

L'orchestre à l'école et les capacités d'autorégulation des élèves de primaire¹

Manon Ballester, Pascal Terrien,
Daniele Schön et Jonathan Mirault

Résumé

L'orchestre à l'école est un dispositif extrascolaire qui permet aux élèves de pratiquer la musique au sein de l'établissement à des moments spécifiques de la semaine. Jouer d'un instrument sollicite de nombreuses capacités sociales et cognitives chez un enfant. Des études ont mis en évidence qu'une pratique régulière d'un instrument de musique améliore les fonctions perceptives et motrices de l'apprenant. Partant de ces constats, la pratique régulière de la musique favoriserait les transferts cognitifs et exerce ainsi une influence sur les capacités de raisonnement de l'élève, notamment en contribuant à développer ses processus d'autorégulation. Cette étude compare les activités de raisonnement d'élèves de 9-10 ans, musiciens et non musiciens, sur une résolution de problème en mathématiques, afin de vérifier si la pratique instrumentale vécue au sein de l'orchestre à l'école influence les processus d'autorégulation.

Mots-clés : autorégulation ; éducation musicale ; orchestre à l'école ; pratique instrumentale ; réflexion.

Abstract

The school orchestra is an extracurricular program that enables pupils to practice music at school during specific times of the week. Playing an instrument stimulates many social and cognitive skills in children. Studies have shown that regular practice of a musical instrument improves perceptual and motor functions. Based on these findings, it seems that regular music practice promotes cognitive transfers and thus exerts an influence on students' reasoning abilities, notably by helping to develop their self-regulation processes. This study compares the reasoning activities of 9–10-year-old pupils, musicians and non-musicians, on a mathematical problem-solving task, in order to verify whether instrumental practice within the school orchestra influences self-regulation processes.

Keywords: instrumental practice; music education; reflective thinking; school orchestra; self-regulation.

¹ Dans cet article, l'utilisation du genre masculin a été adoptée afin de faciliter la lecture et n'a aucune intention discriminatoire.

INTRODUCTION

Le dispositif « *Orchestre à l'école* » (OAE) est une activité musicale parascolaire inscrite dans un projet d'école qui permet d'ouvrir les élèves à l'altérité ; il s'inscrit dans la continuité du Parcours d'éducation artistique et culturelle (MEN 2015). Les élèves explorent une variété d'œuvres musicales, cultivent leur sensibilité, leur curiosité et leur plaisir à rencontrer des formes d'expression artistique. La production musicale permet aux élèves de mettre en œuvre un processus de création, mais également de réfléchir sur leur processus d'apprentissage. Lors de la pratique collective, l'appropriation, la présentation, l'écoute de leur propre production et de celle de leurs pairs favorisent l'expression d'une émotion esthétique et d'un jugement critique. Des études réalisées sur les dimensions didactiques de dispositifs OAE révèlent leurs valeurs sociales, humanistes et d'engagement (Ballester, Moreau et Terrien 2024 ; Forest et Batézat-Battelier 2013 ; Tortochot et Terrien 2019). Elles montrent comment le vivre-ensemble et le respect d'autrui se développent au sein de l'école par cette activité d'orchestre. James *et al.* (2020, 2024) observent un développement cognitif marqué par la pratique orchestrale des élèves, sur le plan des compétences mémorielles, attentionnelles, du traitement informationnel, de la flexibilité cognitive et du raisonnement matriciel (résolution de problèmes, capacités analytiques). OAE participerait alors au développement personnel, social et cognitif des élèves à travers la pratique musicale collective dans un contexte d'éducation prioritaire². Ainsi, les activités parascolaires, ici de pratique d'un instrument de musique, pourraient jouer un rôle significatif dans le développement des apprentissages scolaires. En effet, les processus artistiques, et notamment musicaux, instaurent un dispositif expérientiel qui déstabilise la relation habituelle entre le sujet et son environnement (Dokic 2000). Ce contexte favorise le développement des capacités motrices, cognitives et métacognitives des apprenants (Fauvel *et al.* 2012). La pratique musicale améliore diverses compétences, telles la dextérité motrice et la discrimination auditive (François et Schön 2011). Elle modifie également les structures cérébrales, notamment la motricité de la main non dominante (Wan et Schlaug 2010). Des recherches montrent un transfert cognitif vers des compétences langagières, comme la phonologie et la syntaxe verbale (Besson et Schön 2003 ; Cogo-Moreira *et al.* 2013 ; Marin 2009). Les musiciens experts présentent également une performance accrue dans les fonctions exécutives (Diamond 2012, 2014) telles que la mémoire de travail et la planification (Bialystok et DePape 2009 ; Moreno *et al.* 2011).

Malgré les liens établis en sciences cognitives entre pratique musicale et transfert cognitif, peu d'études en sciences de l'éducation et de la formation se concentrent sur les stratégies d'apprentissage efficaces que cette pratique pourrait favoriser en ce qui concerne le développement réflexif des apprenants (Winner, Goldstein et Vincent-Lancrin 2013). Cette étude, menée dans le contexte d'une thèse de doctorat

² Le dispositif de réseau d'éducation prioritaire en France est une politique éducative qui poursuit l'objectif de réduire les inégalités sociales et scolaires, par un soutien accru des établissements situés dans des zones défavorisées (Duru-Bellat et Van Zanten 2016). Ces facteurs d'inégalités socio-économiques et culturelles impactent les performances scolaires des élèves (Felouzis *et al.* 2016).

en sciences de l'éducation et dont le présent article se concentre sur des résultats partiels, consiste à vérifier si la pratique instrumentale contribue au développement des capacités de raisonnement de l'apprenant en accroissant ses habiletés métacognitives, sans enseignement direct. Cette recherche s'emploie à examiner les processus réflexifs de pensée, développés par cette pratique. Elle vise à évaluer son effet sur le développement du raisonnement, et par conséquent sur l'autonomie intellectuelle de l'élève. Il s'agit d'étudier une des habiletés métacognitives communes à la réflexion et à l'apprentissage instrumental : l'activité d'autorégulation – les études ayant montré qu'elle contribue à la régulation et au contrôle des activités au cours de l'accomplissement d'une tâche.

ÉTAT DE L'ART : DE L'ÉMERGENCE DE LA RÉFLEXION À LA CAPACITÉ D'AUTORÉGULATION PAR L'ACTIVITÉ DE PRATIQUE MUSICALE

La réflexion

« Savoir raisonner, c'est savoir réfléchir » (Houdé 2014, p. 3). La pensée réflexive, liée au raisonnement, engage l'apprenant à rediriger son esprit et à réajuster son raisonnement en fonction de ses erreurs, afin d'atteindre la pensée logique (Houdé 2013). Piaget (1950) précise que cette pensée logique hypothético-déductive – capacité d'émettre des hypothèses et d'en tirer des déductions – est présente chez les enfants dès leur plus jeune âge. Les capacités réflexives de l'apprenant regroupent la globalité des compétences de raisonnement et plus spécifiquement la capacité d'analyse, d'interprétation, d'évaluation, d'explication, d'inférence, de déduction, d'induction et de numération (Houdé 2014). Lorsque l'élève tente de percevoir sa propre façon d'agir et d'analyser ses fonctionnements mentaux, il mobilise ses capacités réflexives (Bouissou et Brau-Antony 2005). La réflexion permet à l'élève de réguler son activité, de l'ajuster et de répondre à différentes situations ou problèmes rencontrés. Si la pensée réflexive intervient comme fil conducteur tout au long de l'activité, elle interagit également après sa mise en œuvre, par l'analyse et l'évaluation de ses effets (Halpern *et al.* 2013). Jouer d'un instrument de musique sollicite des aptitudes auditives et motrices (Degé et Schwarzer 2011 ; Fauvel *et al.* 2012). Un transfert étroit est alors établi lorsque la pratique musicale améliore des capacités spécifiques, comme auditives et motrices (Wan et Schlaug 2010). La pratique musicale est une activité cognitive complexe qui développe également des capacités plus générales comme le raisonnement (transfert lointain), s'étendant lui-même à des apprentissages transversaux (*ibid.*). Par exemple, en jouant un morceau, un musicien doit décomposer des passages difficiles, analyser les rythmes et ajuster son jeu en fonction des erreurs, ce qui pourrait stimuler la pensée réflexive et la capacité à résoudre des problèmes dans d'autres domaines, comme les mathématiques. La pratique musicale, débutant souvent dès l'enfance et nécessitant un entraînement régulier, est reconnue pour induire des transferts cognitifs et pour améliorer la plasticité cérébrale – la capacité du cerveau à modeler et réorganiser ses connexions en fonction des apprentissages et de l'entraînement (Fauvel *et al.* 2012 ; François et Schön 2022). Par ailleurs, les activités de contrôle cognitif telles que la planification et la résolution de problèmes seraient davantage

développées par les musiciens (Bialystok et Depape 2009). Ces recherches suggèrent que la pratique musicale procure aux apprenants des compétences cognitives transférables (McPherson et McCormick 1999 ; McPherson et Renwick 2001), incluant des capacités d'inférence, de clarification, d'évaluation et des capacités stratégiques (Norris et Ennis 1989 ; Spector et Ma 2019). L'apprenant est ainsi engagé à travers son activité réflexive dans un processus métacognitif (Flavell 1979) d'autorégulation (Zimmermann *et al.* 2017).

L'autorégulation

L'autorégulation est un mécanisme qui permet à l'apprenant d'exercer le contrôle général de son activité. Ce mécanisme d'autorégulation est lié à l'aspect procédural de la métacognition (Brown 1987), représentant toutes les stratégies mises en œuvre par l'apprenant dans la réalisation d'une tâche prescrite (habiletés métacognitives).

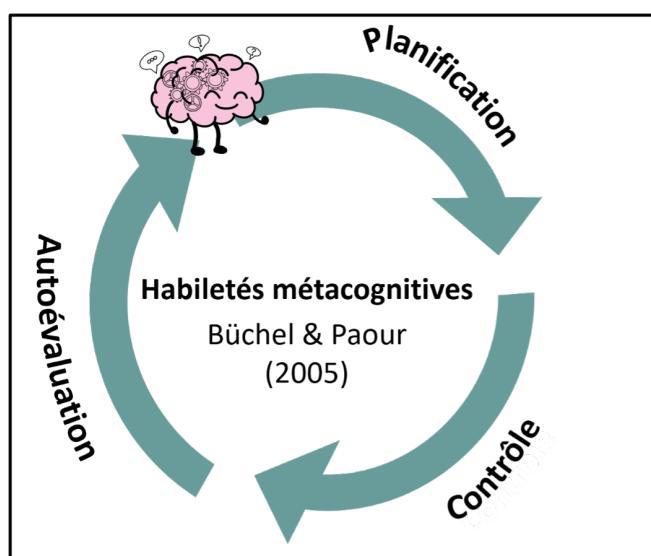


Figure 1 : Les habiletés métacognitives (figure tirée de Ballester 2025).

