02	.35 (p = .36)
Kvet (1985) (District A)	17	-.08	-.68 (p = .75)
Kvet (1985) (District B)	42	-.05	-.61 (p = .72)
Kvet (1985) (District C)	71	.65	.65 (p = .26)
Kvet (1985) (District D)	45	.68	.68 (p = .25)
Lamar (1989) (1st graders, music specialists)	35	.44	2.41 (p = .008)
Lamar (1989) (1st graders, classroom teachers)	35	.37	1.90 (p = .03)
Lamar (1989) (4th graders, music specialists)	35	.65	4.08 (p < .0001)
Lamar (1989) (4th graders, classroom teachers)	35	.26	1.12 (p = .13)
McCarthy (1992)	957	.10	3.09 (p = .001)
Weeden (1971)	47	-.06	-.49 (p = .69)

Note: N: nombre d'observations ; R : valeur de l'effet ; Z(p) : signification statistique. Voir Encadré 1.2.

Source: Butzlaff (2000).

**Tableau 3.A1.2. Méta-analyse de six études expérimentales portant sur l'impact de la musique sur la lecture**

Étude	N	R	Z(p)
Douglas and Willats (1994)	12	.64	2.0 (p = .02)
Fetzer (1994)	30	.57	3.07 (p = .001)
Kelly (1981)	42	.06	-.51 (p < .70)
Olanoff and Kirschner (1969)	46	.00	00 (p = .50)
Roberts (1978)	33	.00	00 (p = .50)
Roskam (1979)	24	-.34	1.28 (p = .10)

Note: N: nombre d'observations ; R : valeur de l'effet ; Z(p) : signification statistique. Voir Encadré 1.2.

Source: Butzlaff (2000).

Tableau 3.A1.3. **Vingt études corrélationnelles faisant le lien entre la musique et les mathématiques**

Étude	N	R	Z(p)* (*<.05)
Anello (1972)	326	.16	2.81*
Catterall, Chapleau et Iwanaga (1999)	1476	.17	6.62*
Ciepluch (1988)	80	.37	3.33*
College Board (1998)	362,853	.18	105.81*
College Board (1997)	354,886	.21	122.52*
College Board (1996)	349,032	.18	103.50*
College Board (1995)	346,737	.18	105.05*
College Board (1994)	343,270	.15	85.13*
College Board (1992)	356,258	.12	71.03*
College Board (1991)	361,998	.11	68.17*
College Board (1990)	361,272	.11	63.27*
College Board (1989)	385,943	.10	61.13*
College Board (1988)	437,206	.08	54.25*
Engdahl (1994)	598	.11	2.59*
Kvet (1985)	34	.27	1.60 (p = .05)
Kvet (1985)	84	.15	1.34 (p = .09)
Kvet (1985)	142	.08	.91 (p = .18)
Kvet (1985)	90	.14	1.33 (p = .09)
McCarthy (1992)	1061	.10	3.28*
Wheeler and Wheeler (1951)et	1969	-0.05	-2.39*

Note: N: nombre d'observations ; R : valeur de l'effet ; Z(p) : signification statistique. Voir Encadré 1.2.

Source: Vaughn (2000).

Tableau 3.A1.4. **Six études expérimentales étudiant le lien entre la musique et les mathématiques**

Étude	N	R	Z(p)* (*<.05)
Costa-Giomi (1997)	128	.20	2.24*
Friedman (1959)	28	.09	.46 (p = .32)
Graziano, Peterson et Shaw (1999)	55	.31	2.32*
Neufeld (1986)	40	.04	.25 (p = .40)
Neufeld (1986)	40	-.04	-.25 (p = .40)
Weeden (1971)	66	.17	1.40 (p = .08)

Note: N: nombre d'observations ; R : valeur de l'effet ; Z(p) : signification statistique. Voir Encadré 1.2.

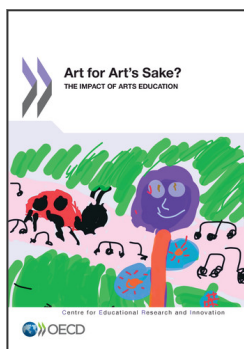
Source: Vaughn (2000).

**Tableau 3.A1.5. Vingt-neuf études quasi-expérimentales et expérimentales incluses dans trois méta-analyses concernant l'impact de l'éducation musicale sur les compétences visuo-spatiales**

Étude	N	R	Z(p)
<b>Studies in Meta-Analysis 1</b>			
Costa-Giomi (1999)*	81	.34	2.90 (p = .002)
Flohr, Miller et Persellin (1998) *	19	.39	1.29 (p = .10)
Flohr (1998) *	22	.42	1.62 (p = .05)
Flohr (1999) (raw data) *	20	.02	-1.59 (p = .94)
Graziano et al. (1999)	53	.25	1.84 (p = .07)
Gromko/Poorman (1998)	30	.24	1.31 (p = .20)
Hurwitz et al. (1975)	40	.23	1.45 (p = .15)
Mallory/Philbrick (1995)	44	.52	3.39 (p = .003)
Persellin (1999)	12	.33	1.15 (p = .29)
Rauscher (1999) *	66	.41	3.35 (p = .0006)
Rauscher (1999) *	87	.59	5.49 (p = <.0001)
Rauscher et al. (1994)	33	.68	4.19 (p = <.0001)
Rauscher et al. (1997)	78	.37	3.25 (p = .001)
Rauscher/Zupan (1999)	48	.20	1.41 (p = .17)
Taetle (1999)	68	.34	2.81 (p = .004)
<b>Studies in Meta-Analysis 2</b>			
Hurwitz et al. (1975)	40	.31	1.97 (p = .05)
Lazco (1985)	154	.10	1.19 (p = .23)
Lazco (1985)	147	.06	.67 (p = .50)
Zulauf(1993/94)	174	-.0002	-.002 (p = 1.00)
Zulauf (1993/94)	179	-.07	-.89(p = .38)
<b>Studies in Meta-Analysis 3</b>			
Billhartz et al. (2000)	66	.25	2.05 (p = .04)
Flohr et al. (1999) *	20	.33	1.02 (p = .15)
Gromko/Poorman (1998)	30	.32	1.76 (p = .08)
Hurwitz, et al. (1975)	40	.31	1.99 (p = .05)
Parente et O'Malley (1975)	24	.45	2.21 (p = .03)
Rauscher et al. (1997)	54	.07	.54 (p = .59)
Taetle (1999)	68	.32	2.61 (p = .09)
Zulauf (1993/94)	174	.18	2.32 (p = .02)
Zulauf (1993/94)	179	.10	1.31 (p = .19)

Note: Les études expérimentales sont signalées par un astérisque. N : nombre d'observations ; R : valeur de l'effet ; Z(p) : signification statistique. Voir Encadré 1.2.

Source: Hetland (2000).



Extrait de :  
**Art for Art's Sake?**  
The Impact of Arts Education

Accéder à cette publication :  
<https://doi.org/10.1787/9789264180789-en>

**Merci de citer ce chapitre comme suit :**

Winner, Ellen, Thalia R. Goldstein et Stéphan Vincent-Lancrin (2014), « Impact de l'éducation musicale sur les facultés cognitives », dans *Art for Art's Sake? : The Impact of Arts Education*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264183841-6-fr>

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les arguments exprimés ici ne reflètent pas nécessairement les vues officielles des pays membres de l'OCDE.

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à [rights@oecd.org](mailto:rights@oecd.org). Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) [info@copyright.com](mailto:info@copyright.com) ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) [contact@cfcopies.com](mailto:contact@cfcopies.com).