THÈSE DE DOCTORAT

Soutenue à Aix-Marseille Université

Le 18/01/2025

Manon Ballester

La pratique instrumentale : un vecteur de développement de l'esprit critique

Discipline
Sciences de l'Éducation et de la Formation

École doctorale
ED 356 – COGNITION, LANGAGE, ÉDUCATION

Laboratoire/Partenaires de recherche
UR 4671 ADEF
Programme GCAF

Composition du jury

Pascal TERRIEN — Directeur de thèse
Professeur des Universités à Aix-Marseille Université

Daniele SCHÖN — Codirecteur de thèse
Directeur de Recherche CNRS à Aix-Marseille Université

Sabine CHATELAIN — Rapporteuse/Présidente du jury
Professeur à l'HEP-Vaud

Damien SAGRILLO — Rapporteur/Examinateur
Professeur à l'Université du Luxembourg

Nathalie ESTIENNE — Examinatrice
Maîtresse de conférences à l'Université Lyon 2

Isabelle CLAVERIE — Examinatrice
Maîtresse de conférences à Aix-Marseille Université

AFFIDAVIT

Je soussignée, Manon Ballester, déclare par la présente que le travail présenté dans ce manuscrit est mon propre travail, réalisé sous la direction scientifique de Pascal Terrien et la codirection de Daniele Schön, dans le respect des principes d'honnêteté, d'intégrité et de responsabilité inhérents à la mission de recherche. Les travaux de recherche et la rédaction de ce manuscrit ont été réalisés dans le respect à la fois de la charte nationale de déontologie des métiers de la recherche et de la charte d'Aix-Marseille Université relative à la lutte contre le plagiat.

Ce travail n'a pas été précédemment soumis en France ou à l'étranger dans une version identique ou similaire à un organisme examinateur.

Fait à Marseille, le 27/10/2024

Signature :



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

LISTE DE PUBLICATIONS ET PARTICIPATION A DES CONFERENCES

Publications au cours de la période de thèse

Ballester, M., Moreau, J-P. & Terrien, P. (2024). L'orchestre à l'école : des pratiques musicales au développement de l'esprit critique. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, 26(1), 100–120. https://doi.org/10.7202/1113235ar

Ballester, M., et Terrien, P. (sous presse). De la pratique musicale à l'esprit critique : l'impact de l'autorégulation. Dans *Actes du Symposium international « Apprendre et Enseigner la Musique »*. Esch-Sur-Alzette, Luxembourg.

Ballester, M., et Terrien, P. (soumis). L'orchestre à l'école et les capacités d'autorégulation des élèves de primaire. Dans H. Boucher et I. Héroux (dir.), *L'enseignement de la musique en contexte scolaire, Revue musicale OIRCM*, 12(1). Montréal, Canada.

Affiche présentée dans le cadre du projet de thèse

Ballester, M. (2021). *La pratique instrumentale : un vecteur de développement des habiletés métacognitives et de l'esprit critique à l'école primaire.* Le printemps de la recherche en éducation. Réseau des INSPE, France.

Communications orales lors de conférences au cours de la période de thèse

Ballester, M. (2024, octobre). *Activité métacognitive et développement du raisonnement des élèves de primaire : l'influence de la pratique musicale.* Colloque L'état de l'éducation musicale des enfants (4-11 ans) autour de la Méditerranée, Inspé Aix-en-Provence, France.

Ballester, M. (2024, juin). *De l'activité d'autorégulation au développement de l'esprit critique des élèves de primaire : l'influence de la pratique musicale*. Journée d'étude du GCAF : Regards pluriels sur les enseignements artistiques. Marseille, France.

Ballester, M. (2023, octobre). *L'influence de la pratique musicale sur le développement de l'habileté métacognitive d'autorégulation et de l'esprit critique des élèves de primaire.* Congrès biennal de la Société française de musicologie : 2e édition. Angers, France.

Ballester, M., Moreau, J-P., et Terrien, P. (2023, septembre). *Des pratiques artistiques à la construction de soi : la faculté d'autorégulation.* Biennale de l'Éducation : Se construire avec et dans le monde : part d'autrui, part de soi. Paris, France.

Ballester, M. (2022, novembre). *Le développement de l'activité d'autorégulation et de l'esprit critique à l'école primaire : un processus métacognitif réflexif interdisciplinaire et transdisciplinaire renforcé par la pratique musicale*. Forum Citoyen International de l'Éducation. Hammamet, Tunisie.

Ballester, M. (2022, octobre). *L'impact de la pratique instrumentale sur le développement des habiletés métacognitives et de la pensée critique des élèves de primaire*. Ve Congrès Doctoral International de Musique et Musicologie. Paris, France.

Ballester, M. (2022, mai). *L'influence de la pratique musicale sur le développement de l'activité d'autorégulation et de l'esprit critique des élèves de primaire*. Symposium international « Apprendre et Enseigner la Musique ». Esch-Sur-Alzette, Luxembourg.

Ballester, M. (2022, avril). *La pratique instrumentale vectrice de développement des habiletés métacognitives et de l'esprit critique à l'école primaire : état de l'art et méthode*. Conservatoire National Supérieur de Musique et de Danse de Paris. Paris, France.

Ballester, M., et Brissaud, J. (2022, avril). *L'autorégulation dans les enseignements artistiques à l'école élémentaire : un processus rétroactif.* Journée d'étude doctorale du GCAF : L'impact de la rétroaction sur l'agir de l'enseignant et/ou de l'élève. Aix-en-Provence, France.

Ballester, M. (2021, octobre). *Le développement de l'activité d'autorégulation et de l'esprit critique à l'école primaire : un processus métacognitif renforcé par la pratique musicale.* Colloque National « L'école primaire au 21ème siècle ». Cergy-Pontoise, France.

Ballester, M. (2021, mars). *La pratique instrumentale : un vecteur de développement des habiletés métacognitives et de l'esprit critique à l'école primaire.* CRIFPE, 8ème Colloque International en Éducation. Montréal, Canada.

RESUME

Cette thèse explore l'influence de la pratique musicale en milieu scolaire sur le développement de l'esprit critique des élèves d'élémentaire. Elle met en lumière, dans le cadre du dispositif « Orchestre à l'école » (OAE) en contexte d'éducation prioritaire, la manière dont l'activité de pratique instrumentale peut renforcer des capacités réflexives complexes et transdisciplinaires. Si l'état de la littérature en sciences cognitives permet d'établir un lien entre pratique musicale et transferts cognitifs, peu d'études en sciences de l'éducation et de la formation s'intéressent aux stratégies d'apprentissage efficientes que la musique permettrait de développer et de mettre en œuvre au sein même du processus de raisonnement des apprenants. Dès lors, est-ce que les élèves d'élémentaire qui pratiquent la musique au sein d'OAE possèdent une activité d'autorégulation et un esprit critique plus développés que ceux qui ne la pratiquent pas ? Nous émettons l'hypothèse que l'activité d'autorégulation déployée par la pratique instrumentale d'élèves de cycle 3 renforce leurs performances d'esprit critique. Ainsi, en nous appuyant sur des apports croisés en sciences de l'éducation et sciences cognitives, nous explorons dans cette recherche les dynamiques d'apprentissage à l'œuvre dans la pratique musicale, à travers le processus d'autorégulation. Nous observons sa mise en œuvre dans des tâches proposant des contextes variés de résolution de problèmes, engageant la mobilisation d'une réflexion critique et autorégulée, parmi un groupe expérimental d'élèves musiciens (OAE) et un groupe contrôle de non-musiciens. L'analyse comparative détermine les gradations d'autorégulation internes aux phases d'anticipation, de réalisation et de réflexion de l'activité, mises en perspective avec les compétences d'esprit critique. Les résultats montrent que la pratique musicale favorise l'autorégulation des jeunes musiciens, par une gestion affinée de l'activité, un raisonnement analytique organisé, et une capacité à évaluer et ajuster leurs actions en maintenant leur orientation, en particulier dans des situations complexes. Ces compétences métacognitives de contrôle de l'activité semblent s'opérer de manière similaire dans la pratique orchestrale et dans des contextes d'apprentissages scolaires réflexifs. Les élèves musiciens montrent un engagement actif dans une réflexion critique, en faveur de leur autonomie intellectuelle.

Mots clés : éducation musicale ; esprit critique ; autorégulation ; pratique musicale ; orchestre à l'école

ABSTRACT

This thesis explores the influence of school music practice on the development of critical thinking in elementary school pupils. It highlights, in the context of the ‘Orchestre à l'école’ (OAE) scheme in a priority education context, the way in which instrumental practice can strengthen complex, cross-disciplinary reflective skills. While the state of the literature in cognitive science makes it possible to establish a link between musical practice and cognitive transfers, few studies in education and training science are interested in the efficient learning strategies that music can develop and implement within the learners' own reasoning process. So, do elementary school pupils who play music in OAEs have more developed self-regulation and critical thinking skills than those who do not? We put forward the hypothesis that the self-regulation activity deployed by the instrumental practice of cycle 3 pupils strengthens their critical thinking skills. Drawing on cross-disciplinary contributions from the educational and cognitive sciences, this research explores the learning dynamics at work in musical practice, through the process of self-regulation. We are observing its implementation in tasks proposing a variety of problem-solving contexts, involving the mobilisation of critical and self-regulated reflection, among an experimental group of student musicians (OAE) and a control group of non-musicians. The comparative analysis determines the gradations of self-regulation within the anticipation, realisation and reflection phases of the activity, put into perspective with critical thinking skills. The results show that practising music encourages young musicians' self-regulation, through refined management of the activity, organised analytical reasoning, and an ability to evaluate and adjust their actions while maintaining their orientation, particularly in complex situations. These metacognitive skills for controlling activity seem to operate in a similar way in orchestral practice and in reflective school learning contexts. Pupil musicians show an active commitment to critical reflection, in favour of their intellectual autonomy.

Key words: music education; critical thinking; self-regulation; musical practice; school orchestra

REMERCIEMENTS

Cher Pascal Terrien,

Merci de m'avoir suivie dans l'accomplissement de cette thèse, accompagnée pas à pas, parfois même dans un train, un métro parisien ou dans le hall d'un aéroport, à démêler les nœuds, à préciser chaque élément de ce voyage réfléchi au cœur des liens.

Cher Daniele Schön,

Merci pour tes connaissances partagées, me semblant parfois si éloignées, puis aujourd'hui plus familières, sans lesquelles mon aspiration à croiser les disciplines n'aurait pu aboutir. Merci pour ton temps, ton engagement, et pour avoir rendu possible nos analyses alambiquées.

Chers membres du jury,

Je vous remercie de me faire l'honneur d'étudier avec attention mon travail : Sabine Chatelain, Damien Sagrillo, rapporteurs de cette thèse et examinateurs aux côtés de Nathalie Estienne et Isabelle Claverie.

Cher Jonathan Mirault,

Je tiens à t'exprimer toute ma reconnaissance pour ton temps accordé sans compter, pour ta rigueur professionnelle, ton sens du détail, ta redoutable efficacité, mais avant tout ton intégrité.

Madame Catherine Orlando, chère inspectrice de l'Éducation nationale,

Merci d'avoir soutenu la réalisation de ma thèse durant ces années, et toujours rendu accessibles les nombreux ponts à enjamber entre mon métier d'enseignante et mon travail de recherche.

Chère Éléonore Mendiela,

Merci d'avoir réalisé avec le plus grand soin l'ensemble des passations, au plus près des élèves, avec respect et intégrité.

Chères enseignantes,

Merci d'avoir ouvert les portes de vos classes, d'avoir partagé avec vos élèves et rendu possible la mise en œuvre de ma recherche sur le terrain.

Chers élèves,

Merci pour votre engagement dans chaque tâche proposée.

Chers membres du GCAF,

Un grand merci pour votre écoute attentive à chaque présentation de mon travail, pour l'ensemble de vos conseils avisés.

Ce travail a par ailleurs bénéficié de l'environnement stimulant du pôle pilote pour la recherche en éducation (Ampiric, PIA3 / France 2030). Merci pour cet appui.

Je tiens à remercier ma mère, mon père, pour leur soutien indéfectible, mon frère, pour sa présence subtile.

Bastien, merci pour ta présence au quotidien.

Enfin, merci à ceux qui, de près ou de loin, ont un jour contribué à la construction de mon identité, à donner du sens aux expériences.

À Nathalie Rezzi

Regrettée Maîtresse de conférences, sans qui mes premiers pas dans la recherche n'auraient pu se tracer.

À travers cette thèse, je tiens à vous rendre hommage, faire honneur au soin du détail, qui raisonne dans chacun de vos mots prononcés.

SOMMAIRE

Affidavit 2

Liste de publications et participation à des conférences 3

Résumé 5

Abstract 6

Remerciements 7

Sommaire 10

Liste des sigles et abréviations 13

Introduction 15

Partie 1 21

Chapitre 1 : Musique et processus d'apprentissage 22

1.1 Le dispositif « Orchestre à l'École » 25

1.2 Processus d'apprentissage : interaction entre activité, tâche et action 28

Chapitre 2 : L'esprit critique 36

2.1 Didactique de l'esprit critique : la zététique 36

2.2 L'esprit critique : des visions qui s'entrecroisent 40

2.3 L'esprit critique, un processus cognitif complexe 42

2.4 Une mesure de l'esprit critique : le modèle de Norris et Ennis (1989) 44

Chapitre 3 : Processus d'apprentissage : apports des sciences cognitives 51

3.1 De cognition à métacognition 51

3.2 L’ajout du préfixe « méta » 58

3.3 Le concept de schème..... 59

3.4 Le concept de métacognition..... 67

3.5 L’autorégulation 83

3.6 De l’autorégulation à l’esprit critique 103

3.7 Vers le développement d'une autonomie intellectuelle 107

Chapitre 4 : Question de recherche et hypothèse 112

4.1 Problématique..... 112

4.2 Hypothèse..... 113

Partie 2..... 115

Chapitre 1 : Approche méthodologique 116

1.1 Environnement scientifique..... 116

1.2 Protocole d’expérimentation 121

1.3 Protocole des passations..... 131

Chapitre 2 : Analyse des données 141

2.1 Analyse de la tâche 1 : résolution de problème..... 143

2.2 Analyse de la tâche 2 : classification et catégorisation d’éléments audio..... 162

2.3 Analyse de la tâche 3 (questionnaire musiciens) en corrélation avec la tâche 2 (résolution de problème) 169

Partie 3..... 176

Chapitre 1 : Résultats 177

1.1 Présentation des résultats 177

Chapitre 2 : Interprétation et discussion des résultats 207

2.1 Contraintes didactiques et autorégulation 207

2.2 Transversalité des compétences réflexives 212

2.3 L'autorégulation comme processus central dans la pratique instrumentale 214

2.4 De l'autorégulation à l'esprit critique : une perspective transdisciplinaire 234

2.5 Limites de l'étude et perspectives 240

2.6 Réflexion sur la pratique instrumentale et l'enseignement musical et général 243

Conclusion 248

Bibliographie 252

Index Nominum 283

Liste des figures 288

Liste des tableaux 289

Liste des graphiques 291

Table des matières 293

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

MEN : Ministère de l'Éducation nationale

OAE : Orchestre à l'École

REP : Réseau d'éducation prioritaire

REP+ : Réseau d'éducation prioritaire renforcé

CHAM : Classe à horaires aménagés musique

NA : Non Applicable

NS : Non Significatif

Dans cette thèse, l'utilisation du genre masculin a été adoptée afin de fluidifier la lecture et n'a aucune intention discriminatoire.

INTRODUCTION

L'art s'apparente à une activité de l'esprit (Gombrich, 1987). Art et cognition seraient ainsi en étroite interaction. En ce sens, Dokic (2000) précise que les processus artistiques mettent en place un dispositif expérientiel, dont le but est de déstabiliser la relation cognitive habituelle entre l'apprenant et son environnement. Les habitudes étant perturbées, les différentes fonctions cognitives seraient ainsi accentuées. Dès lors, l'art pourrait s'avérer être un terrain d'expérimentation propice à étudier la cognition. Les effets cognitifs supposément produits pourraient favoriser le développement d'une pensée réflexive chez les apprenants. En effet, les enseignements artistiques et culturels renforceraient leur capacité à penser et à apprendre par eux-mêmes, en créant les conditions qui permettent à l'enfant de « prendre conscience de son potentiel, de l'accepter, de le maîtriser et d'apprendre ensuite à l'utiliser » (Lauret, 2015, p. 107).

L'état de la recherche révèle l'influence potentielle de la pratique musicale, comme une activité pouvant agir sur les capacités motrices, cognitives et métacognitives de l'apprenant (Degé et Schwarzer, 2011 ; Fauvel et al., 2012 ; Peretz, 2018). Jouer d'un instrument de musique engage notamment des aptitudes auditives et motrices (François et Schön, 2011). Un transfert étroit est établi lorsque la pratique améliore directement ces capacités (Wan et Schlaug, 2010). Reconnu comme une activité cognitive complexe, l'apprentissage musical permet également l'évolution de sphères cognitives indirectes, représentant ainsi un transfert dit lointain (*Ibid.*). Dans une approche didactique, la musique pourrait-elle développer des capacités réflexives générales susceptibles d'être utilisées et réinvesties dans différents contextes d'apprentissages scolaires ?

La pratique musicale régulière, nécessitant un entraînement continu, qui débute le plus souvent durant l'enfance, engendre des transferts cognitifs (Hyde et al., 2009). La plasticité cérébrale, capacité du cerveau à modeler et réorganiser ses connexions en fonction des apprentissages et de l'entraînement répété, est ainsi améliorée (Fauvel et al., 2012). « Plus l'enfant commence à jouer tôt, plus la pratique est longue et plus le cerveau se modifie » (François et Schön, 2022, p. 361).

Les travaux de Wan et Schlaug (2010) montrent que la musique modifie les structures fonctionnelles cérébrales, améliorant la motricité de l'apprenant, notamment grâce au développement de la dextérité de la main non dominante et de l'indépendance de contrôle entre les deux. François et Schön (2022) proposent en ce sens une définition de la musique comme « mouvement organisé » (*Ibid.*, p. 359). De plus, une aisance accentuée du musicien dans le traitement et la discrimination des fréquences auditives est également observée. Des chercheurs tels que Kraus et Chandrasekaran (2010) ; Parbery-Clark, Strait et Kraus (2011) établissent, dans un contexte d'étude du langage, l'effet de la pratique musicale sur les capacités de sélection de l'information pertinente des musiciens qui montrent un filtrage attentionnel élevé. D'autres études explorent également cette idée, en s'intéressant à la relation entre la lecture et la représentation mentale auditive (Besson et Schön, 2003 ; Schön et al, 2010). Dans une activité de lecture de partition, le musicien expert est en mesure d'anticiper une fausse note. Cette capacité transférée à l'apprentissage de la lecture à l'école, les compétences phonologiques des élèves musiciens se trouvent accentuées (Cogo-Moreira et al., 2013). Le transfert cognitif entre pratique musicale et habiletés langagières apparaît au travers de différentes recherches, telles que celle de Marin (2009), s'intéressant à la formation des règles morphologiques, celle de Koelsch et Gunter (2005), concernant la syntaxe verbale, ou celle de Chobert et al. (2011) sur le traitement syllabique des musiciens. Par ailleurs, les fonctions exécutives qui correspondent à l'ensemble des processus de contrôle cognitif sont au cœur de l'apprentissage de la musique. Elles peuvent être hiérarchisées en fonctions exécutives de base – mémoire de travail, inhibition, flexibilité cognitive – et de haut niveau – raisonnement, résolution de problème, planification (Diamond, 2012 ; 2014). Plusieurs travaux démontrent la performance accrue du musicien sur ces types d'activités (Bialystok et DePape, 2009 ; Moreno et al., 2011).

L'état de la recherche permet ainsi d'établir un lien entre pratique musicale et transfert cognitif sur des spécificités diverses d'apprentissage, comme la motricité fine, le développement du langage ou plus largement les fonctions exécutives. Ces aspects sont massivement traités au regard des sciences cognitives et particulièrement des neurosciences. Toutefois, malgré ces apports, peu d'études en sciences de l'éducation s'intéressent aux stratégies d'apprentissage efficientes que la musique permettrait de développer et de mettre en œuvre au sein même du processus de raisonnement de jeunes élèves (Winner et al., 2013). Si sur le plan de la didactique en éducation musicale, les recherches sur les transferts de compétences sont émergentes

(Terrien, 2023 ; Terrien et Huart, 2018), dans le champ des sciences de l'éducation et de la formation, aucune étude à ce jour n'a été menée afin d'étudier l'influence de la pratique musicale sur le développement du raisonnement et de l'esprit critique des élèves.

Permettre aux apprenants de naviguer dans un monde en constante évolution par le renforcement de leur réflexion critique est au cœur des préoccupations éducatives (MEN, 2024). L'esprit critique comme « processus cognitif complexe » (Piette, 1996, p. 88) engage l'apprenant dans une activité réflexive qui entraîne l'accès à une pensée libre, consciente, raisonnée et autonome (Norris et Ennis, 1989). Pour développer son esprit critique, il doit être en mesure de conscientiser sa pensée et d'en exercer le contrôle, afin de l'exploiter de manière efficiente (Spector et Ma, 2019). Ainsi, les fonctions exécutives gèrent les processus cognitifs d'organisation et de contrôle du comportement, tandis que les habiletés métacognitives concernent les stratégies en lien avec ces fonctions (Efklides, 2008 ; Schraw, Crippen et Hartley, 2006 ; Vianin, 2009). Elles permettent de réfléchir sur ces processus cognitifs à l'œuvre, les ajuster et les améliorer par une autorégulation active de la pensée (Zimmermann, 2017) qui développe l'autonomie (Frenkel, 2014). Si la pratique musicale agit sur les habiletés métacognitives de jeunes musiciens, alors ils pourraient manifester un esprit critique plus développé dans divers contextes d'apprentissage.

Mais qu'en est-il de la pratique musicale en milieu scolaire ? À quel niveau de pratique peut-elle engager un apprentissage autorégulé ? Dans un enjeu de rendre accessible et équitable l'apprentissage musical, le dispositif « Orchestre à l'école » offre un accès à la pratique instrumentale individuelle et collective au sein d'établissements scolaires introduits en réseaux d'éducation prioritaire. Il s'inscrit dans la continuité du Parcours d'Éducation Artistique et Culturelle qui s'appuie sur le triptyque « faire, éprouver, réfléchir » (MEN, 2015). Si des études réalisées sur les dimensions didactiques du dispositif OAE révèlent des valeurs sociales, humanistes et d'engagement (Forest et Batézat-Battelier, 2013 ; Tortochot et Terrien, 2021), pourrait-il également encourager la réflexion ? Les élèves d'élémentaire, dans le cadre de leur pratique musicale au sein de ce dispositif, développent-ils leur raisonnement ?

Cette thèse s'intéresse ainsi à la pratique instrumentale régulière, comme vecteur de développement de l'esprit critique des élèves de primaire, par un contrôle actif et autorégulé de leur apprentissage. Notre recherche consiste à examiner les processus de raisonnement développés par une discipline artistique telle que la musique, puis en évaluer les effets sur le

renforcement de l'esprit critique des élèves d'école élémentaire. La pratique musicale régulière dans un cadre scolaire conduirait-elle, non pas à une réussite efficiente dans un domaine spécifique de transfert, mais à une plus grande agilité mentale générale d'apprentissage ? Cette réflexion nous amène à établir la question de recherche suivante : est-ce que les élèves d'élémentaire qui pratiquent la musique au sein du dispositif « Orchestre à l'école » (OAE) possèdent une activité d'autorégulation et un esprit critique plus développés que les élèves qui ne la pratiquent pas ? Nous émettons l'hypothèse que la pratique instrumentale régulière accroît les habiletés métacognitives de l'apprenant, susceptibles de développer leur raisonnement. L'activité d'autorégulation alors déployée par la pratique musicale des élèves de cycle 3[1] renforcerait leurs performances d'esprit critique.

Cette thèse est structurée en trois parties construites sur un cadre théorique croisé en sciences de l'éducation (Cosnefroy, 2004 ; Doly, 2006 ; Houdé, 2014 ; Hubault, 1995 ; Winner et al., 2013) ; didactique de la musique (Terrien, 2023 ; Terrien et Huart, 2018), en sciences cognitives générales (Spector et Ma, 2019 ; Zimmerman et al., 2017) et en neurosciences (Fauvel et al., 2012 ; François et Schön, 2022 ; Peretz, 2018).

La première partie parcourt l'état de la littérature. Dans un premier chapitre, il s'agit d'établir les relations entre musique et processus d'apprentissage. Dans ce cadre, le dispositif « Orchestre à l'école » est présenté. Nous détaillons par ailleurs l'interaction entre tâche, activité et action, afin d'explorer les dynamiques réflexives d'apprentissage à l'œuvre, que nous mettons en parallèle avec l'activité musicale. Dans cette continuité, un second chapitre est consacré à l'étude de l'esprit critique sous ses aspects didactiques et cognitifs, ainsi qu'à la manière dont il s'inscrit dans un processus de pensée raisonnée et autonome, en lien avec des enjeux éducatifs fondamentaux. Un troisième chapitre précise les apports des sciences cognitives dans la compréhension des processus d'apprentissage entre la cognition, les schèmes de structure de l'activité, la métacognition et l'autorégulation. Nous envisageons comment les musiciens naviguent entre ces dynamiques dans leur pratique individuelle et collective. Cette articulation conduit à aborder la relation avec l'esprit critique vers le développement d'une émancipation intellectuelle des apprenants. Au regard de ces différents apports de la recherche en sciences de

[1] Le cycle 3 est nommé « cycle de consolidation » (MEN, 2013) et s'étend sur 3 ans, du CM1 à la 6ème.

l'éducation, en sciences cognitives et en neurosciences, un dernier chapitre présente la problématique et la question de recherche déterminant notre hypothèse principale. Cette dernière postule que la pratique instrumentale régulière développe l'autorégulation, comme mécanisme métacognitif qui sous-tend et renforce l'esprit critique de jeunes musiciens.

La seconde partie de cette thèse aborde les aspects méthodologiques. Un premier chapitre élabore l'approche méthodologique en lien avec notre hypothèse. Afin de la vérifier, une expérimentation a été menée auprès de 39 élèves musiciens participant au dispositif « Orchestre à l'école » (OAE) et du même nombre d'élèves non musiciens. L'environnement scientifique est exposé à travers le contexte de l'étude qui s'inscrit en éducation prioritaire, les précautions éthiques, le terrain de recherche ainsi que les participants du groupe expérimental de musiciens et du groupe contrôle de non-musiciens. Le protocole d'expérimentation est par ailleurs détaillé en abordant la conception des tâches et leur environnement, mais aussi l'organisation et le déroulement des passations réalisées auprès des élèves. Il s'articule autour de trois tâches conçues afin d'observer la mise en œuvre du processus d'autorégulation et de réflexion critique : une tâche de résolution de problème, une tâche de classification et catégorisation d'éléments audio dans un environnement numérique, et pour les musiciens, un questionnaire d'autorégulation dans un contexte de pratique orchestrale. Un second chapitre décrit les procédures d'analyse au regard de notre questionnement. Nous combinons une lecture qualitative des données, par l'analyse comparative de traces écrites et numériques, ainsi qu'un traitement quantitatif et statistique par l'utilisation d'outils informatiques. Les spécificités d'analyse de chaque tâche sont abordées et présentent l'ensemble des variables et des indicateurs retenus.

La troisième partie de cette thèse met en perspective l'analyse méthodologique et notre question de recherche, afin d'observer la manière dont semble agir la pratique musicale dans la mise en œuvre du processus d'autorégulation et de réflexion critique des élèves. Un premier chapitre est consacré à la présentation des résultats obtenus dans l'analyse de chaque tâche. Nous détaillons comment les élèves mobilisent les compétences cognitives et métacognitives dans ces différents contextes d'apprentissage, dans les phases d'anticipation, de réalisation et de réflexion du processus d'autorégulation (Zimmermann, 2017). Enfin, un dernier chapitre est dédié à l'interprétation et la discussion des résultats au regard de nos questionnements initiaux. Nous mettons en lien chaque gradation observée dans le processus d'autorégulation des élèves

musiciens avec les compétences d'esprit critique définies par une échelle de développement, selon Spector et Ma (2019). Enfin, des perspectives sont proposées pour de futures recherches, et donnent lieu à une réflexion ouverte qui conclue cette thèse, en envisageant le rapport aux savoirs au travers des enseignements artistiques dans un contexte éducatif.

Partie 1

Chapitre 1 : Musique et processus d'apprentissage

> 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 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).

Un lien de cause à effet existe entre apprentissage musical et activité accrue spécifique du cerveau (Moreno et al., 2009). Lappe et al. (2008) établissent que l'écoute attentive de la musique ne suffit pas à développer une activité efficiente d'apprentissage, tandis que l'exécution par la pratique instrumentale renforce cette capacité. Des recherches menées par McPherson et McCormick (1999) déterminent un lien entre la régulation de l'apprentissage et la pratique musicale, à travers une analyse des processus mis en œuvre chez de jeunes musiciens. La pratique d'activités créatives et artistiques, cumulée à l'exercice technique, engage le développement de stratégies cognitives complexes (*Ibid.*). Ces études mettent en évidence les capacités des musiciens à s'autoréguler, c'est-à-dire à gérer et à contrôler leur activité, en lien avec leur niveau musical (performance, expertise), la quantité et la nature de leur pratique (formelle, informelle), leur persévérance, ainsi que l'efficacité de leur apprentissage. Hyllegard et Bories (2008) détaillent ces variables d'apprentissage musical : le niveau musical représente le degré d'expertise (débutant, intermédiaire ou avancé) ; la performance s'établit au travers d'évaluations formelles, d'examens, de concours ou d'auditions ; la durée des séances de travail quantifie la pratique ; la nature de la pratique est informelle lors d'une activité non encadrée d'auto-sélection, d'improvisation ou de composition spontanées, et formelle dans le cas d'un répertoire choisi par l'enseignant, de méthodes techniques, d'une préparation aux concours ou examens ; la persévérance est poursuivie en dépit de difficultés rencontrées dans la pratique ou dans le temps ; l'efficacité de la pratique varie selon l'organisation temporelle, afin d'obtenir des progrès significatifs en moins de temps (Hyllegard et Bories, 2008). L'auto-efficacité de l'apprenant est le plus fréquemment associée avec chaque variable et se révèle être le prédicteur le plus significatif de la performance (McPherson et McCormick, 2000). La régulation de l'apprentissage est d'autant plus efficiente lors d'une séance de travail, lorsque l'attention est centrée sur un paramètre musical spécifique à la fois (*Ibid.*).

Par ailleurs, des travaux portant sur le développement de l'expertise établissent que les individus disposant d'une expérience significative dans un domaine spécifique engagent davantage d'habiletés métacognitives, c'est-à-dire la capacité de planifier, de contrôler et d'autoévaluer leur activité, par rapport aux débutants (Chase et Simon, 1973 ; Ericsson et al., 1993 ; Hallam, 2001). La capacité d'analyse des experts permet de résoudre rapidement et efficacement une difficulté, un problème (Hallam, 2001). Les experts font également preuve d'adaptabilité face à une situation spécifique et évolutive (Holyoak, 1991). Ils utilisent des stratégies variées afin d'accroître leurs performances et les ajustent en fonction des difficultés rencontrées (Chase et Ericsson, 1981 ; VanLehn, 1991). De plus, les compétences mémorielles sont davantage développées chez les experts (Holyoak, 1991) ainsi que les capacités d'autorégulation (Glaser et Chi, 1988).

L'expertise en musique s'acquiert avec une pratique instrumentale régulière. Hallam (2001) évoque la nécessité de disposer d'habiletés métacognitives (capacités de planification, de contrôle et d'autoévaluation de l'activité) afin de renforcer l'efficacité des séances de travail. Le musicien doit connaître sa propre manière de fonctionner (métaconnaissances sur nous-mêmes) ; être en mesure d'identifier la nature, les exigences et les difficultés de la tâche (métaconnaissances sur la tâche) ; répertorier différentes stratégies possibles pour faire face à un problème (métaconnaissances sur les stratégies) ; orienter son travail en fonction du but (activité de planification) ; autoévaluer ses progrès pour atteindre son but (activité d'autoévaluation) ; prendre les mesures nécessaires pour résoudre une difficulté ou optimiser l'atteinte du but (activité de contrôle) ; réinvestir ou modifier les stratégies dans l'accomplissement d'une future tâche similaire (activité métacognitive) (Hallam, 2001). La mise en œuvre de l'ensemble de ces compétences métacognitives témoigne d'une pensée autorégulée.

Si l'autorégulation de l'apprentissage se trouve davantage déployée dans la pratique des musiciens experts (Hallam, 2001 ; Peral Garcia et Dubé, 2012), il semble ainsi possible que la musique participe à développer ce processus chez les apprenants, potentiellement experts en devenir. En ce sens, les travaux de Schellenberg (2005) montrent que la musique permet aux enfants de s'autodiscipliner et de réfléchir, en les soumettant à de longues périodes de concentration, d'entraînement et de mémorisation. Peretz (2018) étaye cette idée, en précisant l'importance de la pratique instrumentale, au-delà de la simple écoute musicale, dans le développement des fonctions exécutives des apprenants. Les fonctions exécutives, relatives à

la gestion et au contrôle cognitif de l'activité, telles que la planification ou l'autorégulation, sont stimulées chez les musiciens dès leur plus jeune âge (entre 5 et 7 ans), ayant une forte plasticité cérébrale (Bangert et Schlaug, 2006). Tout au long de l'enfance et sur une période prolongée jusqu'à l'âge adulte, la pratique musicale entretient la plasticité du cortex auditif, augmentant les échanges entre les régions cérébrales qui impliquent les fonctions avancées telles que l'attention sélective (Peretz, 2018). L'activité de pratique musicale modèle le cerveau (Elbert et al., 1995) et le sculpte (Peretz, 2018).

> Faire de la musique favorise donc les apprentissages scolaires [par l'amélioration] des fonctions dites exécutives […]. 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).

Une étude de cas menée par Nielsen (2001), dans un parcours musical avancé, présente les stratégies d'apprentissage autorégulé mises en œuvre par deux étudiants au conservatoire, lors des séances de pratique individuelle dans la préparation d'une pièce musicale complexe. Les résultats montrent que les étudiants possèdent de solides capacités d'autorégulation, ayant permis d'optimiser leur apprentissage et leurs performances. Les conditions interpersonnelles (relations entre les individus), contextuelles et intrapersonnelles (introspection) sont prises en compte. Dans cette activité complexe de préparation d'une œuvre musicale, les étudiants ont défini des buts précis, ont engagé une planification stratégique tout en s'autoévaluant de manière sélective et détaillée, puis ont révisé et adapté leur démarche afin de la rendre efficace et efficiente. Cette recherche révèle la mise en œuvre d'un apprentissage autorégulé dans un contexte de pratique musicale instrumentale individuelle au sein d'un cursus mené en conservatoire. Peu d'études s'intéressent en revanche aux capacités réflexives développées par la pratique musicale dans un contexte scolaire.

Williams (2018) complète ces idées, en précisant que l'autorégulation de l'apprentissage se réfère à la gestion des processus émotionnels, cognitifs et comportementaux, favorables aux capacités d'ajustement et d'adaptation dans les différentes situations rencontrées. Divers domaines d'apprentissage et de développement sont ainsi améliorés par la pratique et la formation musicale. L'autorégulation de l'apprentissage est notamment soutenue par les activités de mouvement rythmique coordonnées. La synchronisation des battements rythmiques et de pulsations, ainsi que la coordination motrice intégrée dans la pratique collective (par

exemple orchestrale ou en musique de chambre) améliorent le fonctionnement moteur, auditif et autorégulateur des apprenants (Williams, 2018). Lorsque l'élève commet une erreur, comment peut-il s'organiser pour se retrouver avec les autres et poursuivre la mélodie ? Dans une situation de pratique instrumentale, et d'autant plus dans un jeu d'ensemble, le musicien traite et coordonne rapidement un grand nombre d'informations auditives et visuelles. La flexibilité, l'adaptation et le traitement de l'information font partie intégrante de la pratique orchestrale, et davantage lorsque l'œuvre et la lecture de partition sont complexes (James et al., 2020 ; 2024).

La pratique musicale revêt ainsi un double ancrage, cognitif et motivationnel. Au regard de la littérature scientifique présentée, la pratique musicale individuelle, mais également collective, est susceptible de développer un apprentissage autorégulé, donnant accès au renforcement des capacités de raisonnement et à l'autonomie intellectuelle de l'individu. S'il est démontré que ces capacités de raisonnement sont manifestes chez des musiciens experts, qu'en est-il des apprentis musiciens ? Présentent-ils ces aptitudes dès le début de leur apprentissage musical ? Sont-ils en mesure de les utiliser et les réinvestir dans des situations réflexives variées ? Comment donner accès aux apprenants à la pratique musicale individuelle et collective dans un contexte scolaire ?

1.1 Le dispositif « Orchestre à l'École »

Le dispositif pédagogique et musical « Orchestre à l'école » (OAE) est associatif[2]. Il permet aux élèves d'obtenir un éveil à la culture artistique, plus particulièrement musicale, en leur offrant un accès à l'apprentissage instrumental et à la pratique orchestrale au sein de leur établissement scolaire. Le plus souvent introduit dans des établissements placés en réseaux d'éducation prioritaire (REP et REP+), 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.

[2] https://www.orchestre-ecole.com/

Ce projet, poursuivi sur trois ans, est gratuit et en partenariat avec les établissements scolaires, les collectivités territoriales et les structures spécialisées d'enseignement de la musique. Il s'étend pour le premier degré du cycle 2[3] au cycle 3[4] et pour le second degré jusqu'à la fin du collège. Ce projet orchestral permet d'ouvrir les élèves à l'altérité et s'inscrit dans la continuité du Parcours d'Éducation Artistique et Culturelle (MEN, 2015). Par la rencontre d'œuvres musicales variées, les élèves cultivent leur sensibilité, leur curiosité et leur plaisir à rencontrer différentes représentations artistiques. La production musicale les invite à mettre en œuvre un processus de création, mais également à réfléchir sur leur pratique. Enfin, l'appropriation, la présentation, l'écoute de leur propre production et celle de leurs pairs favorisent l'expression d'une émotion esthétique et d'un jugement critique.

L'OAE réunit plusieurs enseignants, des musiciens intervenants, des professeurs des écoles, des élèves et des parents d'élèves (Waleckx, 2017).

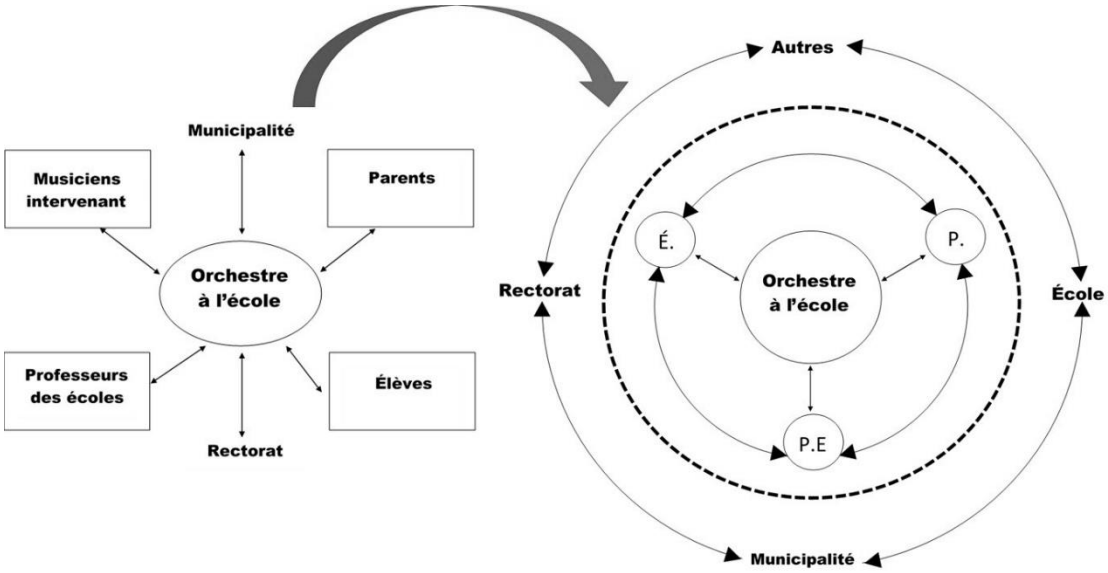


Figure 1 : Les interactions complexes du terrain (Terrien et Tortochot, 2019)

[3] Le cycle 2, « cycle des apprentissages fondamentaux » (MEN, 2013), s'étend du CP au CE2.

[4] Le cycle 3, « cycle de consolidation » (MEN, 2013), se poursuit du CM1 à la 6ème.

La figure 1 ci-dessus décrit les parties prenantes inscrites en amont du dispositif pour le mettre en œuvre et le faire fonctionner, ainsi que les interactions entre les différents partenaires (Terrien et Tortochot, 2019). Les responsabilités et le suivi du projet musical sont répartis entre plusieurs institutions. L'inspection académique et le rectorat veillent au respect du projet au sein de l'école. La municipalité apporte son soutien financier, administratif et logistique. Les associations de quartier complètent financièrement et matériellement les activités.

Des études réalisées sur les dimensions didactiques de dispositifs OAE révèlent les valeurs sociales, humanistes et d'engagement (Forest et Batézat-Battelier, 2013 ; Tortochot et Terrien, 2021). Ces recherches montrent comment le vivre ensemble et le respect d'autrui se développent au sein de l'école par cette activité d'orchestre[5]. De plus, James et al. (2020 ; 2024) observent un développement cognitif marqué par la pratique orchestrale des élèves, au niveau des compétences mémorielles, attentionnelles, du traitement informationnel, de la flexibilité cognitive et du raisonnement matriciel (résolution de problème, capacités analytiques). Ainsi, OAE participe au développement personnel, social et cognitif des élèves à travers la pratique musicale collective dans un contexte d'éducation prioritaire.

La motivation et l'estime de soi s'inscrivent également dans le développement de la régulation des apprentissages de l'apprenant (McPherson et McCormick, 2000). Le lien entre la musique et l'autorégulation émotionnelle engendre alors des études sur les processus de régulation à travers l'engagement musical (Thoma et al., 2012). L'autorégulation des émotions développée par la pratique musicale peut être étudiée selon différents niveaux de buts, de stratégies, de tactiques et de mécanismes définis (Van Goethem, 2010 ; Van Goethem et Sloboda, 2011). Le premier niveau est représenté par la définition de buts, comme référence de l'ensemble du processus d'autorégulation émotionnelle. L'apprenant dirige son activité et ses besoins en fonction de « futurs états souhaités » (Shah et Kruglanski, 2000), influençant dès lors les stratégies, tactiques et mécanismes employés (Van Goethem et Sloboda, 2011). Les stratégies concernent le second niveau, définissant comment est mise en œuvre une activité d'accomplissement d'une tâche prescrite ou la manière dont un but est poursuivi (Koole, 2009). Les tactiques correspondent au troisième niveau, comme l'activité pratique soutenant la

[5] https://www.orchestre-ecole.com/ressources/documentation/lectures-scientifiques/etude-hal/

stratégie. Enfin, les mécanismes renvoient aux caractéristiques de la tactique permettant la mise en œuvre de l'ensemble du processus au moyen des actions.