Parmi les habiletés métacognitives représentées par les activités de planification, de contrôle et d'autoévaluation (Büchel et Paour 2005), l'autorégulation sous-tend plus spécifiquement l'activité de contrôle : pendant l'activité cognitive, l'autorégulation permet à l'individu de modifier et d'adapter sa démarche utilisée. Comprendre le processus d'autorégulation permet d'envisager la manière dont l'élève « apprend à apprendre » (Nader-Grosbois 2007, p. 10.). Par l'autorégulation, l'élève peut améliorer ses performances, préserver son bien-être et réussir dans son parcours scolaire (Cosnefroy 2004), car ce processus est associé à la globalité des aspects de la personnalité de l'apprenant, d'un point de vue cognitif, métacognitif, motivationnel, comportemental et social.

Le modèle de Zimmermann *et al.* (2017), issu des travaux de Bandura (2008), permet de comprendre plus précisément la manière dont s'organisent et s'articulent les processus et les stratégies mis en œuvre dans les apprentissages. Trois phases cycliques de l'autorégulation décrivent l'organisation de ce processus : la phase

d'anticipation, la phase de réalisation et la phase de réflexion (Zimmermann *et al.* 2017). Ces phases sont elles-mêmes définies par des indicateurs tels que la planification stratégique (anticipation), les stratégies liées à la tâche (réalisation) et l'autoévaluation en activité et post-activité (réflexion). L'autoévaluation finale consiste à déterminer l'efficacité de la procédure mise en œuvre. Il s'agit de mettre en rapport les procédures appliquées au regard du but visé et du résultat atteint, en aboutissant à une éventuelle conceptualisation du résultat (Doly 2006).

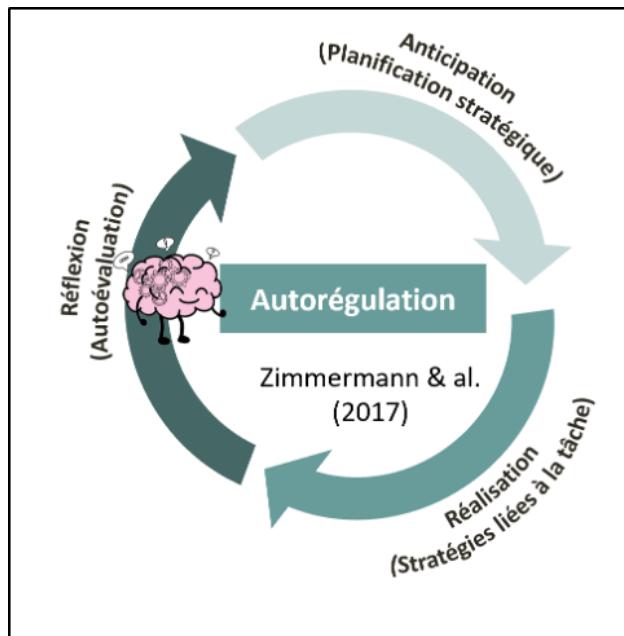


Figure 2 : Les phases du processus d'autorégulation (figure tirée de Ballester 2025).

L'apprentissage autorégulé permet à l'élève de mieux contrôler et de mieux ajuster « ses activités cognitives, affectives et sociales qui contribuent à la transformation des connaissances et compétences de l'apprenant » (Allal 2007, p. 9). L'élève est alors en mesure de développer un apprentissage autonome, il mesure ce qu'il fait, le conscientise. Il devient un élève réflexif.

Le cerveau curieux génère en permanence des prédictions sur le monde extérieur et sur ses propres actions, y compris sa production musicale, et les ajuste afin de minimiser l'erreur et d'être mieux adapté. Celui qui ne peut anticiper les erreurs ne peut pas apprendre de ses erreurs. L'essentiel réside dans l'engagement actif (Peretz 2018, p. 111).

Toutefois, d'autres recherches précisent que les comportements autorégulateurs liés à la pratique musicale devraient faire l'objet d'un enseignement direct pour se révéler, sans être forcément liés aux habiletés techniques et musicales de l'apprenant ou à son niveau d'avancement (Varela, Abrami et Upitis 2016).

Autorégulation et pratique musicale

Apprentissage musical et activité cérébrale entretiennent un lien de cause à effet (Moreno *et al.* 2009). L'efficacité du travail du musicien serait renforcée par le mécanisme d'autorégulation. En effet, la connaissance que l'individu peut avoir sur

sa manière de résoudre des tâches fait appel à la métacognition (Flavell 1979). Sa façon de planifier son travail, de le contrôler à différents moments, d'être capable de l'évaluer et de l'ajuster (Moreno *et al.* 2011), de réinvestir ou de modifier ses stratégies en fonction de la tâche (Frenkel 2014) témoigne d'une activité autorégulée (Hallam 2001) et rétroactive (Dessus 2022). Des études mettent en évidence que les fonctions exécutives (contrôle cognitif) sont davantage stimulées chez les jeunes musiciens entre 5 et 7 ans, grâce à une plasticité cérébrale accrue à cet âge (Bangert *et al.* 2006).

Les fonctions exécutives sont dites transversales parce qu'elles opèrent de la même façon en lecture, en mathématiques, dans l'apprentissage d'une langue étrangère ou dans l'apprentissage de la musique. Le développement de ces fonctions exécutives serait favorisé par l'apprentissage de la musique, surtout durant le développement, y compris pendant l'adolescence (Peretz 2018, p. 37-38).

Dans la pratique instrumentale, l'autorégulation est renforcée par les activités de coordination et de synchronisation du rythme et de la pulsation, combinées à la coordination corporelle. Elles améliorent les fonctions motrices, auditives et autorégulatrices de l'apprenant (Williams et Hine 2018). Une étude menée par Bartolome (2009) explore les comportements d'autorégulation qui émergent naturellement chez les élèves débutants en flûte à bec les plus performants, mettant en évidence des stratégies efficaces favorisant leur progression musicale. Si d'autres recherches montrent en revanche que l'autorégulation des apprenants ne semble pas spécifiquement évoluer dans une situation de séance de travail en répétition individuelle (McPherson et Renwick 2001), il pourrait en être autrement dans un contexte de pratique musicale collective. En effet, lors d'une activité de pratique instrumentale collective (orchestre, musique de chambre), le musicien doit rapidement traiter et coordonner une multitude d'informations auditives et visuelles (Seron et Van der Linden 2016). Sa flexibilité et son adaptation aux situations sont essentielles dans le jeu d'ensemble (James *et al.* 2020, 2024). En cas d'erreur, l'apprenant est amené à réorganiser son activité pour se synchroniser avec les autres et reprendre le cours de la mélodie (Williams et Hine 2018), opérant ainsi un processus d'apprentissage actif. D'autres études précisent à ce sujet l'effet de la pratique musicale sur les capacités de sélection de l'information pertinente des musiciens qui montrent un filtrage attentionnel élevé (Kraus et Chandrasekaran 2010 ; Parbery-Clark, Strait et Kraus 2011).

Sous une approche didactique et au regard de l'apprentissage des élèves en situation de classe, peu d'études sur l'autorégulation s'emploient à détailler la relation tâche-activité-action.

De la tâche à l'activité par les actions

Sur le plan didactique, l'activité est différente de la pratique (Reuter *et al.* 2013, p. 11). L'activité représente ce que fait l'apprenant, sans forcément tenir compte du contexte, là où la pratique concerne cette même activité appréhendée en contexte (Bru 2004).

L'intégralité de ce que met en œuvre l'élève dans l'accomplissement d'une tâche concerne l'activité (Reuter *et al.* 2013, p. 12), comme lire et jouer une partition lors de la pratique musicale. L'activité peut être déclinée selon des aspects matériels, physiques,

cognitifs et psychosociologiques (*ibid.*). Installer la partition sur le pupitre, monter et préparer son instrument (placer une anche sur un hautbois, mettre de la colophane sur un archet, etc.) illustrent l'aspect matériel de l'activité. Se positionner dans l'orchestre (par catégories d'instruments, par rapport au chef d'orchestre, au pupitre, etc.) représente l'aspect physique de l'activité. Écouter intérieurement une œuvre et la solfier en représentent l'aspect cognitif. La motivation, le désir d'apprendre et l'engagement dans une activité concernent l'aspect psychosociologique (Cosnefroy 2004 ; Viau et Bouchard 2000). Par la combinaison de ces aspects matériels, physiques, cognitifs et psychosociologiques, l'activité conduit l'apprenant dans la mise en œuvre d'un processus métacognitif et réflexif lorsqu'il s'engage dans une tâche.

C'est ainsi que la littérature discerne l'activité de la tâche. La tâche prescrite, la consigne représente « ce qu'on demande » à l'apprenant. Elle se distingue de son activité, « ce que ça lui demande » pour la réaliser (Hubault 1995, p. 4). La tâche indique ce qui est à faire [le prescrit], l'activité, ce qui se fait. La notion d'activité renvoie, elle, à ce qui est mis en jeu par l'apprenant pour exécuter ces prescriptions, pour remplir ces obligations (Leplat et Hoc 1983, p. 50). Une des fonctions de la tâche prescrite est de susciter le processus métacognitif de l'élève et d'ainsi générer une activité (Lhuilier 2013). Pour définir l'action, il convient tout d'abord de différencier son sens moteur et cognitif. L'action motrice peut être caractérisée par « la tentative de contrôler certaines propriétés cibles de l'environnement physique ou social [...], les produire, les maintenir, les modifier, les supprimer » (Proust 2011, p. 152). Autrement dit, le sens moteur d'une action concerne tout ce qui relève de la motricité dans sa réalisation.

L'action cognitive se distingue de l'action motrice, en ce sens où la première « vise non pas à transformer l'environnement, mais à modifier les dispositions cognitives du système » (*ibid.*, p. 153). Lorsque l'apprenant s'engage dans un processus de réflexion ou d'apprentissage, il mobilise sa mémoire pour résoudre un problème, et accomplit une action cognitive.

Il semble important de souligner qu'une action cognitive peut toutefois être accomplie au moyen d'une action motrice, permettant d'atteindre le but fixé, car « ce but peut exiger le recours à des moyens externes et à des séquences motrices » (*ibid.*). Notons à l'inverse que l'action motrice peut également inciter une action cognitive. En effet, la difficulté du geste technique (représentant ici l'action motrice) engendre une action cognitive (Vergnaud 2001).

Ainsi, l'activité, la tâche et l'action se présentent comme indissociables. L'activité relève de tous les processus mis en œuvre par l'élève pour accomplir la tâche prescrite, au moyen des actions.

Question de recherche et hypothèse

Les résultats des travaux sur l'activité réflexive d'un sujet mettent en perspective les liens entre métacognition, habiletés métacognitives et processus d'autorégulation dans la relation qui unit la tâche prescrite à l'activité et aux différentes actions qu'elle provoque. Pour autant, peu d'études mettent en corrélation la pratique instrumentale collective dans le contexte de l'orchestre à l'école avec l'apprentissage et le dévelop-

pement des processus d'autorégulation et de réflexion chez les élèves de cycle 3 (9-12 ans). Si les travaux de Hyde *et al.* (2009) ont mis en évidence que 30 minutes de pratique instrumentale hebdomadaire pendant 15 mois à partir de l'âge de 6 ans modifiaient les aires auditives et motrices du cerveau, et que par ailleurs ces pratiques renforçaient les compétences de motricité fine (Wan et Schlaug 2010) ainsi que de discrimination auditive (François et Schön 2022), il semble qu'aucune étude de ce type n'ait été réalisée auprès d'élèves engagés dans des activités musicales parascolaires de type « Orchestre à l'école ». Est-ce que la pratique d'un instrument de musique au sein d'un orchestre à l'école augmente les capacités autorégulatrices et de raisonnement des élèves ? Si la pratique instrumentale collective et régulière influence les processus d'autorégulation et de raisonnement des élèves musiciens, alors ils devraient avoir une pensée réflexive plus efficiente dans certaines activités scolaires. L'hypothèse soutenue est donc que, dans un contexte de résolution d'un problème mathématique, les élèves musiciens autorégulent mieux leur activité que les non-musiciens.

ENVIRONNEMENT SCIENTIFIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE

Contexte

Afin de vérifier cette hypothèse, cet article présente une expérimentation fondée sur une tâche de résolution de problème mathématique, mise en œuvre auprès d'élèves de cycle 3, en classe de CM2³ (10-11 ans). En cycle 3, les enfants entrent dans une phase de développement caractérisée par la décentration cognitive (Kohlberg 1963), c'est-à-dire la capacité à considérer plusieurs aspects d'une situation pour former un jugement autonome.

Quatre écoles élémentaires différentes situées dans un Réseau d'éducation prioritaire (REP) et renforcé (REP+) participent à l'étude. Deux profils de participants ont été constitués : un groupe expérimental d'élèves qui pratiquent la musique ($n = 39$) au sein du dispositif scolaire « Orchestre à l'école » (OAE), ainsi qu'un groupe contrôle d'élèves ne la pratiquant pas ($n = 39$). L'OAE est un dispositif associatif qui se poursuit sur trois ans. Il permet aux élèves d'obtenir un éveil à la culture musicale, par l'apprentissage instrumental et la pratique orchestrale au sein de leur établissement scolaire. Introduit dans des établissements placés en réseaux d'éducation prioritaire, l'OAE repose sur un principe d'égalité des chances et s'adresse en particulier à une population d'élèves ayant un accès limité à la pratique artistique et culturelle. Les classes d'OAE font partie d'un projet d'école dans lequel l'équipe enseignante choisit de s'investir. Les élèves intègrent automatiquement ce projet en étant scolarisés dans l'établissement, de manière aléatoire, sans choisir en amont de rejoindre ou non le dispositif.

Les élèves définis comme musiciens dans le cadre de cette étude ont une pratique musicale instrumentale régulière encadrée par des professeurs de musique qualifiés

3 Équivalent pour le système scolaire canadien : école primaire (3^e cycle, 5^e année).

dans l'OAÉ depuis 15 mois (durée d'apprentissage musical depuis l'entrée dans le dispositif sur le temps scolaire). Les élèves non-musiciens du groupe contrôle ne participent pas au dispositif OAE et ne pratiquent pas la musique régulièrement avec des professeurs qualifiés. Cette variable a été vérifiée par un questionnaire rempli par les participants du groupe contrôle.

Tous les participants à l'étude ont signé un formulaire de consentement approuvé par un comité d'éthique⁴.

Protocole d'expérimentation

L'état de la littérature établit différents moyens de mesurer les capacités d'autorégulation des élèves à partir de tâches prescrites. La résolution de problèmes est une activité à laquelle l'apprenant se confronte continuellement (Jonassen 2014). La réflexion sur les manières possibles de résoudre un problème représente une activité métacognitive (Ericsson *et al.* 1993 ; Flavell 1979). Dans le domaine des mathématiques, Focant et Grégoire (2008) ont étudié la mise en œuvre de capacités autorégulatrices dans la résolution de problèmes. Ce type de tâche permet de mesurer les capacités d'autorégulation de l'élève, puisqu'il est engagé à utiliser des stratégies de contrôle de manière cyclique et rétroactive en étant capable :

- d'analyser les attentes de la tâche pour en dégager l'objectif ;
- de planifier, d'exécuter et de contrôler les actions à entreprendre en fonction de l'objectif ;
- d'évaluer les résultats obtenus pour les confronter à l'objectif ;
- de réajuster son plan d'action et de le compléter si nécessaire.

Il doit ainsi appliquer les mécanismes du processus d'autorégulation.

1. La tâche

La résolution d'un problème mathématique est inspirée de « Toutes voiles dehors » (Danalet *et al.* 1999, p. 133). Les données du problème original ont été réorganisées et simplifiées pour cette étude, à la suite d'un prétest réalisé auprès d'élèves de CM2 REP+ ($n = 10$), afin de s'adapter au niveau général.

⁴ Toutes les procédures effectuées dans le cadre de cette étude impliquant des participants humains étaient conformes aux normes éthiques du comité de recherche institutionnel d'Aix-Marseille Université (référence : 2023-03-08-1) et à la déclaration d'Helsinki de 1964 ainsi qu'à ses amendements ultérieurs (7^e révision, 2013) par l'Association médicale mondiale. Le consentement éclairé des parents ou des tuteurs a été obtenu pour tous les enfants participant à l'étude. La collecte et l'analyse des données ont été effectuées en double aveugle.

Problème



La course de voilier *La grande traversée* est retransmise à la radio. Un journaliste sportif la commente : « Le bateau jaune est en tête, il a déjà parcouru 200 km. Le bateau vert est deuxième, il ne lui reste plus que 100 km à parcourir. Le bateau rouge est troisième : sur les 500 km de la course, il n'en a parcouru que la moitié. »

Es-tu d'accord avec le classement du journaliste sportif ? Justifie ta réponse.

Note toutes tes étapes sur ton brouillon.

Figure 3 : Tâche de résolution d'un problème mathématique (figure tirée de Ballester 2025), à partir de « Toute voiles dehors » (Danalet et al. 1999, p. 133).

L'élève doit noter l'ensemble des étapes de résolution de problème sur un brouillon, représentant la trace écrite d'analyse de ce recueil de données.

Ce problème engage les élèves dans un processus d'autorégulation, parce qu'il mobilise plusieurs compétences en fonction des étapes à franchir :

- La détermination du but : établir un classement de la course ;
- Le tri et l'extraction des données (le nombre de kilomètres total de la course, le nombre de kilomètres parcourus ou restants à parcourir par les voiliers) ;
- Le calcul des opérations nécessaires (division, soustraction) ;
- Le classement des résultats par ordre décroissant ;
- La comparaison des résultats avec le classement initial (proposé par le journaliste sportif).

2. Organisation et déroulement des passations

Les passations se sont déroulées sur une période de trois mois, de mars à juin 2023, en tenant compte des contraintes organisationnelles et de la disponibilité des enseignants. Pour la réalisation de la tâche, les élèves étaient répartis en petits groupes de trois ou quatre dans une salle indépendante, chacun assis à une table individuelle. Chaque élève avait devant lui le problème mathématique imprimé, ainsi qu'une feuille de brouillon. La responsable des passations lisait le problème une fois à voix haute à l'ensemble des élèves, en rappelant que toutes les étapes de résolution devaient impérativement être notées sur le brouillon. Elle vérifiait que le code participant était correctement noté sur ce brouillon et sur la feuille du problème, et indiquait les horaires de début et de fin de la tâche. Seule une aide à la lecture était autorisée pendant la résolution du problème.

La durée de la tâche n'était pas limitée, car le temps libre de réalisation est un indicateur pris en compte dans le recueil de données. Le choix des groupes a été laissé aux enseignants, qui ont utilisé différents critères : la répartition identique aux groupes-classes par îlots et la prise en compte des comportements hétérogènes. La connaissance des élèves par l'enseignant était un atout précieux pour assurer une organisation efficace et une fluidité de passation.

Analyse

À partir du recueil des brouillons du problème mathématique, chaque phase du processus d'autorégulation a été analysée : la phase 1 d'anticipation, la phase 2 de réalisation et la phase 3 de réflexion. Pour rappel, les indicateurs déterminant ces trois phases sont respectivement la planification stratégique, les stratégies liées à la tâche et l'autoévaluation.

Pour les phases d'anticipation et de réalisation, l'analyse a été établie à partir des étapes de résolution du problème, sous forme binaire (oui : 1 ; non : 0) :

- Étape 1 : Est-ce que l'élève a lu le problème ? (anticipation – planification stratégique) ;
- Étape 2 : Est-ce que l'élève a identifié l'objectif ? (anticipation – planification stratégique) ;
- Étape 3 : Est-ce que l'élève a relevé les informations, les données du problème ? (anticipation – planification stratégique) Si oui, partiellement ou complètement et avec ou sans erreur ? ;
- Étape 4 : Est-ce que l'élève a noté les informations sur son brouillon ? (réalisation – stratégies liées à la tâche) Si oui, partiellement ou complètement et avec ou sans erreur ? ;
- Étape 5 : Est-ce que l'élève a identifié les opérations ? (anticipation – planification stratégique) Si oui, a-t-il identifié la soustraction ? La division ? Avec ou sans erreur ? ;
- Étape 6 : Est-ce que l'élève a calculé les opérations ? (réalisation – stratégies liées à la tâche) Si oui, a-t-il calculé la soustraction ? La division ? Avec ou sans erreur ? ;
- Étape 7 : Est-ce que l'élève a classé par ordre croissant ou décroissant les résultats obtenus (les kilomètres parcourus par les bateaux ou restant à parcourir) ? (réalisation – stratégies liées à la tâche) Si oui, avec ou sans erreur ? ;
- Étape 8 : Est-ce que l'élève a comparé ses résultats obtenus avec le classement initial du journaliste sportif ? (réalisation – stratégies liées à la tâche) Si oui, avec ou sans erreur ? ;
- Étape 9 : Est-ce que l'élève a rédigé une phrase réponse ? (réalisation – stratégies liées à la tâche) ;

Pour la phase de réflexion (autoévaluation), les indicateurs s'étendent sur l'ensemble de l'activité de résolution de problème, avec une analyse également effectuée sous forme binaire (oui : 1 ; non : 0) :

- Combien d'étapes l'élève déclare-t-il avoir réalisées ? ;
 - Combien d'étapes l'élève a-t-il réellement réalisées ? ;
 - Quel est l'écart entre le déclaré et le réalisé ? L'élève est-il proche de ce qu'il déclare ? (objectivité d'autoévaluation) ;
 - L'élève a-t-il utilisé des stratégies représentatives différentes (schéma, dessin...) ? (activité réflexive générale) ;
 - Le brouillon présente-t-il des signes de correction (ratures, réorganisation...) ? (autoévaluation par autocorrection) ;
 - Combien de temps a duré la réalisation de la tâche (minutes) ? (activité réflexive générale) ;
 -
- Ces indicateurs ont ensuite été détaillés de manière plus fine pour voir apparaître d'éventuelles nuances. Par exemple, il a été noté si les informations étaient relevées partiellement ou complètement, avec ou sans erreur.