En sciences de l'éducation, la relation entre l'activité, la tâche et l'action est au cœur du processus d'apprentissage, par l'articulation de l'apprenant entre ces trois paramètres. En lien avec notre question de recherche qui s'intéresse aux processus d'apprentissage réflexifs développés par la pratique musicale et réinvestis en contexte scolaire, il convient alors de définir précisément l'interaction entre activité, tâche et action.

1.2 Processus d'apprentissage : interaction entre activité, tâche et action

1.2.1 L'activité

L'activité est différente de la pratique. En effet, activité et pratique ne sont pas toujours clairement définies du point de vue didactique. L'emploi de ces termes est emprunté à un ensemble de disciplines, comme la psychologie ou la sociologie. « Les définitions varient selon leurs propres manières de catégoriser le réel qu'elles appréhendent » (Reuter et al., 2013, p. 11). L'activité est relative à « ce que fait le sujet didactique sans nécessaire prise en compte du contexte » (*Ibid*., p. 11). La pratique concerne cette même activité, mais appréhendée en contexte, par exemple, dans une situation d'orchestre, ou de résolution de problème en classe. Le contexte peut être exclusivement didactique, ou dépasser ce système, par la prise en compte de facteurs sociaux, culturels et personnels. Concevoir le « faire du sujet didactique » (Reuter et al., 2013, p. 11) comme une pratique, concernant l'enseignant et l'élève, permet de l'appréhender différemment. La pratique peut alors être définie comme « une activité structurée par de multiples dimensions en interaction, formatée par des dispositifs [...], inscrite dans des histoires sociales, familiales, individuelles » (Reuter, 2005, p. 37). Ainsi, la notion de pratique permet de percevoir la manière dont l'activité de l'apprenant s'articule au regard de la prise en compte de son contexte environnemental (Bru, 2004). Cette distinction établie, précisons plus amplement la notion d'activité.

L'activité concerne tout ce que met en œuvre l'apprenant dans l'accomplissement d'une tâche, comme lire et jouer une partition lors d'une pratique musicale, résoudre un problème mathématique, classer et organiser des éléments. L'activité réside dans ce que les élèves mettent en jeu pour réaliser cette tâche (Reuter et al., 2013).

L'activité se définit alors sous trois aspects, l'un matériel ou physique, le second cognitif, le dernier psychosociologique (*Ibid.*). L'installation de la partition sur le pupitre, la préparation de l'instrument (monter une hanche sur un hautbois, assembler les parties d'une flûte traversière, mettre de la colophane sur les crins de son archet …) représentent un aspect matériel de l'activité. Le positionnement dans l'orchestre (se regrouper avec sa catégorie d'instruments, s'orienter par rapport au pupitre, au chef d'orchestre …) est un aspect physique de l'activité. Par ailleurs, choisir d'aborder une œuvre musicale par son écoute, par le chant, en solfiant la partition ou directement avec l'instrument, illustre un aspect cognitif de l'activité. Enfin, l'activité requiert un aspect psychosociologique. Il peut s'agir du désir d'apprendre, de la motivation établie par l'élève pour accomplir la tâche.

Ainsi, l'activité engage l'élève dans un processus métacognitif et réflexif d'accomplissement d'une tâche, par la combinaison d'aspects matériels ou physiques, cognitifs et psychosociologiques.

À la lumière des analyses de Hubault (1995), il s'avère nécessaire de distinguer « ce qu'on demande » à l'Homme (la tâche prescrite) et ce que « ça lui demande » pour le réaliser (le réel de l'activité) (*Ibid.*, p. 4). La complexité de la conception d'activité réside dans l'ambivalence du « prescrit » (la tâche demandée, résultant elle-même de l'activité de son concepteur) et du « réel » (*Ibid,* p. 4.). Le travail réel représente ce que l'apprenant souhaite réaliser, en d'autres termes, tous les possibles que propose l'activité (Clot, 2008).

Entre ces deux pôles (la tâche prescrite et le réel de l'activité), il existe « un écart à reconnaître » (Hubault, 1995, p. 4). L'activité réalisée, dont le résultat visible est la tâche, ne correspond jamais à l'exacte prescription initiale. En accomplissant une tâche, une « dérive du réel par rapport au modèle », c'est-à-dire de l'activité réalisée par rapport à la prescription, peut être identifiée (*Ibid.*, p. 4). En effet, l'apprenant apporte une contribution au travail prescrit (modification au vu d'une effectivité) impliquant ainsi un écart observable. Hypothétiquement, « cet écart résulte [...] d'une méconnaissance des spécificités humaines » (*Ibid.*, p. 4), faisant référence aux métaconnaissances sur les personnes et l'apprenant lui-même, qui seront abordées par la suite dans les composantes de la métacognition.

L'activité peut alors être perçue comme la solution « au problème de l'écart entre le travail prescrit [ce qu'on demande] et le travail réel [ce que ça demande] » (Hubault, 1995, p. 4). L'état de la littérature a précédemment montré que le musicien expert était performant dans la gestion de son activité (Hallam, 2001 ; Peral Garcia et Dubé, 2012), relevant de la mise en œuvre d'un processus métacognitif qui sera précisément défini par la suite. Si l'apprenti musicien présente également des mécanismes réflexifs structurés, alors il devrait opérer une gestion et un contrôle de l'activité efficients dans l'accomplissement d'une tâche.

L'activité définie comme telle relève de « la situation didactique, qui met aux prises un sujet avec une tâche » (Reuter et al., 2013, p. 12). Il convient ainsi de distinguer l'activité et la tâche.

> 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).

1.2.2 La tâche

Didactiquement, la notion de tâche peut se décliner selon trois utilités (Reuter et al., 2013).

La première utilité de la tâche est révélée par les contenus d'enseignement mis en œuvre devant le groupe classe, qu'ils soient dispensés par l'enseignant ou présents dans des manuels scolaires. En ce sens, la tâche « renvoie à la face visible de la transposition didactique » (*Ibid.*, p. 211), relative à la transformation par l'enseignant d'un contenu savant, au regard des pratiques pédagogiques, afin qu'il devienne un objet d'enseignement adapté aux apprenants. La tâche prescrite (le travail donné à faire à l'élève) est alors la manifestation concrète des contenus enseignés.

La deuxième utilité de ce terme polysémique vise à décrire et comprendre le travail de l'enseignant, entre les tâches organisées pour les élèves et celles accomplies à travers son travail polyvalent et pluridisciplinaire (Terrien et al., 2019).

Enfin, la troisième utilité reflète l'analyse et la compréhension du travail au regard de l'apprenant. Entre connaissances et procédures d'apprentissage, l'élève accomplit des tâches prescrites par l'enseignant. La tâche n'est jamais simplement exécutée, mais « toujours repensée, réorganisée, transformée en fonction de situations concrètes » (Lhuilier, 2013, p. 21). Ces dernières dépendent notamment des expériences vécues et de la formation dispensée, toutes aussi singulières que l'apprenant lui-même.

Au centre même de la notion de tâche, trois éléments indissociables et interreliés peuvent être distingués, à savoir : l'apprenant, l'enseignant et les contenus d'enseignement. Ces trois objets entretiennent une relation symbiotique. Ils sont considérés comme les acteurs majeurs du système didactique, le plus souvent représenté sous la forme d'un triangle (Reuter et al., 2013). Chaque composante de ce système admet des relations entre-elles au sein d'une situation d'apprentissage (Chevallard, 1985).

Brousseau (2004) élargit la définition de la tâche, en la présentant comme « une succession définie d'actions connues, réalisables ou du moins envisagées comme telles » (*Ibid.*, p. 3) par l'apprenant lui-même ou l'enseignant. De ce fait, la tâche s'accompagne d'une intention, celle de « l'accomplir personnellement ou de la faire accomplir par une autre personne » (Brousseau, 2004, p. 3). Une anticipation précède alors la réalisation de la tâche. En d'autres termes, la tâche peut s'apparenter à un algorithme, selon le raisonnement suivant : il s'agit d'une succession d'actions réalisées intentionnellement et préalablement anticipées, afin d'arriver à un résultat.

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

> L'activité consiste en une succession de prise d'informations et d'actions. Ces prises d'informations sont à chaque fois partielles, et les actions sont locales, de même que les contrôles qui émaillent le déroulement de l'activité (Vergnaud, 2001, p. 111).

Tout comme dans la conduite de l'activité mise en lumière par Vergnaud (2001), la pratique musicale requiert une dynamique similaire entre l'activité, la tâche et l'action. En effet, l'activité instrumentale implique des prises d'informations continues (retours auditifs et sensoriels lors du jeu de l'instrument, par l'écoute, l'ajustement de la technique …) ainsi que des actions localisées (jouer une note, corriger une posture, modifier son interprétation …). Ce processus d'adaptation constante engage l'apprenant à s'autoréguler, puisqu'il est amené à contrôler et ajuster ses actions en temps réel. Par ailleurs, une réflexion critique au regard de ses propres performances peut être nourrie et essentielle pour l'amélioration continue de sa pratique. Ainsi, la relation entre les processus d'apprentissage conduits par l'action et la pratique instrumentale permet d'interroger si l'apprentissage musical est susceptible de structurer des compétences opératoires de raisonnement essentielles à l'accomplissement d'une tâche.

1.2.3 L’action

1.2.3.1 Action motrice et action cognitive

« L'action peut être à la fois la source et le principe organisateur de la pensée animale et humaine » (Proust, 2011, p. 149).

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 ce qui consiste à agir physiquement dans sa réalisation. Piaget (1967) emploie alors l’expression « action simple », permettant d’agir sur les objets matériels et sociaux.

Dans la pratique musicale, la motricité est particulièrement sollicitée. Prenons l’exemple du musicien qui, pour jouer de son instrument, appuie sur les touches du clavier, pince les cordes de la guitare, exerce une pression sur l’archer pour frotter les cordes du violoncelle, ajuste l’ouverture de ses lèvres pour souffler dans la flûte traversière. Il réalise ainsi une succession d’actions motrices, afin de produire un son.

En lien avec le domaine des arts, Proust (2011) précise la nécessité de mobiliser des « savoir-faire, objets et médiations diverses » dans la réalisation de l’action motrice (*Ibid.*, p. 152). Cette observation est en lien avec l’origine latine *ars* du mot « art », désignant une habileté technique qui nécessite un savoir-faire.

L’action cognitive se distingue de l’action motrice, en ce sens où « elle vise non pas à transformer l’environnement, mais à modifier les dispositions cognitives » (Proust, 2011, p. 153) mises en œuvre dans l’activité. Lorsque l’apprenant s’engage dans un processus de réflexion ou d’apprentissage, mobilise sa mémoire, résout un problème, il accomplit une action cognitive. Par exemple, un musicien désirant transmettre une émotion à son public engage préalablement une réflexion, afin de choisir la couleur du son, le timbre, les variations et l’intensité de nuances les plus justes. Cette réflexion illustre la mise en œuvre d’une action cognitive : la pensée comme action. Ainsi, « les propriétés cognitivo-émotionnelles, perceptives, mémorielles, motivationnelles, etc. » sont contrôlées par l’action cognitive (Proust, 2011, p. 153).

De plus, l'action cognitive peut être qualifiée « d'endogène » (Proust, 2011, p. 150), c'est-à-dire qu'elle prend naissance et évolue à l'intérieur même de l'individu. L'apprenant peut présenter la capacité de contrôler son action cognitive, par l'orientation et la modulation de sa seule attention. Pour illustrer cet aspect, l'apprenant fait appel à ses capacités mémorielles, afin de se rappeler un souvenir, duquel va naître, par exemple, un sentiment d'apaisement. L'action cognitive peut ainsi s'opérer indépendamment de l'action motrice.

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. Comme le précise Proust (2011) : « Ce but peut exiger le recours à des moyens externes et à des séquences motrices » (*Ibid.,* p. 153). Le musicien qui, dans l'exemple précédent, cherche à transmettre une émotion par les nuances, la couleur du son, le timbre, ne peut atteindre cet objectif que par la gestion physique de son instrument, ce qui relève ainsi d'une succession d'actions motrices.

Notons à l'inverse que l'action motrice peut également inciter une action cognitive. En effet, les capacités motivationnelles peuvent être un élément déclencheur pour la persévérance. Un musicien en répétition réalise une succession d'actions motrices pour jouer de son instrument. Face à une difficulté nécessitant une coordination complexe de ses doigts, pour réaliser un rythme particulièrement technique, un sentiment de découragement peut naître. Le musicien va alors s'encourager à persévérer. En ce sens, la difficulté du geste technique (représentant ici l'action motrice) engendre une action cognitive (ici motivationnelle) pour aller au-delà du découragement.

Pour résumer, lors de l'accomplissement d'une activité, les actions cognitives peuvent être indépendantes. Une relation symbiotique peut également apparaître entre une action cognitive entraînant une action motrice et, inversement, entre une action motrice engendrant une action cognitive.

> [L'activité] c'est voyager dans un système coordonné d'opérations et de pensées, qui s'appuient certes sur des actions matérielles, pour certaines d'entre elles, mais qui ne sont pas toutes dépendantes des actions matérielles (Vergnaud, 2001, p. 119).

Ainsi, pour les apprentis musiciens, la pratique instrumentale constitue un processus d'apprentissage riche, où l'action motrice (jouer d'un instrument) et l'action cognitive (réflexion sur la performance) s'entremêlent, faisant à la fois écho au processus

d’autorégulation et à l’esprit critique. Lorsqu’un apprenti pianiste, par exemple, appuie sur les touches pour jouer une mélodie, il engage une série d’actions motrices qui demandent un contrôle précis de la coordination, de la posture et de la pression exercée sur le clavier. Mais ce geste ne se limite pas à l’aspect moteur : en parallèle, l’apprenti musicien évalue constamment la qualité du son produit, compare ce qu’il entend à ce qu’il avait en tête, et ajuste son jeu en conséquence. Ce processus d’autoévaluation est au cœur de l’autorégulation. L’élève apprend ainsi à identifier ses erreurs, à réfléchir sur les causes de ces mêmes erreurs, et à ajuster sa technique pour s’améliorer (Moreno et al., 2011).

L’autorégulation est particulièrement visible dans la capacité de l’apprenti musicien à persévérer face à la difficulté. Si un passage technique est complexe, il peut ressentir de la frustration ou du découragement. Intervient alors l’action cognitive : l’apprenant réfléchit à la manière de surmonter l’obstacle, peut-être en changeant d’approche ou en décomposant le passage en segments plus faciles à maîtriser. Il met alors en œuvre une gestion stratégique de ses ressources attentionnelles et de sa motivation, essentielle à son développement en tant que musicien (Kraus et Chandrasekaran, 2010 ; Parbery-Clark, Strait et Kraus, 2011). Cet effort de réflexion et de régulation interne développe non seulement des compétences musicales, mais aussi des compétences de raisonnement susceptibles d’être réinvesties dans des contextes d’apprentissage différents (Bergman Nutley et al., 2014). La pratique instrumentale pourrait ainsi nourrir l’esprit critique. L’apprenti musicien ne se contente pas de jouer les notes correctement : il apprend aussi à juger la qualité de son interprétation. Il réfléchit par exemple aux nuances, aux dynamiques, au timbre, à la manière dont il transmet l’émotion voulue. Cette réflexion critique le conduit à prendre du recul sur sa propre performance, à questionner ses choix, à les comparer à d’autres interprétations. Au fil du temps, il développe alors une capacité à autoévaluer sa pratique de manière plus efficiente, allant au-delà de la simple exécution technique pour explorer l’expressivité musicale (Bialystok et DePape, 2009).

Cette combinaison de réflexion critique et d’ajustements moteurs favorise un apprentissage approfondi, où l’élève devient à la fois plus autonome et en mesure de juger sa propre activité.

Ainsi, chez les apprentis musiciens, l’interaction entre l’action motrice et cognitive dépasse l’exécution mécanique de l’instrument (François et Schön, 2022). Elle devient une base pour le développement de compétences d’autorégulation et de raisonnement critique, des aptitudes essentielles à leur progression, tant dans la musique que dans d’autres domaines d’apprentissage (Bergman Nutley et al., 2014). L'esprit critique représente l'un des résultats les plus aboutis du

processus d'apprentissage, car il reflète la capacité de l'élève à analyser, évaluer et synthétiser les connaissances acquises de manière autonome et réfléchie (Spector et Ma, 2019). Il marque le passage de l'accumulation de connaissances à une compréhension plus profonde, où l'élève est en mesure de questionner, d'émettre des jugements éclairés et de prendre des décisions en s'appuyant sur un raisonnement rigoureux (*Ibid.*). Au regard d'une conception de l'esprit critique comme une finalité de l'apprentissage, intégrant à la fois la réflexion et la mise en œuvre des savoirs dans des contextes variés, nous poursuivrons cette réflexion en développant plus amplement cette notion. Nous aborderons, dans le second chapitre, l'esprit critique d'un point de vue didactique d'une part en parcourant notamment ses enjeux éducatifs et scolaires, mais également cognitif d'autre part, comme un processus réflexif complexe inhérent aux dynamiques d'apprentissage.

Chapitre 2 : L’esprit critique

Cultiver l’esprit critique des élèves est au cœur des problématiques éducatives (MEN, 2013 ; 2021 ; 2024). Afin de traiter la notion d’esprit critique, nous emploierons parfois comme synonyme le syntagme anglo-saxon *Critical Thinking*, littéralement traduit par *la pensée critique*, s’inscrivant comme un même objet d’étude.

Le terme « critique », issu du latin *criticus*, provenant lui-même du grec *kritikos*, signifie « être apte à juger », « qui juge les ouvrages de l’esprit » (Rey, 1998, p. 954). Dans une approche centrée sur les représentations sociales (Lo Monaco et Rateau, 2016), l’esprit critique peut être défini comme le signe de ne jamais admettre une affirmation, un jugement ou un fait, sans que sa légitimité rationnelle ou sa valeur aient été reconnues au préalable, par des réalités scientifiquement fondées. En ce sens, l’esprit critique s’oppose à la crédulité et à la naïveté. De ce point de vue, faire preuve d’esprit critique consiste à mettre à distance ce qui est vu, entendu, lu, ou pensé.

Ce chapitre abordera l’esprit critique d’un point de vue didactique d’une part, en déterminant ses enjeux éducatifs et scolaires reliés, puis cognitif d’autre part, comme un processus réflexif complexe et transdisciplinaire à l’œuvre dans différents contextes d’apprentissage, notamment scolaires et musicaux.

2.1 Didactique de l’esprit critique : la zététique

2.1.1 La zététique : un art du doute

> Le terme zététique, au sens moderne, désigne la méthode, la démarche critique proprement dite, là où le scepticisme offre la posture épistémologique. D’une manière un peu simpliste, nous tendons à dire que le scepticisme est la posture philosophique dont la zététique est le bras outillé (Monvoisin, 2007, p. 22).

La zététique apparaît dès le IIIe siècle avant J-C. Au travers des enseignements des philosophes sceptiques Pyrrhon et Timon de Phlionte, elle est définie comme le refus de toute affirmation dogmatique. Étymologiquement, la zététique provient du mot grec *zêtein*, signifiant

« chercher ». Reprise dans le Larousse de 1876, la zététique « indique une nuance assez originale du scepticisme » (*Ibid.*, p. 1479) :

> C'est le scepticisme provisoire, c'est presque l'idée de Descartes considérant le doute comme un moyen, non comme une fin, comme un procédé préliminaire, non comme un résultat définitif. [...] Sceptique signifie littéralement examinateurs, gens qui pèsent, réfléchissent, étudient attentivement (Larousse, 1876, p. 1479).

Formalisée en France par le Professeur physicien Broch (1993), à travers la création d'un enseignement de l'esprit critique, puis d'un laboratoire spécialisé (Broch, 1998), la zététique revêt deux aspects, l'un « fonctionnel », le second « didactique » (Monvoisin, 2007, p. 26).

La zététique, dans son aspect fonctionnel, est considérée comme une démarche scientifique, permettant l'étude rationnelle des pseudosciences, des phénomènes paranormaux, des thérapies parallèles, autrement dit, l'ensemble des objets d'étude ne reposant pas sur des faits scientifiques avérés. Il s'agit d'expliquer ces phénomènes par une méthodologie reposant sur des champs disciplinaires scientifiques, comme les mathématiques, la physique, la physiologie, la psychologie. La zététique permet de développer l'esprit critique en s'appuyant sur une méthodologie scientifique (Broch, 1986).

La zététique, dans son aspect didactique, désigne l'ensemble des moyens intellectuels mis en œuvre par l'apprenant, afin qu'il soit amené à « développer l'esprit critique vis-à-vis de toute thèse de type scientifique » (Monvoisin, 2007, p. 26).

La zététique peut alors être perçue comme « art du doute » (Broch, 1986). Cette expression est à comprendre en son sens médiéval, où *ars* est employé comme outillage, désignant l'habileté, la connaissance technique, l'ensemble des savoir-faire. De cette habileté à douter émerge une réflexion critique, susceptible de didactisation, c'est-à-dire transposable à l'enseignement.

La zététique, comme didactique de l'esprit critique, participe à l'autodéfense intellectuelle (Achbar, Wintonick et Chomsky, 1993 ; Baillargeon, 2005a), c'est-à-dire la capacité de se protéger contre la désinformation, le sophisme, la propagande, l'endoctrinement, le conspirationnisme, ou toute autre forme de manipulation allant à l'encontre de l'intégrité intellectuelle.

En ce sens où la zététique s'appuie sur le développement de la pensée réflexive critique, cet enseignement contribue largement à l'émancipation intellectuelle de l'apprenant, au moyen d'une pensée libre et autonome.

> S'il est quelque espoir de venir, un jour, à bout de l'illusion métapsychique, et, plus généralement, des illusions qui nourrissent les fausses sciences, c'est moins par l'opposition

> directe que par le moyen d'une éducation convenable, d'une hygiène préventive du jugement. Enseigner aux jeunes l'esprit critique, les prémunir contre les mensonges de la parole et de l'imprimé, créer en eux un terrain spirituel où la crédulité ne puisse prendre racine, leur enseigner ce que c'est que coïncidence, probabilité, raisonnement de justification, logique affective, résistance inconsciente au vrai, leur faire comprendre ce que c'est qu'un fait et ce que c'est qu'une preuve […] en les faisant réfléchir (Rostand, 1958, pp. 57-58).

Cette citation datant d'il y a plus de 65 ans fait écho aux préoccupations scolaires actuelles déterminant l'importance et la nécessité d'un enseignement de l'esprit critique aux apprenants (MEN, 2013 ; 2021 ; 2023), dont les enjeux éducatifs restent à définir.

2.1.2 La zététique : enjeux éducatifs

> La pensée critique comprend des capacités et des attitudes qui jouent un rôle capital sur le plan de l'analyse et de la maîtrise des informations innombrables qui caractérisent le contexte social actuel (Boisvert, 2000, p. 7).

L'esprit critique revêt un rôle essentiel dans le traitement et l'analyse de l'information (Benjamin, 1989). Paul (1990) place la pensée critique comme une capacité essentielle au développement socio-économique. Dans un contexte professionnel, l'analyse et la réflexion critique sont des capacités nettement recherchées par les employeurs (De Visscher et Latinis, 2015).

Par ailleurs, l'esprit critique, lié au concept d'expertise, permettrait aux citoyens d'être ainsi en mesure d'effectuer des choix plus éclairés :

> Les citoyens et les citoyennes doivent en effet bien comprendre les principales caractéristiques d'une pensée adéquate, compte tenu du fait qu'elle sert de fondement à une expertise valable et que les experts orientent de plus en plus leur vie (Baron, cité par Boisvert, 2000, p. 8).

Laliberté (1992) établit, à travers la notion d'esprit critique, le besoin des individus de s'accorder au contexte et à l'environnement. En effet, la pensée critique permettrait de prendre position face à ce qui sort de l'ordinaire (*Ibid*.). Au moyen d'arguments préventifs contre les assertions pseudoscientifiques, les apprenants seraient ainsi préparés à devenir des citoyens éclairés participant à la société moderne (Losh et al., 2003 ; Goode, 2002).

Ainsi, former l'élève, le préparer à sa vie d'adulte à travers l'acquisition des savoirs, savoir-faire et savoir-être est un enjeu essentiel de l'école. Développer une attitude citoyenne, devenir pleinement un membre de la société, conscient de ses actes et de ses choix, suppose ainsi d'être

en mesure de penser (Freinet, 1958). L'école revêt alors un rôle majeur dans le développement d'une pensée lucide, rationnelle et réflexive, donnant accès à « l'universalité qui étaye à la fois les droits de l'Homme et de la citoyenneté » (Best, 2008, p. 5). Les capacités réflexives, de jugement et d'esprit critique forgent en effet « le pouvoir de penser, de décider et d'agir librement » (*Ibid.* p. 5). « L'émancipation » ainsi que « l'émergence d'un sujet pensant » (Simonneaux, 2008, p. 115) sont alors deux notions qui soutiennent l'éducation, entraînant l'apprenant à devenir un citoyen autonome, libre, éclairé, responsable et acteur dans la société.

> Il s'agit de préparer les individus à être des acteurs de demain, à prendre leurs responsabilités ; il s'agit non seulement de rendre le monde et les règles intelligibles pour les élèves, mais aussi de rendre ceux-ci capables d'agir dans la société, notamment dans la sphère publique. […] L'éducation va contribuer au monde, à soi et aux autres (Simonneaux, 2008, p. 115).

D'un point de vue didactique, les travaux de Sternberg et Martin (1988) montrent l'impact de l'enseignement sur la capacité des élèves à exercer leur pensée critique. Les deux auteurs suggèrent que l'approche la plus efficiente, afin de favoriser le développement du *Critical Thinking*, reposerait sur un enseignement dialogique. Une interaction continue entre le professeur et les élèves serait ainsi maintenue, impliquant une discussion et un échange libre d'idées. Les travaux de Harasim et al. (1995), Berge (1995) et Paulsen (1995) vont également en ce sens, présentant l'intérêt d'une pédagogie axée sur le dialogue, favorisant le développement de l'esprit critique dans un contexte d'enseignement en ligne.

Au regard du développement cognitif de l'élève, le modèle de jugement réfléchi (***Reflective Judgment Model***) de King et Kitchener (1994) décrit l'évolution de la maturité cognitive de l'enfance à l'âge adulte. Cette progression développementale du raisonnement représente « des ensembles distincts d'hypothèses sur les connaissances et la manière dont les connaissances sont acquises » (*Ibid.*, p. 13). Les recherches reposant sur ce modèle ont révélé que le jugement réfléchi augmente en cohérence avec l'âge et le niveau de scolarité.

Dans le contexte des élèves participant au dispositif « Orchestre à l'école », le modèle de jugement réfléchi de King et Kitchener (1994) trouve un écho particulier. En effet, la pratique orchestrale sollicite non seulement des compétences techniques, mais aussi un raisonnement réfléchi qui évolue avec l'expérience musicale et la maturité cognitive des élèves (Peretz, 2018). En jouant en groupe, les élèves doivent prendre des décisions critiques, comme interpréter la partition, ajuster leur jeu en fonction des autres musiciens, résoudre des problèmes liés à l'harmonisation et au rythme. Ce processus les pousse à réfléchir sur leur propre apprentissage

et à ajuster leurs actions en fonction de leur compréhension des attentes musicales, ce qui s'inscrit dans l'évolution de leur capacité à formuler des hypothèses sur les connaissances musicales et à les acquérir (Chase et Ericsson, 1981 ; VanLehn, 1991). Le travail en orchestre devient ainsi un cadre stimulant pour développer un jugement réfléchi chez l'apprenant, en renforçant ses aptitudes à analyser, critiquer et ajuster son jeu collectif et individuel (Williams, 2018).

La pratique orchestrale, en engageant les élèves dans des processus analytiques de réflexion et d'ajustement, crée ainsi un environnement propice au développement de l'esprit critique. Enjeu scolaire majeur (MEN, 2013 ; 2021 ; 2023 ; 2024), l'esprit critique permet aux élèves de développer des compétences de raisonnement, afin d'ouvrir leur compréhension du monde en se repérant dans des environnements complexes et chargés d'informations. En lien avec les réflexions sur la pratique musicale, il convient d'examiner ci-après les différentes visions théoriques de l'esprit critique (Boisvert, 2000 ; Ennis et Norris, 1989 ; Halonen, 1986 ; Piette, 1996 ; Spector et Ma, 2019). Ces perspectives visent à enrichir la compréhension des processus cognitifs en jeu. Elles offrent des pistes pour explorer comment la musique pourrait non seulement développer le raisonnement, mais aussi préparer les élèves à affronter des situations de dissonance cognitive. Ces situations engagent les élèves dans la résolution de problèmes en liant analyse et action. Cette réflexion nous amène ainsi à explorer plus en profondeur les théories sur la pensée critique et ses dynamiques cognitives sous-jacentes dans le processus d'apprentissage des élèves.

2.2 L'esprit critique : des visions qui s'entrecroisent

La pensée critique, selon Halonen (1986), repose sur la perception et le ressenti d'une dissonance cognitive en rapport avec un fait, un objet, une situation. Cette dissonance cognitive relève d'un état de tension vécu par l'apprenant, par exemple en présence de connaissances contraires ou opposées entre elles (*Ibid.*). L'apprenant s'engage alors dans une recherche d'informations, en associant les éléments recueillis à la dissonance, puis met en place des stratégies. Une théorie est élaborée et évaluée par l'apprenant en lien avec les faits, lui permettant de remédier à cette dissonance. Lorsqu'un apprenti musicien joue en orchestre, il est

confronté à des attentes techniques et expressives qui peuvent être en désaccord avec sa propre perception de la musique. Par exemple, un élève peut croire qu'une certaine façon de jouer est correcte, mais se rendre compte que les autres musiciens ou le chef d'orchestre ont une interprétation différente. Cette dissonance entre sa compréhension et celle du groupe crée un inconfort cognitif qui le pousse à réfléchir sur ses choix artistiques.

Dans la continuité de cette idée, mais sous une terminologie quelque peu différente de celle employée par Halonen (1986), la pensée critique peut également être perçue comme une alternance entre des phases d'analyse et d'action (Brookfield, 1987). Cinq phases sont recensées par cet auteur. L'apparition d'une situation inopinée, engendrant un inconfort cognitif chez l'apprenant, représente la première phase. La seconde consiste à évaluer la situation. La troisième réside dans diverses explorations et recherches, où l'apprenant tend à trouver des explications et des solutions à cet inconfort. La conception de stratégies adaptées à la situation illustre la quatrième. Afin de rétablir le confort cognitif, la dernière phase s'articule autour de l'intégration des diverses perspectives envisagées. La pratique musicale au sein d'un orchestre créerait des situations propices à la dissonance cognitive chez l'apprenti musicien, pouvant ainsi favoriser son développement de l'esprit critique. En effet, confronté à des attentes divergentes en matière d'interprétation et de performance, l'élève musicien doit évaluer ses compétences et ajuster son jeu pour s'harmoniser avec le groupe. Cette dynamique l'incite à réfléchir sur ses choix artistiques, à analyser les retours critiques, et à prendre des décisions sur son interprétation musicale. En naviguant entre les exigences individuelles et collectives, ainsi qu'en adaptant sa pratique en fonction des défis rencontrés, l'apprenti développe des stratégies d'apprentissage qui renforcent sa capacité d'analyse et d'action (Williams, 2018).

Selon Boisvert (2000), l'esprit critique peut être envisagé comme une pensée stratégique, entraînant la coordination d'un ensemble d'opérations mentales, comme une enquête aboutissant à une conclusion justifiée, mais également comme un processus actif, au sens d'activité cognitive.

> Devenir penseur critique exige absolument que l'on soit prêt et disposé de façon active à s'occuper d'une manière réfléchie des problèmes et des questions qui surgissent dans nos vies personnelles (Boisvert, 1997, p. 13).

Zechmeister et Johnson (1992) précisent que ce processus actif est engagé par l'individu dans la résolution de problème. Afin de le résoudre, ce dernier mobilise un ensemble d'attitudes et de capacités. Les attitudes engagées par l'apprenant peuvent être illustrées par l'ouverture

d'esprit et l'honnêteté intellectuelle ; les capacités par les compétences de raisonnement et l'investigation logique (Boisvert, 2000).

Les caractéristiques de la pensée critique peuvent être identifiées au travers des travaux de Glatthorn et Baron (1985). L'esprit critique entraîne l'apprenant à s'intéresser aux situations problématiques et ambiguës. La recherche poussée, considérant les différents aspects contraires d'une situation, le regroupement de preuves rationnelles, la réflexion engagée, ainsi que la faculté d'établir un but précis en lien avec des objectifs, sont autant de capacités illustrant la mise en œuvre de la pensée critique. De Vito et Tremblay (1993) étendent cette idée, en précisant l'importance d'adopter une attitude appropriée, consistant à la remise en question de l'apprenant sur ses propres comportements et ceux d'autrui. L'individu doit être raisonné et réfléchi, en ne tirant de conclusions que sur la base d'informations et de preuves solides. Les auteurs précisent l'importance d'acquérir des connaissances communicationnelles, afin de déceler d'éventuelles manipulations langagières, mais également d'être en mesure d'argumenter et d'étayer un raisonnement le cas échéant. De plus, l'apprenant doit opérer une distanciation face à une idée partagée par un écrit ou un tiers. Enfin, l'adaptation de l'apprenant est fondamentale, concernant la façon dont il communique, ainsi que sa manière de penser.

Afin d'approfondir cette dynamique réflexive, il s'agit d'explorer ci-après l'esprit critique comme un processus cognitif complexe, intégrant divers mécanismes de pensée et d'interaction, enrichissant le processus d'apprentissage des élèves.

2.3 L'esprit critique, un processus cognitif complexe

Différents auteurs se sont intéressés à l'idée de pensée critique. Notons que les définitions tendent parfois à être confondues avec le concept de pensée elle-même (Piette, 1996). L'esprit critique peut être considéré comme « une pensée disciplinée qui se guide elle-même et qui représente la perfection de la pensée appropriée à un certain mode ou domaine de la pensée » (Paul, 1992, cité dans Boisvert, 2000, p. 21). Piette (1996) rejoint cette définition, précisant que raisonner de manière critique est une activité de l'esprit nécessitant ainsi d'apprendre à « discipliner sa pensée » (*Ibid.*, p. 86).

Selon les écrits de Beyer (1988), la pensée critique est une opération complexe de l'esprit, nécessitant une analyse objective d'une affirmation, d'un fait, d'une croyance, afin d'en évaluer précisément la valeur ou la validité. Les travaux de Piette (1996) s'inscrivent dans la continuité de cette idée, où la pensée critique « constitue un processus cognitif complexe qui fait appel à la maîtrise d'habiletés intellectuelles de niveau supérieur » (*Ibid*., p. 88). L'apprenant critique est alors amené à mettre en œuvre des processus cognitifs et métacognitifs complexes, afin d'engager une pensée réflexive. En ce sens, McPeck (1981) désigne la pensée critique comme « l'habileté et la propension à s'engager dans une activité avec un scepticisme réflexif » (*Ibid.*, p. 204).

Les processus cognitifs complexes peuvent être illustrés par quatre catégories de pensée (Piette, 1996) : la pensée créatrice, désignant la conceptualisation d'un objet relevant de la nouveauté, de l'originalité, de l'innovation ; la résolution de problème, impliquant d'élaborer et d'expérimenter des stratégies, tout en mesurant leur efficacité ; la prise de décision, consistant à faire un choix efficient, en évaluant différentes options dépendantes d'une situation ; la pensée critique (Piette, 1996, p. 90-94). Cette dernière revêt différents aspects. À travers cette pensée critique, l'individu engage un questionnement quant à « la validité des réponses qui peuvent être avancées » (*Ibid.*, p. 94) en réaction, par exemple à un argument. De plus, la caractéristique critique de cette pensée entraîne une évaluation et un jugement, s'appuyant sur un raisonnement logique. À ce sujet, Siegel (1988) définit l'esprit critique à travers un individu pensant et agissant de manière appropriée en s'appuyant sur des raisons. Lipman (2011) considère que la pensée critique facilite le jugement, en ce sens où elle est appuyée sur des critères, est autocorrective, et évolue en fonction du contexte. Esprit critique et rationalité sont ainsi étroitement liés, donnant lieu à une pensée réflexive et évaluative.

Ces différents modes de pensées (pensée créatrice, résolution de problèmes, prise de décision, pensée critique) sont interreliés et entretiennent entre eux une relation symbiotique : « C'est la capacité de l'individu de combiner de manière adéquate ces différentes formes de pensée qui permet l'exercice d'une pensée juste et pertinente » (Piette, 1996, p. 96). De plus, l'esprit critique est étroitement lié à la mise en œuvre d'habiletés de pensée, nécessitant de disposer de connaissances et d'informations. C'est ainsi que la pensée critique se manifeste (Johnson, 1992). Associant un ensemble de dispositions mentales et de connaissances, la pensée critique peut ainsi être définie comme :

> Un processus cognitif complexe constitué d'habiletés cognitives de niveau supérieur et d'habiletés métacognitives, de dispositions et de savoir [...] Il faut garder présent à l'esprit que, dans le cours de son action, ces composantes sont liées et ne peuvent être dissociées (Piette, 1996, p. 100).

Afin d'approfondir la compréhension de l'esprit critique et de son rôle dans le développement cognitif de l'apprenant dans différents contextes d'apprentissage, il s'agit d'examiner comment cette compétence peut être mesurée. En développant les différentes composantes et habiletés qui la caractérisent, nous pouvons nous intéresser aux indicateurs proposés par la littérature scientifique. Ces éléments d'évaluation permettront de définir une mesure de l'esprit critique chez les apprenants.

2.4 Une mesure de l'esprit critique : le modèle de Norris et Ennis (1989)

«Critical Thinking is reflective and reasonable thinking that is focused on deciding what to believe or do» (Ennis, 1985, p. 45). L'esprit critique peut alors être établi comme « une pensée raisonnable et réflexive orientée vers une décision quant à ce qu'il faut croire ou faire » (Boisvert, 2000, p. 603). Cet auteur traduit la pensée de Ennis (1985), en précisant les termes définissant l'esprit critique. Ainsi, la pensée raisonnable se réfère aux « raisons acceptables pour arriver à des conclusions logiques dans les croyances ou les actions » (Boisvert, 2000, p. 603). La pensée réflexive devient alors « la conscience manifeste dans la recherche et l'utilisation des raisons valables » (*Ibid.*, p. 603). L'orientation vers une décision renvoie à l'accomplissement d'une activité consciente, afin de parvenir au but. L'esprit critique peut évaluer des énoncés de l'ordre de la croyance, mais également des actions relatives à ce que nous faisons. Cette double idée illustre la « décision quant à ce qu'il faut croire ou faire » (*Ibid*., p. 603).

Utiliser sa pensée de manière critique reposerait ainsi sur l'appropriation de « capacités » (*abilities*) ainsi que « d'attitudes » (*dispositions*) (Ennis, 1987). Douze capacités et quatorze attitudes du penseur critique sont distinguées.

Capacités propres à la pensée critique	
1.	La concentration sur une question.
2.	L'analyse des arguments.
3.	La formulation et la résolution de questions de clarification ou de contestation.
4.	L'évaluation de la crédibilité d'une source.
5.	L'observation et l'appréciation de rapports d'observation.
6.	L'élaboration et l'appréciation de déductions.
7.	L'élaboration et l'appréciation d'inductions.
8.	La formulation et l'appréciation de jugements de valeur.
9.	La définition de termes et l'évaluation de définitions.
10.	La reconnaissance de présupposés.
11.	Le respect des étapes du processus de décision d'une action.
12.	L'interaction avec les autres personnes (par exemple, la présentation d'une position à l'aide d'une argumentation orale ou écrite).
Attitudes caractéristiques de la pensée critique	
1.	Le souci d'énoncer clairement le problème ou la position.
2.	La tendance à rechercher les raisons des phénomènes.
3.	La propension à fournir un effort constant pour être bien informé.
4.	L'utilisation de sources crédibles et la mention de celles-ci.
5.	La prise en compte de la situation globale.
6.	Le maintien de l'attention sur le sujet principal.
7.	Le souci de garder à l'esprit la préoccupation initiale.
8.	L'examen des différentes perspectives offertes.
9.	L'expression d'une ouverture d'esprit.
10.	La tendance à adopter une position (et à la modifier) quand les faits le justifient ou qu'on a des raisons suffisantes de le faire.
11.	La recherche de précisions dans la mesure où le sujet le permet.
12.	L'adoption d'une démarche ordonnée lorsqu'on traite des parties d'un ensemble complexe.
13.	La tendance à mettre en application des capacités de la pensée critique.
14.	La prise en considération des sentiments des autres, de leur niveau de connaissance et de leur degré de maturité intellectuelle.

Figure 2 : « Capacités et attitudes propres à la pensée critique selon Ennis (1987) »[6]

Au regard de l'enseignant, ces différentes capacités et attitudes recensées permettent d'établir des objectifs liés au développement de l'esprit critique des apprenants : « Cela aide à spécifier les dimensions de la pensée critique que l'on désire privilégier pour un cours particulier abordant une matière spécifique » (Boisvert, 2000, p. 603).

[6] Tableau 1. Capacités et attitudes propres à la pensée critique selon Ennis (1987), (Boisvert, 2000, p. 604).

Des auteurs comme Siegel (1988) et Guilbert (1990) soulignent l'importance des travaux de Ennis (1987), comme fondement essentiel de la description du *Critical Thinking*. L'esprit critique peut alors être mesuré selon le modèle établi par Norris et Ennis (1989), revêtant quatre catégories de compétences : *clarification, assessing evidence (*évaluation de preuves), *making and judging inferences* (élaboration et jugement d'inférences), *using appropriate strategies and tactics* (utilisation de stratégies et tactiques appropriées).

Table 1. Critical Thinking Skills

Skill	*Description*
Clarification	The attempt to appraise and understand the exact nature of the problem, issue, or dilemma. This includes attempting to understand different points of view on an issue.
Assessing evi dence	In order to establish a sound basis for inferences, the evidence used to support those inferences must be assessed. This involves judging the credibility of sources of information and making and judging the credibility of observations.
Making and j udging inferences	Inductive and deductive inferences and value judgments are involved in making a decision about what to believe or do. Critical thinking involves the ability to judge the soundness of inferences and to make good inferences. Using evide nce to support arguments is included in this category.
Using appropriate strategies and tactics	Critical thinking is not a matter of following steps or procedures but some strategies or heuristics can be useful in guiding thinking.

(Based on Norris & Ennis, 1989).

Figure 3 : Catégories de compétences de la pensée critique selon Norris et Ennis (1989) [7]

Traduisons et détaillons ces compétences :

- *Clarification,* consistant littéralement à clarifier, désigne la tentative d'évaluer et déterminer la nature exacte d'un problème, d'un questionnement, d'un dilemme.