Approche statistique

Afin de comparer les performances des élèves musiciens et non-musiciens dans les processus d'autorégulation, nous avons utilisé un test du χ^2 d'indépendance. Ce test permet d'évaluer si la distribution des succès et des échecs diffère significativement entre les deux groupes. Plus précisément, nous avons appliqué le chi-deux de Pearson, qui repose sur la comparaison des fréquences observées et attendues, ainsi que le *Likelihood Ratio Chi-Square*, une alternative basée sur la vraisemblance, particulièrement utile lorsque les effectifs sont relativement faibles. L'hypothèse nulle postulait l'absence de lien entre la pratique musicale et la capacité à relever l'intégralité des informations du problème. Un seuil de signification de $p < 0.05$ a été retenu pour déterminer la significativité statistique des résultats.

Par ailleurs, avant d'effectuer la comparaison des moyennes des temps d'activité entre musiciens et non-musiciens, nous avons vérifié la normalité de la distribution des deux échantillons à l'aide du test de Shapiro. Ce test permet d'évaluer si les données suivent une distribution normale, condition essentielle pour l'utilisation du test de Student. Une fois cette hypothèse vérifiée, nous avons appliqué un test de Student pour échantillons indépendants afin de comparer les moyennes des temps d'activité entre les deux groupes. L'hypothèse nulle postulait une égalité des moyennes, tandis que l'hypothèse alternative suggérait une différence significative. Ces analyses permettent d'évaluer l'influence de la pratique musicale sur le temps de réalisation et le maintien de l'orientation dans des tâches d'autorégulation.

RÉSULTATS

Un tableau synthétique (cf. figures 4 à 9 ci-après) a été établi pour chaque phase du processus d'autorégulation ainsi que pour chaque groupe de participants : comparaison du groupe contrôle d'élèves non musiciens et du groupe expérimental d'élèves musiciens (OAE).

Dans les tableaux⁵, les résultats sont présentés sous forme de pourcentage d'une part, afin d'établir une vision globale ; et sous forme de proportions d'autre part, représentant le détail du nombre d'élèves ayant réalisé l'étape par rapport au total concerné.

Musiciens (39 participants)		Phase 1 : Anticipation (Planification stratégique)								
Étapes		Lecture Problème (1)	Identification Objectif (2)	Informations relevées (3)			Opérations identifiées (5)			
Pourcentages		100% 39/39	100% 39/39	100% 39/39			56% 22/39			
Sous-étapes		NA	NA	Partiellement		Complètement	Soustraction		Division	
Pourcentages		NA	NA	18%* 7/39		82%* 32/39	68% 15/22		86% 19/22	
Avec/sans erreur		NA	NA	<i>Avec erreur</i>	<i>Sans erreur</i>	<i>Avec erreur</i>	<i>Sans erreur</i>	<i>Avec erreur</i>	<i>Sans erreur</i>	
Pourcentages		NA	NA	57% 4/7	43%* 3/7	33% 11/32	66% 21/32	33% 5/15	67% 10/15	0% 0/19
										100% 19/19

Figure 4 : Résultats de la phase 1 d'anticipation du processus d'autorégulation (musiciens).

Non-musiciens (39 participants)		Phase 1 : Anticipation (Planification stratégique)								
Étapes		Lecture Problème (1)	Identification Objectif (2)	Informations relevées (3)			Opérations identifiées (5)			
Pourcentages		100% 39/39	100% 39/39	100% 39/39			62% 24/39			
Sous-étapes		NA	NA	Partiellement		Complètement	Soustraction		Division	
Pourcentages		NA	NA	36%* 14/39		67%* 26/39	67% 16/24		92% 22/24	
Avec/sans erreur		NA	NA	<i>Avec erreur</i>	<i>Sans erreur</i>	<i>Avec erreur</i>	<i>Sans erreur</i>	<i>Avec erreur</i>	<i>Sans erreur</i>	
Pourcentages		NA	NA	86% 12/14	14%* 2/14	23% 6/26	73% 19/26	6% 1/16	94% 15/16	0% 0/22
										100% 22/22

Figure 5 : Résultats de la phase 1 d'anticipation du processus d'autorégulation (non-musiciens).

⁵ « NA » signifie « Non Applicable ». Cela indique que certaines données ne s'appliquent pas dans ce contexte particulier ou qu'elles ne sont pas disponibles pour le calcul. Quant aux astérisques, ils représentent les résultats significatifs ($p < 0.05$).

Musiciens (39 participants)		Phase 2 : Réalisation (Stratégies liées à la tâche)								
Étapes	Informations notées (4)			Calcul opérations (6)			Classement (7)		Comparaison Classement (8)	
Pourcentages	100%* 39/39			54% 21/39			85% 33/39		92% 36/39	
Sous-étapes	Partiellement		Complètement		Soustraction		Division		<i>Sans</i> erreur	<i>Avec</i> erreur
Pourcentages	23% 9/39		77%* 30/39		67% 14/21		90% 19/21		67% 22/33	33% 11/33
Avec/sans erreur	<i>Sans</i> erreur	<i>Avec</i> erreur	<i>Sans</i> erreur	<i>Avec</i> erreur	<i>Sans</i> erreur	<i>Avec</i> erreur	<i>Sans</i> erreur	<i>Avec</i> erreur	NA	
Pourcentages	56%* 5/9	44% 4/9	63% 19/30	37% 11/30	93% 13/14	7% 1/14	84% 16/19	16% 3/19	NA	

Figure 6 : Résultats de la phase 2 de réalisation du processus d'autorégulation (musiciens).

Non- musiciens (39 participants)		Phase 2 : Réalisation (Stratégies liées à la tâche)								
Étapes	Informations notées (4)			Calcul opérations (6)			Classement (7)		Comparaison Classement (8)	
Pourcentages	90%* 35/39			62% 24/39			82% 32/39		95% 37/39	
Sous-étapes	Partiellement		Complètement		Soustraction		Division		<i>Sans</i> erreur	<i>Avec</i> erreur
Pourcentages	43% 15/35		57%* 20/35		67% 16/24		92% 22/24		62% 20/32	38% 12/32
Avec/sans erreur	<i>Sans</i> erreur	<i>Avec</i> erreur	<i>Sans</i> erreur	<i>Avec</i> erreur	<i>Sans</i> erreur	<i>Avec</i> erreur	<i>Sans</i> erreur	<i>Avec</i> erreur	NA	
Pourcentages	33%* 5/15	67% 10/15	75% 15/20	25% 5/20	100 16/16	0% 0/16	95% 21/22	5% 1/22	NA	

Figure 7 : Résultats de la phase 2 de réalisation du processus d'autorégulation (non-musiciens).

Musiciens (39 participants)					
Phase 3 : Réflexion (Autoévaluation)					
Signes d'autoévaluation	Organisation du brouillon : nombre d'étapes déclarées	Organisation du brouillon : nombre d'étapes réalisées	Différence : étapes déclarées/étapes réalisées	Autre stratégie : Schéma	Signes de corrections
Pourcentages	51%* 20/39	100% 39/39	NA	26% 10/39	44%* 17/39
Moyennes	2,95	4,3	NA	NA	NA
Temps moyen de réalisation (sec)	1031*				
Temps moyen de réalisation (min)	17'11*				

Figure 8 : Résultats de la phase 3 de réflexion du processus d'autorégulation (musiciens).

Non-musiciens (39 participants)					
Phase 3 : Réflexion (Autoévaluation)					
Signes d'autoévaluation	Organisation du brouillon : nombre d'étapes déclarées	Organisation du brouillon : nombre d'étapes réalisées	Différence : étapes déclarées/étapes réalisées	Autre stratégie : Schéma	Signes de corrections
Pourcentages	18%* 7/39	100% 39/39	NA	23% 9/39	15%* 6/39
Moyennes	2,14	4,02	NA	NA	NA
Temps moyen de réalisation (sec)	583*				
Temps moyen de réalisation (min)	9'43*				

Figure 9 : Résultats de la phase 3 de réflexion du processus d'autorégulation (non-musiciens).

Processus d'autorégulation : la phase 1 d'anticipation – planification stratégique

Le relevé complet ou partiel d'informations a été effectué lors de l'analyse des brouillons. Les données traitées par les élèves (calculs, explications, etc.) ont permis d'observer quelles informations étaient identifiées ou laissées de côté lors de la résolution du problème.

1. Le relevé complet des informations

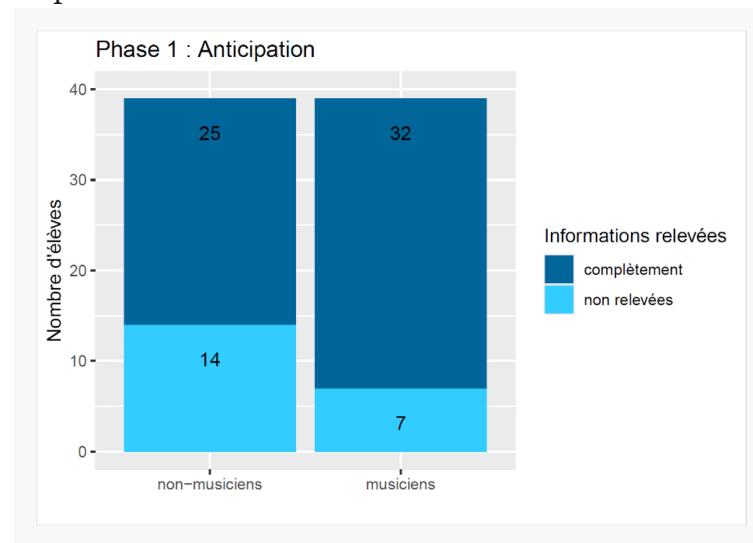


Figure 10 : Comparaison du relevé complet des informations (données du problème) entre les non-musiciens et les musiciens.

Dans la phase 1 d'anticipation et de planification stratégique, une proportion significativement plus élevée de musiciens (32 sur 39, soit 82 %) a réussi à relever l'intégralité des informations contenues dans le problème, comparativement aux non-musiciens (25 sur 39, soit 64 %). L'analyse statistique par un test du chi-deux d'indépendance révèle une différence significative entre les deux groupes (*Likelihood Ratio* $\chi^2 = 4.13$, $df = 1$, $p = 0.042$; *Pearson* $\chi^2 = 4.04$, $df = 1$, $p = 0.045$), suggérant que la pratique musicale pourrait avoir un effet positif sur cette compétence.

2. Le relevé partiel des informations

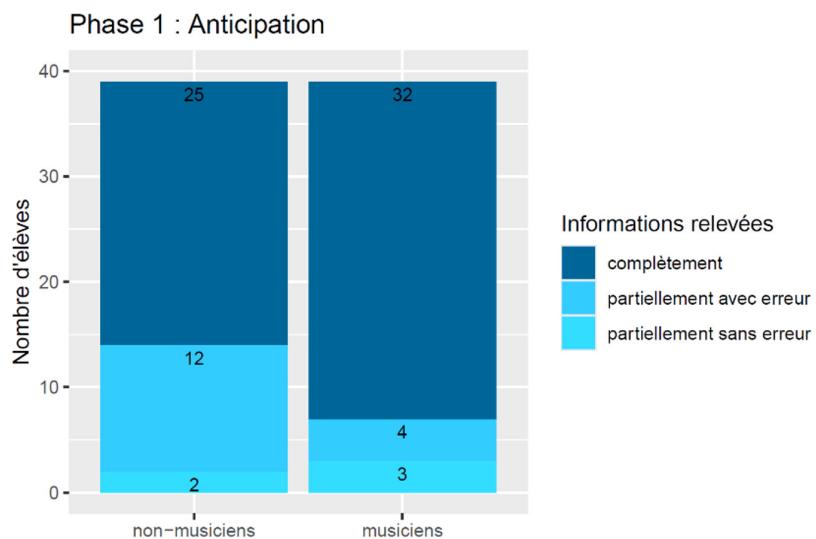


Figure 11 : Comparaison du relevé partiel des informations, avec et sans erreur, entre les non-musiciens et les musiciens.

De plus, une tendance des élèves non musiciens à relever davantage d'informations erronées est constatée, parmi ceux qui les ont identifiées partiellement. En effet, sur 7 élèves musiciens ayant relevé partiellement les informations (en bas des graphiques), 4 se sont trompés (57 % d'erreur). Parmi les 14 non-musiciens ayant relevé partiellement les informations, 12 ont commis une erreur (86 % d'erreur).

Processus d'autorégulation : la phase 2 de réalisation – stratégies liées à la tâche

La notation complète ou partielle des informations a été constatée à partir des écrits apparaissant sur les brouillons des élèves.

1. La notation complète des informations sur le brouillon

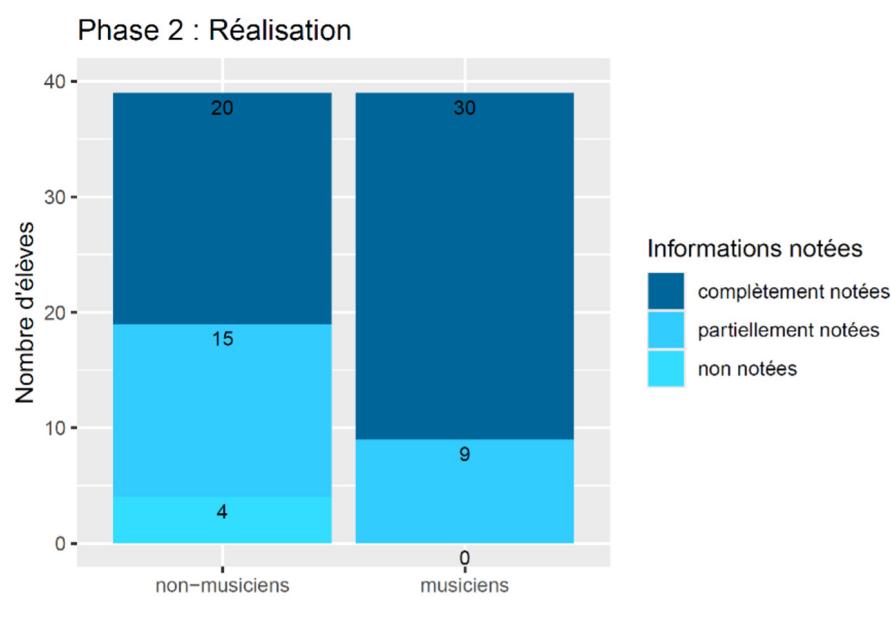


Figure 12 : Comparaison de la notation des informations sur le brouillon entre les non-musiciens et les musiciens.

Dans la phase 2 de réalisation, l'ensemble des élèves musiciens a noté au moins une partie des informations sur leur brouillon, contrairement aux non-musiciens. De plus, la notation des informations était significativement plus complète chez les musiciens : 30 élèves sur 39 (77 %) ont retroussé l'intégralité des informations, contre seulement 20 élèves sur 35 (57 %) chez les non-musiciens. L'analyse statistique par un test du chi-deux d'indépendance confirme une différence significative entre les deux groupes (*Likelihood Ratio* $\chi^2 = 7.53$, $df = 1$, $p = 0.0061$; *Pearson* $\chi^2 = 7.35$, $df = 1$, $p = 0.0067$), suggérant que la pratique musicale pourrait favoriser une meilleure structuration des informations lors de cette phase.

Processus d'autorégulation : la phase 3 de réflexion – autoévaluation

L'organisation de la tâche a été établie à partir de la numérotation par ordre chronologique des étapes de réalisation apparaissant sur les brouillons des élèves.

1. Organisation du brouillon

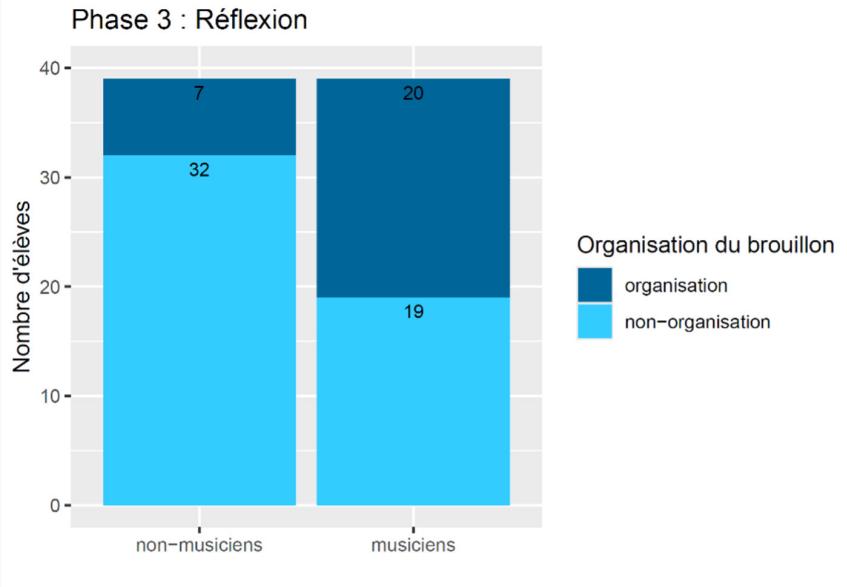


Figure 13 : Comparaison de l'organisation du brouillon (étapes de réalisation du problème) entre les non-musiciens et les musiciens

Dans la phase 3 de réflexion, une proportion significativement plus élevée d'élèves musiciens a organisé leur brouillon, ce qui implique une capacité à structurer les étapes de résolution du problème de manière ordonnée. En effet, 20 musiciens sur 39 (51 %) ont adopté cette stratégie, contre seulement 7 non-musiciens sur 39 (18 %). L'analyse statistique par un test du chi-deux d'indépendance met en évidence une différence significative entre les deux groupes (*Likelihood Ratio* $\chi^2 = 16.15$, $df = 1$, $p = 5.86e-05$; *Pearson* $\chi^2 = 15.47$, $df = 1$, $p < 0.001$), suggérant que la pratique musicale pourrait être associée à une meilleure organisation du raisonnement écrit.

2. Signes de corrections

Les signes de corrections concernent tous les éléments graphiques indiquant que l'élève a ajusté son raisonnement tout au long de la résolution du problème (ratures, flèches, réorganisation du brouillon, etc.).

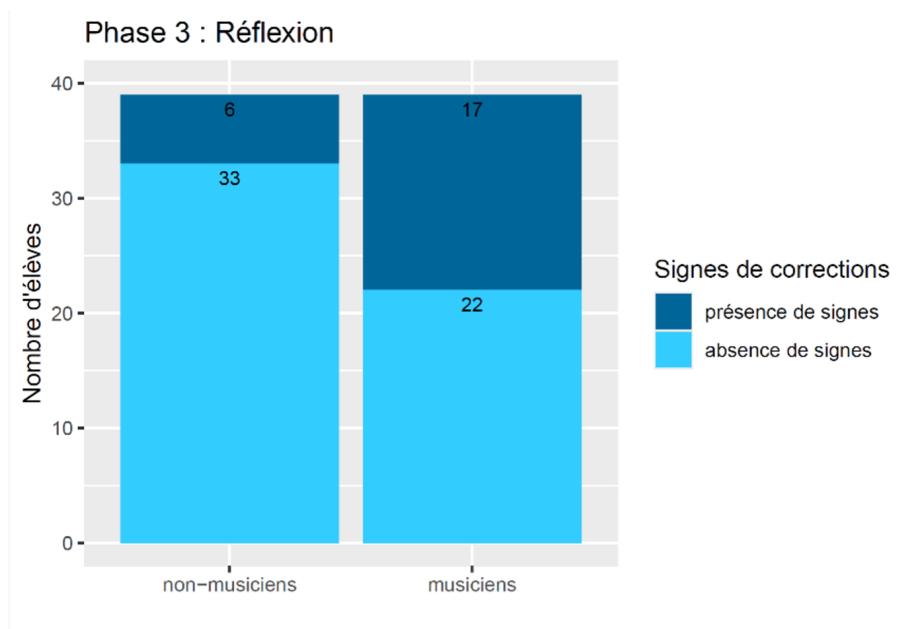


Figure 14 : Comparaison de la présence de signes de corrections sur le brouillon entre les non-musiciens et les musiciens.