[7] *Table 1. Critical Thinking Skills, based on Norris et Ennis (1989),* (Bullen, 1998).

Différents points de vue sont établis et confrontés, afin de comprendre de manière approfondie l'objet d'étude.

- *Assessing evidence* désigne l'évaluation des preuves recueillies. Il s'agit d'apporter un jugement sur les sources d'information desquelles proviennent les preuves, afin d'en déterminer la crédibilité.

- *Making and judging inferences* consistent à élaborer des inférences inductives et déductives. La pensée critique implique la capacité à établir des inférences judicieuses, puis à juger de la validité de ces dernières. L'utilisation des preuves recueillies pour appuyer l'argumentation est également incluse dans cette catégorie.

- *Using appropriate strategies and tactics* s'applique à l'utilisation de stratégies et de tactiques appropriées. Penser de manière critique ne peut se résumer au simple suivi d'étapes ou de procédures (Chenevez, 2000). En revanche, l'emploi de stratégies heuristiques, relatives à la recherche scientifique et à la découverte, peut être utile pour guider la réflexion.

La pensée de Desbiens (1999) illustre plus amplement la nature de l'esprit critique, le définissant comme « l'enfant naturel de la liberté, d'une part ; de la rigueur intellectuelle, d'autre part » (*Ibid.,* p. 7). Faisant écho aux principes de liberté et de publicité issus de la pensée kantienne (1781), l'apprenant est alors libre de douter, d'interroger, de s'exprimer. La rigueur intellectuelle renvoie au respect de « la démarche naturelle de la raison ; qui procède du connu vérifié vers l'inconnu prochain ; qui adopte la méthode propre à chaque discipline » (Desbiens, 1999, p. 7).

Ainsi, la pensée critique peut être conçue comme une activité de l'esprit, par la mise en œuvre d'un processus cognitif complexe et réflexif, dont seuls les objets d'étude se différencient (Monvoisin, 2007, p. 19). En effet, l'esprit critique ne peut être attrait à un champ disciplinaire spécifique, mais à une interdisciplinarité et transdisciplinarité des savoirs. Ainsi, si la pratique musicale renforce le développement de l'esprit critique des élèves, alors ces compétences de

pensée réflexive pourraient être transférées et opératoires dans différents domaines d'apprentissage scolaires.

> On n'enseigne pas l'esprit critique, il n'existe aucune méthode d'« esprit critique en cinquante leçons », à délivrer selon une posologie savante. Aucune mesure, aucune évaluation précise ne permet de délivrer un brevet « d'esprit critique ». L'esprit critique s'acquiert, petit à petit, par l'expérience, l'habitude de faire appel transversalement aux savoirs et de les questionner (Chenevez, 2000, p. 16).

Les premier et second chapitres, respectivement relatifs à la pratique musicale et à l'esprit critique, se sont intéressés à explorer à travers un état de la littérature scientifique, les dynamiques au cœur du processus d'apprentissage des élèves.

Dans le cadre des sciences de l'éducation, la pratique musicale, en particulier à travers l'apprentissage instrumental, offre un terrain favorable au développement de capacités réflexives, telles que l'autorégulation. Dans le processus d'apprentissage, l'autorégulation permet aux élèves d'ajuster leurs actions, leurs pensées et leurs émotions afin d'atteindre des objectifs précis. Dans le contexte de la pratique musicale, cet ajustement se manifeste par des processus de réflexion et de correction continue, où l'élève évalue sa performance et ajuste ses gestes et sa technique en fonction des retours sensoriels et cognitifs qu'il reçoit.

L'apport des neurosciences nous a permis d'enrichir notre compréhension des bases neuronales de ces processus d'apprentissage. Des recherches récentes montrent que l'apprentissage musical mobilise des réseaux cérébraux complexes, en particulier dans les domaines de la mémoire, de la concentration, et de la coordination motrice, mais aussi dans ceux liés à la prise de décision et à la réflexion critique. Ces découvertes soulignent que la pratique musicale ne se limite pas à une activité sensorimotrice, mais engage aussi profondément les circuits neuronaux associés à la pensée critique et à la régulation cognitive. Toutefois, les recherches actuelles en sciences de l'éducation ne permettent pas d'établir un lien précis entre la pratique musicale et le développement de l'esprit critique par un mécanisme de régulation des apprentissages chez de jeunes apprentis musiciens en contexte scolaire. L'engagement actif dans l'articulation entre activité cognitive, tâche et actions, favorise non seulement la progression musicale de l'apprenant, mais pourrait également développer des compétences générales réflexives applicables dans différents domaines et contextes d'apprentissage.

Par ailleurs, lorsque l'élève poursuit une réflexion plus approfondie sur son apprentissage musical, en analysant et en critiquant ses choix, ses erreurs et ses progrès, il entre dans un processus cognitif plus complexe : celui de l'esprit critique. Cette mise en œuvre de pensée critique repose sur la capacité à évaluer de manière rigoureuse et objective une situation, à émettre des jugements éclairés, et à remettre en question ses propres préconceptions. Dans la musique, cela se traduit par exemple par la capacité à analyser la justesse, l'expressivité et l'interprétation, mais aussi à questionner la pertinence de ses décisions musicales. L'élève qui développe son esprit critique à travers la pratique instrumentale pourrait ainsi acquérir une compétence fondamentale qui dépasse la simple maîtrise technique de son instrument et qui nourrit son développement cognitif global.

Dans la partie précédente, nous avons abordé l'esprit critique sous deux angles. D'une part, nous avons examiné, d'un point de vue didactique, les enjeux scolaires de l'esprit critique et l'intérêt de le cultiver au regard du développement de l'apprentissage des élèves. D'autre part, nous l'avons abordé comme un processus cognitif complexe, en soulignant ses implications sur le développement intellectuel de l'apprenant. Cette dualité de perspectives nous prépare à approfondir notre réflexion en y intégrant les apports des sciences cognitives. En effet, cette discipline permet de mieux saisir les mécanismes sous-jacents à ces dynamiques réflexives d'apprentissage. Les sciences cognitives apportent un éclairage essentiel sur les concepts de cognition et de métacognition, qui jouent un rôle central dans la régulation des apprentissages. La cognition renvoie aux processus mentaux impliqués dans l'acquisition, le traitement et l'utilisation des connaissances, tandis que la métacognition concerne la prise de conscience et le contrôle que l'apprenant exerce sur ces processus cognitifs. Les habiletés métacognitives, qui incluent la planification, le contrôle et l'évaluation de ses propres stratégies d'apprentissage, sont intimement liées à l'autorégulation. Dans le cadre de la pratique musicale, elles se manifestent par la capacité de l'élève à anticiper les difficultés, à ajuster ses techniques d'apprentissage en fonction des obstacles rencontrés, et à évaluer l'efficacité de ses stratégies afin d'atteindre un niveau de performance souhaité.

Ainsi, les apports des sciences cognitives dans cette réflexion permettront d'explorer en détail comment cette discipline éclaire le développement des compétences cognitives et métacognitives des apprenants, directement liées à l'autorégulation et à l'esprit critique. En quoi la pratique musicale, en tant qu'activité complexe et stimulante, peut-elle jouer un rôle clé dans le développement de ces compétences chez les élèves ? Comment est-elle reliée à ces

processus cognitifs et métacognitifs d'apprentissage ainsi qu'à des enjeux éducatifs plus larges ?

Dans le troisième chapitre, nous aborderons ces questionnements sous l'angle des sciences cognitives, afin de comprendre les mécanismes cognitifs et métacognitifs d'apprentissage à l'œuvre, et comment ils pourraient contribuer à renforcer l'autorégulation et l'esprit critique des élèves dans un contexte scolaire et musical.

Chapitre 3 : Processus d'apprentissage : apports des sciences cognitives

Ce chapitre aborde les processus d'apprentissage au regard des sciences cognitives, en présentant le passage de cognition à métacognition, notamment par l'ajout du préfixe « méta ». Nous détaillerons par ailleurs le concept de schème comme structure des actions à l'œuvre dans la métacognition, s'accomplissant elle-même en partie par un mécanisme d'autorégulation. Nous relierons enfin l'autorégulation au développement de l'esprit critique des apprenants, les accompagnant pas à pas vers une plus grande autonomie d'apprentissage.

3.1 De cognition à métacognition

> Pour être efficace dans son apprentissage, l'élève ne doit pas seulement exploiter sa mémoire et ses habiletés de langage intériorisé : il doit aussi développer sa façon d'apprendre (Gagné, Leblanc et Rousseau, 2009, p. 2).

Développer sa façon d'apprendre engage l'apprenant à mettre en œuvre des processus cognitif et métacognitif complexes. Le concept de métacognition (Flavell, 1976), issu des théories cognitives, nécessite une compréhension plus générale de la cognition (Bruner et al., 1956). Nous aborderons tout d'abord ce terme.

3.1.1 La cognition

Dans l'apprentissage, la cognition fait référence à l'interprétation de l'activité intellectuelle. Elle peut être déterminée par toutes activités de l'esprit permettant l'acquisition de connaissances, ainsi que la mise en œuvre de celles-ci, leur constitution, leur transformation et leur utilisation. Les activités mentales présentes chez l'apprenant sont induites par la perception, le langage, la réflexion, la mémoire et l'attention (Hudelot, 2004, p. 1). L'esprit peut alors s'apparenter à « un système de traitement de l'information par lequel les individus interagissent avec le monde » (Fayol, 2008, p. 59). La théorie de Bruner et al. (1956) s'intéresse aux

stratégies mentales mises en œuvre par l'apprenant dans l'organisation conceptuelle du monde. Les individus établissent des hypothèses, testent des stratégies, puis révisent à la fois les hypothèses et les stratégies, afin d'atteindre les concepts (*Ibid.*).

Les relations entre les processus cognitifs et métacognitifs peuvent être modélisées selon trois niveaux d'organisation interreliés (Demetriou et Kasi, 2001). Le premier réfère aux processus de base nécessaires à la résolution d'une tâche. Par exemple, une tâche mathématique nécessite l'usage de capacités numériques et logiques. Les processus cognitifs relatifs au traitement de l'information concernent le second niveau. Ce dernier s'applique aux capacités réflexives, mémorielles et attentionnelles, détaillées ci-après. Enfin, le troisième atteint un degré cognitif supérieur, désignant les capacités de l'apprenant d'utiliser et de gérer consciemment et efficacement les ressources cognitives disponibles (Demetriou et Kasi, 2001). Ce dernier niveau représente le système métacognitif, régulé par les fonctions exécutives. Dans le cadre de la pratique musicale, ces trois niveaux d'organisation cognitive et métacognitive peuvent également être observés. Le premier niveau, celui des processus de base, correspond à l'acquisition des compétences techniques nécessaires pour jouer d'un instrument, comme la maîtrise des notes, des rythmes et des techniques de jeu. Le second niveau, lié au traitement de l'information, concerne la capacité du musicien à mobiliser ses facultés d'attention, de mémoire et de réflexion pour interpréter et adapter une œuvre musicale. Enfin, le troisième niveau, qui relève du système métacognitif, englobe la capacité de l'apprenant à surveiller et réguler ses propres performances musicales de manière consciente, en ajustant ses stratégies d'apprentissage et en optimisant l'utilisation de ses ressources cognitives afin de progresser dans la pratique instrumentale.

Définissons les capacités réflexives, mémorielles et attentionnelles, relatives au traitement cognitif de l'information.

3.1.2 Le traitement cognitif de l'information

3.1.2.1 Les capacités réflexives

Houdé (2014) précise que réfléchir, c'est « savoir raisonner » (*Ibid.*, p. 3), liant étroitement la pensée réflexive au raisonnement.

> [Réfléchir] c'est faire appel à sa raison pour dominer ses réponses trop rapides, impulsives : intuitions, croyances et émotions. [...] Lorsque le cerveau raisonne et apprend à réfléchir, il émet et teste des hypothèses (si…), infère, déduit (alors…), cherche des solutions qui sont inédites pour lui – parfois inédites pour tous : c'est la créativité (Houdé, 2014, p. 3).

Selon la pensée philosophique d'Aristote, le raisonnement humain émerge par le *logos*, trouvant son essence dans la raison logique et le langage (Houdé, 2013, p. 85). Dès le XVIIème siècle, Descartes déclare la nécessité qu'aurait l'Homme d'apprendre à rediriger son esprit et à réajuster son raisonnement en fonction de ses erreurs, afin d'atteindre la pensée logique (Houdé, 2013, p. 85). Piaget (1950) précise que cette pensée logique hypothético-déductive s'affirmerait dès l'adolescence. La réflexion hypothético-déductive désigne la capacité d'émettre des hypothèses et d'en tirer des déductions. Si cette pensée logique est davantage affirmée dès l'adolescence, les capacités de raisonnement sont toutefois présentes inconsciemment chez les enfants dès leur plus jeune âge. Ainsi, se dessine à travers les champs de la philosophie, de la science et de la psychologie de l'enfant, le fil conducteur permettant de comprendre l'émergence du raisonnement (Houdé, 2013, p. 85).

Dans le cerveau exécutif, relatif à l'accomplissement d'une activité, trois systèmes cognitifs sont distingués (Kahneman, 2011). Le premier est « rapide, automatique et intuitif », le second « plus lent, logique et réfléchi ». Le troisième établit « l'arbitrage, au cas par cas, entre les deux premiers », en assurant « l'inhibition des automatismes de pensée » (Houdé, 2016, p. 118). Autrement dit, l'éloignement de la pensée automatique (système 1, qui ne nécessite pas de réflexion particulière) permet ainsi l'émergence du raisonnement dans le second système cognitif. Faisant appel aux capacités réflexives, il est pour cette raison défini comme logique et réfléchi. Ces trois systèmes constituant le cerveau exécutif ne se développent pas au même stade. Les deux premiers systèmes se développent parallèlement durant l'enfance, les bébés disposant déjà de capacités logiques. Le troisième système et sa capacité inhibitrice adviennent plus tard (Houdé, 2016).

Les capacités réflexives de l'apprenant regroupent l'ensemble des compétences globales de raisonnement et plus précisément l'analyse, l'interprétation, l'évaluation, l'explication, l'inférence, la déduction, l'induction, la numératie (Houdé, 2014). Les capacités réflexives sont par exemple mobilisées lorsque l'apprenant tente de percevoir sa propre façon d'agir et d'analyser ses fonctionnements mentaux (Bouissou et Brau-Antony, 2005). La pensée réflexive intervient alors dans l'action tout au long de son déroulement, de façon plus ou moins consciente selon la maturation cérébrale de l'apprenant. Cette intervention au sein même de

l’action permet ainsi de réagir à des situations inédites. De plus, la pensée réflexive interagit également sur l’action après sa mise en œuvre, permettant dès lors d’analyser et d’évaluer ses effets (Halpern, 2013 ; Schön, 1994).

Le processus d'intervention au sein de l'action est particulièrement mobilisé dans le contexte de la pratique instrumentale. Celle-ci exige des ajustements cognitifs immédiats face à des imprévus, tels que des erreurs d'exécution ou des variations d'interprétation, sollicitant ainsi les capacités d'autorégulation des élèves. Par ailleurs, la pensée réflexive, qui intervient pendant mais également après l'action, joue un rôle central dans l'analyse et l'évaluation des performances. Cette pensée réflexive permet au jeune musicien de prendre du recul, d'identifier ses erreurs, d'ajuster ses stratégies et d'améliorer sa pratique (McPherson et McCormick, 1999). Ainsi, ce double mécanisme – à la fois dans et après l'action – favorise non seulement le développement de l'autorégulation, mais aussi celui de l'esprit critique. La pratique musicale apparaît ainsi comme un outil propice au développement des compétences cognitives et métacognitives de l’apprenant, au regard de ses objectifs d’apprentissage. Cette approche repose également sur les capacités mémorielles, essentielles pour intégrer les ajustements effectués dans l’activité.

3.1.2.2 Les capacités mémorielles

Elles sont associées à l’utilisation des différents systèmes de mémoire. Il s’agit tout d’abord de distinguer mémoire primaire, à court terme, et mémoire secondaire, à long terme (James, 1890). La mémoire à court terme peut être considérée comme un système en lui-même, relatif au traitement immédiat d’un nombre succinct d’informations. La mémoire à long terme peut être envisagée comme un ensemble de systèmes, contenant des connaissances illimitées impliquant un effort pour être remémorées. Elle permet l’acquisition durable d’informations nécessitant une importante capacité de stockage.

Différents modèles neuropsychologiques s’intéressent aux systèmes de mémoire existants, comme celui établi par Tulving (1995), présentant une organisation pyramidale et emboîtée de cinq systèmes de mémoire : un système d’action, désignant la forme procédurale de la mémoire, ainsi que quatre systèmes de représentation, regroupant les représentations perceptives, la mémoire sémantique, la mémoire de travail et épisodique (Tulving, 1995). Eustache et Desgranges (2003) prolongent ce modèle, en s’intéressant aux multiples interactions des

différents systèmes de mémoire. L'ensemble des opérations mentales, permettant d'atteindre un but et d'accomplir une activité complexe, réside dans la mémoire de travail.

La mémoire de travail est affiliée à la mémoire à court terme (Baddeley, 1986). Cette dernière permet de maintenir et manipuler temporairement les informations, dans la réalisation d'activités cognitives complexes, comme le calcul, la résolution de problème, la réponse à une question. La pratique musicale mobilise la mémoire de travail, car elle exige la gestion simultanée de plusieurs informations complexes, telles que la lecture des notes, le rythme, la coordination motrice, l'anticipation des gestes à venir (Peretz, 2018). Le musicien doit non seulement interpréter en temps réel, mais également corriger ses erreurs, ajuster son jeu en fonction des exigences contextuelles (notamment dans le cadre de la pratique orchestrale), et intégrer les retours ou instructions reçus (Williams, 2018). La mémoire de travail, dans ce contexte, permet de maintenir, manipuler et ajuster ces données, favorisant une exécution musicale optimale (Bangert et al., 2006).

La gestion de l'attention ainsi que le contrôle de l'activité en cours sont essentiels au fonctionnement de la mémoire de travail. Dans le cadre de notre recherche, la mémoire de travail occupe une place centrale dans le développement des compétences cognitives chez les élèves pratiquant un instrument. Le fonctionnement optimal de la mémoire de travail repose sur l'intervention des fonctions exécutives, c'est-à-dire l'ensemble des processus qui contrôlent et régulent le système cognitif (Barkley, 1998).

Ainsi, par la mobilisation de ces fonctions, les élèves développent des capacités d'autorégulation et de raisonnement, étayant notre hypothèse selon laquelle la pratique instrumentale favoriserait ces processus essentiels à l'apprentissage global des élèves. En permettant de maintenir, manipuler et ajuster les informations musicales en temps réel, la mémoire de travail facilite non seulement le contrôle des actions pendant la pratique instrumentale, mais également la gestion de l'attention, essentielle à l'engagement et à la poursuite de l'activité (Willcutt et al., 2005).

3.1.2.3 Les capacités attentionnelles

Elles sont liées au fonctionnement cognitif de l'apprenant. L'attention peut être perçue comme « l'interface entre l'environnement et la conscience de l'individu » (Bastin et Deroux, 2007, p. 97).

> L'attention est la prise de possession par l'esprit, sous une forme claire et vive, d'un objet ou d'une suite de pensées parmi plusieurs qui sont présents simultanément […] Elle implique le retrait de certains objets afin de traiter plus efficacement les autres (James, 1890, p. 310-311).

Quatre composantes attentionnelles peuvent être distinguées : l'alerte, l'attention sélective, l'attention soutenue et l'attention divisée (Posner et Boies, 1971).

L'alerte désigne « l'état général d'éveil de la personne et sa disposition à traiter et à réagir aux stimulations extérieures » (Bastin et Deroux, 2007, p. 97). Cet état peut survenir de signaux émis par l'environnement, comme le klaxon d'un véhicule qui attire ainsi l'attention de l'individu pour prévenir d'un danger.

L'attention sélective consiste à cibler les informations et *stimuli* pertinents nécessaires à l'efficacité d'une action, en laissant de côté ceux jugés inutiles (Harris et Thiele, 2011). Cette composante peut être exemplifiée par l'effet *cocktail party* (Cherry, 1953), correspondant à la capacité cognitive de l'individu de focaliser son attention sur un flux auditif spécifique, en ignorant les bruits interférents. Par exemple, suivre une conversation avec un interlocuteur, dans un lieu où plusieurs autres discussions s'opèrent simultanément, relève de cet effet.

L'attention soutenue est relative au maintien d'un niveau d'efficience élevé et stable au cours d'une longue période d'activité cognitive (Seron et Van der Linden, 2016). Jouer au sein d'un orchestre une œuvre symphonique ou un opéra de plusieurs heures en restant mobilisé et attentif à la direction du chef d'orchestre pour suivre la mesure, l'interprétation désirée, illustre cet aspect.

L'attention divisée permet le traitement simultané d'un ensemble d'informations ou *stimuli*. Si nous complétons notre exemple précédent, l'attention portée au chef d'orchestre pour suivre la mesure, les nuances, combinée à l'activité d'écoute de l'ensemble des musiciens pour adapter la justesse de son instrument relative à l'harmonie, image cette composante.

Les capacités réflexives, mémorielles et attentionnelles sont des fonctions exécutives, un ensemble de processus cognitifs avancés qui incluent l'inhibition, la flexibilité cognitive et la mise à jour de la mémoire de travail, intervenant à chaque étape de la pratique musicale (Bialystok et DePape, 2009 ; Moreno et al., 2011).

3.1.2.4 Les fonctions exécutives

En premier lieu, les fonctions exécutives, relatives à la gestion et au contrôle cognitifs (Diamond, 2012 ; 2014), permettent de maintenir l'attention sur la tâche musicale, malgré les distractions internes (pensées, émotions) et externes (bruits, perturbations dans l'environnement). Cette capacité à inhiber les *stimuli* non pertinents est cruciale, car elle assure une concentration optimale, indispensable à la pratique musicale (Kraus et Chandrasekaran, 2010 ; Parbery-Clark, Strait et Kraus, 2011).

Les fonctions exécutives interviennent également dans le contrôle et la régulation de l'apprentissage en cours. Lorsqu'un élève joue d'un instrument, il doit ajuster ses actions en temps réel : corriger des erreurs de rythme, de notes, ou d'intonation, tout en poursuivant l'exécution musicale sans interruption. Ce processus demande une flexibilité cognitive importante, car le musicien doit pouvoir adapter rapidement ses actions en fonction de la situation, sans perdre de vue l'objectif global de la pièce musicale (Degé et Schwarzer, 2011).

De plus, les fonctions exécutives permettent une évaluation critique et une régulation constante de la progression. Lorsqu'une difficulté ou une erreur se présentent, le musicien utilise ses fonctions exécutives pour ajuster ses stratégies d'apprentissage, que ce soit en ralentissant le *tempo*, en répétant une section difficile, ou en modifiant la manière de produire un son. Ce processus d'ajustement continu développe non seulement la maîtrise technique de l'instrument, mais également des compétences critiques, telles que la capacité à évaluer et corriger sa propre performance (Bergman Nutley et al., 2014).

Ainsi, la cognition, représentant l'activité intellectuelle au sens large, est interreliée à la métacognition par différents niveaux d'organisation (Demetriou et Kasi, 2001) qui, pour rappel, sont : les processus élémentaires de réalisation d'une tâche (logique, capacités numériques, de lecture…) ; ceux relatifs au traitement de l'information (capacités réflexives, mémorielles, attentionnelles) ; ainsi que la gestion stratégique des ressources cognitives disponibles, relative aux fonctions exécutives (Diamond, 2012 ; 2014) et plus largement au système métacognitif (Peral-Garcia et Dubé, 2012). Cette réflexion interroge comment la compréhension des différents niveaux d'organisation cognitive peut influencer l'enseignement de la pratique instrumentale et la manière dont les élèves développent leurs compétences métacognitives. Afin

d’identifier davantage la transition entre cognition et métacognition, éclairons plus précisément le sens étymologique du préfixe « méta ».

3.2 L’ajout du préfixe « méta »

Avant même de définir précisément le concept de métacognition (Flavell, 1976), intéressons-nous à l’ajout du préfixe « méta », marquant la transition entre le terme de cognition (Bruner et al., 1956) et celui de métacognition (Flavell, 1976). Le sujet métacognitif est situé dans une attitude distanciée et réflexive par rapport à sa propre cognition : « on l’appelle métacognition parce que son sens profond est la cognition sur la cognition » (Flavell, 1985).

Le préfixe « méta » est utilisé par Aristote dans « métaphysique » pour désigner ce qui vient après la physique et au-dessus d'elle, qui en comporte les fondements et qui permet de la comprendre. Il renvoie donc à l'idée d'une distance, d’un recul, et en même temps d'une transcendance, au sens kantien d'une antériorité logique et fondatrice (Doly, 1997).

Le préfixe « méta » exprime ainsi « au-delà de ». Dans le vocabulaire scientifique, il peut être utilisé pour modéliser une réflexion atteignant un niveau d’abstraction supérieur. Fleszner (1967) image cette activité d’abstraction élevée par deux exemples de résolution de problèmes, la première tâche étant abstraite, la seconde concrète :

> 1. De deux corps ayant la même densité l'un pèse deux fois plus que l'autre. Lequel de ces deux corps possède un volume plus grand et combien de fois ?
> 2. Deux boules faites du même verre pèsent respectivement 25 g et 150 g. Laquelle des deux possède un volume plus grand et combien de fois ? [...]
> Dans le premier cas, l’apprenant au cours de son raisonnement, se sert des notions et des règles générales, et applique des concepts abstraits bien assimilés, sans avoir recours à l'activité d’abstraction. Dans le second cas, l’apprenant doit établir – à partir de certaines situations et données concrètes – un rapport entre ces données (Fleszner, 1967, p. 242).

Ce second cas illustre le recours à un niveau d’abstraction supérieur. C’est-à-dire que l’apprenant élève son niveau de raisonnement, en dépassant l’objet concret, pour atteindre les concepts abstraits (ici, les règles mathématiques) qui lui permettront de résoudre le problème.
Ainsi, la métacognition désigne la capacité à surpasser l’activité cognitive, à la transcender en conscientisant sa pensée et en développant des stratégies pour utiliser ses propres ressources cognitives de manière efficiente.

> Il y a métacognition chaque fois qu'il y a recul par rapport à l'action pour analyser cette dernière [...] Le qualificatif d'activité métacognitive sera réservé à tous les instants au cours desquels les élèves s'interrogent sur leurs stratégies d'apprentissage afin d'englober la compréhension dans un système d'explication qu'ils puissent réutiliser ultérieurement (Develay, 1992, p. 134).

Les concepts de cognition et de métacognition sont inévitablement liés aux notions d'activité, de tâche et d'action, relatives à l'articulation et à la mise en œuvre des processus d'apprentissage, particulièrement dans le contexte de la pratique instrumentale. Comprendre ces liens est essentiel afin d'analyser comment les élèves gèrent leurs tâches musicales et développent des stratégies d'autorégulation et de réflexion dans leur apprentissage. Cela souligne le questionnement de la pratique musicale au regard du développement cognitif global des élèves.

Les réflexions sur la métacognition, comme le souligne Develay (1992), mettent en évidence l'importance du recul par rapport à l'action afin d'analyser et ajuster les stratégies d'apprentissage. Cette prise de conscience des processus mentaux s'inscrit dans un cadre plus large, où les notions d'activité, de tâche et d'action jouent un rôle clé dans l'articulation des expériences d'apprentissage. En effet, chaque action entreprise par l'élève, qu'elle soit motrice ou cognitive, est enrichie par des schèmes d'action qui permettent de structurer et de guider ces processus. Ces schèmes, qui représentent des représentations mentales des actions et des stratégies, sont essentiels pour la régulation de l'apprentissage et la mise en œuvre efficace des compétences acquises. Ainsi, dans la suite de notre réflexion, nous allons explorer comment ces schèmes d'action interagissent avec les concepts de cognition et de métacognition, contribuant à l'élaboration d'un apprentissage réfléchi et critique chez les élèves.

3.3 Le concept de schème

Le concept de schème trouve son origine dans la pensée kantienne (1781), comme une « représentation d'un procédé général de l'imagination servant à procurer à un concept son image » (Kant, 1781, réed. 2006, p. 189). La connaissance reposerait sur l'articulation nécessaire entre intuition et conceptualisation, donnant naissance au schème transcendantal.
Le concept de schème sera par la suite développé par Piaget (1967a), puis approfondi par Vergnaud (2001). C'est au regard de ces deux auteurs que nous préciserons le concept de schème, leurs écrits étant rattachés aux problématiques didactiques proches de notre recherche.

Selon Piaget (1967a), les schèmes sont des éléments cognitifs permettant à l'action effectuée par l'apprenant d'être opératoire, c'est-à-dire en mesure de procéder à la mise en œuvre de l'activité, afin d'accomplir la tâche. Au centre du processus d'adaptation des structures cognitives se situent les schèmes (*Ibid.*). Ils se développent en fonction d'expériences vécues par l'apprenant dans son environnement. Ils sont susceptibles d'évoluer par assimilation et accommodation. L'assimilation peut être définie comme un processus par lequel une réalité extérieure est intégrée à un schème (*Ibid.*). Par exemple, s'approprier une connaissance nouvelle relève du processus d'assimilation. L'individu intègre une réalité extérieure à son schème de pensée, qu'il pourra ensuite investir dans une action (cognitive et/ou motrice). L'appréhension des réalités résulte nécessairement du processus d'assimilation. En effet, pour saisir et comprendre une notion, une connaissance, ou un phénomène, par exemple, il est nécessaire de les assimiler.

> Le processus d'assimilation est la condition de toute appréhension, par les systèmes cognitifs ou les schèmes, des réalités auxquelles ils sont confrontés ou avec lesquelles ils entrent en interaction (Piaget, 1967a, p. 53).

L'accommodation désigne une modification ou une transformation d'un schème à une situation nouvelle, de manière à l'ajuster à un milieu ou à un objet (une réalité). Comme pour l'assimilation, l'accommodation prend son sens selon les expériences vécues par l'apprenant. Accommoder nécessite systématiquement d'avoir au préalable assimilé une réalité (un milieu ou un objet). L'accommodation et l'assimilation sont alors étroitement liées, dépendantes respectivement l'une de l'autre.

Au regard de l'analyse de Vergnaud (2001), un schème génère des conduites et activités diverses en fonction des « caractéristiques particulières des situations rencontrées » (*Ibid.*, p. 112). Le schème peut être défini dans son ensemble selon trois aspects : fonctionnel, adaptatif et cognitif.

3.3.1 L'aspect fonctionnel du schème

Un schème est « une totalité dynamique fonctionnelle » (Vergnaud, 2001, p. 4). Cet aspect fonctionnel du schème relève ainsi du geste. Pour imager cet aspect, l'auteur établit une corrélation entre pensée mathématique et gestes, étant effectifs dans certains schèmes arithmétiques, par exemple lors d'une activité de dénombrement chez les enfants. Ce schème

revêt différentes contraintes pour être mis en œuvre : les gestes de la main, du doigt pointé sur l'objet, l'orientation du regard pour suivre le dénombrement, la prononciation des nombres. Dénombrer requiert ainsi un ensemble de gestes coordonnés qui « impliquent le corps tout entier et pas seulement le cerveau » (Vergnaud, 2011, p. 40). Cet exemple illustre l'importance du geste comme fonction essentielle de mise en œuvre du schème et peut être transféré à la pratique instrumentale. Un musicien doit en effet coordonner un ensemble de gestes pour jouer de son instrument. Dans un orchestre, un flûtiste, par exemple, utilise simultanément ses doigts pour appuyer sur les clés, ses lèvres pour souffler dans l'embouchure, son diaphragme pour gérer la colonne d'air et le soutien du son, tout en suivant les autres musiciens et les indications du chef d'orchestre. Ces gestes, essentiels à l'exécution musicale, illustrent le schème fonctionnel, qui inclut à la fois l'aspect individuel et collectif du geste musical.

3.3.2 L'aspect adaptatif du schème

Un schème est « une organisation invariante de l'activité pour une classe de situations donnée » (Vergnaud, 2001, p. 4). Cette expression représente l'aspect adaptatif du schème. Présentons tout d'abord les deux grandes classes de situations identifiées :

- une classe de situations pour laquelle l'apprenant dispose des compétences nécessaires pour traiter rapidement, voire immédiatement la situation.

- une classe de situations pour laquelle l'apprenant ne requiert pas l'ensemble des compétences nécessaires au traitement de la situation. Cela nécessite alors de prendre un temps de réflexion et de tâtonnement pour parvenir à traiter la situation afin de s'orienter vers une éventuelle réussite.

Les situations relatives à la première classe se caractérisent par des conduites automatisées et sont organisées par un unique schème. Celles de la seconde classe se présentent par l'activation de plusieurs schèmes, nécessitant une accommodation, pour atteindre la solution (Vergnaud, 1990, p. 136).

L'aspect adaptatif du schème réside entre l'articulation nécessaire à établir entre les situations connues (où le schème est déjà opératoire), et les situations nouvelles qui vont inévitablement demander une adaptation. Le schème est ainsi étendu (Vergnaud, 2001, p. 4). L'auteur illustre cette adaptation par l'exemple d'un bébé désirant se lever, en effectuant à plusieurs reprises les

mêmes gestes pour se mettre debout. Par exemple, il s'agrippe aux barreaux du lit, pousse sur sa jambe gauche, puis droite, pour se propulser et se lever. C'est bien l'organisation qui est alors invariante, car le jeune enfant procède de la même manière pour atteindre son but. La conduite, quant à elle, peut varier d'une situation à l'autre. En effet, le bébé peut par exemple s'agripper plus ou moins haut sur les barreaux, l'écart entre ses jambes peut être plus ou moins important. « [Les schèmes] engendrent des conduites différentes en fonction des valeurs des variables de situation » (Vergnaud, 2011, p. 43). Reprenons l'exemple précédent du flûtiste qui joue de son instrument. Il appuie toujours sur les clés avec ses doigts pour générer les différentes notes, mais de manière plus ou moins rapide en fonction du *tempo* ou de la dynamique demandée par le chef d'orchestre. Il souffle dans l'embouchure pour produire un son, mais l'écartement et le pincement des lèvres peuvent varier en fonction du timbre généré. La pression exercée sur le diaphragme évolue selon l'intensité sonore souhaitée. L'adaptation est ici une combinaison de l'assimilation de schèmes connus et de leur accommodation à de nouvelles exigences musicales.

La généralisation d'un schème dépend ainsi de la reconnaissance d'invariants dans l'organisation seulement, et « non pas dans l'activité, ni dans la conduite » (Vergnaud, 2001, p. 112). Il s'avère important de souligner que « le schème n'organise pas que la conduite observable, mais également l'activité de pensée sous-jacente » (Vergnaud, 2011, p. 43).

3.3.3 L'aspect cognitif du schème

Vergnaud (1999) détermine quatre composantes de l'aspect cognitif d'un schème :

- Le but :

Un schème se compose tout d'abord d'un but et de ce que cela implique, en d'autres termes, les sous-buts et les anticipations qui apparaissent avant et pendant le déroulement d'une activité. Dans l'exemple de l'enfant qui réalise une activité de dénombrement, compter le nombre d'objets représente le but. Coordonner ses gestes, lors d'une correspondance terme à terme, par exemple, illustre les sous-buts. L'énonciation de la file numérique peut relever de l'anticipation du nombre suivant. Pour le flûtiste, produire un son représente le but. Pour y parvenir, la gestion coordonnée de chaque geste indépendamment (les doigts, les lèvres, le diaphragme…) est le

sous-but. La respiration et la gestion de l'air relèvent d'une anticipation pour produire un ensemble de sons dans des durées variables.

- Les règles d'action, de prise d'information et de contrôle

Les règles d'action, de prise d'information et de contrôle introduisent la deuxième composante du schème. Elles entraînent le décours temporel de l'activité au fur et à mesure. Une chaîne d'actions est engendrée par le schème afin d'atteindre un but précis. Lors d'une activité de déchiffrage de partition, la prise d'informations sur la mesure, l'armure, les indications de *tempo*, les nuances et les inférences établies pour l'interprétation musicale illustrent cette composante.

- Les invariants opératoires

Les invariants opératoires font également partie intégrante de la composition d'un schème. Ils sont construits par l'individu en fonction de son expérience et permettent d'agir sur le réel. La source de la pensée résiderait dans ces derniers. Deux grandes catégories sont alors distinguées : les « concepts-en-actes » ainsi que les « théorèmes-en-actes » (Vergnaud, 1994, p. 8). Les concepts-en-actes sont relatifs au prélèvement d'informations pertinentes ainsi qu'à la sélection des théorèmes-en-actes. Ces derniers désignent « les propositions tenues pour vraies dans l'activité » (*Ibid.*). Notons que celles-ci sont relatives, car dépendantes des conceptions de l'élève, soulignant ainsi une nuance entre pertinence et vérité (Vergnaud, 2011, p. 25). Le traitement des théorèmes-en-actes repose sur « l'organisation de l'action, la prise d'information, l'anticipation et le contrôle », afin d'atteindre les buts et les sous-buts (Vergnaud, 1994, p. 8).

- Les inférences

L'inférence est un processus mental permettant de créer de nouvelles connaissances en reliant des informations préexistantes (Barth, 1987). Elle favorise la construction de savoirs abstraits et la capacité à interpréter des données implicites (*Ibid.*) Les possibilités d'inférences en situation forment la quatrième composante d'un schème et jouent un rôle majeur dans l'adaptation des situations particulières (Vergnaud, 1999, p. 5). En substituant les possibilités d'inférences, l'apprenant serait incapable de s'adapter à une situation nouvelle. Reprenons l'interprétation musicale d'une œuvre. Celle-ci dépend des inférences établies, en fonction des différentes informations musicales (rythmiques, harmoniques, mélodiques, techniques …). Le

musicien tisse des liens à partir de l'armure, du *tempo*, des modulations harmoniques pour, par exemple, conduire une tension progressive arrivant au climax, point culminant d'intensité émotionnelle d'une œuvre musicale. Saisir les informations, les analyser, les corréler permet au musicien une meilleure compréhension et interprétation de l'œuvre. Les possibilités d'inférences se révèlent donc indispensables au fonctionnement et à la mise en œuvre d'un schème.

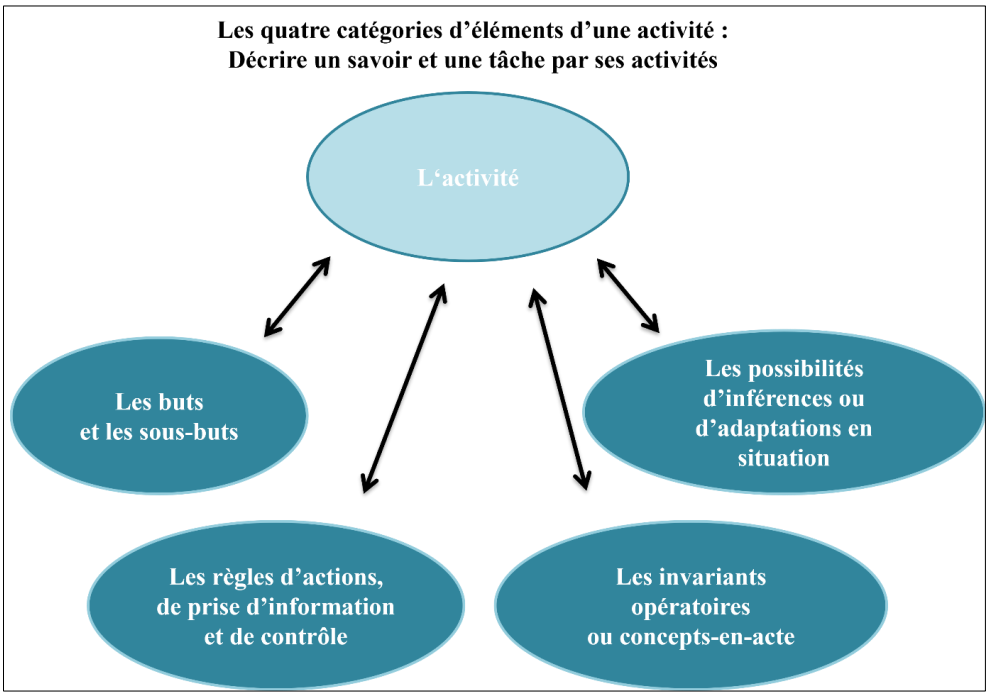


Figure 4 : La structure de l'activité à travers les schèmes cognitifs (Terrien et al., 2019)

Le concept de schème, tel que développé par Vergnaud (2001), est intrinsèquement lié à l'activité cognitive. Ce concept permet de comprendre comment un apprenti musicien mobilise et adapte ses pensées, connaissances, actions et gestes pour jouer en groupe. Au regard de l'aspect cognitif du schème, décrivons cette articulation dans le cadre de la pratique orchestrale. Dans une pratique musicale collective, le but principal est de jouer l'œuvre de manière harmonieuse. Cela implique de coordonner plusieurs sous-buts, tels que maintenir la justesse des notes et respecter le rythme imposé par la partition et le chef d'orchestre. Les règles d'action sont guidées par la prise d'informations, notamment le *tempo*, les nuances et les indications de phrasé. Les élèves ajustent leurs actions en fonction de ces paramètres, par exemple en jouant plus doucement dans une section piano ou en accélérant lors d'un changement de *tempo*. Les

invariants opératoires font référence aux automatismes acquis par les musiciens, comme un flûtiste qui sait précisément comment positionner ses doigts pour produire une note donnée. Cependant, ces automatismes doivent être ajustés en fonction des nouvelles consignes du chef d'orchestre, comme le choix d'un *tempo* plus rapide ou un changement dans la dynamique de l'interprétation. Les inférences permettent aux musiciens d'anticiper les ajustements nécessaires pendant l'exécution. Par exemple, ils prévoient une augmentation progressive de l'intensité sonore pour respecter une montée en puissance de la dynamique, conduisant à un climax musical dans l'œuvre. Cette analyse du schème illustre comment la pratique orchestrale permet à l'élève d'articuler les mécanismes liés au processus d'apprentissage.

Après avoir exploré les différents aspects fonctionnels, adaptatifs et cognitifs du schème, notamment dans le cadre de la pratique musicale, il convient désormais de se pencher sur le schème d'action, qui permet à l'élève d'agir sur le réel dans des contextes spécifiques.

3.3.4 Le schème d'action

Les descriptions précédentes, quant à la structure et au fonctionnement d'un schème, sont essentielles à la compréhension de l'action. Revenons sur cette notion, s'impliquant pleinement dans le concept de schème, qui représente une « totalité dynamique organisatrice de l'action de l'apprenant » rapportée à une classe de situations particulières (Vergnaud, 1990, p. 136). Relevant de la psychologie cognitive et de la didactique, le schème d'action est un concept fondamental.

Chez un sujet, un schème est à l'état de virtualité : c'est l'action en situation qui permet l'individuation d'un schème (Brun, 1993). En l'absence d'action, le schème réside dans l'esprit de l'apprenant mais n'a pas d'effet constatable sur le réel. C'est lors de l'action en situation que ce dernier peut être distingué, afin d'avoir un impact sur la réalité. L'action peut ainsi être identifiée comme étant le caractère visible du schème.

Le schème d'action est alors défini par la structure et la forme que peut prendre une action. Il permet de distinguer « ce qu'il y a de commun aux diverses répétitions ou applications de la même action » (Piaget, 1967a, p. 16), autrement dit ce qui, dans une même action, peut être transféré, généralisé ou différencié, en fonction d'une situation par rapport à une autre. Dans des situations comparables, les actions font l'objet de répétitions et d'applications semblables. Leur succession ne relève donc pas du hasard, car elles se reproduisent de manière similaire, si

les intérêts correspondent. Dans le cas contraire, les actions sont différenciées et adaptées à une situation nouvelle. Dans le cadre de notre questionnement de recherche, cet aspect est particulièrement important. Est-ce que l'élève qui développe des schèmes d'action dans sa pratique musicale est susceptible de les réinvestir et de les adapter à une situation différente, engageant des processus réflexifs similaires ?
Vergnaud (1999) précise que « ce sont les formes d'organisation de notre activité qui sont l'instrument et le résultat de cette adaptation » (*Ibid.*, p. 4). Ce sont donc ces formes d'organisation qui sont appelées « schèmes » et qui concernent tous les registres de l'activité.

Par ailleurs, l'efficacité de l'action est étroitement liée à la prise d'informations. Pour organiser l'action, la structure des perceptions et des évocations est déterminante (Vergnaud, 2001, p. 119). En effet, la perception peut être présentée comme activité opératoire, par sa fonction qui réside dans « l'identification des situations, des objets, de leurs propriétés et relations, ainsi que des processus de transformation auxquels ils se prêtent » (*Ibid.*). De plus, la perception est propre à chaque individu et tient compte des expériences vécues.
Voici un exemple éloquent :

> Trois personnages se promènent dans la montagne ; l'un est géologue, l'autre spécialiste de biologie végétale, le troisième peintre. Ils ne perçoivent pas la même chose : ni leur intention, ni leurs catégories de pensée ne les conduisent à prélever les mêmes informations (Bartlett, cité par Vergnaud, 2001, p. 119-120).

L'activité perceptive et la prise d'informations font partie de l'activité opératoire, relative à l'opération cognitive mise en œuvre afin d'accomplir une tâche (Vergnaud, 2001, p. 120). L'aspect opératoire de la perception est donc essentiel à la prise d'informations pertinentes, qui participe à former et structurer le schème d'action, et ainsi rendre efficace l'action qui en découle.

À la lumière de la compréhension des schèmes d'action et de leur rôle dans la structuration des activités - par des aspects fonctionnels, adaptatifs et cognitifs - il s'agit par la suite d'aborder le concept de métacognition qui concerne la connaissance et la gestion des processus mentaux (Flavell, 1979 ; Brown, 1987). En effet, la métacognition permet notamment aux apprenants de prendre conscience et gérer leurs propres processus de pensée et d'apprentissage (Flavell, 1979), ce qui favoriserait ainsi une évaluation critique de leurs actions et de leurs stratégies. Dans le cadre de la pratique musicale, cette prise de conscience et cette gestion deviennent particulièrement pertinentes : les élèves doivent mobiliser leurs schèmes d'action pour exécuter

des gestes techniques, mais aussi réfléchir sur leur propre jeu, évaluer leurs performances, et ajuster leurs approches en fonction des retours qu'ils reçoivent. Ce processus réflexif est fondamental pour développer leur capacité à s'autoréguler, à surmonter les défis rencontrés (Chase et Ericsson, 1981 ; VanLehn, 1991), et à cultiver un esprit critique au regard de leur apprentissage (Spector et Ma, 2019). Ainsi, l'étude du concept de métacognition permet de mettre en exergue les liens profonds entre ces mécanismes d'apprentissage et la pratique instrumentale, illustrant comment cette dernière peut enrichir le développement cognitif et critique des élèves.

3.4 Le concept de métacognition

Flavell (1976), psychologue américain spécialisé dans le développement cognitif des enfants, est le premier à avoir proposé une définition de la métacognition. Il définit ce concept comme « la connaissance qu'une personne a de ses propres processus et produits cognitifs ou de toute autre chose qui s'y rapporte » (*Ibid.*, p. 232). La métacognition est une activité cognitive où les processus mentaux deviennent des objets de réflexion (Yussen, 1985).

L'essence même de la métacognition réside dans le « champ de la psychologie d'où elle est issue et qui l'a définie » (Doly, 2006, p. 84). Elle est un concept multidimensionnel, concernant « la capacité générale de se représenter son propre fonctionnement mental et de s'interroger sur celui-ci » (Pennequin et al., 2011, p. 227).

Le concept de métacognition repose sur deux grandes composantes, qui sont d'une part les « connaissances métacognitives » (Flavell 1979, p. 906) et d'autre part « l'utilisation et l'adaptation de ces connaissances dans la gestion des processus mentaux » (Brown, 1987, p. 67). Cette capacité est appelée « habiletés métacognitives » (Lafortune et al., 2000).

Nous commencerons par détailler la première composante de la métacognition, soit les connaissances métacognitives. La seconde composante de la métacognition, à savoir la gestion des processus mentaux, soit les habiletés métacognitives, sera explicitée par la suite.

3.4.1 La première composante de la métacognition : les connaissances métacognitives

La première grande composante du concept de métacognition, regroupant les connaissances métacognitives, repose sur deux types de connaissances (Doly, 1997) : le savoir déclaratif et le savoir procédural. Le savoir déclaratif concerne les produits, référant aux connaissances sur les personnes, à l'individu lui-même ainsi qu'à leur fonctionnement cognitif. Le savoir procédural porte sur les processus, s'intéressant aux méthodes de travail et aux stratégies d'apprentissages. Les connaissances métacognitives sont ainsi regroupées en trois catégories, en fonction des objets sur lesquels elles portent (Flavell, 1985 ; Yussen, 1985) : les connaissances sur nous-mêmes, sur les tâches et sur les stratégies. L'interaction entre ces trois classifications peut être considérée comme étant une quatrième catégorie (Doly, 1997).
Décrivons ci-dessous les catégories présentées.

3.4.1.1 Les connaissances sur nous-mêmes

La première catégorie de métaconnaissances s'apparente aux connaissances sur les personnes et l'apprenant lui-même (Flavell, 1985 ; Yussen, 1985). Elles concernent les représentations sur l'être humain, l'individu lui-même et son fonctionnement cognitif (Doly, 2006, p. 85).

Par exemple, les connaissances de soi peuvent être relatives aux rythmes biologiques d'un individu : travaillons-nous plus efficacement le matin, ou le soir ? Combien de temps restons-nous mobilisés dans la réalisation d'une tâche avant de perdre notre efficacité ?

La posture que nous préférons pour travailler est un second exemple s'apparentant à la connaissance physique de l'apprenant lui-même. Un musicien jouant d'un instrument à vent privilégiera une posture assise ou debout selon ses ressentis relatifs au soutien du diaphragme, permettant notamment la régulation de la justesse du son.

Commun aux travaux de Flavell (1985), Yussen (1985) et Doly (1997), l'exemple de la mémoire peut également illustrer en partie cette première catégorie, où les métaconnaissances reposent sur la connaissance de soi et de ses capacités : par exemple, quelles sont les limites et la fiabilité de la mémoire à court terme sur notre propre travail ?

3.4.1.2 Les connaissances sur les tâches

La deuxième catégorie de métaconnaissances concerne les connaissances sur les tâches, se traduisant par les représentations que l'apprenant peut avoir sur la nature des tâches et leurs exigences (Doly, 1997). Comme évoqué précédemment (Cf. 1.2), le processus d'apprentissage est déterminé par l'articulation que l'élève établit entre l'activité, la tâche et les actions qui en découlent. La représentation de la nature et des exigences de la tâche est fondamentale dans la détermination des objectifs de l'activité (Reuter et al., 2013). Par exemple, pour un musicien, jouer un trait d'orchestre technique (la nature de la tâche) nécessite de connaître les aspects rigoureux de cette tâche (les exigences). Il s'agit en effet de respecter scrupuleusement le rythme, les *tempi*, la justesse, afin d'être en parfaite harmonie avec l'ensemble de l'orchestre. Lors de ses répétitions de travail, le musicien pourra ainsi appréhender directement l'ensemble des aspects techniques de cette tâche, permettant alors de l'accomplir de manière efficiente.
Comme le soulignent les propos de Doly (1997), ces connaissances sont retenues à partir de prises de conscience répétées et d'expériences sur diverses tâches. Elles s'ancrent véritablement sur la connaissance des processus mentaux. La tâche représente alors l'objet à accomplir, entraînant l'activité et sa mise en œuvre stratégique au moyen des actions. Les connaissances sur les stratégies sont ainsi nécessaires à la mise en œuvre d'un processus métacognitif.

3.4.1.3 Les connaissances sur les stratégies

Le terme de stratégie peut être défini comme le moyen de « s'affronter aux obstacles » (Astolfi et Peterfalvi, 1997, p. 193). Les stratégies sont relatives aux comportements mis en place par une personne pour l'aider dans la résolution d'un problème (Bosson et al., 2009, p. 15). Établir une stratégie est une activité consciente mise en œuvre afin d'atteindre un but précis. Il existe deux types de stratégies qu'il est nécessaire de distinguer : les stratégies cognitives et les stratégies métacognitives. Les stratégies cognitives peuvent, par exemple, permettre de résoudre plus facilement un problème, en employant des procédés tels que la comparaison ou la prise d'informations. Les stratégies métacognitives régulent les activités cognitives, notamment par la planification et le contrôle (Efklides, 2008 ; Schraw, Crippen et Hartley, 2006 ; Vianin, 2009), activités qui seront détaillées dans la seconde composante de la métacognition.

Les connaissances métacognitives sur les stratégies sont relatives aux procédures et méthodes de travail, visant le développement de l'autonomie de l'apprenant, concernant son apprentissage ainsi que l'accomplissement d'une tâche. Ces connaissances stratégiques se révèlent être d'autant plus efficaces lorsque le but de la tâche est visualisé par l'apprenant. Elles relèvent ainsi la manière la plus efficiente de conduire son activité au but (Doly, 1997). Pour cela, il est nécessaire que le but soit au préalable représenté par l'apprenant (Flavell, 1976).
Par exemple, un musicien choisira de lire une partition dans son intégralité pour en avoir une vue globale, avant de la déchiffrer. Ainsi, il pourra visualiser l'étendue du travail technique nécessaire à réaliser pour atteindre son but, et donc adapter les stratégies en conséquence. C'est une des stratégies dont il dispose pour organiser et réaliser son activité instrumentale.

3.4.1.4 L'interaction entre ces trois connaissances

Les connaissances métacognitives s'intéressent aux stratégies d'apprentissages et de résolution de problème (Pennequin et al., 2011). Pour l'apprenant, elles révèlent la connaissance et la conscience des stratégies les plus efficientes, au regard des contraintes d'une tâche donnée et du fonctionnement cognitif personnel. Ainsi, les connaissances métacognitives interfèrent systématiquement entre elles, pouvant faire l'objet d'une quatrième catégorie de métaconnaissances. « Ces connaissances sont donc à l'interface entre les contraintes cognitives de l'apprenant, celles de la tâche et les stratégies disponibles dans une situation d'apprentissage donnée » (*Ibid*., p. 227).
L'appropriation des métaconnaissances est semblable à celle de connaissances diverses retenues dans la mémoire à long terme. Tout comme ces dernières, elles peuvent en effet être réactivées volontairement (Flavell, 1979). Lors de l'activité cognitive, les métaconnaissances peuvent toutefois être activées de manière automatique et involontaire, plus ou moins consciemment (Flavell, 1987). Ainsi, au regard de notre objet de recherche, nous pouvons questionner l'interaction des métaconnaissances, mise en œuvre dans une pratique instrumentale. Pourrait-elle être réactivée dans différents contextes, comme celui de résolution de problèmes ?

En résumé, la métacognition repose sur un corps de connaissances relatives à la connaissance et la prise de conscience de l'apprenant pour ses propres pensées (Cornoldi et Vianello, 1992). Elles sont relatives aux connaissances sur nous-mêmes, sur les tâches, sur les stratégies ainsi qu'aux interactions les reliant entre-elles. Rappelons que les connaissances métacognitives

illustrent la première composante du concept de métacognition. Comme évoqué précédemment, le concept de métacognition relève également d'une seconde composante, relevant d'un aspect procédural : les habiletés métacognitives (Lafortune et al., 2000).

3.4.2 La seconde composante de la métacognition : les habiletés métacognitives

Les habiletés métacognitives, seconde composante de la métacognition, concernent le « contrôle actif, la régulation et l'orchestration des processus cognitifs » (Flavell, 1976, p. 232). Doly (2006) définit ce processus comme « pôle procédural » (*Ibid*., p. 85). Ce terme s'apparente à la gestion des processus mentaux (Brown, 1987, p. 67), concernant les procédures développées lors de l'exécution d'une tâche prescrite. Ce processus est nommé « habiletés de contrôle » (Doly, 2006, p. 85). Les habiletés métacognitives sont en effet définies par la régulation et le contrôle des processus mis en œuvre dans une tâche (Fernandez-Duque et al., 2000), révélant la capacité d'avoir accès à la « conscience et au contrôle de son propre fonctionnement cognitif » (Pennequin et al., 2011, p. 227).

Les habiletés métacognitives désignent ainsi l'aspect procédural de la métacognition, c'est-à-dire l'ensemble des mécanismes à accomplir pour conduire une expérience, les successions de démarches à exécuter pour réaliser une tâche, afin de parvenir à un résultat dans le cadre d'une opération complexe telle qu'une résolution de problème. L'individu met en œuvre un ensemble d'opérations mentales lui permettant alors d'assurer le contrôle et la régulation d'une activité afin d'atteindre son but (Pennequin et al., 2011 p. 227). Les habiletés métacognitives permettent ainsi de mobiliser les connaissances et savoir-faire, mais dans l'intention explicite de planifier l'exécution d'une tâche, afin de mieux la contrôler, la réguler, et évaluer son efficacité par rapport au but poursuivi (Lafortune et al., 2000).

Büchel et Paour (2005) définissent la mise en œuvre des habiletés métacognitives, afin d'accomplir une tâche, par trois types d'activités : la planification, le contrôle et l'autoévaluation.

Pennequin, Sorel, Nanty et Fontaine (2011) dissocient, quant à eux, la planification et l'anticipation, considérant cette étape comme une composante des habiletés métacognitives à part entière. Ils déclinent ainsi ce processus en quatre activités : la planification, l'anticipation

des étapes et du résultat, le contrôle de l'action, l'autoévaluation et la correction éventuelle d'erreurs (*Ibid*., p. 228).

Une différence est également observable dans la terminologie employée par Lafortune et Saint-Pierre (1996). Ces auteurs désignent les habiletés métacognitives comme une gestion de l'activité mentale, mise en œuvre selon trois types d'activités, celles de planification, de contrôle et de régulation (*Ibid*., p. 19). Le terme de régulation est ici employé au sens large pour désigner l'activité d'autoévaluation, qui consiste à modifier et adapter la démarche utilisée lorsque celle-ci a été contrôlée par l'apprenant.

Au regard des différents auteurs cités précédemment, une nuance est percevable dans les terminologies employées par Doly (2006). Les habiletés métacognitives sont nommées habiletés de contrôle et sont ainsi déclinées en opérations mentales. Le terme d'opération détermine le contrôle et la régulation que l'apprenant met en œuvre sur sa propre activité mentale. L'auteure établit des binômes d'activités, afin de désigner la mise en œuvre des habiletés de contrôle. Ces binômes d'activités sont regroupés en un ensemble de trois opérations mentales, à savoir : l'anticipation et la prévision, l'évaluation-régulation (ou autorégulation) et l'évaluation terminale. La gestion de ces opérations occupe l'ensemble de l'activité : avant-pendant-après (Doly, 1997).

Nous poursuivrons ce développement relatif aux habiletés métacognitives au regard de la terminologie employée par Büchel et Paour (2005), en retenant les activités suivantes : la planification, le contrôle et l'autoévaluation. En effet, cette nomination générique permet de regrouper les différents aspects des activités présentées. Nous détaillerons ainsi chaque terme, tout en faisant notamment référence aux binômes d'activité établis par Doly (2006), afin d'en apporter un étayage plus précis.

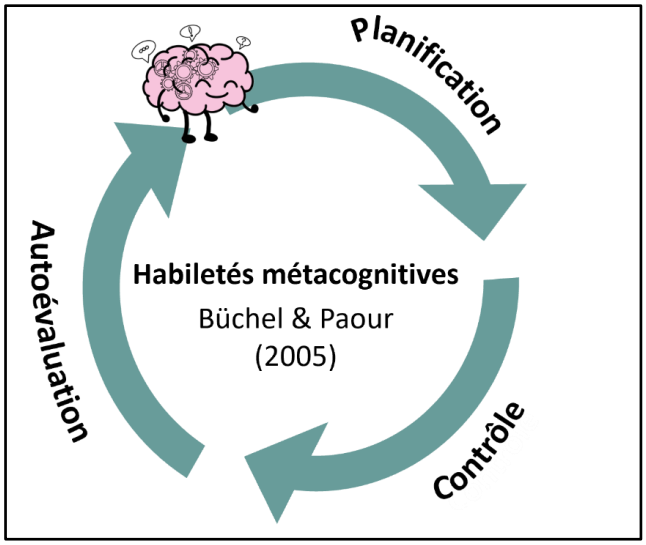


Figure 5 : Processus de mise en œuvre des habiletés métacognitives (schéma de l'auteur)

3.4.2.1 L'activité de planification

L'activité de planification réfère à l'anticipation et à la prévision. Ces deux termes supposent de façon symbiotique une planification au regard des données ainsi que du but visé et représenté. Cette activité se précise avec l'avancée de la gestion de la tâche (Doly, 2006, p. 85). La planification consiste ainsi à représenter le but (Doly, 1997), c'est-à-dire définir l'idéal que l'apprenant souhaite atteindre. Pour cela, établir des objectifs de travail ou d'accomplissement d'une tâche est essentiel. L'ensemble des objectifs fixés permettent de se rapprocher du but, puis l'atteindre. Dès lors que ces objectifs sont établis, il s'agit de choisir et d'organiser des stratégies, afin de s'employer à leur réalisation, par le choix des procédures en fonction des données, du but et des connaissances acquises (Doly, 1997).

Le type d'évaluation à adopter, pendant et à la fin de l'activité, est déterminé afin de mesurer l'atteinte de l'objectif (Peral-Garcia et Dubé, 2012, p. 78). Par exemple, un musicien décide au début d'une séance de travail comment résoudre un passage technique difficile en prévoyant une stratégie. Il estime ensuite le temps de travail qu'il juge nécessaire pour maîtriser cette difficulté. La prévision consiste ici à évaluer la durée de l'activité, son niveau de difficulté, les ressources possibles. L'apprenant adopte une conduite d'essai (Doly, 2006, p. 85). Il s'agit d'élaborer des hypothèses, de tester des solutions. Il choisit enfin la manière dont il s'évalue au début et à la fin de la séance, pour constater son évolution.

La planification est d'autant plus efficace qu'elle peut se référer à des connaissances métacognitives sur la tâche, sur les savoirs de références, sur l'apprenant (Doly, 1997). La prise de conscience des métaconnaissances, ainsi que des démarches utilisées, peut être considérée comme une troisième composante de la métacognition :

> Une prise de conscience, quand elle accompagne l'activité mentale, vient enrichir les connaissances métacognitives, lesquelles, à leur tour, viennent influencer la gestion d'une activité mentale ultérieure (Lafortune et Saint-Pierre, 1996, p. 19).

Afin de donner du sens aux apprentissages, avant, pendant et après l'accomplissement d'une tâche, il semble essentiel d'aider les élèves à « opérer des prises de conscience sur les activités proposées » (*Ibid*.). De ce fait, pour assurer un gain métacognitif, la conscience éventuelle de l'apprenant dans la gestion des processus mentaux (Vygotski, 1925 ; Wallon, 1942), ainsi que le rôle des pratiques enseignantes afin d'y parvenir restent alors à définir. Cette réflexion pourra faire l'objet d'une ouverture et d'une recherche plus approfondie lors de la continuité de nos travaux.

3.4.2.2 L'activité de contrôle

L'activité de contrôle vise à surveiller et à vérifier que le processus cognitif en cours est efficace. Rappelons que la métacognition est « un processus mental dont l'objet est soit une activité cognitive, soit un ensemble d'activités cognitives » (Noël, 1997, p. 19) effectuées par l'apprenant. Ainsi, l'activité de contrôle fait partie de l'ensemble des activités cognitives mises en œuvre par l'apprenant pour accomplir une tâche. Elles consistent principalement à évaluer les actions entreprises pendant l'apprentissage (Peral-Garcia et Dubé, 2012, p. 78). Par exemple, un musicien vérifie l'efficacité de la stratégie choisie en amont pour maîtriser une difficulté instrumentale, en évaluant si les résultats escomptés sont atteints.

Le contrôle interne est une condition essentielle de la réussite (Doly, 1997). La notion de contrôle interne est liée à celle de métacompréhension, qui consiste à s'assurer de la bonne compréhension d'un objet. « L'apprenant qui veut comprendre ce qu'il lit est appelé à être à la fois celui qui lit et celui qui surveille son activité de lecture pour en assurer la réussite » (Doly, 2006, p. 84). Le contrôle interne représente donc une surveillance de l'activité par l'apprenant (Doly, 1998, p. 66). Ce dernier est alors en mesure d'évaluer et réguler l'activité pendant qu'il l'accomplit. Il effectue le suivi des opérations cognitives et en assure ainsi la régulation adéquate (Proust, 2008, p. 4). Le contrôle interne s'exerce par un mécanisme d'évaluation-régulation ou d'autorégulation, permettant de mettre en œuvre le pilotage des activités au regard

du but poursuivi (Doly, 2006, p. 85). L'autorégulation, telle que l'emploie Doly (1997), est définie comme la capacité de l'apprenant à réguler et contrôler son activité cognitive.
Cette démarche s'opère par une distanciation et une prise de recul par rapport à l'activité menée. L'individu s'engage dans un processus métacognitif par lequel il devient maître de l'activité et de sa gestion, afin d'en augmenter l'efficacité. Il s'agit d'opérer du *monitoring*, qui consiste à recueillir des informations relatives à l'exécution de la tâche en cours, mais également d'établir régulièrement des mises au point sur l'avancée de l'activité, sur l'écart au but (Doly, 1997). « Le contrôle métacognitif agit sur l'effort informationnel : il régule la quantité et la qualité de l'information nécessaire à un certain type de tâche » (Proust, 2008, p. 5).
Selon Doly (2006), la prise de conscience des stratégies exercées, ainsi que la corrélation entre la procédure et l'objectif sont essentielles pour guider l'activité. Le maintien de l'orientation vers le but en procédant au repérage et à l'analyse d'erreurs est ainsi nécessaire à la prise de décisions et à l'anticipation sur les conséquences des choix. Cette démarche permet de s'assurer que les stratégies mises en place lors de la phase de planification sont efficientes et toujours en adéquation avec la réalisation du but poursuivi. L'apprenant est ainsi apte à « réguler, prendre des décisions [...] corriger, revenir en arrière, c'est-à-dire guider l'activité » (Doly, 2006, p. 85). Il est alors en mesure d'ajuster sa pratique le cas échéant, afin d'en demeurer l'acteur. Assurer une activité de contrôle est un état permanent de « précorrection de son activité » pour pouvoir la conduire au but (*Ibid.*). L'élève peut ainsi acquérir une autonomie d'apprentissage. En effet, le contrôle interne lui permet d'avoir la capacité de gérer seul ses tâches, de centrer sa participation active sur sa responsabilité dans son propre apprentissage (Wong, 1985).
Les deux premières activités définissant les habiletés métacognitives, soit la planification et le contrôle, s'opèrent avec le rappel de « connaissances et de métaconnaissances utiles ou jugées telles par l'apprenant » (Doly, 2006, p. 85).

3.4.2.3 L'activité d'autoévaluation

L'autoévaluation revêt un aspect essentiel dans le traitement cognitif d'une situation. Tout d'abord, l'apprenant autoévalue « son activité cognitive, le produit mental de cette activité ou tout autre aspect de la situation » (Noël et Cartier, 2016, p. 28), puis prend la décision d'y apporter d'éventuelles modifications. Pour opérer ces modifications, l'apprenant exerce une régulation sur son action, entraînant ainsi une autorégulation générale de l'activité.
Définissons plus précisément ces activités d'autoévaluation, de régulation et d'autorégulation. Lorsque l'apprenant s'autoévalue, il émet un jugement positif ou négatif. Il s'agit d'un

jugement qualitatif du fonctionnement cognitif ou de la performance (Noël et Cartier, 2016, p. 35). L'exemple le plus éloquent est celui d'un élève déclarant (avant, pendant et après l'activité) être satisfait ou non du résultat qu'il propose.

Cela entraîne une activité de régulation, qui consiste en une adaptation du comportement de l'apprenant et de son processus de pensée : « *All theories of learning propose a mechanism of regulation that ensures adaptation of the learner's behavior and thought processes* » – Toutes les théories de l'apprentissage proposent un mécanisme de régulation qui assure l'adaptation du comportement et des processus de pensée de l'apprenant – (Allal, 2010, p. 348-349 ; trad. Ballester, 2024). La régulation peut être ainsi considérée comme essentielle à l'apprentissage. L'apprenant opère une autorégulation, définie tel un processus complexe et dynamique, prenant sa source dans l'histoire de l'apprenant, tout en s'adaptant à divers contextes (Cartier et Butler, 2016).
Pendant l'activité cognitive, la régulation encourage à modifier et adapter la démarche utilisée, lorsque celle-ci a été contrôlée par l'apprenant. Par exemple, un musicien peut conserver la stratégie initialement choisie en début de répétition afin de résoudre une difficulté technique, tout en adaptant la vitesse du geste, en l'augmentant ou la diminuant. Cet exemple relève d'une activité de régulation, permettant au sujet de régler plus efficacement la difficulté instrumentale.

La régulation s'accomplit par l'évaluation finale, consistant 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, p. 85). La régulation est essentielle pour augmenter les chances de réussite dans la réalisation d'une tâche, renforcée par la vigilance exercée sur l'activité. L'élève est alors en mesure d'être son propre guide, d'être autonome dans la gestion de ses tâches, et par la suite dans ses apprentissages, favorisant ainsi le transfert des connaissances et la réussite dans les apprentissages (Doly, 1997).

Le transfert des connaissances et métaconnaissances acquises dans un domaine d'apprentissage différent s'opère de manière plus efficiente chez les élèves en mesure de verbaliser leur activité (Doly, 1997). Il s'agira ainsi de poursuivre cette réflexion en définissant le rôle de la verbalisation dans la métacognition.

3.4.3 La verbalisation dans la métacognition

Dans une situation d'enseignement/apprentissage, « l'espace langagier vise un travail métacognitif chez l'élève » (Piot, 2002, p. 96). À partir d'une situation vécue, la verbalisation peut en effet permettre à l'apprenant de prendre conscience de la démarche employée : c'est-à-dire à devenir auteur et acteur de ses apprentissages. La verbalisation peut être effective avant l'activité, lorsque l'élève reformule, par exemple, avec ses propres mots la consigne présentée par l'enseignant, afin de s'assurer d'avoir compris l'objectif de la tâche prescrite. Verbaliser la procédure utilisée pendant l'activité permet également d'identifier et d'éclaircir les processus intellectuels en jeu. Par exemple, lors d'une activité de résolution de problème, expliciter l'intégralité de sa démarche entraîne l'élève à identifier ses erreurs ou écarts de raisonnement éventuels.

> Il est donc amené à articuler, à plusieurs reprises, différents registres de représentations sémiotiques avec le langage verbal pour rendre compte de son travail dans chacun d'eux (Chanudet, 2019, p. 133).

De plus, après avoir mené l'activité, établir verbalement une synthèse des apprentissages permet d'institutionnaliser les savoirs. À plus long terme, la verbalisation peut également permettre de réinvestir les savoirs précédemment manipulés, lors d'une activité similaire.

La verbalisation encourage ainsi l'élève à organiser sa pensée. En effet, verbaliser suppose d'utiliser des mots précis et adaptés pour atteindre une explication adéquate, en mesure d'être comprise par un interlocuteur. Ici, les pairs ou l'enseignant. Les élèves passent alors d'un niveau d'explication purement descriptif à un niveau explicatif qui produit des inférences (Piaget, 1967).

Pour l'enseignant, la verbalisation de l'élève lui permet d'avoir un aperçu du processus cognitif mis en œuvre par l'apprenant, lors de la réalisation d'une tâche, « lui rendre visible ce que fait l'élève qui apprend » (Piot, 2002, p. 96). L'enseignant peut alors élaborer des objets d'enseignement adaptés aux différents profils de ses élèves. De plus, il peut identifier plus précisément les sources de difficultés des élèves et ainsi prévoir une remédiation adaptée. Piot (2002) illustre cette démarche comme « un travail de chirurgie pédagogique » (*Ibid.,* p. 96), pour identifier à travers la verbalisation de l'élève sur son activité, ce qui lui pose réellement problème.

Pour résumer, à partir d'une situation vécue, la verbalisation peut engager l'apprenant à prendre conscience de la démarche employée. La mobilisation des fonctions exécutives (planification, inhibition, résolution de problèmes, passage d'une tâche à une autre, flexibilité cognitive) permet à l'élève de gérer son activité mentale. L'apprenant utilise et adapte ses connaissances métacognitives, met en œuvre des activités métacognitives (planification, contrôle, autoévaluation), en développant un savoir conscient, afin de le déployer dans des situations de plus en plus complexes. Les habiletés métacognitives naissent de l'interaction entre la mobilisation des connaissances métacognitives et celle des expériences métacognitives, donnant lieu à la gestion des processus mentaux (Peral-Garcia et Dubé, 2012).

L'ensemble des éléments théoriques issus des sciences cognitives, relatifs aux activités de planification, de contrôle, d'autoévaluation et de verbalisation, offre une compréhension plus approfondie du processus métacognitif mis en œuvre par l'élève dans son apprentissage. Ce processus réflexif, inhérent à la gestion de la tâche musicale, mobilise des compétences telles que l'anticipation, l'évaluation et l'ajustement des stratégies, ainsi que la régulation continue des actions entreprises. Il participe ainsi à renforcer les capacités des élèves à s'autoréguler, à prendre du recul et à ajuster leur pratique en fonction des objectifs fixés, tant dans le contexte musical que dans d'autres situations d'apprentissage. Par ailleurs, la prise de conscience des stratégies employées, favorisée par la verbalisation, participe à l'émergence d'une réflexion critique, essentielle au développement de l'esprit critique. Ces informations théoriques permettent ainsi de soutenir l'hypothèse que la pratique instrumentale, par la mobilisation de ces processus métacognitifs, favorise le développement de compétences de raisonnement susceptibles d'être réinvesties dans d'autres domaines d'apprentissage. Leur intégration dans notre méthodologie de recherche pourra, par des outils d'observation et d'évaluation, contribuer à la vérification des hypothèses de travail et à l'élaboration de réponses à nos questionnements.

Les éléments précédemment exposés permettent d'éclaircir les dynamiques métacognitives en jeu dans un processus réflexif général. Au regard de notre question de recherche, qui s'intéresse notamment au développement des habiletés métacognitives chez les élèves d'élémentaire par la pratique musicale, il s'avère nécessaire d'expliciter comment émerge, se forme et s'affine la métacognition chez le jeune sujet, à la fois enfant et élève.

3.4.4 Le développement de la métacognition chez le jeune sujet

3.4.4.1 La métacognition chez l'enfant, de sa naissance au début de sa scolarité

La métacognition permet à l'enfant d'être plus acteur de son apprentissage, en devenant conscient de son propre processus cognitif, de sa façon d'apprendre et de la démarche qu'il doit mettre en œuvre pour exécuter une tâche. La métacognition pourrait ainsi permettre à l'enfant de contrôler son processus d'apprentissage, et dès lors d'obtenir des résultats plus efficients, que ce soit dans des tâches purement scolaires, comme la résolution de problèmes, par exemple, mais également dans des tâches plus quotidiennes, comme le contrôle de ses émotions et de ses interactions avec autrui.

Afin de déterminer si le nourrisson est capable d'agir cognitivement (Proust, 2011), il est nécessaire d'orienter la réflexion vers le domaine de la perception. D'après les observations de Hunter, Ames et Koopman (1983), le bébé manifeste une différenciation entre des *stimuli* visuels familiers et nouveaux, en fonction du gain possible de l'apprentissage. Une cible perceptive serait alors privilégiée par l'enfant. Cette expression employée par ces auteurs s'interprète de façon imagée : les bébés orientent inconsciemment leur choix vers la cible, représentant le but visé : celui de distinguer de nouveaux *stimuli* visuels attrayants : ils préfèrent regarder d'abord l'objet familier avant de s'y habituer, puis l'objet nouveau (*Ibid.*). « Les bébés allouent leurs ressources attentionnelles en vertu des connaissances qu'ils cherchent à extraire au lieu d'être de simples réceptacles de l'information présente dans les *stimuli* » (Proust, 2011, p. 160).

Dès les premiers jours postnataux, le bébé manifeste des capacités de discrimination auditive susceptibles de développer son attention sélective vis-à-vis des stimulations familières et sécurisantes de son environnement (Montagner, 1990, p. 103). Cette capacité à discriminer et sélectionner des *stimuli* rassurants, évocateurs de la vie fœtale (bruits cardiaques, voix maternelle), illustre l'engagement du bébé dans une première démarche métacognitive, lui permettant d'assurer une gestion et un contrôle de ses émotions, favorisant ainsi un environnement émotionnel apaisant. En effet, le nourrisson met inconsciemment en œuvre une

activité de reconnaissance (tri et classement) des bruits environnants, pour atteindre son but (se rassurer). C'est donc cette activité qui illustre ici la mise en œuvre d'un processus métacognitif.

Aux abords de 4 mois, le bébé montre une capacité à interagir avec autrui de manière développée. Il est en mesure de « répondre aux manifestations de son partenaire, quelles qu'en soient les modalités de rythmes et de forme, puis à les activer et réactiver » (Montagner, 1990, p. 105). C'est-à-dire que le bébé s'engage dans une démarche communicationnelle, par laquelle se structurent « d'autres processus interactifs et par suite, le codage et décodage des émotions et des intentions » (*Ibid.*). Le bébé est investi dans une dynamique d'apprentissage pour se construire comme « être de communication » (*Ibid*., p. 104), en découvrant ses capacités à faire comprendre ses émotions et les intentions de l'autre (*Ibid*., p. 105).

Il y a métacognition, car l'enfant engage inconsciemment des compétences réflexives dans l'intention d'atteindre un objectif précis, ici, celui d'être compris par son partenaire. Par exemple, le soutien et l'orientation du regard, les mouvements de mains, de bras de jambes, les vocalisations, constituent des socles pivots qui suscitent une succession de processus interactifs qui eux-mêmes engendrent le codage et le décodage des émotions et des intentions. C'est en conversant au travers de manifestations « posturales, gestuelles, mimo-gestuelles et vocales » (Montagner, 1990, p. 105) que l'enfant développe des compétences d'observation et d'écoute.

Si cet échange résulte d'un apprentissage communicationnel, le processus mis en œuvre pour trouver comment se faire comprendre s'apparente à celui mobilisé dans la réalisation d'une tâche matérielle ou physique, consistant à trouver comment s'y prendre pour faire et réussir. C'est donc une véritable démarche métacognitive qui se profile à travers cet échange communicationnel, avec pour objectif de faire comprendre à l'autre ses intentions et ses émotions.

Dès la fin de la première année et avant même l'usage de la parole, les très jeunes enfants sont en mesure d'évaluer pratiquement ce qu'ils savent ou ont besoin d'apprendre de leurs parents (Proust, 2011). Les deux composantes de la métacognition, à savoir les métaconnaissances et les habiletés métacognitives, sont ici mobilisées, respectivement par l'évaluation des savoirs et l'identification des besoins d'apprentissage. L'enfant est donc déjà investi dès son plus jeune âge dans cette forme procédurale de la métacognition. En effet, l'engagement des jeunes enfants dans ce processus métacognitif permet d'accéder au contrôle de la perception, de la mémoire, ainsi qu'à la découverte progressive de la manière d'acquérir une information pertinente, sans pour autant juger qu'ils ont les états de pensée correspondants

(Proust, 2011). En d'autres termes, ce processus s'opère de manière inconsciente chez les très jeunes sujets, mais illustre tout de même les prémisses d'une activité métacognitive.

À partir de deux ans, il est possible d'observer chez les enfants une complexification des activités communicationnelles, notamment par la parole qui se développe davantage. L'enfant communique d'une manière de plus en plus significative et élaborée, afin d'être compris par des pairs ou des adultes. Ces activités de communication encouragent le jeune enfant à mettre en œuvre inconsciemment une démarche métacognitive pour, d'une part « percevoir la signification émotionnelle et/ou attentionnelle des partenaires » (Montagner, 1990, p. 106) et d'autre part, y répondre, en s'assurant que le « message émotionnel ou intentionnel a une probabilité d'être écouté, reçu et décodé » (*Ibid.*).

Prenons l'exemple d'un enfant qui, en observant l'un de ses pairs en difficulté pour monter sur un manège, lui tend les bras, l'enlace et le tire par les mains pour l'aider à se hisser. Ici, l'enfant, en décodant l'intention de l'autre, a formé le projet de lui venir en aide (*Ibid.*, p. 107). Pour cela, il a mis en œuvre une succession d'actes coordonnés et appropriés pour accomplir son projet. Cet exemple illustre la mise en œuvre par l'enfant d'un processus métacognitif. En effet, par l'observation et l'écoute, il identifie le besoin de l'autre (monter sur le manège) et élabore ainsi une décision bénéfique à ce dernier. Il réalise une activité de planification en représentant le but : l'aider à se hisser en anticipant une chute éventuelle. Puis, il élabore une stratégie pour s'employer à la réalisation du but : tendre les bras, communiquant ainsi un message implicite pour que son camarade comprenne qu'il peut s'y accrocher. Pour cela, il réalise une succession d'actions motrices : se pencher en avant, déplier ses bras pour les tendre, agripper la main de l'autre, exercer une force pour le hisser… L'enfant procède alors, tout au long de l'accomplissement du but, à une activité de contrôle. Ici, s'assurer que l'autre a bien compris le message implicite, vérifier que ses bras sont assez tendus, user si nécessaire de la parole pour guider son partenaire en fonction de ses réactions, aller chercher un adulte si sa force n'est pas suffisante... Il régule et adapte ainsi son activité, afin d'en garder le contrôle et d'en assurer la réussite. Enfin, par cette expérience, l'enfant autoévalue l'accomplissement du but : Est-il parvenu à aider son camarade ? Qu'est-ce qui a ou n'a pas fonctionné ? Comment devra-t-il procéder la prochaine fois ? Que cette activité d'autoévaluation soit consciente ou inconsciente, il en résulte inévitablement un apprentissage pour l'enfant, qu'il pourra réinvestir dans une situation semblable. En effet, il aura acquis une expérience, connaîtra les gestes qui ont fonctionné ou inversement. Il sera davantage en mesure d'ajuster directement son comportement, permettant ainsi la réalisation plus efficiente du but.

Cet exemple de procédure métacognitive établie par l'enfant, afin d'aider l'un de ses pairs, est semblable à celle mise en œuvre dans l'accomplissement d'une tâche scolaire. Nous poursuivrons ainsi ce raisonnement en présentant le développement de la métacognition chez l'élève.

3.4.4.2 La métacognition chez l'élève

La mise en œuvre pédagogique de la métacognition permet de rendre l'élève acteur de son apprentissage (Doly, 1997). En effet, le développement d'attitudes et de compétences métacognitives place l'élève dans une posture face au savoir et à l'apprentissage qui favorise la mise en œuvre efficiente de procédures d'apprentissage (*Ibid.*). La métacognition améliore la capacité des apprenants à faire face aux situations scolaires (Hagen et Weinstein, 1995 ; Pintrich, 1995 ; Zimmerman et Paulsen, 1995).

L'enjeu de l'école ne réside pas dans l'engagement permanent de l'élève à exercer ce contrôle métacognitif pour l'ensemble des tâches, mais dans la création d'une habitude métacognitive. Ainsi, l'élève dispose de stratégies toujours disponibles, devenant par la suite des automatismes utilisés dans la mobilisation des compétences et dans la restitution des connaissances (Doly, 2006, p. 86).

Les apprenants deviennent dès lors experts en apprentissage métacognitif, transféreurs et motivés (Wong, 1985 ; Bouffard-Bouchard et al., 1991a). L'élève déploie son expertise parce qu'il devient épistémologue des savoirs, c'est-à-dire qu'il détient davantage de connaissances et de méthodes relatives aux stratégies d'apprentissage. Il est donc expert dans les modes de construction du savoir (Doly, 1997) et peut ainsi les déployer pour augmenter son efficacité et favoriser sa réussite scolaire.

> La promesse de la métacognition […] c'est qu'elle permet la généralisation des performances à des situations différentes, c'est qu'elle fait de l'apprenant, un sujet auto-évaluateur, quelqu'un qui a appris comment apprendre (Gaveleck et Raphael, 1985, cité par Doly, 2006, p. 86).

Ainsi, la métacognition joue un rôle essentiel dans le processus d'apprentissage des élèves, particulièrement dans un contexte de pratique musicale. En rendant l'élève acteur de son apprentissage, la métacognition favorise l'appropriation de stratégies d'autorégulation, fondamentales au développement de compétences de raisonnement critique. La pratique d'un

instrument de musique nécessite une réflexion constante sur ses progrès et techniques. Les élèves apprennent à évaluer leurs performances, à identifier les domaines d'amélioration et à ajuster leur approche en fonction de leurs observations. Cette dynamique renferme à la fois la capacité à s'autoréguler et leur engagement dans la tâche. En développant des compétences métacognitives, les élèves deviennent aptes à analyser et à critiquer leurs propres raisonnements et ceux des autres. La pratique instrumentale, notamment collective dans le cas d'un orchestre à l'école, implique des interactions avec d'autres musiciens et stimule cette capacité à questionner et à évaluer des perspectives différentes, favorisant ainsi l'émergence de l'esprit critique. Ces éléments soutiennent notre objet de recherche, qui s'intéresse notamment à explorer comment les compétences métacognitives émergent dans la pratique instrumentale, ainsi qu'à comprendre les mécanismes sous-jacents à la régulation de l'apprentissage.

La généralisation des compétences métacognitives à des situations variées, comme la pratique instrumentale ou la résolution de problèmes, permet aux élèves de transférer leur capacité d'analyse et de réflexion à différents domaines d'apprentissage. Ils deviennent alors des apprenants autonomes, capables de naviguer dans des contextes réflexifs complexes et d'appliquer leur pensée critique à des défis divers. Former la pensée des élèves suppose l'accès à une culture universelle qui donne forme à l'esprit (Bruner, 1991), préparant l'apprenant à réfléchir le monde (*Ibid.*) et à son autonomie. Ainsi, l'enjeu scolaire de la métacognition réside dans la transmission des savoirs, exigeant dans leur appropriation « distanciation, réflexivité et donc contrôle métacognitif » (Doly, 2006, p. 95). Dès lors, nous aborderons plus précisément le mécanisme permettant l'activité de contrôle métacognitif : l'autorégulation.