Dans la phase 3 de réflexion, une proportion significativement plus élevée d'élèves musiciens a apporté des corrections sur leur brouillon, ce qui implique une capacité à autoévaluer leurs erreurs. En effet, 17 élèves musiciens sur 39 ont corrigé leur brouillon (44 %), contre seulement 6 élèves non musiciens sur 39 (15 %). L'analyse statistique par un test du chi-deux d'indépendance met en évidence une différence significative entre les deux groupes (*Likelihood Ratio* $\chi^2 = 7.70$, $df = 1$, $p = 0.0055$; *Pearson* $\chi^2 = 7.46$, $df = 1$, $p = 0.0063$), suggérant que la pratique musicale encouragerait l'autoévaluation et la révision des erreurs.

3. Durée moyenne de l'activité

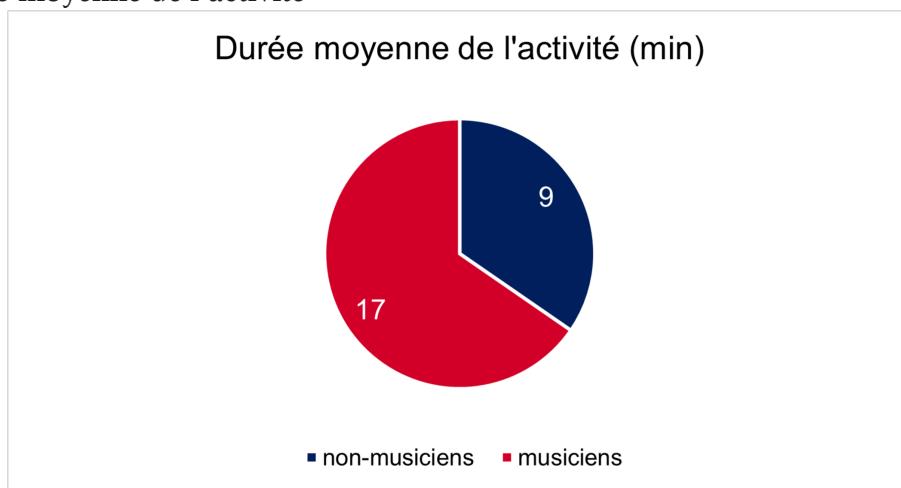


Figure 15 : Comparaison de la durée d'activité générale entre les non-musiciens et les musiciens.

Sur l'ensemble de l'activité, les élèves musiciens ont une durée moyenne d'activité de 17 minutes, indiquant qu'ils passent davantage de temps sur la tâche que les élèves

non musiciens qui y restent en moyenne 9 minutes. L'analyse statistique par un test de Student confirme cette différence ($t(64) = 6.20$, $df = 64$, $p < 0.001$). Ce résultat met en évidence une différence significative entre les deux groupes, suggérant que la pratique musicale pourrait favoriser un investissement temporel plus important dans l'activité.

DISCUSSION

Ces résultats montrent des différences significatives ainsi que des tendances relevables dans les trois phases du processus d'autorégulation (anticipation, réalisation et réflexion), entre le groupe expérimental de musiciens et le groupe contrôle de non-musiciens.

Dans la phase 1 d'anticipation et de planification stratégique, il est constaté que les élèves musiciens relèvent l'intégralité des informations contenues dans le problème (figure 10), ce qui peut indiquer une lecture attentive et soignée – action cognitive (Proust 2011), relevant d'un aspect cognitif de l'activité (Reuter *et al.* 2013). Les élèves musiciens semblent plus soucieux d'identifier en amont tous les indices permettant de résoudre le problème. Ils s'engagent dans une démarche d'enquête, signe d'une activité de réflexion optimale (Spector et Ma 2019). Le nombre limité d'erreurs dans le relevé partiel des informations montre également le soin apporté par les musiciens à la lecture précise du problème (figure 11) et à la sélection pertinente des données (Kraus et Chandrasekaran 2010 ; Parbery-Clark, Strait et Kraus 2011).

En ce sens, les résultats obtenus dans la phase 2 de réalisation confirment que les élèves musiciens sont attentifs à clarifier les éléments recueillis (Norris et Ennis, 1989), puisqu'ils vont plus loin que seulement identifier les informations. Ils les notent sur le brouillon et intégralement pour la majorité (figure 12) - action motrice (Proust 2011) relevant d'un aspect physique et matériel de l'activité (Reuter *et al.* 2013). Cette notation est une stratégie de réalisation de la tâche (Frenkel 2014), signe d'une méthode mise en œuvre pour traiter l'ensemble des informations et avoir une lecture globale des données du problème mathématique.

Si des différences se profilent dans les deux premières phases d'anticipation et de réalisation du processus d'autorégulation sur certaines variables (le relevé et la notation des informations), la phase 3 de réalisation se distingue clairement sur l'ensemble d'entre elles. En effet, tous les élèves musiciens organisent leur brouillon en notant chronologiquement les étapes de réalisation (figure 13) - action motrice (Proust 2011) représentant un aspect physique et matériel de l'activité (Reuter *et al.* 2013), indiquant une structure de raisonnement (Houdé, 2014). L'autoévaluation est également plus aboutie, définie par les nombreux signes de corrections apportés au brouillon par les élèves musiciens (figure 14) - action cognitive entraînant une action motrice (Proust 2011). Enfin, la réflexion émise tout au long de l'activité par les musiciens dure environ deux fois plus de temps que celle des non-musiciens (figure 15). Les élèves musiciens manifestent ainsi une attention soutenue en maintenant un niveau d'efficience élevé et stable au cours d'une période d'activité cognitive longue et exigeante (Seron et Van der Linden, 2016), similaire aux capacités attentionnelles

mobilisées dans leur pratique orchestrale. Cet engagement représente un aspect psychosociologique de l'activité (Cosnefroy 2004 ; Viau et Bouchard 2000).

Ces résultats mettent en évidence que les élèves musiciens ayant une pratique instrumentale régulière en orchestre sont plus performants dans certains indicateurs des phases d'anticipation et de réalisation, et davantage dans la phase de réflexion associée au processus d'autorégulation. La réflexion est bien effective de manière accrue chez les musiciens, dans le relevé et le traitement des informations (Kraus et Chandrasekaran 2010 ; Parbery-Clark, Strait et Kraus 2011), dans l'organisation et la structuration de la tâche (Hallam 2001), dans l'autoévaluation sur le plan de la correction et du retour objectif de l'élève sur sa propre activité (Moreno *et al.* 2011), dans le maintien de l'orientation et le traitement attentionnel (Seron et Van der Linden 2016). La lecture de la tâche paraît abordée de manière significativement différente par les élèves musiciens, qui adaptent leurs actions motrices et cognitives (Proust 2011) en fonction du contrôle de leur activité (Vergnaud 2001) par le mécanisme d'autorégulation (Zimmermann *et al.* 2017). Ainsi, bien que certaines études, telle celle de McPherson et Renwick (2001), suggèrent que l'autorégulation des apprenants ne semble pas marquée de manière significative dans un contexte de répétition individuelle, notre étude sur la pratique musicale collective révèle en revanche une influence notable de ce contexte sur cette autorégulation. Par ailleurs, dans les premières étapes de résolution d'un problème mathématique, notamment lors de l'anticipation et de la réalisation de la tâche, les musiciens et les non-musiciens abordent de manière similaire certains indicateurs observés, tels la lecture du problème, l'identification de l'objectif, l'analyse et le calcul des opérations, le classement des données, la comparaison des éléments et la rédaction d'une réponse. Si ces différentes phases de résolution sont liées et jouent un rôle essentiel dans l'activation du processus d'autorégulation, une analyse plus détaillée montre que certaines de ces étapes font appel à des compétences élémentaires, comme la logique ou la numération (Demetriou et Kasi 2001), tandis que d'autres exigent des compétences analytiques plus complexes (Diamond 2012, 2014). En effet, la lecture du problème implique d'abord un décodage de l'énoncé, ce qui requiert une compréhension littérale. L'objectif de la tâche, qui consiste à vérifier la justesse du classement du journaliste, est clairement exprimé dans cet énoncé, ce qui réduit la nécessité d'une analyse critique. Cette absence de complexité permet d'éviter toute ambiguïté dans la tâche, limitant ainsi la mise en œuvre d'une autorégulation plus élaborée. À cet égard, il serait intéressant, dans une révision méthodologique de l'étude, de complexifier l'énoncé du problème afin de rendre la définition de l'objectif moins évidente, ce qui inciterait les élèves à engager une réflexion plus approfondie.

Les opérations à effectuer dans ce type de problème font appel à des compétences logiques et procédurales, reposant sur des règles de calcul simples et ne nécessitant pas de créativité ou d'adaptabilité particulière (Demetriou et Kasi 2001). La rédaction de la réponse finale, qui consiste à synthétiser les résultats obtenus, demande une organisation des idées, mais elle ne stimule pas pleinement les compétences métacognitives et analytiques des élèves puisqu'il ne s'agit que d'une récapitulation sans véritable évaluation des stratégies ou du processus de résolution.

En revanche, d'autres aspects du traitement de l'information tels que l'identification stratégique des données (figures 10 et 11), la prise de notes (figure 12), l'organisation du brouillon (figure 13), l'autoévaluation (figure 14) et la gestion de l'attention (figure 15), mobilisent des compétences analytiques plus avancées, là où les musiciens se distinguent des non-musiciens en déployant des stratégies d'adaptation et d'ajustements efficientes. Ces résultats font écho aux travaux de Bartolome (2009), qui montrent que certains élèves musiciens débutants disposent dès le départ de bonnes habiletés d'autorégulation, suggérant que ces compétences peuvent émerger naturellement. En complément des études montrant que l'autorégulation se développe davantage lorsqu'elle devient un objet d'enseignement (Varela, Abrami et Upitis 2016), notre recherche montre ainsi que des élèves musiciens débutants présentent déjà de solides capacités d'autorégulation et de raisonnement complexe à partir de leur propre expérience de pratique musicale, sans enseignement direct. Toutefois, il est important de noter qu'aucune différence significative n'a été observée entre les scores des musiciens et des non-musiciens, suggérant que le développement de l'autorégulation chez les jeunes musiciens influence davantage la structuration interne de leur activité que le résultat final de la résolution du problème. Dans le cadre de cette étude sur l'influence des activités musicales parascolaires sur les capacités d'autorégulation des élèves de primaire, plusieurs limites doivent être prises en considération afin de contextualiser les résultats obtenus et de proposer des pistes d'exploration pour de futures recherches.