3.5 L'autorégulation

L'autorégulation provient des travaux du mathématicien Wiener (1940) sur la cybernétique, science du contrôle. L'autorégulation est un processus cognitif opéré par un mécanisme appelé « boucle de rétroaction négative » (Cosnefroy, 2004, p. 9), dont l'objectif est de diminuer au maximum l'écart entre l'état présent et le but à atteindre. La boucle de rétroaction devient positive lorsque l'écart entre l'état présent et la valeur de référence (conduites d'évitements) est accru (*Ibid.*).

L'autorégulation et la régulation sont des notions conceptuelles du fonctionnement de l'apprenant, qui s'ancrent sous différents aspects théoriques et scientifiques de la psychologie : comportementale, développementale, cognitive, d'apprentissage social, neuropsychologie (Nader-Grosbois, 2007).

En psychologie, la mise en œuvre des conduites autorégulées caractérise fondamentalement le fonctionnement humain. Plus spécifiquement en neuropsychologie, l'autorégulation est liée aux fonctions exécutives (planification, inhibition, résolution de problèmes, passage d'une tâche à une autre, flexibilité cognitive). Ce processus permet de comprendre la planification des actions de l'apprenant par rapport à un but poursuivi. Le processus d'autorégulation articule différentes relations cérébrales, comme le cortex préfrontal et frontal (Nader-Grosbois, 2007). En psychologie appliquée, les processus d'autorégulation sont étroitement liés à l'adaptabilité et à la réussite efficiente dans l'accomplissement d'une tâche (Cosnefroy, 2004). Au regard de la psychologie développementale, l'autorégulation participe à la construction de l'identité de l'individu, par la régulation cognitive et émotionnelle, mais également par le développement social. En effet, l'aspect social de l'apprentissage, par la collaboration, l'échange, la coopération entre pairs, renforcerait le développement de l'autorégulation de l'apprenant.

L'autorégulation participe ainsi au développement de l'autonomie intellectuelle de l'apprenant, de sa capacité d'adaptation et d'autodétermination. Dans la durée, ce processus impacte la gestion globale de l'individu et la construction de soi, mais agit également sur la transversalité des apprentissages à plus court terme, notamment dans la résolution de problème, ou la capacité à traiter le caractère urgent d'une situation (Nader-Grosbois, 2007). À ce sujet, Allal (2007) relève que les régulations sont des mécanismes qui permettent le guidage, le contrôle et l'ajustement des activités cognitives, affectives et sociales. Les compétences de l'apprenant ne pourraient pas évoluer sans ces derniers (*Ibid.*, p. 9). Selon Buysse (2007), les processus de régulation expliquent « comment les perturbations sont traitées par le système pour revenir à un état d'équilibre » (*Ibid.*, p.14), expliquant comment l'enfant trouve de nouvelles solutions à un problème donné ou comprend de nouvelles notions.

> La régulation a pour finalité générale d'assurer l'adaptation du fonctionnement d'un système en interaction avec son environnement. Les processus de régulation expliquent le « comment » de l'équilibration (Piaget, 1975, p. 23).

Dans une perspective suivant le modèle constructiviste, l'apprenant élabore des schèmes dans une situation de résolution de problème. Rappelons qu'un schème représente une organisation

d’actions pouvant être transférée et généralisée d’une situation à une autre. Ainsi, lorsque l’apprenant est confronté à une situation nouvelle nécessitant une adaptation, cela l’engage à ajuster ses schèmes préexistants. Par conséquent, les schèmes se complexifient progressivement. L’apprenant régule ainsi en permanence son activité, afin de s’adapter aux diverses situations rencontrées (Ravenstein, 1999, p. 45).

Le mécanisme d’autorégulation s’ancre également dans les sciences de l’éducation au regard de l’élève qui opère alors un « apprentissage autorégulé » (Cosnefroy, 2010). Nous allons maintenant aborder cette notion.

3.5.1 L’apprentissage autorégulé

3.5.1.1 Un processus pour « apprendre à apprendre »

La compréhension du processus d’autorégulation permet d’envisager la manière dont les élèves peuvent acquérir la capacité d’apprendre de manière efficace (Nader-Grosbois, 2007). En régulant leur propre apprentissage, les apprenants sont en mesure d’améliorer leurs performances, de préserver leur bien-être et de réussir dans leur parcours scolaire (Cosnefroy, 2004). En effet, les processus autorégulés sont associés à une compréhension holistique de l’apprenant, intégrant les divers aspects de sa personnalité : cognitif, métacognitif, motivationnel, comportemental, social.

L’apprentissage autorégulé présente une relation symbiotique avec les habiletés métacognitives. Omniprésent dans les trois types d'activités métacognitives (la planification, le contrôle, l’autoévaluation), cet apprentissage est considéré comme l’aspect procédural de la métacognition – les habiletés métacognitives (Brown, 1987 ; Kluwe et Spada, 1980). L’apprentissage autorégulé permet à l’élève de contrôler et 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.

L’apprentissage autorégulé met l’accent sur la participation active de l’apprenant dans le processus d’apprentissage. Trois caractéristiques représentent l’engagement de l’apprenant

dans un processus d'apprentissage autorégulé : l'initiative personnelle (recourir à ses propres ressources pour s'engager dans l'activité, ajuster son fonctionnement selon des situations variables), la persévérance (investissement d'efforts pour acquérir des connaissances et des compétences), l'adaptabilité (adapter ses pensées, ses ressentis et ses actions afin d'agir sur l'apprentissage et le contrôler) (Cosnefroy, 2004). En lien avec les apports didactiques, cognitifs et métacognitifs sous-jacents au processus d'apprentissage présentés jusqu'à présent, la participation active de l'apprenant est au cœur de notre objet de recherche. C'est par un engagement actif dans la tâche que l'élève peut développer une réflexion critique, structurée et raisonnée, susceptible d'être réinvestie dans des contextes variés.

L'apprentissage autorégulé favorise ainsi l'autonomie, la volonté et la mise en œuvre stratégique de l'apprenant, contribuant ainsi efficacement à sa capacité de réussir dans l'exécution d'une tâche (Cosnefroy, 2004). La capacité d'autorégulation est une variable importante pour améliorer les performances dans les apprentissages et pour expliquer les disparités de réussite entre les apprenants. Un trouble de l'autorégulation pourrait participer à expliquer une déficience intellectuelle chez l'apprenant, représenté par un dysfonctionnement de l'autorégulation (Nader-Grosbois, 2007).

L'apprentissage autorégulé s'appuie sur les compétences et les dispositions qui favorisent les opérations mentales de l'élève (telles que les métaconnaissances et les habiletés métacognitives). Ce processus d'apprentissage est également influencé par les situations rencontrées et expérimentées. Les élèves mettent en œuvre des stratégies d'autorégulation, telles que l'établissement de liens intrinsèques, la recherche d'une aide adaptée (par exemple, poser une question à l'enseignant), la mise en lien avec les cours précédents, la production de résumés d'apprentissage ou l'anticipation de questions possibles (Nader-Grosbois, 2007).

L'apprentissage autorégulé, tel que décrit par Nader-Grosbois (2007), fait écho aux stratégies d'autorégulation similaires mises en œuvre par l'élève dans la pratique instrumentale à travers la planification, le contrôle et l'évaluation de ses performances. La formation de liens intrinsèques, par exemple, se manifeste chez l'apprenti musicien à travers la mise en relation des acquis antérieurs avec les exigences techniques actuelles. De plus, la recherche d'aide adaptée, évoquée dans le cadre scolaire, trouve son équivalent dans la sollicitation de conseils d'un enseignant ou de ressources externes afin de surmonter une difficulté technique. La production de résumés d'apprentissage, quant à elle, peut être transposée à la pratique musicale

sous la forme d'une réflexion critique sur la progression de l'élève et de l'analyse de sa propre performance. En outre, l'anticipation des passages difficiles constitue une stratégie distincte permettant à l'apprenti musicien de se préparer efficacement aux divers défis techniques à surmonter. Ainsi, l'ensemble de ces stratégies d'autorégulation présentes tant dans le domaine scolaire que musical, participe au développement des habiletés métacognitives et de l'esprit critique, soutenant l'hypothèse selon laquelle la pratique instrumentale favoriserait le développement de ces compétences chez les élèves d'élémentaire.

L'apprentissage autorégulé, qui permet à l'élève de développer des compétences fondamentales pour « apprendre à apprendre », constitue une approche essentielle pour renforcer son adaptabilité dans des contextes d'apprentissages différents. En autorégulant son apprentissage, l'élève devient acteur. L'engagement de l'élève dans la mise en œuvre d'un processus réflexif autorégulé dessine ainsi le chemin vers une gestion autonome de son apprentissage.

3.5.1.2 De l'autorégulation vers le développement d'une autonomie d'apprentissage

Schunk (1994) définit l'apprentissage autorégulé comme « un ensemble de processus par lequel les sujets activent et maintiennent des cognitions, des affects et des conduites systématiquement orientés vers l'atteinte d'un but. » (*Ibid.,* p. 10). Cette définition met en évidence le rôle de l'effort au regard des trois aspects : la cognition, l'affect et la conduite. Autonomie et effort sont ainsi étroitement liés au cœur de l'autorégulation (Boekaerts, 1996). L'effort est un ensemble de processus complexes. Surmonter une difficulté suppose de maintenir sa concentration (Cosnefroy, 2004). L'effort est représenté par la qualité des stratégies mises en œuvre. La nécessité de l'effort provient d'un obstacle présent lors de l'activité, comme une distraction, une difficulté (Cosnefroy, 2004). La distraction est un indicateur qui met en évidence un conflit de buts. En effet, s'engager dans une activité suppose de renoncer à d'autres (Eccles, 2005). Parmi plusieurs activités possibles, la priorité ainsi que l'intention d'apprendre peuvent être remises en cause. Pour y remédier, les ressources métacognitives de l'apprenant sont alors engagées. Par ailleurs, la confrontation à la difficulté consistant à surmonter l'obstacle nécessite également un effort. Tout d'abord, l'identification de l'obstacle engage un surcroît d'attention et d'énergie (analyse, recherche de nouvelles procédures). De plus, la

difficulté met en évidence la lutte contre le découragement face à l'échec. Les ressources motivationnelles de l'apprenant sont alors mobilisées (Cosnefroy, 2004).

> L'autorégulation consiste à prendre les difficultés et les revers comme des opportunités pour apprendre en identifiant les faiblesses et en développant de nouvelles stratégies pour atteindre ces buts (Crokers, Brook, Niiya et Villacorta, 2006).

En effet, la compétence et l'estime de soi jouent un rôle conséquent dans les tâches à accomplir (Cosnefroy, 2004). L'apprenant ayant une estime de lui-même inhibée quant à ses compétences fournit des efforts peu quantitatifs. Les travaux de Pajares (1996) et Schunk (1991) établissent que la perception de l'élève sur ses compétences agit sur son engagement cognitif et sur sa réussite scolaire. L'absence de coût cognitif représente le contraire de l'effort, par évitement (déficit motivationnel) ou par la mise en œuvre d'automatismes (expertise) (Cosnefroy, 2004). En ce sens, les processus mis en place lors de l'apprentissage autorégulé seraient davantage mobilisés de manière inconsciente (Vohs et Baumeister, 2004).

Par ailleurs, les stratégies et la mise en œuvre d'actions sont intrinsèquement liées à l'activité de contrôle. « Les stratégies d'autorégulation sont des stratégies cognitives que l'élève utilise consciemment, systématiquement et constamment lorsqu'il assume la responsabilité de son apprentissage » (Viau, 2007, p. 83). Les stratégies d'autorégulation étant manifestées par une activité cognitive mise en œuvre par l'apprenant, elles sont difficilement perceptibles. En revanche, il est possible d'observer les actions par lesquelles elles se traduisent (Viau, 2007).

Une stratégie est élaborée en fonction d'un but à atteindre et comporte plusieurs dimensions, entraînant une charge cognitive importante pour son exécution. En effet, développer une stratégie implique de choisir, coordonner et mobiliser différentes ressources pour anticiper son efficacité (Fayol et Monteil, 1994). La charge cognitive est directement en lien avec la quantité d'informations et les relations établies entre elles.

L'autorégulation de l'apprentissage regroupe ainsi un ensemble d'actions compensatrices, destinées à réduire les perturbations liées à l'activité. La conduite est régulée afin d'avoir des résultats plus efficients. Dans le domaine de l'apprentissage, les deux fonctions de compensation et d'amélioration sont présentes. La première est fondamentale afin d'éviter l'échec, la seconde intervient dans la recherche de l'excellence (Cosnefroy, 2004). L'autorégulation revêt un double ancrage, à la fois cognitif et motivationnel (Boekaerts, 1996). En ce sens, la définition de l'apprentissage autorégulé peut être présentée comme « l'intensité

avec laquelle l'individu est aux plans de la métacognition, de la motivation et de la conduite, un participant actif dans ses processus d'apprentissages » (Cosnefroy, 2011, p. 12). L'autorégulation résulte ainsi de processus motivationnels, cognitifs et métacognitifs conscients ou inconscients.

La différence entre l'autorégulation et l'apprentissage autorégulé peut être davantage éclairée par Buysse (2007) :

> Si une part d'autorégulation a toujours lieu, l'apprentissage autorégulé, tout en dépendant des mêmes mécanismes que l'autorégulation, dépend de la participation de l'apprenant à la détermination des objectifs d'apprentissage (*Ibid.*, p. 28).

Un élève qui s'autorégule ne met pas forcément en place un apprentissage autorégulé. En effet, pour cela, il faut que l'apprenant ait lui-même déterminé ses objectifs d'apprentissage. La distinction entre l'autorégulation et l'apprentissage autorégulé, comme l'indique Buysse (2007), est pertinente dans le contexte de l'éducation musicale, notamment dans un orchestre à l'école. L'apprentissage autorégulé requiert en effet que les élèves établissent eux-mêmes leurs objectifs d'apprentissage, ce qui est fondamental dans la dynamique d'un orchestre. Les musiciens, en s'engageant dans des pratiques collectives, doivent gérer leur propre progrès, mais aussi collaborer avec leurs pairs pour atteindre des objectifs communs. Cette collaboration favorise par ailleurs la pensée critique, car les élèves sont amenés à réfléchir sur leur propre performance et à évaluer celle des autres. Par exemple, en discutant des interprétations musicales ou en s'entraidant sur des passages difficiles, ils développent leur capacité à donner et à recevoir des retours constructifs. Ainsi, l'intégration de l'apprentissage autorégulé dans la pratique instrumentale en orchestre pourrait non seulement développer l'autonomie des élèves, mais aussi renforcer leur esprit critique.

La dynamique d'apprentissage autorégulé, nourrie par la collaboration et engageant une réflexion critique, souligne l'importance de développer des outils efficaces pour mesurer ces compétences chez les élèves. C'est pourquoi nous allons désormais nous intéresser au modèle de l'autorégulation, selon Zimmermann et al. (2017), qui permettra notamment de définir les indicateurs inhérents au processus.

3.5.2 Un modèle d'autorégulation

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 stratégies et processus mis en œuvre dans l'autorégulation des 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 (*Ibid.*).

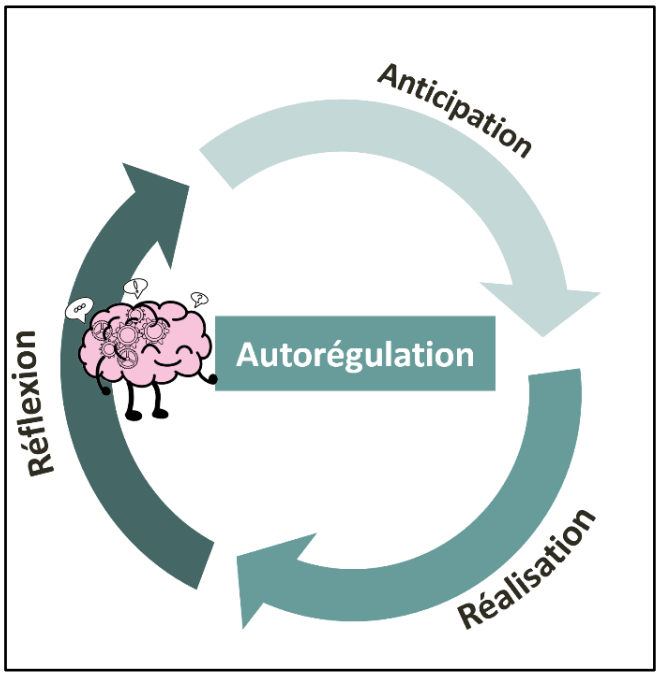


Figure 6 : Les phases du processus d'autorégulation (schéma de l'auteur)[8]

Poursuivons par le développement de chaque phase du processus d'autorégulation, afin de mettre en lumière les indicateurs d'analyse que nous retiendrons dans la construction et la mise en œuvre de notre méthodologie de recherche.

[8] À partir de Zimmermann et al. (2017)

3.5.2.1 Les phases du processus d'autorégulation

3.5.2.1.1 L'anticipation

Tout d'abord, la phase d'anticipation revêt deux catégories de processus : l'analyse de la tâche et les croyances motivationnelles.

La première catégorie, celle de l'analyse de la tâche, consiste à identifier et fixer les buts d'apprentissage à atteindre lors de l'accomplissement de la tâche. La construction du but produit une régulation proactive cognitive et motivationnelle (Cosnefroy, 2004). En effet, la fixation du but permet de comparer les différentes actions à mettre en œuvre dans l'atteinte du but et ainsi d'agir sur le cours de l'action (Pintrich, 2004). Le but à atteindre entraîne ainsi un processus de comparaison dont découlent les actions compensatrices, rendant l'apprenant acteur. Le processus d'autorégulation peut être simplifié sous trois conditions : la spécificité des buts fixés (niveau de performance à atteindre selon l'objet d'apprentissage) ; la proximité dans le temps (les progrès de l'apprenant peuvent ainsi être rapidement constatés) ; la difficulté (niveau suffisant pour entraîner l'autorégulation). De plus, la planification stratégique consiste à prévoir les stratégies efficientes afin d'atteindre le but fixé. La régulation de l'activité permet à l'apprenant de revoir et d'adapter si besoin les stratégies précédemment choisies.

La seconde catégorie, relative aux croyances motivationnelles, concerne la motivation nécessaire à l'investissement dans la tâche à accomplir. L'auto-efficacité fait référence à la perception qu'a l'apprenant de lui-même, quant à sa capacité à accomplir une tâche. Les attentes quant aux résultats représentent la performance engendrée par l'accomplissement de la tâche et l'apprentissage qui en découle. L'intérêt intrinsèque est relatif à la valeur que revêt la tâche à accomplir. La valeur de la tâche aurait le plus de pouvoir prédictif sur l'engagement cognitif, les stratégies d'apprentissage et d'autorégulation et la persévérance dans l'apprentissage (Viau et Bouchard, 2000). L'orientation des buts désigne la raison entraînant l'apprenant à s'engager dans la tâche. Lorsque les buts fixés s'orientent davantage vers la maîtrise de l'objet d'enseignement, et non sur le résultat d'apprentissage, l'apprenant développe des stratégies cognitives plus efficientes. À ce sujet, Legendre (2005), établit ce processus cognitif comme des techniques ou procédures intellectuelles choisies par une personne, comme étant les plus propices à la résolution d'un problème. Selon Zimmermann et al. (2017), le niveau de complexité est alors accru.

La phase d'anticipation, qui repose à la fois sur l'analyse de la tâche et les croyances motivationnelles, permet à l'apprenant de préparer et d'orienter ses efforts de manière proactive. En identifiant les buts à atteindre et en planifiant des stratégies adaptées, tout en mobilisant sa motivation et son auto-efficacité, l'apprenant s'empare des ressources nécessaires afin d'aborder l'activité de façon autonome et réfléchie. Fort de cette préparation, il peut alors entrer dans la phase de réalisation, où les actions planifiées prennent forme. Cette étape nécessite une mise en œuvre active des stratégies tout en engageant un ajustement continu en fonction des progrès constatés et des obstacles rencontrés.

3.5.2.1.2 La réalisation

La phase de réalisation comporte deux catégories de processus : le contrôle de soi et l'auto-observation.

La première catégorie, soit le contrôle de soi, se réfère aux stratégies cognitives mises en œuvre afin d'accomplir une tâche spécifique, par l'auto-instruction. Par exemple, l'apprenant peut s'adresser des consignes afin de se guider dans l'accomplissement de la tâche, rechercher de l'aide auprès de ses pairs ou de l'enseignant.

La seconde catégorie est celle d'auto-observation. Lors du monitorage métacognitif, l'apprenant vérifie que l'apprentissage et les buts fixés sont en adéquation. L'enregistrement de soi constitue une trace des actions entreprises par l'apprenant durant l'activité, afin d'évaluer les obstacles rencontrés, l'efficacité des stratégies employées (Famose et Margnes, 2016).

Dans la phase de réalisation, le contrôle de soi et l'auto-observation permettent à l'apprenant de suivre activement l'évolution de son travail tout au long de l'accomplissement de la tâche. Grâce à l'auto-instruction et au monitorage métacognitif, il ajuste ses stratégies et adapte son approche en temps réel. Une fois l'activité accomplie vient la phase de réflexion, où l'apprenant analyse ses performances, évalue la pertinence de ses choix stratégiques et tire des enseignements pour de futures situations d'apprentissage. Il opère ainsi une distance critique au regard de la gestion générale de son activité. Toutefois, la phase de réflexion ne se limite pas à une analyse rétrospective : elle s'opère également tout au long de l'accomplissement de la tâche par des rétroactions, permettant ainsi des ajustements continus afin d'améliorer sa gestion en temps réel.

3.5.2.1.3 La réflexion

La phase de réflexion se caractérise par deux catégories de processus : le jugement personnel et les réactions personnelles.

La première catégorie, regroupant le jugement personnel, est en lien avec l'autoévaluation de l'activité, par laquelle l'apprenant identifie si les buts fixés sont atteints, les raisons à l'origine de la réussite ou de l'échec. Par exemple, l'échec peut être dû à une stratégie choisie non adaptée (origine interne), comme à une consigne manquant de précision (origine externe). Le concept d'attributions causales (Zimmermann, 2000) montre que l'apprenant fournit un effort plus conséquent et s'investit davantage dans les apprentissages lorsque les causes de ses réussites ou échecs sont internes.

La seconde catégorie, présentant les réactions personnelles, est de l'ordre de la perception et se réfère à l'autosatisfaction. L'apprenant adopte des choix adaptatifs (stratégies efficaces à améliorer) ou défensifs (protection face à l'échec et l'insatisfaction). Les principaux déterminants de la motivation sont en effet relatifs à la perception qu'à l'élève de lui-même (estime de soi) ainsi qu'au contexte dans lequel se déroule l'apprentissage (Viau et Bouchard, 2000). La perception de l'élève sur ses comportements d'apprentissage revêt trois dimensions : la perception de la valeur accordée à la tâche (Wigfield et Eccles, 1992) ; la perception que l'élève a de ses compétences à réussir l'activité (Bandura, 1993 ; Bouffard-Bouchard et al., 1991 ; Pajares, 1996) ; la perception du degré de contrôle qu'il exerce sur le déroulement et les conséquences de celle-ci (Skinner, 1995).

Pour résumer, le processus d'autorégulation s'articule à travers trois phases interconnectées : l'anticipation, la réalisation et la réflexion. Dans un contexte de pratique orchestrale, le musicien fait preuve d'anticipation en se préparant par exemple au jeu. Il chante l'air dans sa tête pour se remémorer la mélodie, positionne ses doigts sur la note de départ, se tient prêt à jouer tout en gardant un œil attentif sur le chef d'orchestre. La phase de réalisation met en avant le contrôle de soi et l'auto-observation, permettant au musicien d'ajuster son interprétation en temps réel en fonction des retours du chef d'orchestre et des interactions avec ses pairs. Enfin, la phase de réflexion se divise sous deux aspects : la réflexion rétrospective, qui consiste à évaluer l'exécution après l'activité, et la réflexion continue, qui permet au musicien de s'autoévaluer et de s'ajuster en temps réel tout au long de l'accomplissement de la tâche. Ensemble, ces trois

phases forment un cycle dynamique où chaque étape enrichit la suivante, favorisant ainsi un apprentissage musical autorégulé, autonome et collaboratif au sein de l'orchestre.

Le tableau à venir synthétise les éléments présentés ci-dessus, relatifs à la définition précise de chaque phase du processus d'autorégulation – l'anticipation, la réalisation et la réflexion – et des indicateurs qui les déterminent.

PHASE 1 ANTICIPATION	PHASE 2 RÉALISATION	PHASE 3 RÉFLEXION
Analyse de la tâche - Autofixation des buts - Planification stratégique	**Contrôle de soi** - Stratégies liées à la tâche - Auto-instruction - Imagerie - Gestion du temps - Gestion de l'environnement - Recherche d'aide - Stratégie permettant d'améliorer son intérêt - Conséquences personnelles	**Jugement personnel** - Autoévaluation - Attributions causales
Croyances motivationnelles - Auto-efficacité - Attentes quant aux résultats - Intérêt intrinsèque - Orientation des buts	**Auto-observation** - Monitorage métacognitif - Enregistrement de soi	**Réactions personnelles** - Autosatisfaction - Décisions adaptatives ou défensives

Tableau 1 : Indicateurs des phases du processus d'autorégulation[9]

[9] À partir de Zimmermann et al. (2017)

Dans la construction méthodologique de notre recherche, nous avons ciblé certains indicateurs relatifs aux trois phases du processus d'autorégulation. Nous poursuivrons par la présentation de ces derniers, accompagnée d'un éclaircissement de nos choix.

3.5.2.2 Les indicateurs des phases d'autorégulation

Trois indicateurs des phases d'autorégulation ont été retenus pour cette recherche : la planification stratégique (phase d'anticipation), les stratégies liées à la tâche (phase de réalisation), l'autoévaluation (phase de réflexion). Ces indicateurs sont en effet détaillés par la littérature scientifique en sciences de l'éducation et sciences cognitives définissant notre cadre théorique, ainsi que constamment présents dans la pratique instrumentale et dans le développement de l'esprit critique par le mécanisme d'autorégulation. Prenons l'exemple d'un élève musicien en situation d'orchestre : avant la répétition, il engage une planification stratégique en analysant sa partition et en anticipant les passages difficiles, comme des rythmes complexes ou des changements de *tempo*. Cette étape requiert déjà une réflexion critique, car l'élève doit identifier les défis à venir et évaluer ses propres compétences pour y répondre. Pendant la répétition, il applique les stratégies liées à la tâche qu'il a planifiées, ajustant son jeu en fonction des exigences techniques et des indications du chef d'orchestre. L'esprit critique se développe alors plus profondément, car il s'agit d'évaluer en temps réel la pertinence de ses choix et de les ajuster en fonction des résultats sonores et des interactions avec ses camarades. Enfin, l'élève procède à une autoévaluation de sa performance à la fois durant la répétition, en se corrigeant en temps réel – et après, en réfléchissant à ce qui a bien fonctionné et aux aspects à améliorer. Ce processus engage pleinement son esprit critique, puisqu'il doit non seulement remettre en question ses choix, mais aussi les réévaluer pour ajuster ses stratégies. À chaque étape, l'élève développe ainsi une pensée critique en lien avec la pratique musicale, tout en améliorant son autonomie d'apprentissage et sa réflexion collective. Ces étapes illustrent comment la pratique instrumentale pourrait favoriser le développement d'un esprit critique actif, à travers un cycle constant de questionnement et d'ajustement, au cœur du processus d'autorégulation.

Il convient désormais de définir précisément chacun des indicateurs des phases du processus d'autorégulation – la planification stratégique, les stratégies liées à la tâche et l'autoévaluation – afin de mettre en lumière leur rôle spécifique dans le processus d'apprentissage musical et scolaire, ainsi que leur contribution dans le développement de l'esprit critique des élèves.

3.5.2.2.1 Phase d'anticipation : la planification stratégique

Une stratégie d'apprentissage en contexte scolaire est une catégorie d'actions métacognitives ou cognitives utilisées dans une situation d'apprentissage, orientées dans un but de réalisation d'une tâche ou d'une activité scolaire et servant à effectuer des opérations sur les connaissances en fonction d'objectifs précis (Bégin, 2008).

Vincent et Desgagné (1998) classent les stratégies d'apprentissage selon trois catégories, en fonction du type de savoir en jeu : savoirs théoriques, savoirs pratiques, savoirs inhérents à la culture personnelle. La planification stratégique relève de l'analyse de la tâche. Legendre (1993) définit la planification comme une opération de mise en ordre ou de mise en séquence d'un ensemble d'éléments selon des critères déterminés. L'apprenant ne porte pas nécessairement un regard sur ses connaissances acquises lors d'expériences antérieures, à la différence de l'anticipation (Hoc, 1987). En effet, anticiper nécessite d'observer et d'analyser des connaissances déjà acquises, en fonction des situations impliquées (*Ibid.*).

Une stratégie est à distinguer d'une action, des techniques, méthodes et procédures qui la composent et par lesquelles elles sont appliquées. En effet, une stratégie est choisie et planifiée par l'apprenant en fonction de buts visés qui la déterminent et mise en œuvre par un ensemble d'actions différentes (Boulet et al., 1996 ; Martineau, 1998 ; Peters et Viola, 2003). Deux types de buts sont fixés : les buts distaux, qui sont motivationnels, et les buts proximaux, basés sur l'action (Bandura et Schunk, 1981). Fixer le but permet de déterminer les différentes actions à mettre en œuvre et ainsi d'agir sur le cours de l'action (Pintrich, 2004). Des actions compensatrices en découlent, rendant l'élève acteur de son apprentissage. Les actions employées deviennent ainsi des mises en œuvre possibles afin d'atteindre le but fixé (*Ibid.*).

Une distinction notable est à établir entre les différentes taxinomies relatives à la mise en œuvre de stratégies. En sciences de l'éducation, la planification stratégique est définie comme une « catégorie d'actions » (Bégin, 2008, p. 53), alors qu'en sciences cognitives, chaque action ou

procédure rattachée à la métacognition est traitée comme une stratégie distincte, répertoriant dès lors un plus grand nombre de stratégies (Boulet et al., 1996 ; McKeachie et al., 1987).

Ainsi, selon les travaux de Bégin (2008) en sciences de l'éducation, la planification stratégique revêt une notion d'anticipation et d'autorégulation corrélées. Notons qu'anticiper est différent de planifier. Par ailleurs, la corrélation entre l'anticipation et l'autorégulation fait référence au concept de réaction circulaire (assimilation, accommodation) (Piaget, 1936), mais également au processus de rétroaction (Dessus, 2022) mis en œuvre dans un processus réflexif. Par exemple, lorsqu'un musicien entre en scène pour jouer une œuvre, il anticipe d'ores et déjà son jeu. Au moment d'attaquer le morceau, il peut chanter intérieurement, visualiser les notes, la phrase, prévoir sa respiration en fonction de la sonorité qu'il souhaite engager, du *tempo*. Dans le cas de la flûte traversière, le musicien adapte sa manière de souffler dans l'embouchure selon l'attaque qu'il désire produire, étant ainsi constamment dans un processus circulaire d'anticipation et d'autorégulation.

À partir de la définition donnée à la notion de stratégie en sciences de l'éducation, comme catégorie d'actions, la planification devient alors une action, ou une des procédures possibles permettant d'anticiper la résolution de la tâche (Bégin, 2008). Pour anticiper, l'apprenant :

- « identifie les connaissances antérieures utiles en fonction des conditions ou situations à venir ;
- considère les exigences ou les besoins par rapport à des futurs possibles ;
- crée des représentations mentales de futurs possibles ;
- planifie, ordonne un ensemble d'éléments ;
- émet des hypothèses » (*Ibid.,* p. 56).

Durant la planification stratégique, l'apprenant s'autorégule, en observant ses propres mécanismes et son fonctionnement afin de réajuster ses conduites et ses connaissances employées en fonction de la tâche. S'autoréguler permet une adaptabilité efficiente aux situations d'apprentissage avec une gestion efficace des ressources personnelles et environnementales (Pintrich, 1995 ; Zimmerman et Paulsen, 1995), par un processus continu d'ajustement en fonction des connaissances et des moyens disponibles (Bégin, 2008). L'autorégulation devient, dans cette activité de planification, une stratégie.

Pour s'autoréguler, l'apprenant :

- s'auto-observe (Butterfield, Hacker et Albertson, 1996) ;

- contrôle la gestion de son activité cognitive (Boulet et al., 1996) ;

- s'autoévalue (Peters et Viola, 2003)

- juge, s'ajuste et s'informe (gestion des ressources) (Bégin, 2008).

Ainsi, lors de la première phase d'anticipation du processus d'autorégulation, la planification stratégique consiste à anticiper les stratégies efficientes pour atteindre un but fixé. L'autorégulation de l'activité, à l'intérieur de la planification stratégique, permet à l'apprenant de contrôler, revoir et adapter si nécessaire les stratégies.

3.5.2.2.2 Phase de réalisation : les stratégies liées à la tâche

Les stratégies liées à la tâche sont relatives aux stratégies cognitives de traitement et aux stratégies cognitives d'exécution. Dans une activité d'accomplissement d'une tâche, l'apprenant utilise et traite ses connaissances (Cosnefroy, 1997 ; Lafortune et St-Pierre, 1996), exécute des procédures et des actions particulières (Audy, 1992 ; Dhillon, 1998 ; Sternberg, 1998), afin de répondre à des situations variées.

Tout d'abord, les stratégies cognitives de traitement sont définies par six indicateurs :

- la sélection : noter - souligner - surligner - encadrer - écrire (Boulet et al., 1996) ;

- la répétition : dire plusieurs fois (mentalement, à voix haute) - réécrire - relire - réviser (Weinstein et Mayer, 1986) ;

- la décomposition : séparer - identifier les composantes - identifier en étapes ou procédures (Audy, 1992 ; Barnett-Foster et Nagy, 1996) ;

- la comparaison : différences/ similitudes - rapports de dimensions - rapports d'importance - rapports d'ordre ou de séquence (Butterfield et al., 1996 ; Dhillon, 1998) ;

- l’élaboration : paraphraser - formuler des exemples - créer des analogies (Boulet et al., 1996) ;

- l’organisation : mnémotechnique - schémas - tableaux - classer (Weinstein et Mayer, 1986).

Prenons l’exemple d’un élève musicien lors d’une séance de travail. Il répète un morceau, déchiffre sa partition, se l’approprie peu à peu, puis se confronte à une difficulté technique. Pour la résoudre, des stratégies sont mises en œuvre, comme isoler la difficulté technique, la mettre en évidence sur sa partition, la jouer plus lentement, ou répéter plusieurs fois l’enchaînement jusqu’à son appropriation. Lorsque la difficulté est résolue, la séquence isolée est progressivement réintégrée dans l’ensemble du morceau. Ici, l’élève utilise plusieurs stratégies cognitives de traitement : la sélection, la répétition, la décomposition.

Par ailleurs, les stratégies cognitives d’exécution sont déterminées par quatre indicateurs (Audy, 1992 ; Dhillon, 1998 ; Sternberg, 1998) :

- l’évaluation : déterminer la valeur des éléments - comparer les rapports - estimer - identifier l’importance relative ;

- la vérification : identifier les caractéristiques des informations ou des connaissances disponibles - confirmer la présence ou l’absence des éléments visés en lien avec les objectifs ou les critères déterminés ;

- la production : écrire - dire à voix haute - dessiner ;

- la traduction : transformer en leur forme complémentaire (chiffre en mot ou l’inverse, symbole en mots, etc.) - développer dans une même forme en rendant plus explicite ou plus symbolique - ajuster la production en fonction de critères déterminés.

Par exemple, le musicien établit un choix de nuances en faveur de l’interprétation musicale, vérifie leur adéquation avec l’émotion qu’il souhaite transmettre, file le morceau pour établir sa progression, réinvestit et adapte ses connaissances comme le style de jeu à adopter en fonction du compositeur, de l’époque, du mouvement esthétique et artistique. De nouveau dans un processus d’autorégulation interne à la phase de réalisation, l’apprenant musicien utilise différentes stratégies cognitives d’exécution, comme l’évaluation, la vérification, la production.

3.5.2.2.3 Phase de réflexion : l'autoévaluation

Dans la phase de réflexion, l'autoévaluation de l'activité est relative au jugement personnel. L'apprenant identifie si les buts fixés sont atteints, les raisons à l'origine de la réussite ou de l'échec. Par exemple, l'échec peut être dû à une stratégie choisie non adaptée (origine interne), comme à une consigne qui manque de précision (origine externe). L'autoévaluation peut être considérée comme une « réflexion critique sur la valeur de ses idées, de ses travaux, de ses apprentissages ou du développement de ses compétences […] » (Lafortune et Dubé, 2004). St-Pierre (2004) suggère qu'il s'agit « d'un retour réflexif sur une démarche, sur un résultat, sur une activité, sur une production, etc. ». Cette réflexion aboutit à un jugement qui se fonde sur des objectifs et des critères précis (Legendre, 2005).

L'autoévaluation se réalise en trois temps (Goupil et Lusignan, 1993) :

- la prise de mesure : choix du point de vue à adopter – critères d'évaluation – connaissance de soi (Scallon, 2004 ; Davies, 2002 ; Zimmerman et al., 2000) ;

- le jugement : expliciter ses représentations – réfléchir sur ses stratégies – confronter ses démarches (Allal, 1999) ;

- la décision : établir un bilan – examiner les solutions d'amélioration – adopter les erreurs pour les situations futures (St-Pierre, 2004).

Par exemple, en situation d'orchestre et après avoir joué un passage difficile, le jeune musicien peut se poser des questions sur son approche : a-t-il bien suivi le chef d'orchestre ? A-t-il réussi à écouter les autres instruments pour mieux s'intégrer ? En réfléchissant à ces aspects, il identifie ce qui a fonctionné et ce qui nécessite des améliorations. À l'issue de la répétition, il peut établir un plan pour travailler des éléments spécifiques, comme le rythme ou la coordination avec ses camarades. Ce processus d'évaluation et d'ajustement renforce non seulement son apprentissage musical, mais contribue également au développement de ses capacités d'autoévaluation et de réflexion critique en l'incitant à considérer ses propres choix et comportements dans le cadre collectif.

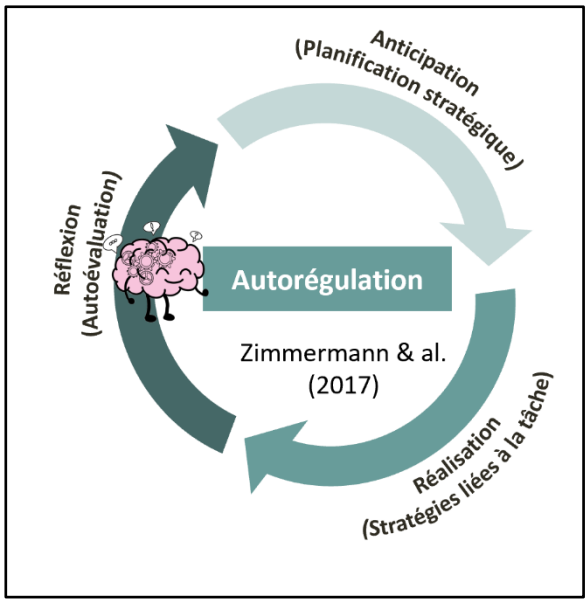


Figure 7 : Indicateurs retenus pour chaque phase du processus d'autorégulation (schéma de l'auteur)

Pour résumer, les indicateurs des phases du processus d'autorégulation – la planification stratégique (anticipation), les stratégies liées à la tâche (réalisation) et l'autoévaluation (réflexion) – jouent un rôle fondamental dans l'apprentissage musical et scolaire. La phase d'anticipation, à travers la planification stratégique, permet à l'apprenant de se projeter et d'organiser ses actions en fonction des objectifs fixés, en cultivant un réinvestissement de ses connaissances antérieures et de ses capacités. Durant la phase de réalisation, les stratégies liées à la tâche offrent des outils cognitifs nécessaires pour traiter les informations et exécuter efficacement les actions requises, favorisant ainsi un apprentissage actif et adapté aux défis rencontrés. Enfin, la phase de réflexion, centrée sur l'autoévaluation, permet à l'apprenant de se corriger en temps réel tout au long de l'activité, et l'engage également dans une démarche de jugement critique sur son propre processus d'apprentissage. En intégrant ces trois phases de manière cohérente et dynamique, l'apprenant développe non seulement des compétences spécifiques à la pratique musicale, mais également un esprit critique qui lui sera bénéfique dans divers contextes d'apprentissage. Ce processus d'autorégulation, loin d'être linéaire, constitue un cycle continu de réflexion et d'ajustement, renforçant ainsi l'autonomie et la capacité d'adaptation des élèves, tant sur le plan musical que scolaire.

Pour conclure, l'activité d'autorégulation mobilise des stratégies cognitives, métacognitives, ainsi que des stratégies d'apprentissage et motivationnelles (Garcia et Pintrich, 1994). En exploitant les ressources disponibles au regard de ces deux ancrages (cognitif et motivationnel), l'apprenant s'autorégule de manière efficiente. Son engagement cognitif se traduit par le niveau d'effort mental investi dans une activité d'apprentissage (Salomon, 1983). Cet engagement se manifeste à travers une utilisation méthodique et régulière de stratégies d'apprentissage et d'autorégulation (Corno et Rohrkemper, 1985). Les stratégies d'apprentissage font référence aux méthodes utilisées par l'élève pour acquérir, intégrer et mémoriser les connaissances (Weinstein et Meyer, 1986). L'autorégulation englobe des stratégies métacognitives, de gestion et d'automotivation que l'élève applique de manière systématique et constante dans son processus d'apprentissage (Schunk et Zimmerman, 1994). La persévérance peut être indiquée par le temps que l'élève consacre aux activités d'apprentissage. La performance réfère aux résultats de l'apprentissage, en reflétant l'ensemble des comportements mis en œuvre dans l'accomplissement d'une tâche (Viau et Bouchard, 2000). Le modèle de Zimmerman et al. (2017) met en évidence deux caractéristiques essentielles au processus d'autorégulation : une autorégulation proactive, créatrice de buts et de plans d'action, ainsi qu'une autorégulation réactive, destinée à dépasser les obstacles qui empêchent l'atteinte du but (Cosnefroy, 2004), plaçant l'élève dans un processus d'apprentissage structuré et réflexif.

Métacognition et autorégulation sont étroitement liées comme deux parties d'une même entité (Hofer et Sinatra, 2010 ; Schunk, 2008). La métacognition met l'accent sur la conscience, là où l'autorégulation implique un contrôle approprié. Ensemble, ces deux concepts créent chez l'apprenant un mécanisme d'autorégulation des compétences mises en œuvre lors de l'accomplissement d'une tâche, comme l'observation, l'enquête, l'interprétation, l'explication, le raisonnement, l'analyse, l'évaluation, la synthèse, la réflexion et le jugement – compétences clés au cœur du développement de l'esprit critique.

Ainsi, en conjuguant métacognition et autorégulation, l'apprenant est en mesure de mobiliser un ensemble de compétences essentielles à l'accomplissement d'une tâche de manière réfléchie et critique. Cette dynamique ouvre la voie à un questionnement plus approfondi sur le rôle qu'entretient l'autorégulation dans le développement de l'esprit critique, un aspect fondamental pour naviguer efficacement dans des situations d'apprentissage complexes. Nous poursuivrons ainsi par la présentation de l'interrelation entre autorégulation et esprit critique, mettant en

lumière comment ces deux concepts se nourrissent mutuellement et contribuent au développement d'un apprentissage actif et réflexif chez les élèves.

3.6 De l'autorégulation à l'esprit critique

Défini comme un « processus cognitif complexe » (Piette, 1996, p. 88), l'esprit critique permet aux apprenants et apprenantes de conscientiser leur pensée et d'en exercer le contrôle, afin de l'exploiter de manière plus efficiente (Norris et Ennis, 1989).

Ajoutées à l'expérience, les capacités cognitives de métacognition et d'autorégulation sont essentielles au développement de la pensée critique (Spector et Ma, 2019). En tant que processus cognitif réflexif, l'esprit critique est lié à l'autorégulation par des indicateurs corrélés. En effet, le processus d'autorégulation se manifeste comme précisé précédemment par des phases d'anticipation, de réalisation et de réflexion (Zimmermann et al., 2017). Tout au long de ces phases, l'apprenant émet des inférences, clarifie la demande (anticipation), emploie des stratégies (anticipation et réalisation) et évalue son activité (réflexion) (Ennis, 2018), faisant ainsi preuve d'esprit critique, par l'utilisation de ces compétences de raisonnement (Halpern, 2013) et la régulation de son activité (Gauvrit et Delouvée, 2019).

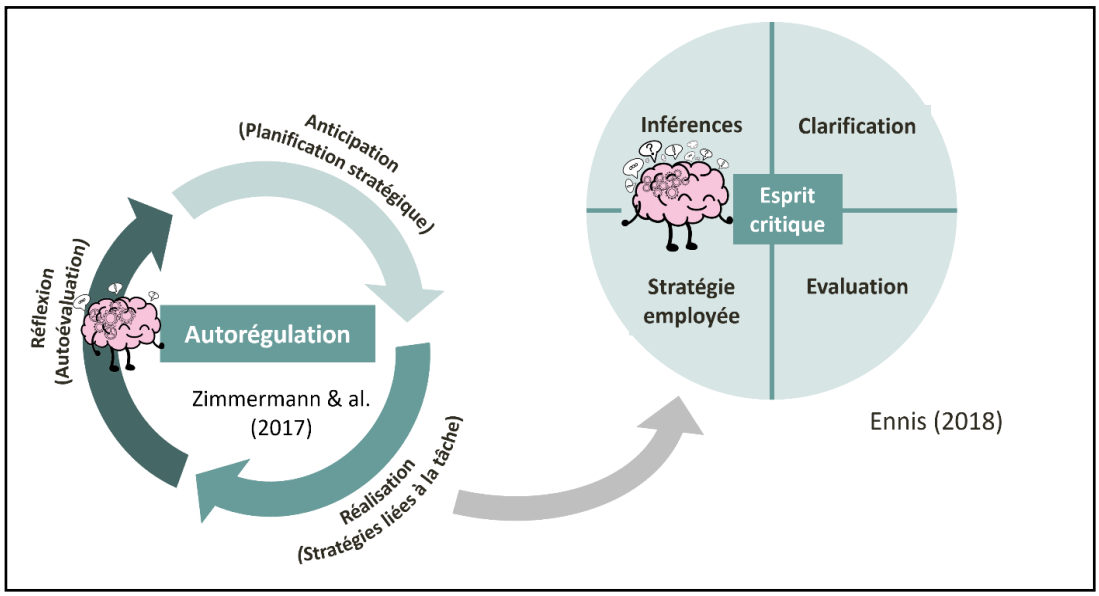


Figure 8 : De l'autorégulation à l'esprit critique : des indicateurs corrélés (schéma de l'auteur)

Par ailleurs, le processus réflexif mis en œuvre dans le développement de l'esprit critique est transposable à différentes situations d'enquête ou de résolution de problème (Spector et Ma, 2019). La métacognition dans la pensée critique consiste à surveiller la qualité du processus de réflexion, puis à apporter les changements appropriés en fonction de la situation, par l'autorégulation (Davies, 2015). Lorsque la métacognition et l'autorégulation sont combinées à la motivation et l'engagement cognitif et émotionnel de l'apprenant, la capacité d'esprit critique est cultivable dans tous les domaines (Ericsson et al., 1993).

Le processus réflexif d'esprit critique peut-être modélisé au regard d'aspects éducationnel, psychologique et épistémologique étudiés et synthétisés par Spector et Ma (2019), où l'apprenant est placé dans une démarche d'enquête (Cf. Figure 9 ci-après).

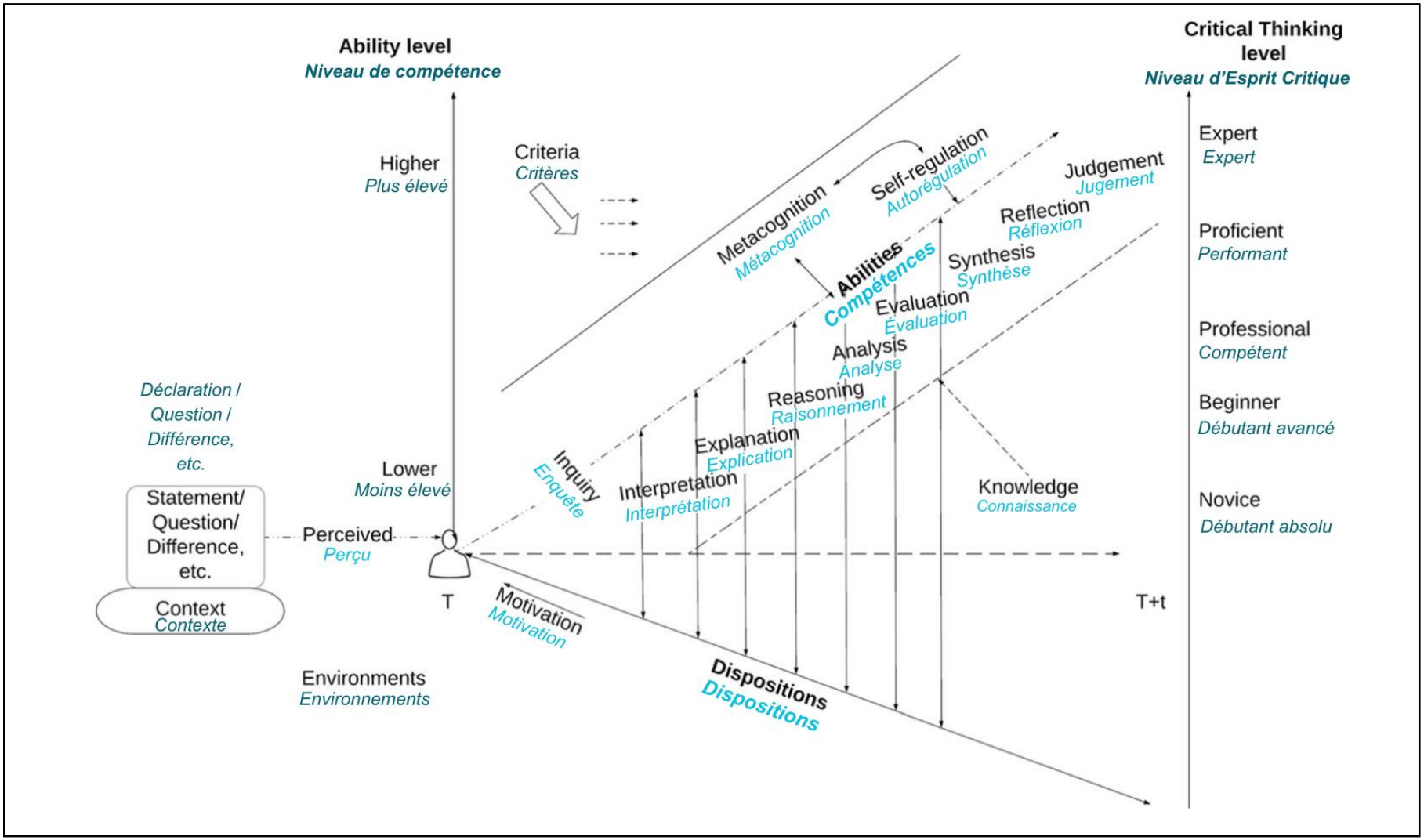


Figure 9 : Modélisation du processus d'esprit critique (Spector et Ma, 2019, p. 7, trad. Ballester, 2024)

Quatre dimensions sont représentées : les capacités (aspect éducatif), les dispositions (aspect psychologique), les niveaux (aspect épistémologique) et le temps. L'ajout de la dimension temporelle met en évidence la nature évolutive de l'esprit critique, en considérant à la fois le contexte spécifique et l'approche développementale. Dans la progression des niveaux de raisonnement jusqu'à l'expertise, l'apprenant évoluerait en cinq étapes : novice (débutant absolu) ; débutant avancé ; professionnel (compétent) ; performant ; expert intuitif (Dreyfus et Dreyfus, 1980). Ces cinq étapes résulteraient de la transformation successive et graduelle des quatre fonctions mentales de remémoration, de reconnaissance, de prise de décision et de conscience (*Ibid.*).

Les compétences et les dispositions sont deux composantes fondamentales de la pensée critique. Elles induisent des constructions cognitives interdépendantes, telles que l'interprétation, l'explication, le raisonnement, l'analyse, l'évaluation, la synthèse, la réflexion, le jugement, entraînant la métacognition et l'autorégulation (Davies, 2015 ; Dwyer et al. 2014 ; Ennis, 2018 ; Facione, 1990 ; Hitchcock, 2018 ; Paul et Elder, 2006). Les compétences peuvent être catégorisées en niveau inférieur (se remémorer, appliquer …) ou en niveau supérieur (analyser, évaluer, synthétiser …) (Anderson et Krathwohl, 2001 ; Bloom et al., 1956). Lorsque l'apprenant utilise et combine ces deux types de compétences, inférieures et supérieures, il utilise un processus de pensée spiralaire, apparenté à des boucles de raisonnement. Ces cycles réflexifs peuvent être itératifs jusqu'à ce que le but soit atteint et sont gérés par l'activité métacognitive d'autorégulation. Plus l'élève développe son activité d'autorégulation, plus son esprit critique est simultanément enrichi, jusqu'à atteinte un niveau expert (Spector et Ma, 2019).

Rappelons que l'activité d'autorégulation est un mécanisme de contrôle métacognitif et que l'esprit critique peut être considéré sous son aspect cognitif comme un processus réflexif complexe. Dans le schéma établi par Spector et Ma (2019) (Cf. Figure 9 ci-dessus), l'apprenant est placé dans une démarche d'enquête, devant structurer et organiser sa réflexion. Dans cette activité réflexive d'enquête, pouvant notamment s'apparenter à une résolution de problème, l'apprenant emploie des compétences d'interprétation, d'explication, de raisonnement, d'analyse, d'évaluation, de synthèse, de jugement. Ces compétences l'engagent dans un processus métacognitif d'autorégulation et lui permettent d'accéder à un niveau expert d'esprit critique. Lorsque ces compétences sont intégralement et simultanément utilisées, l'apprenant atteint un niveau de plus en plus élevé d'esprit critique. L'activité métacognitive

d'autorégulation réside dans l'articulation entre l'ensemble de ces compétences, permettant de les traiter, les utiliser et les coordonner entre elles afin de mener à bien la résolution de problème, l'enquête, et de manière générale le but poursuivi.

L'esprit critique est ainsi étroitement relié à l'autorégulation, qui est le mécanisme permettant à l'apprenant d'accéder à l'ensemble de cette activité réflexive de pensée critique et de la contrôler. Dans le cas des élèves engagés dans un orchestre à l'école, cette relation revêt une dimension particulière. En effet, les élèves doivent réguler leur propre apprentissage musical tout en évaluant et en ajustant leurs performances en fonction des interactions avec leurs pairs et des exigences collectives de l'orchestre. Ce processus d'autorégulation implique une réflexion constante sur leur contribution au sein de l'ensemble, ce qui les incite à questionner leurs choix interprétatifs, à écouter activement les autres musiciens et à prendre en compte les retours de leurs camarades ainsi que ceux de leur enseignant. Ainsi, les élèves apprennent à développer un jugement critique sur leur propre jeu et sur celui des autres, favorisant un environnement d'apprentissage collaboratif. Ce faisant, ils développent leur aptitude à formuler des avis éclairés et à exprimer et recevoir des critiques constructives, compétences qui transcendent le domaine musical et contribuent à la construction d'un apprentissage autonome, raisonné et réfléchi (Doudin et Martin, 1999 ; Frenkel, 2014).

3.7 Vers le développement d'une autonomie intellectuelle

Le lien entre esprit critique et autonomie intellectuelle puise son essence dans la pensée de Kant (1781), philosophe du siècle des Lumières, qui définit l'esprit critique comme la capacité de « faire un usage libre et public de sa raison », relative à l'analyse et l'interrogation d'un fait, avant de l'admettre pour vrai. Cette idée requiert deux principes essentiels constituant l'esprit critique : le principe de liberté et de publicité. L'esprit critique n'est pas seulement une attitude mais un pouvoir, par sa faculté à réfuter les opinions immédiates imposées à la conscience. L'affranchissement de toute tutelle extérieure encourage à apprendre à penser par soi-même et à devenir ainsi autonome. L'expression kantienne *Sapere aude*! (Aie le courage de te servir de ton propre entendement !), véritable devise des Lumières, illustre cette pensée indépendante et libre, propre à chaque individu. La liberté intellectuelle, selon Tocqueville (réed.1961),

complète cette idée en ce sens, entraînant l'individu à « penser de manière critique pour pallier les dangers de l'opinion majoritaire dans les sociétés modernes » (Wezel et Vuillerod, 2017, p. 20).

Le principe de publicité renvoie à la libre expression, à ce qui est susceptible d'être rendu public, partagé avec et devant les autres. L'esprit critique devient alors un esprit public, sans dissimulation, dans un espace ouvert à la discussion et qui échappe à toute forme de censure (Arquembourg, 2003).

L'esprit critique relève ainsi de la capacité à interroger la réalité avec rationalité et exigence. Le développement de l'esprit critique entraîne à penser par soi-même et donne alors accès à une émancipation réflexive conduisant à l'autonomie intellectuelle.

La relation entre l'esprit critique et l'autonomie intellectuelle se révèle sous divers aspects chez l'élève apprenti musicien. La pratique musicale encourage les élèves à développer leur sens de l'initiative. Par exemple, lors des répétitions, les élèves peuvent être amenés à choisir la manière dont ils souhaitent interpréter un passage musical, ce qui les incite à réfléchir sur les émotions qu'ils souhaitent transmettre et justifier leurs choix artistiques. Cette prise d'initiative renforce leur autonomie d'apprentissage et les entraîne à se positionner en temps qu'interprètes créatifs. Les répétitions collectives, notamment orchestrales, favorisent par ailleurs un apprentissage social. Les élèves sont exposés à différentes interprétations et approches, ce qui les incite à remettre en question leurs propres perceptions et à ajuster leur compréhension musicale. Ces échanges leur permettent de développer une analyse critique de la musique en discutant des choix artistiques des autres, ce qui enrichit leur propre perspective. De plus, la participation à des concerts ou à des représentations publiques constitue une occasion précieuse pour les élèves de réfléchir sur leur performance sous un regard extérieur. L'analyse des réactions du public et des retours des enseignants après ces événements les aide à construire leur propre opinion sur la qualité de leur jeu et à établir des objectifs d'amélioration personnelle. La pratique musicale devient alors un vecteur d'émancipation intellectuelle. En développant leurs compétences métacognitives par l'autorégulation et l'interaction sociale, les élèves musiciens affinent leur esprit critique et leur autonomie d'apprentissage. Ces compétences peuvent être appliquées dans des contextes variés, en étant réinvesties dans des domaines scolaires ou des situations de la vie quotidienne. Cette dynamique contribue à leur épanouissement en tant qu'apprenants engagés et citoyens actifs au sein de la société.

Penser de manière autonome suppose que l'élève soit en mesure de structurer et contrôler ses capacités réflexives, par la mise en œuvre de l'activité métacognitive d'autorégulation, afin de conduire son apprentissage de manière efficiente : « L'esprit critique se fonde sur le principe d'une posture active de l'élève par le développement de ses capacités intellectuelles et cognitives » (Mahmoudi, 2020, p. 54). Ainsi, l'esprit critique, ancré dans la capacité de penser de manière autonome et réfléchie, est fondamental pour le développement intellectuel des élèves. Dans le contexte de la pratique musicale, cette autonomie intellectuelle se traduit notamment par une réflexion continue sur les performances et un questionnement actif des processus d'apprentissage. Ces éléments soulignent le rôle central de l'autorégulation dans le contrôle métacognitif de l'activité de l'élève, processus interreliés. Cognition, métacognition et *Critical Thinking* sont ainsi étroitement corrélés, entraînant à percevoir cette capacité de pensée critique comme une activité de l'esprit.

Le troisième chapitre a été consacré à explorer les processus d'apprentissage à la lumière des sciences cognitives, en mettant en évidence les relations entre cognition, métacognition, autorégulation et esprit critique. Nous avons tout d'abord explicité l'évolution de la cognition à la métacognition, notamment à travers l'ajout du préfixe « méta ». Cette distinction représente un élément significatif dans la compréhension des processus d'apprentissage. La cognition, centrée sur l'acquisition de connaissances, est enrichie par la métacognition, qui engage les apprenants dans une réflexion active sur leur propre processus d'apprentissage. En questionnant et analysant leurs propres méthodes, stratégies et résultats, les élèves cultivent une pensée critique qui joue un rôle fondamental dans la construction d'un raisonnement structuré. Cette réflexion contribue également au développement de leurs capacités intellectuelles : les apprenants sont amenés à articuler les mécanismes cognitifs de leurs apprentissages de façon efficiente et à affiner leur aptitude à résoudre des problèmes de manière autonome et réfléchie. Dans le contexte musical, un élève qui pratique un nouvel instrument peut commencer par se concentrer sur la technique de jeu (cognition). En réfléchissant ensuite à la façon dont il aborde la tâche, il identifie ce qui fonctionne ou ce qui nécessite des ajustements (métacognition). Par exemple, il pourrait réaliser qu'il doit ralentir le *tempo* pour mieux maîtriser un passage difficile, ce qui illustre comment cette réflexion critique améliore sa capacité à résoudre des problèmes musicaux.

Le concept de schème a par ailleurs été introduit comme une structure cognitive qui sous-tend les actions métacognitives. Les schèmes, en tant que représentations mentales organisées, facilitent l'intégration de nouvelles informations et l'application de connaissances antérieures dans divers contextes. Nous avons exploré trois dimensions clés des schèmes : l'aspect fonctionnel, qui souligne leur rôle dans l'acquisition de nouvelles connaissances ; l'aspect adaptatif, qui démontre leur capacité à s'ajuster aux exigences des tâches d'apprentissage ; et l'aspect cognitif, qui met en lumière leur influence sur le raisonnement et la résolution de problèmes. Ces dimensions illustrent l'importance des schèmes dans la construction de connaissances solides et de compétences réflexives. En musique, cela se traduit, par exemple, lorsqu'un élève apprend à jouer une nouvelle pièce sur son instrument. Il mobilise des schèmes qui incluent des représentations mentales des accords, des rythmes et des techniques de doigté. Grâce à ces schèmes, l'élève peut intégrer les nouvelles notes à son répertoire existant, adaptant ainsi ses connaissances antérieures aux exigences spécifiques de l'œuvre. En faisant appel à ces structures cognitives, il améliore sa capacité à analyser des partitions, à improviser et à résoudre des problèmes musicaux, tels que le choix d'interprétation ou le travail de passages difficiles.

Par la suite, nous avons approfondi le lien entre métacognition et autorégulation. Ces deux concepts sont étroitement liés à un processus d'apprentissage efficient, l'autorégulation étant le mécanisme dynamique et rétroactif par lequel se poursuit le contrôle métacognitif. En s'appropriant ce processus, l'élève développe un apprentissage, éclairé, raisonné et autonome. Le mécanisme d'autorégulation, qui implique l'analyse et l'ajustement de son activité – dans un contexte musical, de son jeu – est au cœur du développement de l'esprit critique. En réfléchissant activement à ses choix et en ajustant ses actions en temps réel, l'apprenant engage une démarche réflexive qui enrichit sa capacité d'analyse. La pratique musicale, en particulier, représente un contexte d'apprentissage qui illustre ces dynamiques. Dans le cadre d'un orchestre, les élèves sont confrontés à des situations qui nécessitent non seulement une maîtrise technique, mais aussi une capacité à collaborer, à écouter et à s'adapter aux autres musiciens. Ce cadre collectif favorise une émulation intellectuelle et artistique qui va au-delà de la simple acquisition de compétences musicales. L'autorégulation devient alors un catalyseur essentiel pour développer un esprit critique solide, offrant les outils nécessaires pour appliquer une activité réflexive dans divers contextes, tant sur le plan scolaire que dans la vie quotidienne. Cela souligne l'importance d'une éducation qui valorise non seulement l'acquisition de

connaissances, mais également le développement de compétences critiques et réflexives, essentielles pour naviguer dans un monde complexe et en constante évolution.

Pour conclure, l'analyse des processus d'apprentissage, éclairée par les perspectives des sciences cognitives, offre une compréhension des dynamiques essentielles au développement réflexif des élèves. Le renforcement de la métacognition et de l'autorégulation représente un levier favorable au développement d'un esprit critique et d'une autonomie intellectuelle durable. Toutefois, l'ensemble des résultats de la recherche en sciences de l'éducation, en didactique, et en sciences cognitives ne permet actuellement pas d'expliciter ces relations, ces liens au regard de la pratique musicale et de contextes d'apprentissages variés. Comment les éléments explicatifs d'une pratique musicale deviennent-ils applicables dans des domaines d'apprentissages différents ? Comment les actions effectuées lors de la pratique instrumentale peuvent-elles être transposées à l'activité de résolution de problèmes ?

Ce troisième chapitre établit un pont entre les sciences de l'éducation, qui posent certaines interrogations, la psychologie et les neurosciences, qui proposent certaines réponses, tout en mettant en lumière ce qui demeure à explorer. Le chapitre suivant se concentrera sur la formulation de la problématique, des questions de recherche et des hypothèses émergentes. Cette réflexion permettra de mieux cerner les enjeux liés à l'interaction entre la pratique instrumentale, les compétences métacognitives et le développement de l'esprit critique des élèves. En examinant ces éléments, nous aspirons à contribuer à la compréhension des mécanismes d'apprentissage au regard des enseignements artistiques, afin d'enrichir l'expérience éducative.

Chapitre 4 : Question de recherche et hypothèse

L'état de l'art sur les notions de métacognition, d'habiletés métacognitives, sur l'activité d'autorégulation ainsi que sur le concept d'esprit critique, semble indiquer qu'il existe des relations entre la pratique musicale et le développement de capacités réflexives permettant une aptitude accrue de raisonnement.

4.1 Problématique

La pratique musicale offre en effet aux apprenants des dispositions cognitives par un transfert de compétences d'inférences, de clarification, stratégiques, et d'évaluation (Gauvrit et Delouvée, 2019).

Si l'état de la recherche permet d'établir un lien entre pratique musicale et transfert cognitif, peu d'études s'intéressent toutefois aux stratégies d'apprentissage efficientes que cette pratique permettrait de développer au sein même du processus de raisonnement des élèves (Winner et al., 2013).

L'étude tend à observer si la pratique musicale est susceptible de développer les capacités de raisonnement de l'enfant parce qu'elle accroît ses habiletés métacognitives. Cette recherche consiste à examiner les processus de pensée réflexifs développés par cette pratique. Elle vise à évaluer son effet sur le développement de l'esprit critique, et par conséquent sur l'autonomie intellectuelle de l'élève. Il s'agit d'étudier une des habiletés métacognitives communes à l'esprit critique et à l'apprentissage instrumental : l'autorégulation, les études ayant montré qu'elle contribue à la régulation et au contrôle des activités au cours de l'accomplissement d'une tâche.

Au regard des apports théoriques en sciences de l'éducation (Cosnefroy, 2004 ; Doly, 2006 ; Houdé, 2014 ; Hubault, 1995 ; Winner et al., 2013) ; didactique de la musique (Terrien, 2023 ; Terrien et Huart, 2018 ; Terrien et al., 2019 ;), en sciences cognitives (Spector et Ma, 2019 ; Zimmerman et al., 2017) et neurosciences (Fauvel et al., 2012 ; François et Schön, 2022 ; Peretz, 2018), est-ce que les élèves de cycle 3 qui pratiquent la musique au sein du dispositif

« Orchestre à l'école » (OAE) possèdent une activité d'autorégulation et un esprit critique plus développés que les élèves qui ne la pratiquent pas ?

4.2 Hypothèse

Cette recherche suggère que la pratique musicale instrumentale régulière accroît les habiletés métacognitives de l'apprenant, ce qui développerait ses capacités de raisonnement.

Elle repose sur l'hypothèse que l'activité d'autorégulation déployée par la pratique instrumentale des élèves de cycle 3 renforcerait leurs performances d'esprit critique.

Ainsi, si ces élèves musiciens sont capables d'autorégulation, alors ils manifestent un esprit critique plus efficient dans la réalisation de tâches scolaires.

Pour conclure, la première partie de cette thèse s'est intéressée à l'exploration approfondie des fondements théoriques qui sous-tendent l'interaction entre la musique, les processus d'apprentissage, et l'esprit critique, tout en s'appuyant sur des approches croisées en sciences de l'éducation, en sciences cognitives et en neurosciences des systèmes.

Dans le chapitre 1, un état de la littérature a été réalisé sur la musique et les processus d'apprentissage. Ce chapitre a présenté les différentes approches théoriques qui soutiennent l'idée que la pratique instrumentale favorise l'engagement cognitif et métacognitif des musiciens. Notre questionnement s'est ainsi orienté sur le développement de ces compétences de raisonnement chez les apprentis musiciens d'une part, et dans un contexte d'éducation d'autre part. Nous avons présenté le dispositif « Orchestre à l'école », qui représente une approche novatrice d'intégration de la pratique musicale dans le parcours académique scolaire. Ce cadre a permis de mettre en exergue les interactions entre l'activité, la tâche et l'action dans le processus d'apprentissage. Nous avons établi la manière dont ces éléments s'articulent afin de favoriser un environnement propice aux apprentissages et au développement intellectuel des apprenants dans des contextes variés, tels que la pratique orchestrale. Cette analyse a permis d'identifier comment l'activité musicale s'inscrit dans un cadre d'apprentissage collaboratif, favorisant des interactions sociales et cognitives enrichissantes pour les élèves.

Le chapitre 2 a approfondi la notion d'esprit critique, en mettant en avant ses dimensions didactiques, cognitives ainsi que ses enjeux éducatifs, soulignant sa nature complexe et son importance dans le cadre éducatif. Différentes visions de l'esprit critique ont été confrontées afin d'apporter un éclairage complet. Les dimensions mesurables de l'esprit critique ont par ailleurs posé les bases de son évaluation, afin d'identifier comment ces compétences peuvent être évaluées et développées dans un contexte scolaire.

Le chapitre 3 a élargi cette discussion en se penchant sur la contribution des sciences cognitives à la compréhension des processus d'apprentissage. Nous avons relié la cognition à la métacognition, mettant en évidence la complexité des processus de gestion cognitive, tels que le traitement de l'information et les fonctions exécutives. En détaillant les différentes composantes de la métacognition – les connaissances et habiletés métacognitives – ce chapitre a souligné leur rôle dans l'autorégulation de l'apprentissage. Les liens entre autorégulation et esprit critique ont été établis, mettant en avant l'enrichissement mutuel de ces aptitudes dans un cadre d'apprentissage actif.

Enfin, le chapitre 4 a mis en lumière la problématique, le questionnement et l'hypothèse de recherche, en posant les bases d'une exploration empirique visant à comprendre comment la pratique musicale pourrait nourrir le développement transversal des compétences métacognitives et d'esprit critique des élèves.

Ainsi, cette première partie a exploré les fondements scientifiques de notre recherche, en établissant un cadre théorique enrichi par les différents apports disciplinaires. Les dimensions plurielles des dynamiques d'apprentissage liées à la pratique musicale et à l'esprit critique, ainsi que leurs interactions délimitent le champ de notre étude.

Nous consacrerons la seconde partie de cette thèse à l'approche méthodologique adoptée dans le cadre de notre recherche. Cette partie présentera dans un premier chapitre l'environnement scientifique dans lequel s'inscrit notre étude, en détaillant le protocole d'expérimentation. À travers une analyse comparative approfondie des données collectées, un second chapitre visera à éclairer la mise en œuvre du processus d'autorégulation et de réflexion critique des apprenants, au regard des dynamiques d'apprentissage soutenant la pratique musicale.

Partie 2

Chapitre 1 : Approche méthodologique

1.1 Environnement scientifique

Afin d'expliciter l'environnement de terrain spécifique de cette recherche, ainsi que de préciser les choix retenus pour la mise en œuvre méthodologique de cette étude, il s'agit de détailler ci-après le contexte d'éducation prioritaire au regard de notre questionnement.

1.1.1 L'éducation prioritaire

L'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 ; Van Damme et Heckmann, 2015 ; Van Zanten, 2012). Les Réseaux d'Éducation Prioritaire (REP) et renforcés (REP+) sont déterminés par le Ministère de l'Éducation nationale (MEN, 2014 ; 2017), en fonction d'obstacles liés aux conditions socio-économiques (zones urbaines sensibles et/ou de violence, territoires ruraux isolés, précarité sociale) ; aux caractéristiques démographiques (minorités ethniques, migrants, réfugiés) ; aux infrastructures et ressources éducatives et culturelles limitées ; au niveau de réussite scolaire des élèves (taux de décrochage scolaire élevé, résultats aux évaluations nationales), aux élèves à besoins éducatifs particuliers (situation de handicap, troubles des apprentissages et comportementaux) (Mons, 2007). Ces facteurs d'inégalités socio-économiques et culturelles impactent les performances scolaires des élèves (Bourdieu, 1989 ; Zorman et al., 2015 ; Felouzis et al. 2016).

Les mesures mises en place en faveur de l'éducation prioritaire s'orientent vers la réduction des effectifs dans les classes, le renfort des équipes pédagogiques, des temps de formations spécifiques pour les personnels, les partenariats éducatifs (MEN, 2014 ; 2017). Des dispositifs tels que le Réseau d'Aide Spécialisée aux Élèves en Difficulté (RASED) (MEN, 2014) ou l'accès à la scolarisation des enfants de moins de 3 ans (Toute Petite Section) (MEN, 2013) sont déployés. Pithon et al. (2008) soulignent l'importance des collaborations entre l'école, les familles et les acteurs locaux comme enjeu majeur de la réussite scolaire des élèves en difficulté. L'interaction et la coordination des différentes interventions au sein des écoles, des autorités

éducatives locales, des services sociaux sont nécessaires à la réduction des écarts de réussite (Rochex, 2008 ; Rochex et Crinon, 2011). Watrelot (2017) met en avant l'importance d'une approche plus individualisée par élève. Malgré ces dispositifs mis en place en faveur de l'éducation prioritaire, certaines études mettent en évidence la persistance des inégalités scolaires et sociales (Felouzis, 2020 ; Rochex, 2020). Les travaux de Garnier et al. (2020) mettent en lumière les tensions et les enjeux liés à la mise en œuvre des politiques d'éducation prioritaire, notamment en ce qui concerne la gouvernance des établissements et l'allocation des ressources.

Notre terrain de recherche retenu pour cette étude se situe en éducation prioritaire pour plusieurs raisons et enjeux. Tout d'abord, les facteurs de fortes inégalités scolaires et sociales réduisent l'accès aux activités culturelles et artistiques, limitant les biais liés à l'éveil éducationnel des élèves en dehors de l'école. Par ailleurs, l'étude de l'impact d'un projet pédagogique de pratique musicale sur le développement de capacités réflexives structurées et efficientes des élèves permettrait de renseigner d'une part la communauté éducative sur les processus d'apprentissage en jeu, et contribuer d'autre part à renforcer des politiques éducatives inclusives et équitables, en mettant l'accent sur l'intérêt et la valeur d'un tel dispositif musical dans des zones d'inégalités marquées.

1.1.2 Comité éthique

Déclaration éthique

Toutes les procédures effectuées dans le cadre de cette étude impliquant des participants humains étaient conformes aux normes éthiques du comité de recherche institutionnel de l'université d'Aix-Marseille (référence : 2023-03-08-11) et à la déclaration d'Helsinki de 1964 ainsi qu'à ses amendements ultérieurs (7e révision, 2013) de 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.

1.1.3 Contexte

Afin de vérifier l'hypothèse selon laquelle l'activité d'autorégulation déployée par la pratique instrumentale des élèves de cycle 3 renforcerait leurs performances d'esprit critique, une expérimentation fondée sur deux tâches de mathématiques et sur une classification et une catégorisation d'éléments audio sur tablette numérique a été mise en œuvre. Cette expérimentation vise à observer les capacités d'autorégulation et d'esprit critique d'élèves de cycle 3[10], auprès d'un groupe expérimental pratiquant la musique (n. 39) au sein d'écoles accueillant le dispositif « Orchestre à l'école » (OAE) et d'un groupe contrôle ne la pratiquant pas (n. 39). Les élèves musiciens[11] du groupe expérimental ont également renseigné un questionnaire sur leurs capacités d'autorégulation dans une situation de pratique orchestrale afin de compléter cette étude.

Par élèves musiciens, nous entendons ceux qui ont une pratique musicale instrumentale régulière (minimum 2h hebdomadaires) dans OAE depuis 15 mois (durée d'apprentissage musical depuis l'entrée dans le dispositif sur le temps scolaire), encadrée par des professeurs de musique qualifiés. À partir de 6 ans, le cerveau d'un enfant qui pratique un instrument de musique à raison de 30 minutes par semaine durant 15 mois opère en effet une modification des aires auditives et motrices (Hyde et al., 2009). Des compétences accrues en motricité fine et discrimination auditive sont également observées (Peretz, 2018).

Les élèves non musiciens du groupe contrôle ne font pas partie du dispositif OAE et ne pratiquent pas la musique régulièrement avec l'encadrement de professeurs qualifiés. Afin de vérifier cette variable, un questionnaire a été renseigné par les élèves du groupe contrôle, précisant si ces derniers jouaient d'un instrument de musique, et dans ce cas, si des cours étaient pris avec un professeur.

---

[10] Le cycle 3, pour rappel, est nommé « cycle de consolidation » (MEN, 2013) et s'étend sur 3 ans, du CM1 à la 6ème.

[11]Nous choisirons cette appellation pour qualifier les élèves du groupe expérimental qui font partie d'OAE et qui ont une pratique musicale instrumentale régulière. Nous emploierons la désignation « non-musiciens » pour nommer les élèves du groupe contrôle qui ne font pas partie d'OAE et qui n'ont pas de pratique musicale instrumentale régulière.

Cette recherche porte sur des élèves en classe de CM2. Différents éléments issus des théories du développement de l'enfant (Kohlberg, 1963) et des recherches en neurosciences (Peretz, 2018) ont permis de situer le profil d'âge des apprenants participants à l'étude. En effet, le cycle 3 correspond à une étape du développement de l'enfant durant laquelle la pensée a évolué vers la décentration cognitive (Kohlberg, 1963 ; Piaget, 1967 ; Vygotski, 1985), c'est-à-dire vers la capacité à tenir compte de plusieurs aspects d'une même situation pour aboutir à un jugement autonome, en lien avec notre objet de recherche. De plus, des changements dans l'organisation neuronale et leur connectivité continuent de se produire durant la préadolescence et au-delà. L'expérience auditive ainsi que le contrôle cognitif de l'activité (fonctions exécutives) résultant de la pratique musicale stimulent l'augmentation du nombre de connexions neuronales (Peretz, 2018).

1.1.4 Terrain de recherche

Quatre écoles élémentaires différentes situées en zone urbaine de l'académie d'Aix-Marseille dans un Réseau d'Éducation Prioritaire (REP) et renforcé (REP+) participent à l'étude.

Le groupe expérimental (musiciens) est établi à partir de deux classes intégrées au dispositif OAE de CM2 REP et REP+, constituées respectivement de 24 et 22 élèves.

Les classes 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, contrairement par exemple à des Classes à Horaires Aménagés Musique (CHAM) dans d'autres groupes scolaires où les élèves s'inscrivent sur la base du volontariat et sont admis par un examen d'entrée.

Le groupe contrôle (non-musiciens) rassemble 22 élèves REP et 24 élèves REP+.

1.1.5 Les participants

Pour rappel et selon l'approbation d'un comité éthique (référence : 2023-03-08-1), tous les participants à l'étude ainsi que leur tuteur légal ont signé un formulaire de consentement.

Les élèves sont scolarisés en classe de CM2 et âgés en moyenne entre 10 et 12 ans. Le cycle 3 s'étendant du CM1 à la 6ème (9-12 ans) et en lien avec les théories du développement de l'enfant (Kohlberg, 1963 ; Piaget, 1967 ; Vygotski, 1985) induisant que la décentration cognitive et la capacité de raisonnement critique commencent à s'opérer dans cette tranche d'âge, nous avons choisi de ne pas retenir cette variable (variation des âges) dans cette étude.

Concernant le groupe expérimental (élèves musiciens), la majorité des élèves (n. 31 sur 39) ont commencé l'OAE en CE2 et ont ainsi une pratique instrumentale supérieure à 15 mois (durée totale de pratique encadrée sur le temps scolaire). 2 élèves indiquent avoir débuté OAE en CM1, 6 en CM2, ayant dès lors une durée de pratique instrumentale inférieure à 15 mois. Les instruments pratiqués dans ces orchestres sont le violon, alto, violoncelle, contrebasse, flûte traversière, trompette et trombone. Les élèves ont un cours collectif d'instrument et un cours de pratique orchestrale hebdomadaires de 60 minutes respectifs.

S'agissant du groupe contrôle (élèves non musiciens), 1 seul élève parmi les 39 participants indique pratiquer un instrument de musique avec un professeur. 5 élèves précisent jouer d'un instrument de musique, sans avoir de cours dispensés par un professeur.

Le tableau 2 ci-après précise les informations relatives au nombre d'élèves inscrits dans chaque classe, aux exclusions opérées pour des raisons administratives (formulaire d'autorisation parentale non remis), matérielles (*bugs*, documents manquants …) humaines (élèves absents ou non consentants), et relatives aux spécificités des élèves (comportement, niveau de compréhension, élèves allophones …).

	Élèves inscrits	Exclusions		Participants		
CM2	Total	Cause	Total	Féminin	Masculin	Total
CLASSE 1 OAE REP	24	1 élève allophone 2 refus 2 absences d'autorisation	5	12	7	19
CLASSE 2 OAE REP+	22	2 brouillons vierges	2	10	10	20
CLASSE 3 REP	22	1 comportement inadapté 1 incompréhension générale	2	11	9	20
CLASSE 4 REP+	24	4 absents 1 erreur code élève	5	11	8	19

Tableau 2 : Informations des participants à l'étude

1.2 Protocole d'expérimentation

L'état de la littérature permet de mettre en exergue différents moyens de mesurer les capacités d'autorégulation des apprenants à partir de tâches prescrites.

Dans le domaine des mathématiques, Baker et Brown (1984) se sont intéressés à la résolution de problèmes et plus particulièrement à la détection spontanée d'erreurs. Si le sujet opère un contrôle actif de la tâche, il détecte plus aisément les erreurs commises. Dans cette continuité, Bordeleau (1994) utilise une tâche de détection d'étapes manquantes avec un protocole de détection d'erreurs, mise en œuvre sur tablette numérique. L'aspect dématérialisé représente deux avantages, celui d'enregistrer plusieurs comportements d'autorégulation de manière non intrusive, ainsi que la liberté du contrôle exercé sans interférence de l'adulte (Bouffard, 1998 ; Winne et Perry, 2000).

Jonassen (2000 ; 2011) soutient que la résolution de problèmes est l'une des activités les plus importantes et fréquentes auxquelles les individus sont confrontés durant leur existence. De plus, une réflexion engagée sur les manières possibles de résoudre un problème, ainsi que sur ses propres compétences dans ce domaine, est une forme avancée d'activité

métacognitive (Ericsson et al., 1993 ; Flavell, 1979). Ce type de tâche qu'est la résolution de problème permet de mesurer l'autorégulation de l'élève, en le conduisant à utiliser des stratégies d'autorégulation, de manière cyclique et rétroactive. En effet, pour résoudre le problème, l'élève est engagé à :

- Analyser la demande et les données, c'est-à-dire le problème dans son ensemble en dégageant l'objectif à atteindre (Ridley et al., 1992 ; Tardif, 1992 ; Zimmerman, 2000) ;

- Planifier une séquence d'actions à entreprendre, exécuter cette séquence d'actions tout en contrôlant la procédure, mais surtout sa pertinence en fonction de l'objectif (Pintrich, 1999 ; Winne et Perry, 2000) ;

- Évaluer les résultats obtenus et les confronter à l'objectif (Bandura, 1986 ; Lafortune et al., 2000) ;

- Réajuster son plan d'action ou le compléter en fonction et prévoir une nouvelle planification, si nécessaire (Carver et Scheier, 1998).

Dans une situation de résolution de problème mathématique, l'élève applique ainsi un processus d'autorégulation par l'analyse, la panification, l'évaluation et l'ajustement de l'activité au moyen des actions (Focant et Grégoire, 2008). De plus, l'observation des traces laissées par l'apprenant offre la possibilité de se baser sur des données concrètes et tangibles issues de sa manière de résoudre un problème. Ces traces fournissent une évaluation directe de l'autorégulation mise en œuvre (Winne et Perry, 2000). Par exemple, inscrire sur un brouillon les étapes clés pour résoudre un problème (trace) est un indicateur de la planification (stratégie métacognitive) (Frenkel, 2014).

Dans le domaine plus large du raisonnement, Brown et al. (1983) indiquent que l'attention sélective aux éléments importants est un moyen de mesurer l'autorégulation des apprenants, puisqu'une organisation du travail est requise, entraînant une mise en œuvre stratégique. L'inhibition jouerait un rôle en aidant l'élève à surmonter les difficultés récurrentes rencontrées dans l'apprentissage (Borst et Houdé, 2014 ; Lubin et al., 2013). Par ailleurs, la pensée critique passe par la classification d'éléments et la catégorisation graphique, ce qui établit un lien avec la pensée réflexive (Goody, 1979). Focant et Grégoire (2008) s'appuient sur ces idées et ajoutent également l'aspect numérique en montrant dans leur étude l'intérêt d'une tâche en ligne pour mesurer les compétences d'autorégulation.