Tout d'abord, l'échantillon de notre étude se compose d'élèves issus de milieux socio-économiques assez, voire très défavorisés. Les écoles classées REP et REP+ en France sont implantées dans des quartiers aux populations socialement fragiles pour des raisons économiques (chômage) ou sociales (difficultés d'insertion). Si le contrôle de cette variable socio-économique a permis de limiter les biais liés à l'éveil éducationnel des élèves en dehors de l'école (accès à la diversité culturelle et aux activités artistiques des participants), cette condition peut toutefois limiter la généralisation des résultats. Réitérer cette recherche auprès d'une diversité de populations permettrait d'étendre la compréhension de l'influence des pratiques musicales sur différents groupes sociaux. Par ailleurs, la durée de l'expérimentation sur une année scolaire peut être insuffisante pour observer des changements significatifs sur les compétences cognitives et métacognitives des apprenants. Une étude longitudinale permettrait d'évaluer les effets de la pratique musicale à long terme sur les capacités autorégulatrices et réflexives des élèves.

Bien que les tests statistiques (χ^2 de Pearson, *Likelihood Ratio Chi-Square*, test de Student) confirment la significativité des associations, la taille de l'échantillon ($n = 78$) reste une limite. Un effectif réduit pourrait limiter la puissance des tests, augmentant le risque d'erreur de type II, c'est-à-dire de ne pas détecter une association réelle entre les variables. Augmenter la taille de l'échantillon pourrait renforcer la puissance statistique et la fiabilité des associations, tandis que l'agrégation de certaines catégories dans les tableaux de contingence pourrait limiter les effectifs trop faibles par modalité. Par ailleurs, la présente étude est axée essentiellement sur l'aspect cognitif de l'activité et ne concerne pas les croyances motivationnelles comprises dans l'autorégulation. Le soutien familial, les activités parascolaires diverses, la motivation et

l'engagement individuels sont difficilement contrôlables dans leur intégralité dans le cadre de cette étude et sont susceptibles d'influencer les résultats.

Bien que diverses variables aient été prises en compte, cette expérimentation ne constitue pas un essai contrôlé randomisé garantissant la comparabilité entre les deux groupes d'élèves. En effet, les participants n'ont pas été assignés de manière aléatoire au groupe expérimental (OAE) et de contrôle (non OAE), pouvant introduire un biais de sélection.

Enfin, l'intégration de méthodes d'analyse qualitatives telles que des entretiens permettrait d'apporter une compréhension plus nuancée des effets de la pratique musicale sur les processus d'apprentissage.

CONCLUSION

L'ensemble de cette étude met en lumière les influences significatives des activités musicales parascolaires sur les capacités d'autorégulation des élèves musiciens, particulièrement dans le cadre de tâches de résolution de problèmes. Les résultats montrent que les élèves ayant une pratique instrumentale régulière développent des compétences métacognitives d'autorégulation accrues, notamment en termes de planification stratégique, de réalisation de la tâche et d'autoévaluation. Ces compétences sont déterminantes pour une approche méthodique et réfléchie de la résolution de problèmes, comme en témoignent les différences observées entre les groupes de musiciens et de non-musiciens.

Dans la phase d'anticipation et de planification stratégique, les élèves musiciens démontrent de meilleures capacités à identifier et à organiser les informations pertinentes. Dans la phase de réalisation stratégique liée à la tâche, ils montrent une plus grande rigueur et une organisation plus construite des étapes de résolution du problème. Enfin, dans la phase de réflexion, les musiciens présentent une autoévaluation précise et une plus grande conscience de leurs erreurs, contribuant à une autorégulation de leur activité plus efficiente. De plus, les similarités d'agissement entre les musiciens et les non-musiciens, sur les indicateurs relevant de compétences élémentaires de résolution de problèmes, ont permis de révéler que la pratique musicale semblait développer des compétences analytiques plus complexes. Cette étude ouvre ainsi des perspectives intéressantes sur l'influence des activités musicales parascolaires sur le développement métacognitif et réflexif des élèves. Elle souligne l'importance de considérer les activités artistiques dans l'articulation entre enseignement et apprentissage dans un milieu didactique.

BIBLIOGRAPHIE

- Allal, Linda (2007), « Régulation des apprentissages. Orientations conceptuelles pour la recherche et la pratique en éducation », dans Linda Allal et Lucie Mottier-Lopez (dir.), *Régulation des apprentissages en situation scolaire et en formation*, Louvain-la-Neuve De Boeck Supérieur, p. 9-10.
- Ballester, Manon (2025), *La pratique instrumentale. Un vecteur de développement de l'esprit critique*, thèse de doctorat, Aix-Marseille Université.

- Ballester, Manon, Jean-Pierre Moreau, et Pascal Terrien (2024), « L'orchestre à l'école. Des pratiques musicales au développement de l'esprit critique », *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, vol. 26, n° 1, p. 100-120, <https://doi.org/10.7202/1113235ar>.
- Bandura, Albert (2008), « La théorie sociale cognitive. Une perspective agentique », dans Philippe Carré et Fabien Fenouillet (dir.), *Traité de psychologie de la motivation*, Paris, Dunod, p. 17-45.
- Bangert, Marc, Thomas Peschel, Gottfried Schlaug, Michael Rotte, Dieter Drescher, Hermann Hinrichs, Hans J. Heinze, et Eckart Altenmüller (2006), « Shared Networks for Auditory and Motor Processing in Professional Pianists. Evidence from fMRI Conjunction », *NeuroImage*, vo. 30, n° 3, p. 917-926, <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.10.044>.
- Bartolome, Sarah J. (2009), « Naturally Emerging Self-Regulated Practice Behaviors Among Highly Successful Beginning Recorder Students », *Australian Journal of Music Education*, vol. 1, n° 1, p. 17-32, <https://doi.org/10.1177/1321103x09103629>.
- Besson, Mireille, et Daniele Schön (2003), « Comparison Between Language and Music », dans Robert Zatorre et Isabelle Peretz (dir.), *The Biological Foundations of Music*, Oxford, Oxford University Press, p. 267-293.
- Bialystok, Ellen, et Anne-Marie DePape (2009), « Musical Expertise, Bilingualism, and Executive Functioning », *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, vol. 35, n° 2, p. 565-574.
- Bouissou, Christine, et Stéphane Brau-Antony (2005), « Réflexivité et pratiques de formation. Regards critiques », *Carrefours de l'éducation*, vol. 20, n° 2, p. 113-122, <https://doi.org/10.3917/cdle.020.0113>.
- Brown, Ann L. (1987), « Metacognition, Executive Control, Self-Regulation and Other More Mysterious Mechanisms », dans Friedrich E. Weinert et Rainer H. Kluwe (dir.), *Metacognition, Motivation and Understanding*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, p. 65-116.
- Bru, Marc (2004), « Les pratiques enseignantes comme objet de recherche », dans Marcel Jean-François (dir.), *Les pratiques enseignantes hors de la classe*, Paris, L'Harmattan, p. 281-299.
- Büchel, Fredi P., et Jean-Louis Paour (2005), « Déficience intellectuelle. Déficits et remédiation cognitive », *Enfance*, vol. 57, n° 3, p. 227-240.
- Cogo-Moreira, Hugo, Clara R. Brandão de Ávila, George B. Ploubidis, et Jair J. Mari (2013), « Effectiveness of Music Education for the Improvement of Reading Skills and Academic Achievement in Young Poor Readers. A Pragmatic Cluster-Randomized, Controlled Clinical Trial », *Plos One*, vol. 8, n° 3, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059984>.
- Cosnefroy, Laurent (2004), « Apprendre, faire mieux que les autres, éviter l'échec. L'influence de l'orientation des buts sur les apprentissages scolaires », *Revue française de pédagogie*, n° 147, p. 9-128. <https://doi.org/10.3406/rfp.2004.3125>.
- Danalet, Claude, Jean-Paul Dumas, Christine Studer, et Françoise Villars-Kneubulher (1999), *Mathématiques. Quatrième primaire (livre du maître)*, Neuchâtel, Corome.
- Demetriou, Andreas, et *Smaragda* Kasi (2001), *Unity and Modularity in the Mind and the Self*, Londres, Routledge.
- Dégé, Franziska, et Gudrun Schwarzer, (2011), « The Effect of a Music Program on Phonological Awareness in Preschoolers », *Frontiers in Psychology*, vol. 2, n° 124, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00124>.
- Dessus, Philippe (2022), « Les rétroactions dans l'enseignement et l'apprentissage et leur automatisation », Communication présentée à la Journée doctorale « L'impact de la rétroaction sur l'agir de l'enseignant et/ou de l'élève », GCAF-ADEF, Aix-en-Provence.
- Diamond, Adele (2012), « Activities and Programs that Improve Children's Executive Functions », *Current Directions in Psychological Science*, vol. 21, n° 5, p. 335-341, <https://doi.org/10.1177/0963721412453722>.
- Diamond, Adele (2014), « Want to Optimize Executive Functions and Academic Outcomes ? », dans Philip David Zelazo et Maria D. Sera (dir.), *Minnesota Symposia on Child Psychology. Developing*