Ces différents éléments regroupés de l'état de la littérature ont permis de déterminer dans notre protocole expérimental deux tâches principales de mesure du niveau d'autorégulation des élèves :

- une tâche de résolution de problème mathématique suivi du classement des étapes de réalisation du problème ;

- une tâche de classement et catégorisation d'éléments audio sur tablette numérique.

À partir de ces tâches, l'apprenant est engagé à mettre en œuvre un processus d'autorégulation qui l'amènerait à développer son esprit critique.

1.2.1 Les tâches et leur environnement

1.2.1.1 Tâche 1 : Résolution de problème

La première tâche se décline en deux parties : une résolution de problème mathématique d'une part, puis un classement des étapes de réalisation de ce même problème d'autre part.

1.2.1.1.1 Le problème mathématique

La résolution de 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.

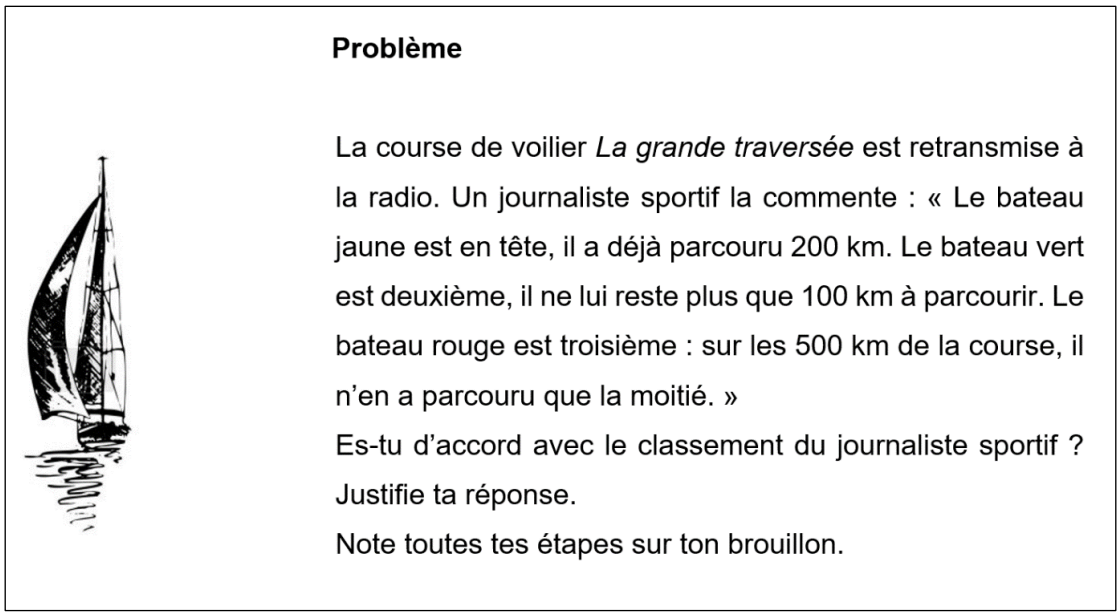


Figure 10 : Tâche de résolution de problème mathématique[12]

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

Ce problème mathématique engage les élèves dans un processus métacognitif de contrôle, parce qu'il mobilise plusieurs compétences d'autorégulation 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).

[12] À partir de « Toutes voiles dehors » (Danalet et al., p. 133)

1.2.1.1.2 Classement des étapes de réalisation du problème

Après la réalisation de la première partie de la tâche, les étapes de résolution du problème sont distribuées aux élèves dans le désordre. Ces derniers doivent classer les actions par ordre chronologique de réalisation. Une captation vidéo de la manipulation est réalisée, comme seconde trace d'analyse de ce recueil de données (conformément au comité éthique en vigueur, Cf. 1.1.2). Le classement des étapes de réalisation du problème permet de vérifier les capacités des élèves à organiser et structurer une séquence d'actions, en lien avec la planification stratégique du processus d'autorégulation (Zimmerman, 2017).

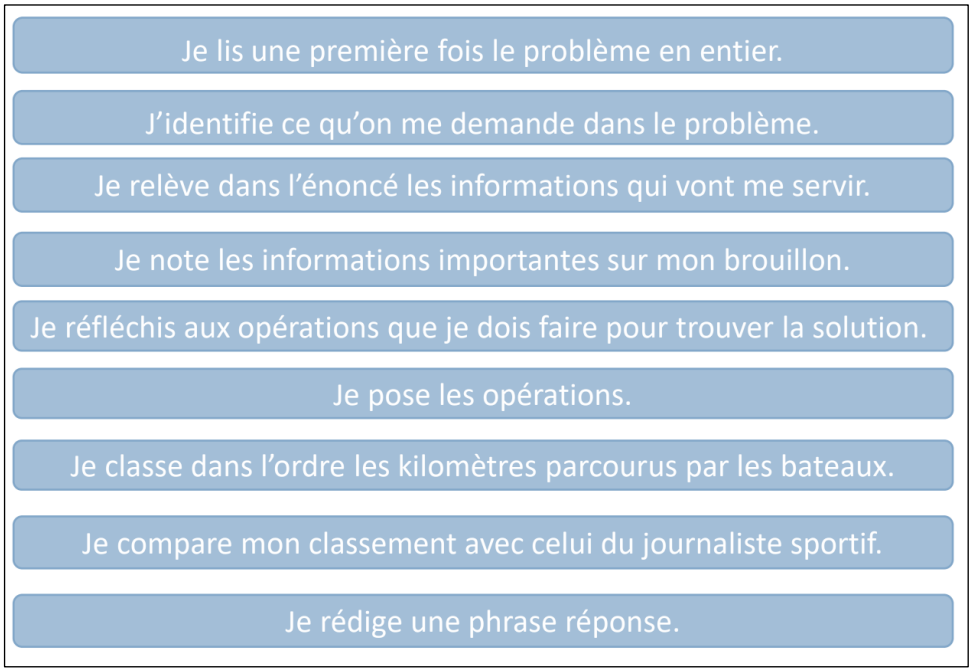


Figure 11: Étapes de réalisation du problème mathématique (ordre chronologique)

1.2.1.2 Tâche 2 : Classification et catégorisation d'éléments audio

La seconde tâche est inspirée d'une étude menée sur le développement des capacités de raisonnement critique d'élèves de collège, à travers leur perception de la relation interdiscursive dans les œuvres audiovisuelles (Terrien et al., 2021). La tâche, conçue et adaptée à notre

protocole expérimental ainsi qu'au public d'élèves concerné (CM2 REP et REP+), consiste à classer et catégoriser des éléments sonores sur une tablette numérique. L'élève est engagé à discriminer le profil temporel perçu (ici, audio). Afin de détailler la manière dont les sons ont été composés pour la création de cette tâche, explicitons la notion de « profils temporels perçus » (Moreau, 2022).

1.2.1.2.1 Les profils temporels perçus

La notion de « profil temporel perçu » (Moreau, 2022) a été définie à partir des recherches menées par le laboratoire Musique et Informatique de Marseille (MIM, 1996), en premier lieu sous la forme « d'Unités Sémiotiques Temporelles » (UST), sémiose relative au temps qui parait dans les œuvres musicales. Par la suite, cherchant à enrichir les modes d'analyse d'une œuvre artistique hybride, telle qu'audiovisuelle, où la temporalité est perçue de manière subjective par l'individu (Piché, 2003), le groupe de chercheurs a défini la méthode dite des « profils temporels perçus » (Moreau, 2022). Ces recherches montrent de quelles manières la perception temporelle est structurante pour l'auditeur, dans son rapport au monde et à son environnement. Présentées comme des « manières d'advenir dans le temps, communes aux deux médias, sonore et visuel » (Moreau, 2022), quatre perceptions temporelles ont été observées : Processus ; Figure(s) réitérée(s) ; Élément(s) ne formant pas structure temporelle ; Unité-Geste.

	Processus (une direction)	Figure(s) réitérée(s) (répétition)	Elément(s) ne formant pas structure temporelle	Unité Geste (exclusivement intermédia)
Média(s) concerné(s) Nombre de modalités	audio & visuel 8	audio & visuel 1	audio & visuel 2	audiovisuel 3

Tableau 3 : Les quatre profils temporels perçus et leurs modalités (Moreau, 2022)

Le « Processus » désigne une direction discernable et permettant d'anticiper le « devenir » [13] (variations d'intensité : *crescendo*, de plus en plus fort ; *decrescendo*, de moins en moins fort).

[13] Un exemple audiovisuel est consultable : https://cloud.prism.cnrs.fr/index.php/s/dcx7Zd3WQ2sFStW

Les « Figures réitérées » se caractérisent par au moins trois répétitions d'une courte cellule musicale identifiable[14] (répétition : *ostinato*, formule rythmique ou harmonique répétée). Les « Éléments ne formant pas structure temporelle » n'ont ni direction suivie, ni réitération affirmée (stabilité : immuable) [15].

Dans le cadre de notre protocole expérimental, les sons utilisés dans la conception de la tâche ont été composés à partir de ces éléments temporels structurant la perception auditive (variations d'intensité, répétition, stabilité). Nous n'avons pas considéré la quatrième catégorie « Unité-Geste », concernant exclusivement la relation interdiscursive entre les deux médias, audio et visuel, qui n'intervient pas dans notre étude.

1.2.1.2.2 Description de la tâche de classement et catégorisation d'éléments audio

Concernant l'exécution de la tâche, l'élève doit rassembler et classer neuf sons d'une durée de sept secondes chacun qui, selon lui, vont ensemble, puis nommer les groupes créés (catégorisation et labellisation). Les sons regroupent des critères de variations d'intensité, de répétition et de stabilité liés aux profils temporels perçus, décrits précédemment. La labellisation consiste à employer une dénomination pour qualifier les groupes créés, par exemple « de plus en plus fort », « vagues », « sons qui ne bougent pas » (Cf. Figure 12 ci-dessous).

[14] Un exemple audiovisuel est consultable : https://cloud.prism.cnrs.fr/index.php/s/7FCdkTQ7f6YCWNc
[15] Un exemple audiovisuel est consultable : https://cloud.prism.cnrs.fr/index.php/s/kMGMgdfToqbbs26

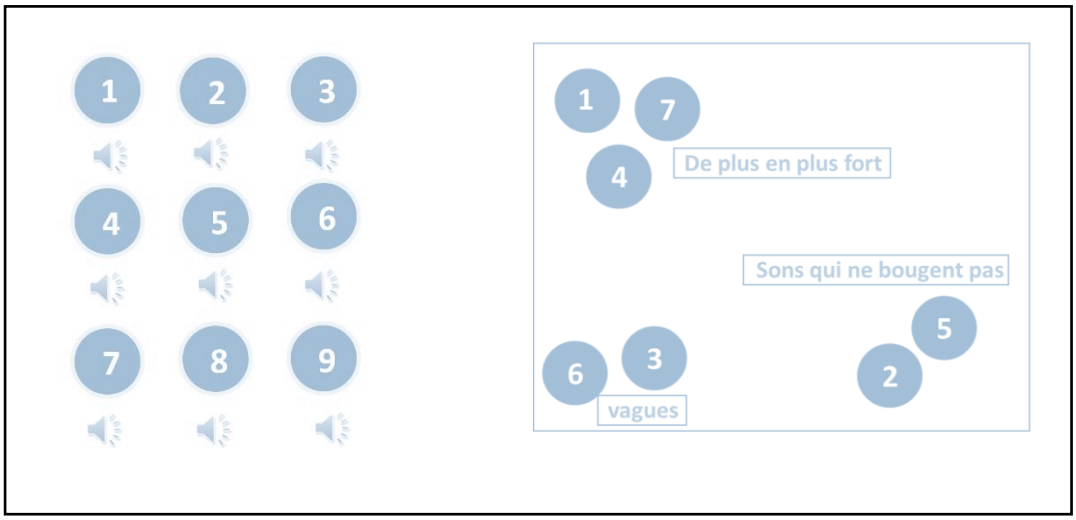


Figure 12 : Modalité de catégorisation et de labellisation des vignettes audio sur la tablette numérique (exemple établi par les chercheurs)

L'élève n'a pas connaissance des critères de composition et peut choisir de classer les neuf sons selon ses propres choix, en cliquant sur les neuf vignettes sonores les unes après les autres et en les déplaçant dans l'espace marqué situé sur la droite. Les vignettes sont réparties dans l'espace par petits groupes, en fonction des caractéristiques sonores jugées communes par l'élève.

Dans cette tâche, l'élève s'engage dans un processus d'autorégulation, devant organiser et structurer sa réflexion pour réaliser la tâche qui demande la mise en œuvre complexe de stratégies d'écoute et de classement :

- Écouter tous les sons ;

- Établir les caractéristiques de chaque son ;

- Identifier les caractéristiques communes ;

- Regrouper les sons dans la grille (catégorisation) ;

- Nommer (labelliser) les groupes.

Pour réaliser cette tâche, l'élève anticipe, planifie, élabore des stratégies (par exemple, écouter tous les sons avant de procéder à un classement), évalue, ajuste, régule et contrôle son activité. Ainsi, il opère une gestion métacognitive par l'autorégulation de ses actions.

1.2.1.3 Tâche 3 : Questionnaire d'autorégulation en situation de pratique orchestrale

Une troisième tâche complémentaire a été retenue pour les élèves musiciens du groupe expérimental. Il s'agit d'un questionnaire spécifique sur l'activité instrumentale des élèves en situation d'orchestre. Fondé sur une échelle de Lickert, ce questionnaire permet de mesurer les capacités d'autorégulation des élèves musiciens.

Les questions ont été déterminées à partir d'expériences de jeu en orchestre et adaptées aux apprentis musiciens. Elles sont classées en trois catégories : anticipation (avant de commencer à jouer) ; réalisation (pendant le jeu) ; réflexion (après avoir joué), correspondant aux trois phases définissant le processus d'autorégulation (Zimmerman, 2017).

Les questions sont formulées sous forme d'actions cognitives ou motrices à accomplir, selon les principes de structure des schèmes d'action. Pour rappel, un schème génère des conduites et activités diverses en fonction des « caractéristiques particulières des situations rencontrées » (Vergnaud, 2001, p. 112). Nous retrouvons dans la formulation des questions les trois aspects du schème d'action (Vergnaud, 1999) :

- Fonctionnel (qui relève du geste) : positionnement du corps, de l'instrument, des doigts, du regard …
- Adaptatif : poursuite du jeu lors d'une erreur, se rattraper ; suivre les indications du chef et les appliquer en temps réel …
- Cognitif : poursuite du but, traitement et correction des erreurs, identification de solutions, inférences et réinvestissement des expériences dans des situations différentes …

Situation : « Tu es à l'orchestre. Tu joues avec tes camarades sous la direction du chef d'orchestre. Est-ce que tu effectues ces actions plutôt toujours, souvent, de temps en temps ou jamais ? »

Anticipation : Avant de commencer à jouer…	**1**	**2**	**3**	**4**
Tu fais attention à comment tu te tiens (position de ton corps).				
Tu te chantes l'air du début dans ta tête pour t'en rappeler.				
Tu positionnes ton instrument, prêt à jouer.				
Tu positionnes tes doigts sur la note de départ.				
Tu regardes le chef pour avoir le départ.				

Réalisation : Pendant que tu joues…	**1**	**2**	**3**	**4**
Tu regardes le chef pour suivre ses indications (départ, arrêt…).				
Tu t'arrêtes quand tu te trompes.				
Tu continues à jouer même si tu t'es trompé, en essayant de te rattraper.				
Tu fais attention à ta position/posture pendant que tu joues (position de l'instrument, du corps).				
Tu vérifies que tu joues bien ensemble avec le chef d'orchestre et avec les autres.				

Réflexion : Tu as fini de jouer. Avant de recommencer tu…	**1**	**2**	**3**	**4**
Tu repères les parties difficiles où tu te trompes.				
Tu arrives à corriger tes erreurs tout seul.				
Tu cherches une solution pour ne plus te tromper.				
Si la solution que tu as trouvée ne fonctionne pas, tu en essaies une autre.				
Si dans un autre morceau tu rencontres les mêmes difficultés, tu te souviens des solutions que tu avais trouvées la dernière fois.				
Tu repères les passages difficiles à retravailler à la maison.				

Tableau 4 : Questionnaire d'autorégulation dans un contexte de pratique orchestrale

Les réponses aux questions posées sont à quatre niveaux : 1 : jamais ; 2 : parfois ; 3 : souvent ; 4 : toujours.

Ce questionnaire permet de déterminer le niveau d'autorégulation que pense avoir l'élève dans sa pratique orchestrale (activité déclarée), afin d'observer ses capacités d'autoévaluation. Par la suite mis en corrélation avec le niveau d'autorégulation que nous aurons évalué dans la résolution de problème mathématique (réel de l'activité), ce questionnaire permet d'apporter une analyse complémentaire au regard de la pratique musicale mise en parallèle avec la pratique

de résolution de problème mathématique. Est-ce qu'une corrélation existe entre le niveau d'autorégulation des élèves musiciens dans leur pratique orchestrale et celui observé dans la tâche de résolution de problème mathématique ?

Ainsi, trois tâches ont été déterminées au regard de l'état de la littérature, afin d'observer si la pratique musicale instrumentale pouvait accroître les habiletés métacognitives de l'apprenant par la mise en œuvre d'un processus d'autorégulation, développant dès lors ses capacités de raisonnement :

- Une tâche de résolution de problème mathématique suivie du classement des étapes de réalisation du problème, permettant de mettre en lumière des compétences d'analyse, de planification, d'évaluation, d'ajustement et d'organisation d'une séquence d'actions ;

- Une tâche de classement et de catégorisation d'éléments audio, axée également sur la mise en œuvre de stratégies d'anticipation, de contrôle, d'autoévaluation et de structure générale de l'activité ;

- Un questionnaire d'autorégulation en situation d'orchestre, spécifique au groupe expérimental de musiciens, afin d'observer les capacités d'autoévaluation des élèves et élaborer une mise en corrélation entre la pratique musicale et la résolution de problème mathématique.

1.3 Protocole des passations

Les passations ont été effectuées sur une période de trois mois, s'étendant de mars à juin 2023, pour des raisons organisationnelles et des contraintes liées au terrain (disponibilité des enseignants). Plusieurs visites ont été organisées pour les classes OAE du groupe expérimental, le nombre de tâches étant plus élevé avec le questionnaire supplémentaire concernant l'autorégulation des élèves dans une situation de pratique orchestrale. Une visite a été suffisante pour chaque classe du groupe contrôle. Les tableaux 5, 6, 7 et 8 ci-après détaillent par classes

le déroulement de chaque visite, précisant la date et les horaires de passations, le nombre de groupes passés, les tâches effectuées, les modalités de répartition des groupes.

1.3.1 Organisation des passations

Concernant la réalisation des tâches, les élèves sont répartis par groupes de trois ou quatre dans une salle indépendante, assis individuellement à une table, avec une tablette et un casque audio. La durée de la tâche n'est pas limitée, car le temps libre de réalisation est un indicateur pris en compte dans le recueil de données. Le libre choix des groupes a été laissé aux enseignants, selon différents critères : répartition identique aux groupes classes par îlots ; comportements hétérogènes. En effet, la connaissance de l'enseignant de ses élèves était un atout important pour assurer l'organisation et la fluidité des passations.

1.3.1.1 Classe 1 : OAE REP

	CLASSE 1 OAE REP					
	1ère visite 13/03/2023				2ème visite 17/03/2023	
CM2	GROUPE 1	GROUPE 2		GROUPE 3	GROUPE 4	GROUPE 5
Horaires	8h30-9h57	10h21-11h15	13h25-13h40	13h50-15h17	8h35-9h46	10h32-11h33
Tâches	T1 Classement/catégorisation T2 Résolution de problème T3 Questionnaire OAE	T1 Classement/catégorisation T2 Résolution de problème	T3 Questionnaire OAE	T1 Classement/catégorisation T2 Résolution de problème T3 Questionnaire OAE	T1 Classement/catégorisation T2 Résolution de problème T3 Questionnaire OAE	
Code participants	08 14 17 18	05 19 20 23		07 10 13 21	06 10 22	09 11 12 15
Observations	Groupes choisis par l'enseignante : similaires à la répartition de classe par îlots. Bruit environnant des élèves dans les salles de classe attenantes.					

Tableau 5 : Organisation des passations de la classe 1 : OAE REP

1.3.1.2 Classe 2 : OAE REP+

	CLASSE 2 OAE REP+					
	1ère visite 21/03/2023		2ème visite 28/03/2023		3ème visite 04/04/2023	
CM2	GROUPE 1	GROUPE 2	GROUPE 3	GROUPE 4	GROUPE 5	GROUPE 6
Horaires	13h15-14h30	14h57-16h17	13h26-14h40	15h07-16h21	13h27-14h30	15h01-16h23
Tâches	T1 Classement/catégorisation T2 Résolution de problème T3 Questionnaire OAE		T1 Classement/catégorisation T2 Résolution de problème T3 Questionnaire OAE		T1 Classement/catégorisation T2 Résolution de problème T3 Questionnaire OAE	
Code participants	25 33 43 44	27 31 35 38	36 37 39 40	24 28 41 42	26 30 45	29 32 34
Observations	Groupes choisis par l'enseignante : comportements hétérogènes Bruit environnant des élèves dans les salles de classe attenantes.					

Tableau 6 : Organisation des passations de la classe 2 : OAE REP+

1.3.1.3 Classe 3 : REP

	CLASSE 3 REP					
	visite 08/06/2023					
CM2	**GROUPE 1**	**GROUPE 2**	**GROUPE 3**	**GROUPE 4**	**GROUPE 5**	**GROUPE 6**
Horaires	8h48-9h29	9h31-10h18	10h26-11h25	13h40-14h25	14h28-15h10	15h28-16h25
Tâches	T1 Classement/catégorisation T2 Résolution de problème					
Code participants	70 71 72 73	74 75 76	77 78 79 80	81 82 83	84 85 86 87	88 89 90 91
Observations	Groupes choisis par l'enseignante : comportements hétérogènes Bruit environnant de la cour.					

Tableau 7 : Organisation des passations de la classe 3 : REP

1.3.1.4 Classe 4 : REP+

	CLASSE 4 REP+				
	visite 13/04/2023				
CM2	**GROUPE 1**	**GROUPE 2**	**GROUPE 3**	**GROUPE 4**	**GROUPE 5**
Horaires	8h31-9h31	9h35-10h15	10h39-11h33	13h40-14h34	14h39-15h32
Tâches	T1 Classement/catégorisation T2 Résolution de problème				
Code participants	46 48 49 57	50 51 52 53	54 55 56 61	66 67 68 69	59 60 63 64
Observations	Groupes choisis par l'enseignante : comportements hétérogènes				

Tableau 8 : Organisation des passations de la classe 4 : REP+

1.3.2 Déroulement de l’ensemble des passations

1.3.2.1 Tâche 1 : Résolution de problème mathématique

1.3.2.1.1 Le problème mathématique

L’élève dispose devant lui du problème mathématique sur une feuille imprimée, ainsi que d’un brouillon. La responsable des passations lit une fois à haute voix le problème à chaque petit groupe d’élèves, puis rappelle que toutes les étapes de résolution du problème doivent impérativement être notées sur le brouillon. Par ailleurs, elle s’assure que le code participant soit noté sans erreur sur le brouillon et sur le problème, indique l’horaire de début et de fin de réalisation de la tâche. Seule une aide à la lecture par l’adulte est autorisée durant l’accomplissement de la tâche.

1.3.2.1.2 Classement des étapes de réalisation du problème mathématique

La responsable des passations présente la consigne aux élèves :

> *Tu as neuf étiquettes devant toi dans le désordre. Ce sont les étapes qui servent à résoudre le problème de maths que tu as eu juste avant. Tu dois remettre ces étapes dans le bon ordre*.

Une lecture globale des étapes à voix haute est réalisée devant chaque petit groupe d’élèves. L’élève a devant lui les neuf étiquettes découpées et placées dans le désordre (Cf. Figure 11) et les manipule afin de les remettre dans l’ordre.

Une aide à la lecture par l’adulte est, tout comme dans la première partie de la tâche, autorisée. Cette tâche complémentaire à la résolution du problème mathématique a fait l’objet d’une captation vidéo individuelle, permettant de suivre l’intégralité des mouvements de chaque élève dans l’accomplissement de cette tâche et en accord avec le protocole éthique en vigueur (Cf. 1.1.2).

1.3.2.2 Tâche 2 : Classification et catégorisation d'éléments audio

La responsable des passations vérifie en amont le matériel : chargement des tablettes, fonctionnement du son dans les casques audio.

Une démonstration est effectuée devant les élèves, afin de montrer toutes les spécificités fonctionnelles d'utilisation de la tablette numérique (déplacer les vignettes sonores, mettre en pause…).

L'élève dispose d'une tablette numérique et d'un casque audio devant lui. La responsable des passations allume chaque tablette et renseigne le code participant attribué à l'élève, afin d'éviter toute erreur de saisie. Les élèves des deux groupes (musiciens et non-musiciens) renseignent les informations générales suivantes : genre ; date de naissance ; classe ; pratique ou non d'un instrument de musique, si oui, nom de l'instrument pratiqué et indication si des cours de musique sont pris en dehors de l'école avec un professeur. Les élèves du groupe expérimental (musiciens) indiquent leur classe d'entrée dans OAE, afin d'établir leur durée de pratique instrumentale effectuée au sein du dispositif.

1.3.2.2.1 Phase 1 : entraînement

Un entraînement au maniement de la tablette précède l'exercice, afin d'en comprendre son fonctionnement et de s'approprier la consigne, avec des sons d'animaux familiers (chats, chiens, oiseaux), qui n'entrent pas dans le registre de l'abstraction des profils temporels (Moreau, 2022).

La consigne est lue à haute voix aux élèves :

> *Tu vas entendre neuf sons. Il faut mettre dans des groupes les sons qui vont ensemble, selon toi, et réfléchir à des noms que tu pourrais donner à chaque groupe. Tu peux constituer autant de groupes que tu le souhaites. Lève la main quand tu as terminé.*

1.3.2.2.2 Phase 2 : réalisation

La phase de réalisation se déroule similairement à l'entraînement. La consigne est lue à haute voix à chaque petit groupe d'élèves :

Même principe, il faut mettre dans des groupes les sons qui vont ensemble, selon toi. Attention, cette fois-ci, les sons sont plus longs. Écris les noms des groupes sur ton brouillon et lève la main quand tu as terminé.

Une aide technique apportée par l'adulte est autorisée (volume sonore de la tablette, écriture du nom des groupes…). Aucune aide concernant le classement ou l'identification des sons n'a été soumise.

1.3.2.3 Tâche 3 : Questionnaire d'autorégulation en pratique orchestrale

La responsable des passations allume chaque tablette et renseigne le code participant.

La consigne est présentée à chaque petit groupe d'élèves :

Tu imagines que tu es à l'orchestre, tu vas jouer sous la direction du chef. Il va y avoir trois moments : avant de jouer, pendant que tu joues et quand tu as fini de jouer. Est-ce que tu fais ces actions toujours, souvent, parfois (de temps en temps), ou jamais ?

Il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses, c'est vraiment en fonction de toi, tu peux répondre honnêtement.

Une aide à la lecture est autorisée, ainsi qu'une reformulation des questions si nécessaire, afin d'en comprendre le sens.

Ce premier chapitre s'est articulé autour de la présentation des approches méthodologiques et du cadre de recherche, en détaillant précisément chaque étape du processus scientifique. Nous avons tout d'abord introduit les normes éthiques, puis les critères ayant guidé le choix du terrain d'étude. Le contexte éducatif, relevant de l'éducation prioritaire, a été explicité. La sélection des participants et leur profil, ainsi que les caractéristiques spécifiques de leur environnement éducatif, ont été précisés afin de favoriser une lecture claire des résultats à venir.

Les trois tâches expérimentales ont par la suite été décrites au regard de la mise en œuvre spécifique du processus d'autorégulation. La première tâche, orientée autour de la résolution de problèmes, vise à analyser la manière dont les élèves organisent et hiérarchisent leurs stratégies de raisonnement. La deuxième tâche, centrée sur la classification et la catégorisation d'éléments audio, ouvre une perspective différente, celle de la perception temporelle et de l'organisation métacognitive des élèves dans un environnement numérique. Enfin, la troisième tâche, axée sur l'autorégulation des schèmes d'action en contexte de pratique orchestrale, s'intéresse à la manière dont les élèves du groupe expérimental évaluent leurs propres performances. La mise en corrélation de cette tâche avec celle de résolution de problèmes permet d'explorer les interactions entre l'autoévaluation et le réel de l'activité. Ces trois types de tâches offrent un large spectre d'observation de la mise en œuvre des compétences métacognitives dans des contextes variés.

Le protocole des passations a été élaboré afin de garantir la fluidité et la cohérence de chaque expérimentation, tout en respectant les contraintes organisationnelles propres aux classes et aux élèves impliqués. Les phases de préparation et de réalisation ont été planifiées avec soin, permettant de créer un cadre structuré et adaptable à chaque situation.

Pour conclure, ce chapitre pose un cadre méthodologique pour la recherche à venir, créant des liens explicites entre les tâches expérimentales, les contextes pédagogiques et les objectifs scientifiques. Il ouvre une voie propice à une analyse fine et détaillée des processus métacognitifs, de l'autorégulation et de l'esprit critique, qui sera au cœur des développements du chapitre suivant.

Chapitre 2 : Analyse des données

Le recueil de données a donné lieu à une analyse comparative de type descriptif, en utilisant une méthodologie hypothético-déductive (Astolfi, 2008 ; Terrien et al., 2023 ; Zimmerman et Schunk, 2011). Chaque tâche a fait l'objet d'une analyse qualitative détaillée, en croisant les apports de la didactique des disciplines, des sciences de l'éducation et des sciences cognitives, autour de la mise en œuvre des processus d'apprentissage des élèves en milieu scolaire.

L'analyse qualitative a été centrée sur la manière dont les élèves mobilisaient leurs compétences cognitives et métacognitives dans différents contextes d'apprentissages, comme les mathématiques, la résolution de problèmes, la pratique musicale (Brown et al., 1983 ; Focant et Grégoire, 2008 ; Goody, 1979 ; Jonassen, 2011 ; Terrien et al., 2019). Ces compétences incluent la capacité des élèves à planifier, contrôler et évaluer leur propre apprentissage, en lien avec les connaissances disciplinaires spécifiques. Des indicateurs précis présentés précédemment, issus de la littérature scientifique croisée entre les sciences de l'éducation et les sciences cognitives, ont permis de suivre la mise en œuvre du processus d'autorégulation. Notamment, l'utilisation de stratégies de planification, le contrôle de l'apprentissage à travers des actions de vérification des réponses ou l'ajustement des stratégies en cours d'exécution, ainsi que l'autoévaluation réflexive, ont constitué des éléments essentiels de cette observation.

Par ailleurs, le traitement quantitatif des données a permis de mettre en lumière des différences significatives ainsi que des tendances observables dans l'analyse comparative. Plusieurs approches ont été combinées en fonction des aspects spécifiques à observer. Des tests statistiques ont été appliqués afin de mettre en évidence des relations ou différences pertinentes entre les variables : la *p-value*, ou valeur p, est une mesure de probabilité statistique qui permet d'évaluer la significativité des résultats d'une hypothèse testée. Elle se calcule en comparant les données obtenues à une distribution théorique des résultats possibles, et elle indique à quel point les observations s'écartent des attentes. Plus la *p-value* est petite, plus il est improbable que les résultats soient dus au hasard. Si cette probabilité est inférieure à un seuil prédéfini ($p<0,05$), il est considéré que les résultats sont alors statistiquement significatifs, ce qui suggère qu'il existe une différence qui a un effet réel probable. De plus, si la *p-value* est comprise entre 0.05 et 0.1, les résultats présentent alors une tendance qui peut être relevable.

L'ensemble des analyses a été illustré par des graphiques et tableaux, facilitant la visualisation des résultats. Enfin, des scores moyens et pourcentages ont été calculés afin de comparer les différentes catégories d'élèves et les contextes d'apprentissage de manière synthétique.

Certains graphiques comportent des barres d'erreur, qui représentent la variabilité des données autour d'une mesure, reflétant l'écart-type (SD) ou les intervalles de confiance (IC) de la moyenne. Les écarts-types représentent la dispersion des données autour de la moyenne. Des barres d'erreur basées sur l'écart-type montrent comment les valeurs individuelles d'un échantillon varient. Les intervalles de confiance fournissent une estimation de la précision des résultats d'une étude, indiquant la plage dans laquelle se situe la véritable valeur d'un paramètre populationnel avec un certain niveau de confiance, généralement de 95 %. Des barres d'erreur basées sur des IC montrent l'incertitude autour de l'estimation de la moyenne. Ainsi, des barres plus larges indiquent plus d'incertitude, tandis que des barres plus courtes signalent une plus grande précision. Des barres qui ne se chevauchent pas entre deux groupes peuvent suggérer une différence significative, nécessitant toutefois une analyse statistique pour confirmation. En ce sens, l'acronyme « NS » signifiera « Non Significatif ». Les étoiles indiquent le niveau de signification statistique d'un résultat : *** : $p<0.001$ (très significatif) ; * : $p<0.05$ (significatif).

L'analyse méthodologique s'appuie sur une triangulation entre données qualitatives et quantitatives, permettant de croiser les approches didactiques des sciences de l'éducation avec celles des sciences cognitives. Cette démarche vise à établir une analyse complète des processus d'apprentissage réflexifs en milieu scolaire, afin d'évaluer l'influence des enseignements artistiques sur le développement des compétences cognitives et métacognitives des élèves, ainsi que sur leur capacité à s'engager de manière critique et autonome dans l'accomplissement d'une tâche.

2.1 Analyse de la tâche 1 : résolution de problème

2.1.1 Analyse de la résolution de problème mathématique

La première partie de la tâche 1 (Cf. 1.2.1.1 Tâche 1 : Résolution de problème) consistait à résoudre le problème mathématique adapté « Toutes voiles dehors » (inspiré de Danalet et al., 1999, p. 133).

À partir du recueil des brouillons du problème mathématique, nous avons analysé pour chaque phase du processus d'autorégulation – phase 1 : anticipation, phase 2 : réalisation, phase 3 : réflexion – les indicateurs déterminants, pour rappel : la planification stratégique (phase 1), les stratégies liées à la tâche (phase 2), l'autoévaluation (phase 3).

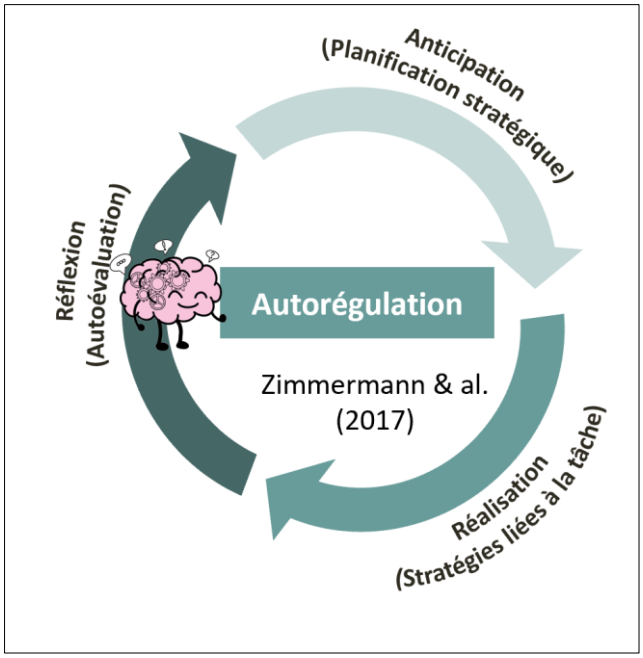


Figure 13 : Rappel des indicateurs déterminant les 3 phases du processus d'autorégulation (schéma de l'auteur)

Ces indicateurs ont été détaillés et déclinés en sous-catégories au regard de la réalisation spécifique de la tâche, afin de mettre en exergue d'éventuelles nuances. Par exemple, nous regardons si les informations sont relevées partiellement ou complètement, avec ou sans erreur.

INDICATEURS	PHASE 1 : ANTICIPATION	PHASE 2 : REALISATION	PHASE 3 : REFLEXION
Lecture du problème	X		
Objectif	X		
Informations relevées	X		
Informations notées		X	
Opérations identifiées	X		
Opérations calculées		X	
Classement		X	
Comparaison		X	
Rédaction phrase réponse		X	
Etapes déclarées/réalisées			X
Organisation du brouillon			X
Corrections			X
Durée de la tâche			X

Tableau 9 : Indicateurs d'analyse de la tâche de résolution de problème mathématique

Concernant 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 :

La lecture du problème. Cette étape relève de la phase d'anticipation et de planification stratégique. Une première analyse de la tâche est effectuée par l'élève, qui identifie les connaissances nécessaires, considère les exigences et les besoins relatifs à la situation à venir (la résolution du problème).

- Étape 2 :

L'identification de l'objectif. L'anticipation et la planification d'une séquence d'actions s'effectuent à partir de la détermination d'un but à poursuivre.

- Étape 3 :

Le relevé des informations. Cette étape inhérente à l'anticipation et à la planification stratégique relève de la mise en ordre d'un ensemble d'éléments, par le tri et l'extraction des données nécessaires à la résolution du problème. Le relevé partiel ou complet des données, avec ou sans

erreur, complète l'analyse en indiquant le niveau d'attention portée au traitement de l'information.

- Étape 4 :

La notation des informations sur le brouillon. Cette étape est une stratégie de traitement de l'information dans la phase de réalisation, permettant de visualiser la sélection partielle ou complète des informations, avec ou sans erreur.

- Étape 5 :

L'identification des opérations relève du traitement de l'information dans la phase d'anticipation et de planification stratégique. L'élève a-t-il identifié l'intégralité des opérations, la soustraction, la division, avec ou sans erreur ?

- Étape 6 :

Le calcul des opérations fait partie de la phase de réalisation, par l'utilisation de stratégies d'exécution et de vérification liées à la tâche. L'élève peut choisir de poser les opérations, ou bien les calculer mentalement, en identifiant les caractéristiques des informations en lien avec ses connaissances disponibles. Est-ce que le calcul de l'ensemble des opérations apparaît, à savoir la soustraction, puis la division ? Avec ou sans erreur ?

- Étape 7 :

Le classement. Cette étape est une stratégie d'organisation liée à la tâche dans la phase de réalisation. L'élève a-t-il classé par ordre croissant ou décroissant les résultats obtenus (les kilomètres parcourus par les bateaux ou restant à parcourir) ? Si oui, avec ou sans erreur ?

- Étape 8 :

La comparaison des résultats. Est-ce que l'élève a comparé les résultats obtenus avec le classement initial du journaliste sportif ? Si oui, avec erreur ou sans erreur ? Également relative

à la phase de réalisation, la comparaison est une stratégie liée à la tâche, concernant l'identification de différences et de similitudes, ainsi que la mise en rapport d'ordre.

- Étape 9 :

La rédaction d'une phrase réponse fait partie des stratégies liées à la réalisation de la tâche, par la production (écriture) et la vérification (confirmation des éléments visés en lien avec les objectifs déterminés).

Concernant la phase de réflexion, notamment par l'autoévaluation de l'élève, 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 ? (prise de mesure)

- Combien d'étapes l'élève a-t-il réellement réalisées ? (réel de l'activité)

- 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…) ? (explicitation des représentations)

- Le brouillon présente-t-il des signes de correction (ratures, réorganisation…) ? (autocorrection)

- Combien de temps a duré la réalisation de la tâche (minutes et secondes) ? (activité réflexive générale)

Nous avons ensuite calculé des moyennes pour chaque indicateur. Un tableau synthétique (Cf. tableaux 10 à 15 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 tableaux, 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. Le code couleur indique les différences statistiquement significatives ainsi que les tendances relevables entre les deux groupes de participants. Le vert représente un résultat supérieur et le rouge un résultat inférieur (exemples respectifs : 82% et 67%).

Ces tableaux à venir illustrent la description du traitement des données explicitée ci-dessus. Ils permettent de visualiser et d'exemplifier la procédure d'organisation et de structure des indicateurs d'analyse des trois phases du processus d'autorégulation dans le traitement du recueil de données, mis en comparaison entre le groupe expérimental de musiciens et le groupe contrôle de non-musiciens. La présentation des résultats issus de ces tableaux, ainsi que les statistiques seront précisément détaillées par la suite, lors de la troisième partie de cette thèse (Cf. partie 3 ; 1.1.1.1 Le problème mathématique).

Par ailleurs, un score général d'autorégulation, puis détaillé pour chacune des trois phases du processus (anticipation, réalisation, réflexion) a été établi.

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[16]**	**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**	***Avec erreur***	***Sans erreur***	***Avec erreur***	***Sans erreur***	***Avec erreur***	***Sans erreur***	***Avec erreur***	***Sans erreur***
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**

Tableau 10 : Résolution de problème : analyse de la phase 1 d'anticipation du processus d'autorégulation (musiciens)

[16] « 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.

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**	***Avec erreur***	***Sans erreur***	***Avec erreur***	***Sans erreur***	***Avec erreur***	***Sans erreur***	***Avec erreur***	***Sans erreur***
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**

Tableau 11 : Résolution de problème : analyse de la phase 1 d'anticipation du processus d'autorégulation (non-musiciens)

Musiciens (39 participants)	Phase 2 : Réalisation (Stratégies liées à la tâche)												
Étapes	**Informations notées (4)**				**Calcul opérations (6)**				**Classement (7)**		**Comparaison classement (8)**		**Rédaction Phrase réponse (9)**
Pourcentages	**100% 39/39**				**54% 21/39**				**85% 33/39**		**92% 36/39**		**64% 25/39**
Sous-étapes	**Partiellement**		**Complètement**		**Soustraction**		**Division**		***Sans erreur***	***Avec erreur***	***Sans erreur***	***Avec erreur***	**NA**
Pourcentages	**23% 9/39**		***77% 30/39***		**67% 14/21**		**90% 19/21**		***67% 22/33***	***33% 11/33***	***92% 33/36***	***8% 3/36***	**NA**
Avec/sans erreur	***Sans erreur***	***Avec erreur***	***Sans erreur***	***Avec erreur***	***Sans erreur***	***Avec erreur***	***Sans erreur***	***Avec 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**				

Tableau 12 : Résolution de problème : analyse 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)**		**Rédaction Phrase réponse (9)**	
Pourcentages	**90% 35/39**				**62% 24/39**				**82% 32/39**		**95% 37/39**		**67% 26/39**	
Sous-étapes	**Partiellement**		**Complètement**		**Soustraction**		**Division**		***Sans erreur***	***Avec erreur***	***Sans erreur***	***Avec erreur***	**NA**	
Pourcentages	**43% 15/35**		**57% 20/35**		**67% 16/24**		**92% 22/24**		***62% 20/32***	***38% 12/32***	***95% 35/37***	***5% 2/37***	**NA**	
Avec/sans erreur	***Sans erreur***	***Avec erreur***	***Sans erreur***	***Avec erreur***	***Sans erreur***	***Avec erreur***	***Sans erreur***	***Avec 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**					

Tableau 13 : Résolution de problème : analyse 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				

Tableau 14 : Résolution de problème : analyse 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**				

Tableau 15 : Résolution de problème : analyse de la phase 3 de réflexion du processus d'autorégulation (non-musiciens)

Cette première partie de l'analyse de la tâche 1, relative à la résolution du problème mathématique, a fourni une vue d'ensemble approfondie des compétences d'autorégulation des élèves à travers les phases d'anticipation, de réalisation et de réflexion du processus d'autorégulation. Nous avons examiné chaque étape clé de l'activité, en évaluant les actions des élèves de manière binaire pour chaque phase du processus d'autoévaluation.