- Cognitive Control Processes: Mechanisms, Implications, and Interventions*, vol. 37, Hoboken, Wiley, p. 205-230,
- Dokic, Jérôme (2000), « L'art et l'esprit », Communication pour la *Journée Art et cognition*, Cité des Sciences et de l'Industrie, La Villette, <http://artcognition.free.fr>, consulté le 31 mai 2024.
- Doly, Anne-Marie (2006), La métacognition. De sa définition par la psychologie à sa mise en œuvre à l'école », dans Gérard Toupiol (dir.). *Apprendre et comprendre. Place et rôle de la métacognition dans l'aide spécialisée*, Paris, Retz, p. 2-124. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00835076/document>, consulté le 31 mai 2024.
- Duru-Bellat, Marie, et Agnès Van Zanten (2016), *Sociologie du système éducatif. Les inégalités scolaires*, Paris Presses universitaires de France.
- Ericsson, K. Anders, Ralf T. Krampe, et Clemens Tesch-Römer (1993), « The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance », *Psychological Review*, vol. 100, n° 3, p. 363-406.
- Fauvel, Baptiste, Mathilde Groussard, Béatrice Desgranges, et Hervé Platel (2012), « Pratique musicale et plasticité cérébrale. L'expertise musicale permet-elle de se préserver du vieillissement neurocognitif ? », *Revue de neuropsychologie*, vol. 4, n° 2, p. 131-137.
- Felouzis, Georges, Barbara Fouquet-Chauprade, Samuel Charmillot, et Charmillot, Luana Charmillot (2016), « Inégalités scolaires et politiques d'éducation », *Contribution au rapport du Conseil nationale de l'évaluation du système scolaire, Les inégalités scolaires d'origines sociales et ethnoculturelle*, Cnesco, https://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2016/09/felouzis_solo1.pdf, consulté le 31 mai 2024.
- Flavell, John H. (1979), « Metacognition and Cognitive Monitoring. A New Area of Cognitive-Developmental Inquiry », *American Psychologist*, vol. 34, n° 10, p. 906-911, <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>.
- Focant, Jérôme et Jacques Grégoire (2008), « Les stratégies d'autorégulation cognitive. Une aide à la résolution de problèmes arithmétiques », dans Marcel Crahay (dir.), *Enseignement et apprentissage des mathématiques. Que disent les recherches psychopédagogiques*, Louvain-la-Neuve, De Boeck Supérieur, p. 201-221.
- Forest, Dominique, et Pascale Batézat-Batellier (2013), « Apprentissage d'une pratique instrumentale en orchestre à l'école : une approche didactique », *Éducation & didactique*, vol. 7, n° 3, p. 79-96, <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.1812>.
- François, Clément, et Daniele Schön (2011), « Musical Expertise Boosts Implicit Learning of Both Musical and Linguistic Structures », *Cerebral Cortex*, vol. 21, n° 10, p. 2357-2365.
- François, Clément, et Daniele Schön (2022), « Neurosciences de la Musique », dans Éric Tardif et Pierre-André Doudin (dir.), *Neurosciences et cognition. Perspectives pour les sciences de l'éducation*, Louvain-la-Neuve, De Boeck Supérieur, p. 351-378, <https://doi.org/10.3917/dbu.doudi.2022.01.0351>.
- Frenkel, Stéphanie (2014), « Composantes métacognitives. Définitions et outils d'évaluation », *Enfance*, vol. 4, n° 4, p. 427-457, <https://doi.org/10.3917/enf1.144.0427>.
- Halpern, Catherine, François Cusset, et Nicolas Journet (2013), *Pensées rebelles. Foucault, Derrida, Deleuze*, Auxerre, Éditions Sciences Humaines. <https://doi.org/10.3917/sh.colle.2013.02>.
- Hallam, Susan (2001), « The Development of Metacognition in Musicians. Implications for Education », *British Journal of Music Education*, vol. 18, n° 1, p. 27-39.
- Houdé, Olivier (2013), « Le raisonnement logique », dans Olivier Houdé (éd.), *La psychologie de l'enfant*, Paris, Presses universitaires de France, p. 85-106.
- Houdé, Olivier (2014), « Introduction », dans Olivier Houdé (dir.), *Le raisonnement*, Paris, Presses universitaires de France, p. 3-18.
- Hubault, François (1995), « À quoi sert l'analyse de l'activité en ergonomie », *Performances humaines et techniques*, p. 79-85.

Hyde, Krista L., Jason Lerch, Andrea Norton, Marie Forgeard, Ellen Winner, Alan C. Evans, et Gottfried Schlaug (2009), « Musical Training Shapes Structural Brain Development », *Journal of Neuroscience*, vol. 29, n° 10, p. 3019-3025.

James, Clara E., Maxim Tingaud, Gianvitom Laera, Carole Guedj, Sascha Zuber, et R. Diambrini Palazzi (2024), « Correction. Cognitive Enrichment Through Art. A Randomized Controlled Trial on the Effect of Music or Visual Arts Group Practice on Cognitive and Brain Development of Young Children », *BMC Complementary Medicine and Therapies*, vol. 24, n° 1, <https://doi.org/10.1186/s12906-024-04504-3>.

James, Clara E., Eckart Altenmüller, Matthias Kliegel, Tilmann H. C. Krüger, Dimitri Van De Ville, Florian Worschel, Laura Abdili, Daniel S. Scholz, Kristin Jünemann, Alexandra Hering, Frederic Grouiller, Christopher Sinke, et Damien Marie (2020), « Train the Brain with Music (TBM). Brain Plasticity and Cognitive Benefits Induced by Musical Training in Elderly People in Germany and Switzerland », *BMC Geriatrics*, vol. 20, n° 418, <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01761-y>.

Jonassen, David H. (2014), « Assessing Problem Solving », dans J. Michael Spector, David Merrill, Jeferson Elen et M. J. Bishop (dir.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (4e éd.), Berlin, Springer, p. 269-288.

Kohlberg, Lawrence (1963), « The Development of Children's Orientations Toward a Moral Order. Sequence in the Development of Moral Thought », *International Journal of Human Development*, n° 6, p. 11-33.

Kraus, Nina, et Bharath Chandrasekaran (2010), « Music Training for the Development of Auditory Skills », *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 11, n° 8, p. 599-605.

Leplat, Jacques, et Jean-Michel Hoc (1983), « Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations », *Cahiers de Psychologie Cognitive*, n° 3, p. 49-63.

Lhuilier, Dominique (2013), « Introduction à la psychosociologie du travail », *Nouvelle revue de psychosociologie*, n° 1, p. 11-30.

Marin, Manuela M. (2009), « Effects of Early Musical Training on Musical and Linguistic Syntactic Abilities », *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1169, n° 1, p. 187-190, <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04777.x>.

McPherson, Gary E., et John McCormick (1999), « Motivational and Self-Regulated Learning Components of Musical Practice », *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, vol. 141, p. 98-102.

McPherson, Gary E., et James M. Renwick (2001), « A Longitudinal Study of Self-regulation in Children's Musical Practice », *Music Education Research*, vol. 3, n° 2, p. 169-186.

Moreno, Sylvain, Carlos Marques, Andreia Santos, Manuela Santos, São Luís Castro, et Mireille Besson (2009), « Musical Training Influences Linguistic Abilities in 8-year-old Children. More Evidence for Brain Plasticity », *Cerebral Cortex*, vol. 19, n° 3, p. 712-723, <https://doi.org/10.1093/cercor/bhn120>.

Moreno, Sylvain, Ellen Bialystok, Raluca Barac, E. Glenn Schellenberg, Nicholas J. Cepeda, et Tom Chau (2011), « Short-Term Music Training Enhances Verbal Intelligence and Executive Function », *Psychological Science*, vol. 22, n° 11, p. 1425-1433.

Nader-Grosbois, Nathalie (2007), « Introduction », dans Nathalie Nader-Grosbois (dir.), *Régulation, autorégulation, dysrégulation. Pistes pour l'intervention et la recherche*, Liège, Mardaga, p. 9-13.

Norris, Stephen P., et Robert H. Ennis (1989), *Evaluating Critical Thinking*, Pacific Grove, Midwest Publications.

Parbery-Clark, Alexandra, Dana L. Strait, et Nina Kraus (2011), « Context-Dependent Encoding in the Auditory Brainstem Subserves Enhanced Speech-in-Noise Perception in Musicians », *Neuropsychologia*, vol. 49, n° 12, p. 3338-3345.

Peretz, Isabelle (2018), *Apprendre la musique. Nouvelles des neurosciences*, Paris, Odile Jacob.

Piaget, Jean (1950), *Introduction à l'épistémologie génétique, Tome III. La pensée biologique, la pensée psychologique et la pensée sociologique*, Paris, Presses universitaires de France.

- Proust, Joëlle (2011), « Après-propos – Le bébé est-il capable d'actions cognitives ? », *Enfance*, vol. 1, n° 1, p. 149-155, <https://doi.org/10.4074/S0013754511001108>.
- Reuter, Yves, Cora Cohen-Azria, Bertrand Daunay, Isabelle Delcambre, et Dominique Lahanier-Reuter (2013), *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*, Louvain-la-Neuve, De Boeck Supérieur.
- Seron, Xavier, et Martial Van der Linden (2016), *Traité de neuropsychologie clinique de l'adulte. Tome 2 – Revalidation*, Louvain-la-Neuve, De Boeck Supérieur. <https://doi.org/10.3917/dbu.seron.2016.01>.
- Spector, J. Michael, et Shanshan Ma (2019), « Inquiry and Critical Thinking Skills for the Next Generation. From Artificial Intelligence Back to Human Intelligence », *Smart Learning Environments*, vol. 6, n° 1, <https://doi.org/10.1186/s40561-019-0088-z>.
- Terrien, Pascal (2023), « Prescriptions and the Practical Epistemology of Music Teachers. The Case of “Orchestre à l’École” (Orchestra in Schools) », *Revista Interuniversitaria De Formación Del Profesorado*, vol. 98, n° 37,3, <https://doi.org/10.47553/rifop.v98i37.3.100697>.
- Tortochot, Eric, et Pascal Terrien (2019), « Recherche participative inter-catégorielle autour du dispositif “orchestre à l’école” », dans Philippe Roy (dir.), *Des recherches participatives dans les didactiques disciplinaires et autres domaines de connaissance. Quelles finalités ? Quels savoirs ? Et quelles stratégies méthodologiques pour favoriser leur circulation dans les milieux de la recherche, de la formation et de la pratique ?*, Fribourg, p. 170-179, <https://folia.unifr.ch/unifr/documents/319869>, consulté le 31 mai 2024.
- Varela, Wynnpaul, Philip C. Abrami, et Rena Upitis (2016), « Self-regulation and Music Learning. A Systematic Review », *Psychology of Music*, vol. 44, n° 1, p. 55–74, <https://doi.org/10.1177/0305735614554639>.
- Vergnaud, Gérard (2001), « Piaget visité par la didactique », dans Jacques Montangero (dir.), *Intellectica. Revue de l'Association pour la Recherche Cognitive. Piaget et les sciences cognitives*, vol. 2, n° 33, p. 107-123, <https://doi.org/10.3406/intel.2001.1635>.
- Viau, Rolland, et Josée Bouchard (2000), « Validation d'un modèle de dynamique motivationnelle auprès d'élèves du secondaire », *Canadian Journal of Education Revue Canadienne De l'éducation*, vol. 25, n° 1, p. 16–26, <https://journals.sfu.ca/cje/index.php/cje-rce/article/view/2770>, consulté le 31 mai 2024.
- Wan, Catherine Y., et Gottfried Schlaug (2010), « Music Making as a Tool for Promoting Brain Plasticity Across the Life Span », *The Neuroscientist. A Review Tournal Bringing Neurobiology, Neurology and Psychiatry*, vol. 16, n° 5, p. 566–577, <https://doi.org/10.1177/1073858410377805>.
- Williams, Courtney, et Trevor Hine (2018), « An Investigation Into the Use of Recorded Music as a Surgical Intervention. A Systematic, Critical Review of Methodologies Used in Recent Adult Controlled Trials », *Complementary Therapies in Medicine*, vol. 37, p. 110-126, <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.02.002>.
- Winner, Ellen, Thalia Goldstein, et Stéphan Vincent-Lancrin (2013), « L'art pour l'art ? L'impact de l'éducation artistique », *OECD*, https://www.oecd.org/education/ceri/FR_overview_FINAL_print.pdf, consulté le 31 mai 2024.
- Zimmerman, Barry J., Dale H. Schunk, et Maria K. DiBenedetto (2017), « The Role of Self-Efficacy and Related Beliefs in Self-Regulation of Learning and Performance », dans Andrew J. Elliot, Carol S. Dweck et David S. Yeager (dir.), *Handbook of Competence and Motivation. Theory and Application* (2nd éd.), New York, The Guilford Press, p. 313–333.