Dans la phase d'anticipation, nous avons observé les capacités des élèves à lire attentivement le problème, à identifier des objectifs clairs et à relever les informations pertinentes. Ces indicateurs sont essentiels pour une planification stratégique efficace, permettant aux élèves d'aborder la tâche avec une préparation anticipée.

Concernant la phase de réalisation, nous avons relevé l'application concrète des stratégies mises en œuvre par les élèves pour traiter l'information et exécuter les actions nécessaires, à travers des indicateurs tels que la notation des informations sur le brouillon, le calcul des opérations, le classement et la comparaison des résultats, ainsi que la rédaction d'une phrase réponse. Cette phase de réalisation illustre l'importance de l'organisation des données et de la capacité d'adapter les méthodes en fonction des besoins spécifiques de la tâche. La gestion des éléments de manière systématique et l'ajustement de son approche en temps réel font partie intégrante de la résolution efficace d'un problème.

Enfin, la phase de réflexion a été examinée selon les capacités d'autoévaluation des élèves. Leur faculté à prendre conscience des étapes réellement effectuées, à s'organiser et à utiliser des stratégies d'autocorrection témoigne d'une prise de recul critique. La durée d'accomplissement de la tâche a également été traitée au regard d'une réflexivité générale, mesurant l'engagement et le maintien de l'orientation des élèves dans l'activité.

Les résultats ont été synthétisés dans des tableaux, facilitant la comparaison entre le groupe expérimental d'élèves musiciens et le groupe contrôle de non-musiciens. Cette mise en perspective permet de mettre en avant l'impact potentiel de la pratique musicale sur le développement du processus d'autorégulation.

Pour rappel, la tâche 1 comportait deux parties, la résolution du problème mathématique, puis le classement des étapes de réalisation de ce même problème. Nous poursuivrons ainsi par la présentation de l'analyse de la seconde partie de la tâche 1.

2.1.2 Analyse du classement des étapes de réalisation du problème mathématique

La seconde partie de la tâche 1 (Cf. 1.2.1.1 Tâche 1 : Résolution de problème) était dédiée au classement par ordre chronologique des neuf étapes de résolution du problème et a fait, pour rappel, l'objet d'une captation vidéo, afin de visualiser les gestes et mouvements réalisés par l'élève dans un contexte d'activité réflexive.

INDICATEURS	PHASE 1 : ANTICIPATION	PHASE 2 : REALISATION	PHASE 3 : REFLEXION
Alignement des étapes	X		
Temps de réflexion avant le 1er déplacement	X		
Nombre de déplacements		X	
Temps de réflexion après le 1er déplacement		X	
Temps de réflexion entre chaque déplacement		X	
Relecture			X
Temps de relecture			X
Erreurs			X
Durée totale d'activité			X

Tableau 16 : Indicateurs d'analyse de la tâche de classement des étapes de réalisation du problème mathématique

Concernant les phases 1 d'anticipation et 2 de réalisation du processus d'autorégulation, nous avons tout d'abord analysé les gestes et mouvements réalisés par les élèves :

- Est-ce que l'élève aligne toutes les étiquettes sur la table (à l'origine en paquet) afin d'avoir une vision globale ? Ou les sort-il une à une du paquet ? Cette étape relève de la phase d'anticipation et de planification stratégique de la tâche, par la représentation mentale de futurs possibles ainsi que la mise en ordre d'un ensemble d'éléments.

- Combien de fois l'élève déplace-t-il les étiquettes (placement, ajustement…) ? Ces déplacements sont liés à la phase de réalisation par l'utilisation de stratégies liées à la tâche, relatives à la répétition (révision) et à la décomposition (séparation, identification des composantes).

Nous avons ensuite analysé le temps de réflexion à différents moments de l'activité :

- Combien de temps l'élève a-t-il réfléchi avant de déplacer la première étiquette ? Cette étape est une procédure d'autorégulation interne à la phase d'anticipation et de planification stratégique, où l'élève juge, s'ajuste et s'informe (gestion des ressources) avant de procéder à la réalisation.

- Combien de temps l'élève a-t-il réfléchi après avoir déplacé la première étiquette ? Cette étape de réalisation mobilise différentes stratégies exécutives liées à la tâche, comme l'évaluation (estimer, déterminer la valeur des éléments), mais également comme la vérification (confirmer la présence ou l'absence d'éléments visés en lien avec les objectifs déterminés).

- Combien de temps l'élève réfléchit-il entre chaque déplacement d'étiquettes ? Durant ces étapes intermédiaires, l'élève mobilise des stratégies exécutives de réalisation liées à la tâche, similaires à l'étape précédente (évaluation, vérification) mêlées à l'ajustement de la production en fonction de critères déterminés.

Concernant la phase 3 de réflexion du processus d'autorégulation, l'analyse a été axée sur ce questionnement :

- Est-ce que l'élève effectue une relecture de son classement lorsqu'il a terminé de placer les étiquettes dans l'ordre chronologique de réalisation ? Cette étape d'autoévaluation se situe plus précisément dans la phase du jugement. En effet, ce moment implique que l'élève explicite ses représentations, réfléchisse sur ses

stratégies et confronte ses démarches. La relecture du classement indique une prise de recul sur son propre processus, permettant ainsi d'analyser la pertinence des choix effectués et d'ajuster sa compréhension des critères d'évaluation en lien avec sa performance.

- S’il y en a une, combien de temps dure la relecture ? Est-ce que l’élève prend le temps de vérifier les étiquettes une à une ainsi que leur placement ? Est-ce qu’il réajuste son classement ? Cette étape se situe également dans le cadre de l'autoévaluation, et plus précisément dans la phase de la décision. Cette phase implique que l'élève établisse un bilan de son travail, examine les solutions d’amélioration et prenne des décisions concernant les ajustements à apporter. Le temps consacré à la relecture et la vérification des étiquettes indiquent un engagement actif dans le processus d’autoévaluation, permettant ainsi à l'élève de réfléchir sur l'efficacité de ses choix et de corriger d'éventuelles erreurs pour s’améliorer dans des situations futures.

- Dans quel ordre l’élève place-t-il les étiquettes ? Cette phase de jugement incite l'élève à expliciter ses représentations et à analyser les choix établis dans le processus d'organisation. En se questionnant sur l'enchaînement des étiquettes et leur placement, l'élève est amené à évaluer l'efficacité de sa stratégie et à identifier d'éventuelles incohérences dans son raisonnement. Cela favorise une prise de conscience critique de ses actions, permettant ainsi d'ajuster ses démarches futures. Nous avons pour cette étape établi une analyse séquentielle afin d’établir la cohérence réflexive de l’élève lors de l’activité et son interaction avec la tâche (nombre d’étiquettes placées justement, nombre d’erreurs, enchaînement des étiquettes et organisation spatiale).

- Combien de temps a duré la réalisation de la tâche (minutes et secondes) ? (activité réflexive générale)

Un tableau synthétique (Cf. tableaux 17 à 22 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). Les résultats rassemblent le pourcentage de réalisation des indicateurs, ainsi que les moyennes

des différents temps de réflexions. Ces tableaux permettent d'illustrer l'analyse présentée ci-dessus au regard des indicateurs des phases du processus d'autorégulation et de la mise en comparaison des deux groupes de participants. Les résultats issus de ces tableaux seront précisément détaillés dans la partie 3 de cette thèse (Cf. 1.1.1.2 Classement des étapes de réalisation du problème).

Musiciens (39 participants)	Phase 1 : Anticipation (Planification stratégique)	
	Alignement des étapes	Temps de réflexion avant le 1er déplacement (secondes)
pourcentage	59%	NA
moyenne	NA	22

Tableau 17 : Classement des étapes de réalisation du problème : analyse de la phase 1 d'anticipation du processus d'autorégulation (musiciens)

Non-musiciens (39 participants)	Phase 1 : Anticipation (Planification stratégique)	
	Alignement des étapes	Temps de réflexion avant le 1er déplacement (secondes)
pourcentage	67%	NA
moyenne	NA	22

Tableau 18 : Classement des étapes de réalisation du problème : analyse de la phase 1 d'anticipation du processus d'autorégulation (non-musiciens)

Musiciens (39 participants)	Phase 2 : Réalisation (Stratégies liées à la tâche)		
	Nombre déplacements	Temps de réflexion après le 1er déplacement (secondes)	Temps de réflexion entre chaque étape (secondes)
pourcentage	NA	NA	NA
moyenne	11	121 (2'01)	11

Tableau 19 : Classement des étapes de réalisation du problème : analyse de la phase 2 de réalisation du processus d'autorégulation (musiciens)

Non-musiciens (39 participants)	Phase 2 : Réalisation (Stratégies liées à la tâche)		
	Nombre déplacements	Temps de réflexion après le 1er déplacement (secondes)	Temps de réflexion entre chaque étape (secondes)
pourcentage	NA	NA	NA
moyenne	10	126 (2'06)	12

Tableau 20 : Classement des étapes de réalisation du problème : analyse de la phase 2 de réalisation du processus d'autorégulation (non-musiciens)

Musiciens (39 participants)	Phase 3 : Réflexion (Autoévaluation)				
	Relecture	Temps de relecture (secondes)	erreurs	bonnes réponses	Temps total de l'activité (secondes)
pourcentage	54%	NA	NA	NA	NA
moyenne	NA	26	3	6	144 2'24

Tableau 21 : Classement des étapes de réalisation du problème : analyse de la phase 3 de réflexion du processus d'autorégulation (musiciens)

Non-musiciens (39 participants)	Phase 3 : Réflexion (Autoévaluation)				
	Relecture	Temps de relecture (secondes)	erreurs	bonnes réponses	Temps total de l'activité (secondes)
pourcentage	46%	NA	NA	NA	NA
moyenne	NA	26	3	6	148 2'28

Tableau 22 : Classement des étapes de réalisation du problème : analyse de la phase 3 de réflexion du processus d'autorégulation (non-musiciens)

Ainsi, l'analyse de la seconde partie de la tâche 1, relative au classement chronologique des neuf étapes de résolution du problème mathématique, a été effectuée à partir des captations vidéo permettant d'observer les gestes et mouvements des élèves dans un contexte d'activité réflexive. Cette analyse a été structurée autour des trois phases du processus d'autorégulation – anticipation, réalisation et réflexion – en mettant en lumière les indicateurs spécifiques à chaque phase : la planification stratégique (phase d'anticipation) a été observée à travers l'alignement

des étapes et le temps de réflexion avant d'effectuer le premier déplacement ; les stratégies liées à la tâche (phase de réalisation) ont été examinées en fonction du nombre de déplacements, du temps de réflexion après le premier déplacement et entre chaque déplacement ; l'autoévaluation (phase de réflexion) a été définie à partir de la relecture des élèves, du temps consacré à cette relecture et de la révision des erreurs. La durée totale d'activité réflexive générale a également été calculée.

Pour résumer, l'analyse de la tâche 1, tant pour la résolution du problème mathématique que pour le classement des étapes de réalisation, met en évidence les différents aspects du processus d'autorégulation chez les élèves. Chaque phase – anticipation, réalisation et réflexion – a été examinée à travers des indicateurs spécifiques permettant d'observer les compétences d'autorégulation, et donc d'apporter un éclairage sur la manière dont les élèves gèrent, adaptent et évaluent leurs actions face à une tâche donnée.

Les résultats obtenus ont été synthétisés dans des tableaux comparatifs, afin de révéler d'éventuelles distinctions entre le groupe expérimental d'élèves musiciens et le groupe contrôle de non-musiciens au regard de notre hypothèse de recherche, soulevant l'idée que la pratique musicale pourrait jouer un rôle significatif dans le développement de l'autorégulation. La capacité des élèves à planifier stratégiquement, à ajuster leurs méthodes pendant la réalisation, et à s'autoévaluer efficacement, a été observée à travers des comportements précis, tels que l'organisation des informations, l'ajustement des stratégies et la correction des erreurs.

L'intégration de l'observation des gestes et mouvements des élèves lors du classement des étapes de réalisation du problème a permis d'affiner cette analyse en ajoutant une dimension comportementale à la réflexion des élèves. L'analyse des deux parties de la tâche s'articule autour du processus d'autorégulation. Elle illustre comment la préparation anticipée des élèves, couplée à leur capacité à ajuster leurs actions en fonction des retours obtenus, ainsi qu'à utiliser des stratégies d'évaluation et de vérification, les engage dans une réflexion critique sur leur propre performance. Cette partie de l'étude, consacrée au traitement et à l'analyse des données de la tâche 1, établit un cadre pour approfondir la relation entre l'engagement dans une activité de pratique musicale et le développement de l'autorégulation en milieu scolaire. Les résultats détaillés seront présentés dans le chapitre 2, où nous approfondirons les implications des différentes observations.

Outre la tâche 1, portée sur la résolution de problème, notre expérimentation comportait une seconde tâche proposée aux élèves, s'agissant d'une activité de classement et de catégorisation d'éléments audio sur une tablette numérique. Cet exercice visait à compléter l'analyse du processus d'autorégulation des élèves, en explorant leur capacité à organiser, structurer et qualifier des informations auditives dans un environnement numérique. Dans la suite de notre réflexion, nous présenterons ainsi l'analyse comparative de cette seconde tâche, en examinant de nouveau les phases d'anticipation, de réalisation et de réflexion, entre le groupe expérimental et le groupe contrôle.

2.2 Analyse de la tâche 2 : classification et catégorisation d'éléments audio

L'analyse de la tâche de classification et catégorisation d'éléments audio sur tablette numérique a été réalisée avec le logiciel R, pour la quantité et la moyenne des réponses, aux moyens de scripts créés pour identifier indépendamment chaque variable.

Rappelons que cette tâche consistait à classer des éléments audio (vignettes sonores) selon des caractéristiques jugées communes par l'élève et à nommer les groupes créés.

2.2.1 Analyse des déplacements : distance parcourue pour chaque objet

Nous avons tout d'abord analysé les déplacements des vignettes sons (objets), c'est-à-dire l'ensemble des manipulations effectuées par l'élève sur la tablette numérique. La distance moyenne de déplacement des objets sera alors plus élevée, indiquant une régulation liée à la phase de réalisation et l'utilisation de stratégies liées à la tâche. Afin d'éviter le biais du premier déplacement, nous avons calculé la distance parcourue par chaque objet, après la première pose. Ce calcul de distance parcourue par l'objet (la vignette sonore) permet d'observer la manière dont l'élève interagit avec les éléments de la tâche. Un élève qui place un objet puis ne le déplace plus pourrait indiquer qu'il n'effectue pas de rétrocontrôle, tandis qu'un retour sur ses choix, impliquant des mouvements répétés des objets, signalerait une régulation active. Ce

processus de réajustement fait appel à plusieurs stratégies cognitives d'exécution, telles que l'évaluation, où l'élève juge l'adéquation de ses placements par rapport aux objectifs visés ; la vérification, où il confirme la pertinence de ses choix ; et la production, s'il décide de modifier ou de réorganiser les éléments en fonction des retours d'information reçus. Ainsi, cette dynamique de déplacement témoigne de l'engagement réflexif de l'élève dans la tâche, illustrant comment il applique des stratégies d'autorégulation et de contrôle de son apprentissage lors de la phase de réalisation.

2.2.2 Analyse du nombre et de la durée d'écoutes du son

Les calculs du nombre d'écoutes du son, ainsi que la durée d'écoute, ont été effectués à deux moments définis :

- avant de placer la vignette son
- après avoir placé la vignette son

Les calculs du nombre d'écoutes du son et de la durée d'écoute, effectués à deux moments distincts, permettent d'analyser les comportements de l'élève en lien avec les phases d'anticipation et de réalisation.

- Combien de fois l'élève écoute-t-il chaque son avant d'effectuer un déplacement ? Cette question renvoie à la phase d'anticipation et à la planification stratégique. Cela indique dans quelle mesure l'élève utilise ses connaissances antérieures pour se préparer à la tâche, en évaluant la pertinence des sons en fonction de ses objectifs.

- Une fois le déplacement effectué, l'élève écoute-t-il les sons de nouveau ? Cette question illustre la phase de réalisation et les stratégies liées à la tâche. Cela témoigne d'une régulation active, où l'élève évalue et ajuste ses choix en fonction des retours d'information.

- L'élève écoute-t-il chaque son en entier avant d'effectuer un déplacement ? Cette pratique montre également l'aspect d'anticipation et de planification stratégique, suggérant que l'élève prend le temps d'analyser chaque élément avant d'agir.

- Combien de temps écoute-t-il les sons après les avoir déplacés ? Cette durée d'écoute des sons après les avoir déplacés représente une nouvelle opportunité d'évaluation et de vérification, intégrée dans la phase de réalisation, qui permet à l'élève de s'assurer que ses choix sont appropriés par rapport à ses objectifs. Cela reflète un engagement actif dans le processus d'apprentissage, combinant anticipation et ajustement.

Ainsi, l'analyse des calculs relatifs au nombre d'écoutes des sons et à la durée d'écoute, effectuée à deux moments distincts, met en exergue des comportements significatifs des élèves en rapport avec les phases d'anticipation et de réalisation. L'examen du nombre d'écoutes avant le premier déplacement met en lumière la capacité de l'élève à mobiliser ses connaissances antérieures en vue d'une préparation optimale à la tâche, illustrant ainsi la dimension de planification stratégique. En parallèle, l'écoute des sons après le premier déplacement révèle un processus de régulation active, où l'élève ajuste ses choix en fonction des retours d'information reçus. La pratique consistant à écouter chaque son dans son intégralité avant d'agir renforce cette dynamique anticipative, tandis que la durée d'écoute post-déplacement constitue une occasion supplémentaire d'évaluation et de vérification, permettant de confirmer la pertinence des choix effectués au regard des objectifs fixés. Ces comportements s'inscrivent dans un processus d'autorégulation intégrant anticipation, exécution et ajustement, mettant en lumière l'engagement actif des élèves dans l'accomplissement de la tâche.

2.2.3 Analyse des groupements de sons

Cette analyse s'intéresse au nombre de groupements de sons effectués par les élèves des deux groupes de participants, ainsi qu'à la qualité de la répartition.

- Combien de groupes de sons effectuent les élèves ? Parviennent-ils à synthétiser leur pensée pour rassembler les sons entre eux ? Ce questionnement renvoie à la phase de réalisation, où les stratégies liées à la tâche sont mises en œuvre (Cosnefroy, 1997 ; Lafortune et St-Pierre, 1996), en évaluant la quantité de groupements, mais aussi la capacité des élèves à synthétiser leur pensée pour rassembler les sons entre

eux. Une synthèse efficace implique une utilisation des stratégies cognitives, comme la comparaison et l'élaboration (Butterfield et al., 1996 ; Boulet et al., 1996), permettant de créer des relations significatives entre les éléments sonores.

- Les groupes de sons sont-ils bien marqués, définis et identifiables dans l'espace ? La qualité de la répartition des groupes de sons interroge la capacité des élèves à marquer, définir et identifier clairement les sons dans l'espace. Cela reflète des stratégies d'exécution, telles que l'organisation et la vérification (Weinstein et Mayer, 1986). Un marquage clair des groupes indique une compréhension des relations entre les sons, mais aussi une capacité à appliquer des critères d'évaluation internes (Bégin, 2008). Cela témoigne d'une autorégulation efficace, où les élèves organisent leurs choix de manière cohérente, facilitant ainsi la navigation dans l'activité (Schunk et Zimmerman, 1994).

Ainsi, cette analyse met en lumière le lien entre les stratégies liées à la tâche mobilisées durant la phase de réalisation du processus d'autorégulation, élément essentiel à l'engagement cognitif des élèves dans leur processus d'apprentissage. En évaluant à la fois la quantité et la qualité des groupements de sons, il devient possible d'observer comment les élèves synthétisent leurs pensées et organisent leurs choix de manière cohérente. La capacité à définir clairement les groupes de sons et à établir des relations significatives entre eux témoigne d'une maîtrise des stratégies cognitives, telles que la comparaison et l'élaboration. Par ailleurs, cette autorégulation, intégrant des actions d'organisation et de vérification, favorise une navigation fluide dans l'activité, contribuant ainsi à l'efficacité d'accomplissement de la tâche.

2.2.4 Analyse d'une série symbolique

Au regard de l'apprentissage, l'entropie mesure la quantité d'informations et la structure d'une séquence d'actions.

La série symbolique et l'entropie de Shannon sont liées dans l'analyse des systèmes complexes, notamment pour mesurer l'incertitude ou le degré de désordre au sein d'une série de données. Une série symbolique consiste à convertir des données continues ou discrètes en une séquence de symboles. Cela permet de simplifier des données complexes tout en conservant leur structure

essentielle. Par exemple, des valeurs numériques peuvent être transformées en lettres ou en chiffres distincts, facilitant l'analyse des motifs dans une série. Une fois les données converties en série symbolique, l'entropie de Shannon peut être utilisée pour quantifier l'incertitude associée à cette séquence symbolique.

L'entropie de Shannon est une mesure qui quantifie l'incertitude ou le désordre dans une séquence de données. Elle mesure la quantité d'information nécessaire pour décrire la distribution des symboles dans une série. Une faible entropie indique une organisation claire et structurée, où les éléments se répètent de manière cohérente, tandis qu'une forte entropie signale une complexité et un désordre dans les actions produites.

Ainsi, la série symbolique permet de structurer les données pour en faciliter l'analyse, et l'entropie de Shannon quantifie la complexité ou le niveau d'ordre/désordre dans la séquence.

Dans notre analyse, la série symbolique a été calculée à partir du nombre de déplacements des sons, indicateur le plus représentatif au cœur de la réalisation de la tâche.

Dans notre étude, l'analyse de l'entropie des séquences de sons pourrait mettre en évidence l'existence d'une stratégie d'apprentissage sous-jacente. Par exemple, une séquence organisée comme 1.2.3.1.2.3 illustrerait une approche réfléchie, où l'élève utilise la répétition pour faciliter la mémorisation et l'exécution, témoignant ainsi d'une planification efficace. En revanche, une séquence comme 1.3.2.2.1.3, dont l'organisation séquentielle est difficile à identifier, pourrait signaler un manque d'anticipation et de planification stratégique.

Cette structure organisationnelle est directement liée à la planification stratégique, qui implique la définition d'objectifs clairs, le choix de méthodes adaptées et l'anticipation des obstacles. Une faible entropie suggère que l'élève a réfléchi à sa démarche et a anticipé les relations entre les éléments, renforçant ainsi son autorégulation et son adaptabilité face aux exigences de la tâche. La capacité à établir une structure organisationnelle efficace met en lumière la manière dont l'utilisation de stratégies liées à la tâche, telles que la sélection, la répétition et la décomposition, s'intègrent dans un cadre organisé de gestion de l'activité.

Ainsi, l'analyse de l'entropie éclaire la qualité de l'autorégulation de l'activité dans l'accomplissement d'une tâche.

2.2.5 Analyse sémantique des labels

L'analyse sémantique des labels est orientée vers deux aspects : l'emploi d'un langage musical d'une part, et les champs sémantiques distincts d'autre part.

Tout d'abord, l'utilisation d'un lexique spécifique de la musique indiquerait un réinvestissement métacognitif des connaissances qui intervient dans l'activité, en fonction d'un besoin par rapport au but poursuivi (Bégin, 2008 ; Brown, 1987).

Par ailleurs, l'analyse des labels se concentre sur trois champs sémantiques distincts : des catégories « objet », « émotion » et « temporalité » (Ballester, Terrien et Moreau, 2024).

La première catégorie regroupe les noms et groupes nominaux désignant des « objets », définis comme des éléments perçus en dehors de soi, c'est-à-dire extérieurs au sujet. La seconde catégorie, « émotion », est orientée vers le ressenti d'écoute. Enfin, la dernière catégorie, « temporalité », est en lien avec la composition des sons et les profils temporels perçus (Moreau, 2022). Elle s'intéresse à la perception des structures et des mouvements du son qui évolue au fil du temps, comme « processus » (direction), « figures réitérées » (répétition), et « éléments ne formant pas structure temporelle » (stabilité).

Cette analyse sémantique a pour objectif d'identifier des profils de catégorisation des sons mis en place par les élèves. Au regard du processus d'autorégulation, cet aspect nous renseigne sur leurs compétences réflexives et analytiques (Spector et Ma, 2019), ici, dans la discrimination des *stimuli* (Cherry, 1953 ; Seron et Van der Linden, 2016 ; Peretz, 2018 ; Kraus et Chandrasekaran, 2010).

Pour résumer, l'analyse approfondie de la tâche 2, relative à la classification et la catégorisation d'éléments audio, permet de révéler des informations essentielles sur les processus d'autorégulation des élèves à travers différents indicateurs. En examinant la distance parcourue par chaque vignette sonore, nous pouvons observer la manière dont les élèves interagissent avec les objets, et notamment la fréquence de leurs réajustements, un signe d'un contrôle actif et d'une régulation constante au cours de la tâche. Les élèves qui modifient leurs placements après une première décision montrent une capacité à évaluer leurs actions en temps réel et à ajuster

leurs stratégies en fonction des retours d'information, témoignant d'une gestion proactive et adaptative de leur apprentissage.

L'analyse du nombre et de la durée des écoutes, réparties entre les phases d'anticipation et de réalisation, met en lumière des comportements stratégiques. Les élèves qui écoutent plusieurs fois les sons avant de prendre une décision démontrent une planification plus élaborée et un engagement dans une phase d'anticipation efficace. Ceux qui réécoutent les sons après les avoir placés, quant à eux, révèlent une stratégie d'autoévaluation et de vérification, clé dans le processus de réalisation. Ces comportements suggèrent une approche réflexive, dans laquelle l'élève prend du recul pour évaluer la pertinence de ses choix et, si nécessaire, ajuster ses décisions.

L'examen des groupements de sons, à la fois en termes de nombre et de qualité, souligne également la capacité des élèves à synthétiser et à organiser l'information de manière cohérente. Les élèves qui parviennent à former des groupes clairement définis, avec des relations significatives entre les éléments, manifestent une compétence avancée dans l'application de stratégies cognitives, telles que la comparaison, l'élaboration et la catégorisation. Cette capacité à organiser les sons reflète un niveau élevé d'autorégulation, où l'élève ne se contente pas de compléter la tâche, mais cherche à optimiser la structure et la cohérence de ses réponses.

L'analyse de l'entropie dans les séquences de sons fournit une dimension supplémentaire à la compréhension des stratégies d'apprentissage des élèves. Une faible entropie indique une organisation structurée et un recours efficace à des schémas répétitifs, témoignant d'une forte planification stratégique et d'une anticipation des relations entre les éléments. À l'inverse, une entropie élevée peut signaler un manque de structure et une difficulté à organiser la tâche de manière cohérente, ce qui pourrait indiquer une moindre maîtrise des stratégies liées à l'autorégulation.

L'analyse sémantique vise à identifier l'usage d'un langage spécifique de la musique, reflétant un réinvestissement métacognitif des connaissances, ainsi que les profils de catégorisation des sons élaborés par les élèves. En lien avec le processus d'autorégulation, cet aspect éclaire leurs compétences analytiques réflexives, notamment dans la discrimination des *stimuli*.

Ainsi, cette analyse de la tâche 2 met en lumière la manière dont les élèves mobilisent et ajustent leurs stratégies à chaque étape de l'activité, depuis la phase d'anticipation, où ils planifient leurs

actions, jusqu'aux phases de réalisation et de réflexion, où ils régulent, adaptent et autoévaluent leurs comportements en fonction des besoins de la tâche. Les différents indicateurs étudiés – déplacements, écoutes, groupements et entropie – apportent des éléments sur l'engagement métacognitif des élèves et la gestion de leur apprentissage, en lien avec leur capacité à s'autoréguler.

En conclusion, l'analyse de cette deuxième tâche permet d'éclairer le rôle des stratégies d'autorégulation dans la réalisation de tâches complexes, telles que la classification et la catégorisation. Elle met en lumière l'importance de l'autorégulation dans le traitement des informations multimodales, et ouvre la voie à des réflexions supplémentaires sur l'influence de la pratique instrumentale dans le développement de ces compétences.

Afin d'affiner et de compléter nos analyses, nous poursuivrons par la mise en corrélation de la tâche 1 de résolution de problème avec la tâche 3, relative au questionnaire d'autorégulation dans un contexte de pratique orchestrale, concernant le groupe expérimental de musiciens.

2.3 Analyse de la tâche 3 (questionnaire musiciens) en corrélation avec la tâche 2 (résolution de problème)

Pour rappel, l'analyse des données de la tâche de résolution de problème mathématique a été faite à partir des brouillons recueillis, sur lesquels les élèves ont indiqué toutes les étapes par lesquelles ils sont passés pour résoudre le problème.

Pour chaque phase de l'activité d'autorégulation, des indicateurs ont permis l'analyse de la tâche, comme l'identification de l'objectif, le relevé des informations, l'organisation du brouillon, les signes de corrections … Nous avons d'abord procédé à une analyse détaillée des indicateurs pour chaque élève, puis nous avons élargi l'analyse au niveau quantitatif en établissant des statistiques. Par la suite, un score d'autorégulation générale pour cette tâche de résolution de problème, mais aussi des scores détaillés plus précisément pour chaque phase de l'activité d'autorégulation – l'anticipation, la réalisation et la réflexion – ont été établis à partir des indicateurs.

Ces scores ont été mis en corrélation avec ceux obtenus dans le questionnaire d'autorégulation lors d'une pratique orchestrale. Ce questionnaire plaçait les élèves en situation d'orchestre, de pratique musicale sous la direction du chef d'orchestre. Les élèves devaient quantifier par « jamais, parfois, souvent ou toujours » des actions réalisées avant de commencer à jouer (phase d'anticipation), pendant le jeu (phase de réalisation) et après avoir fini de jouer (phase de réflexion). Les questions, élaborées à partir d'expériences concrètes en orchestre et classées selon les phases du processus d'autorégulation de Zimmerman (2017), ont permis d'évaluer les compétences des élèves dans trois dimensions essentielles du schème d'action : fonctionnel (geste et positionnement), adaptatif (gestion des erreurs et ajustements en temps réel) et cognitif (traitement des erreurs et recherche de solutions).

À l'image de l'analyse de la tâche de résolution de problème mathématique, un score général d'autorégulation, puis détaillé pour chacune des phases du processus (anticipation, réalisation, réflexion) a été établi, afin d'identifier le niveau d'autorégulation des élèves. Dans un contexte de pratique orchestrale.

SCORE	PHASE 1 : ANTICIPATION	PHASE 2 : REALISATION	PHASE 3 : REFLEXION
Toujours : 3	5 questions	5 questions	6 questions
Souvent : 2			
Parfois : 1			
Jamais : 0			

Tableau 23 : Analyse de la tâche 3 : questionnaire d'autorégulation en pratique orchestrale (musiciens)

La mise en corrélation de la tâche de résolution de problème mathématique et du questionnaire de pratique orchestrale fournit un cadre précieux pour évaluer comment la pratique instrumentale peut servir de vecteur au développement des habiletés métacognitives, de l'autorégulation et de l'esprit critique des élèves.

L'interconnexion entre ces deux analyses devient alors particulièrement pertinente dans le cadre de notre question de recherche. En examinant comment les élèves se préparent à résoudre un

problème mathématique, ainsi que la manière dont ils s'engagent dans leur pratique orchestrale, nous cherchons à identifier des *patterns* d'autorégulation similaires. Par exemple, une organisation claire et réfléchie des actions dans la pratique musicale suggère que les élèves ont mis en œuvre des stratégies de planification efficace, ce qui peut également se refléter dans leur capacité à organiser leur approche de la résolution de problème mathématique.

De plus, l'autoévaluation des performances musicales peut éclairer les choix stratégiques des élèves, soulignant leur capacité à anticiper, planifier et ajuster leurs actions en fonction des défis rencontrés, tant dans le domaine musical que mathématique. Ainsi, cette double approche permet non seulement de mesurer l'autorégulation des élèves dans des contextes distincts, mais aussi d'explorer comment les compétences acquises dans la pratique instrumentale peuvent renforcer leur capacité à s'autoréguler dans d'autres domaines d'apprentissage. L'objectif est de déterminer si une corrélation existe entre le niveau d'autorégulation observé dans la pratique orchestrale et celui constaté lors de la résolution de problème mathématique.

Concernant l'interprétation des résultats, si la pente de la droite de régression est positive, cela signifie qu'il existe une relation en ce sens entre les deux variables (lorsque l'une augmente, l'autre augmente également), tandis qu'une pente négative indique une relation inverse. Dans le cas de notre analyse, une pente de la droite de régression positive signifierait que plus les élèves obtiennent des scores élevés d'autorégulation dans leur pratique musicale, plus ils semblent être efficaces dans la résolution de problèmes mathématiques, ou inversement. La pente plus ou moins prononcée ainsi que positive ou négative reflète ainsi l'intensité de cette relation, suggérant que la pratique musicale pourrait jouer un rôle dans le développement de l'autorégulation dans d'autres contextes, comme la résolution de problèmes.

En ce qui concerne la dispersion des points autour de la droite, une faible dispersion traduirait une relation plus forte et plus homogène entre les deux variables, tandis qu'une dispersion plus large indiquerait des variations dans la manière dont cette relation se manifeste chez les élèves. Ces différences pourraient s'expliquer par des facteurs individuels, comme le niveau d'expérience musicale ou la motivation personnelle. Précisons que, pour un échantillon de 39 élèves nous concernant, la valeur critique pour la corrélation de Pearson à un niveau de significativité de 0.05 (5 %) est d'environ 0.309. Si le coefficient de corrélation $r > 0.309$, alors le résultat est significatif. Ainsi, une corrélation positive, si elle est significative, soutiendrait l'hypothèse que l'engagement dans des activités musicales contribuerait à l'amélioration des

compétences métacognitives et d'autorégulation des élèves, essentielles au renforcement de leur esprit critique et à leur développement personnel.

Pour conclure ce chapitre, l'analyse des deux tâches – la résolution de problème et la classification et catégorisation d'éléments audio – a été menée à la lumière des dynamiques d'autorégulation essentielles au processus d'apprentissage des élèves. Les indicateurs mis en place ont permis d'observer comment les compétences métacognitives se manifestaient au travers des différentes phases du processus d'autorégulation : anticipation, réalisation et réflexion. La méthodologie d'analyse adoptée a permis de structurer l'observation des comportements des élèves en se focalisant sur des aspects spécifiques de leur gestion de l'activité, qu'il s'agisse de la planification stratégique, de l'ajustement des stratégies liées à la tâche et des actions en cours de réalisation ou de l'autoévaluation réflexive menée tout au long de l'accomplissement.

L'analyse de la tâche 1 de résolution de problème a été axée sur l'engagement actif des élèves dans le processus de pensée afin d'aborder le défi mathématique, au regard des stratégies cognitives employées et de leur capacité à structurer et hiérarchiser leurs démarches. L'approche d'analyse a consisté à examiner la manière dont les élèves anticipaient la tâche, puis à observer la gestion de l'exécution au regard du traitement et de l'organisation des informations, ainsi que de l'adaptation des stratégies utilisées, notamment à travers une autoévaluation réflexive tout au long de l'activité. Les données ont été traitées, analysées puis synthétisées dans des tableaux comparatifs afin d'identifier d'éventuelles différences d'accomplissement de la tâche entre le groupe expérimental de musiciens et le groupe contrôle de non-musiciens.

L'analyse de la tâche 2, centrée sur la classification et la catégorisation d'éléments audio dans un environnement numérique, a mis en exergue les comportements d'apprentissage significatifs, illustrant la manière dont les élèves traitent, organisent et interprètent des informations sensorielles complexes. L'analyse s'est concentrée sur les indicateurs du processus d'autorégulation adaptés aux spécificités de la tâche : comme la distance parcourue par les vignettes sonores, le nombre et la durée des écoutes, ainsi que l'organisation des groupements de sons et la qualité de la répartition. Chaque indicateur a été examiné afin de mettre en évidence la manière dont les élèves géraient et ajustaient leurs stratégies tout au long des trois phases

structurant l'activité d'autorégulation : anticipation, réalisation et réflexion. Par ailleurs, l'analyse sémantique ainsi que le calcul de l'entropie ont complété ces analyses et permis de qualifier puis quantifier la structure et la cohérence des regroupements effectués par les élèves. Ces compléments d'analyse ont contribué à donner une vue d'ensemble sur la capacité des élèves à structurer l'information de manière optimale.

Dans la continuité, une analyse comparative plus poussée a également été produite, par la corrélation des données des tâches expérimentales 1 et 3 pour le groupe de musiciens, visant à identifier d'éventuelles interactions réflexives, au regard de notre question de recherche interrogeant l'influence de la pratique instrumentale sur les apprentissages. Cette analyse particulière montre que l'autoévaluation n'est pas seulement un outil d'évaluation, mais un vecteur essentiel d'ajustement des stratégies d'apprentissage. Cette approche a permis d'approfondir l'examen des stratégies d'autorégulation et d'explorer dans quelle mesure la pratique instrumentale était liée à une gestion efficace des apprentissages, aussi bien dans des contextes scolaires que musicaux.

Ce chapitre a présenté une analyse comparative détaillée des données collectées à travers les diverses tâches expérimentales, fournissant ainsi un éclairage précieux sur les compétences métacognitives et d'autorégulation mises en œuvre par les élèves. La méthodologie utilisée dans ces trois tâches a systématiquement découpé l'analyse en trois phases clés du processus d'autorégulation : l'anticipation, la réalisation et la réflexion. Chaque phase a été examinée au regard d'indicateurs spécifiques à la tâche concernée, permettant de suivre les dynamiques d'autorégulation des élèves. Cette approche a permis d'observer non seulement les compétences métacognitives, mais aussi les ajustements comportementaux, tels que les manipulations auditives et motrices, que ce soit dans un environnement numérique ou bien matérialisé.

Ainsi, l'analyse méthodologique comparative de l'ensemble des données a permis de mettre en œuvre un cadre d'observation rigoureux, afin d'examiner et mesurer les compétences métacognitives au cœur du processus d'autorégulation des élèves.

Pour conclure, la partie 2 de cette thèse a été consacrée à l'exploration méthodologique de notre recherche, en s'attachant à décrire en détail le cadre de l'étude, les protocoles d'expérimentation ainsi que l'analyse des données recueillies. Ce parcours méthodologique a été structuré en deux

chapitres principaux, chacun apportant un éclairage essentiel sur les différentes dimensions de la recherche.

Le premier chapitre, consacré à l'approche méthodologique, a posé les bases de notre démarche en détaillant l'environnement scientifique dans lequel s'inscrit notre étude. Nous avons d'abord évoqué le comité éthique, garantissant que l'ensemble des pratiques de recherche respecte les normes éthiques et déontologiques. Ensuite, le contexte et le terrain de recherche, axés sur l'éducation prioritaire, ont été définis, mettant en exergue les spécificités et les enjeux de cet environnement éducatif. La description des participants a permis de contextualiser le groupe d'élèves impliqué, enrichissant notre compréhension des dynamiques sociales et scolaires à l'œuvre.

Le protocole d'expérimentation a été au cœur de ce chapitre, décrivant les différentes tâches réalisées et les environnements dans lesquels elles ont été mises en œuvre. Nous avons exploré trois tâches distinctes : la résolution de problème, la classification et catégorisation d'éléments audio, et le questionnaire d'autorégulation en situation de pratique orchestrale. Chaque tâche a été examinée en détail, soulignant les méthodes et les outils employés afin d'engager les élèves dans un processus d'autorégulation.

Enfin, nous avons explicité le protocole des passations, en mettant en lumière l'organisation et le déroulement des sessions expérimentales, ce qui a permis d'assurer la rigueur et la cohérence des données recueillies.

Le second chapitre a approfondi l'analyse des données obtenues à travers les tâches expérimentales. Nous avons engagé une analyse comparative des compétences métacognitives et d'autorégulation, mettant en avant les différentes phases du processus d'autorégulation : l'anticipation, la réalisation et la réflexion.

Dans le cadre de la tâche 1, l'analyse de la résolution de problème mathématique a révélé l'engagement actif des élèves dans leur processus de pensée, mettant en avant des stratégies cognitives variées. L'examen du classement des étapes de cette tâche a également permis d'observer la manière dont les élèves structurent et hiérarchisent leur approche face à une activité réflexive complexe.

La tâche 2, qui portait sur la classification et la catégorisation d'éléments audio, a mis en exergue les comportements d'apprentissage des élèves dans un environnement numérique,

illustrant leurs capacités à traiter des informations sensorielles complexes. Les différentes analyses effectuées, telles que celle des déplacements, du nombre et de la durée d'écoutes, ainsi que des groupements de sons et leur labellisation, ont apporté un éclairage nouveau sur les dynamiques d'apprentissage.

Enfin, la tâche 3, qui interrogeait la capacité d'autorégulation des musiciens en contexte de pratique orchestrale, a permis de corréler les données recueillies avec celles de la tâche mathématique, afin d'identifier des interactions réflexives d'autoévaluation et de réalisation.

La partie 2 a ainsi établi le cadre méthodologique, intégrant les analyses qui ouvrent la voie à une compréhension approfondie des processus d'apprentissage réflexifs mis en œuvre dans un contexte musical et scolaire. Cette exploration s'inscrit au regard de notre hypothèse de recherche selon laquelle l'activité d'autorégulation déployée par la pratique instrumentale des élèves de cycle 3 renforcerait leurs performances d'esprit critique.

À l'issue de cette exploration méthodologique, nous nous apprêtons à aborder la troisième et dernière partie de cette thèse, qui sera dédiée à la présentation des résultats issus de nos analyses. Les prochains chapitres auront pour objectif de mettre en lumière les implications significatives de nos observations, tout en ouvrant un espace de discussion sur les interactions entre la pratique instrumentale et les compétences métacognitives développées par les élèves, donnant lieu à un apprentissage autonome et réflexif. En approfondissant ces liens, nous visons à offrir une perspective nuancée sur la manière dont la pratique musicale peut favoriser l'autorégulation et l'esprit critique, et à réfléchir à l'influence de ces éléments sur les approches pédagogiques. Cette partie dédiée aux résultats de notre recherche explorera leur portée sur le paysage éducatif général, contribuant ainsi à une compréhension approfondie des dynamiques d'apprentissages transdisciplinaires en milieu scolaire.

Partie 3

Chapitre 1 : Résultats

1.1 Présentation des résultats

1.1.1 Tâche 1 : Résolution de problème

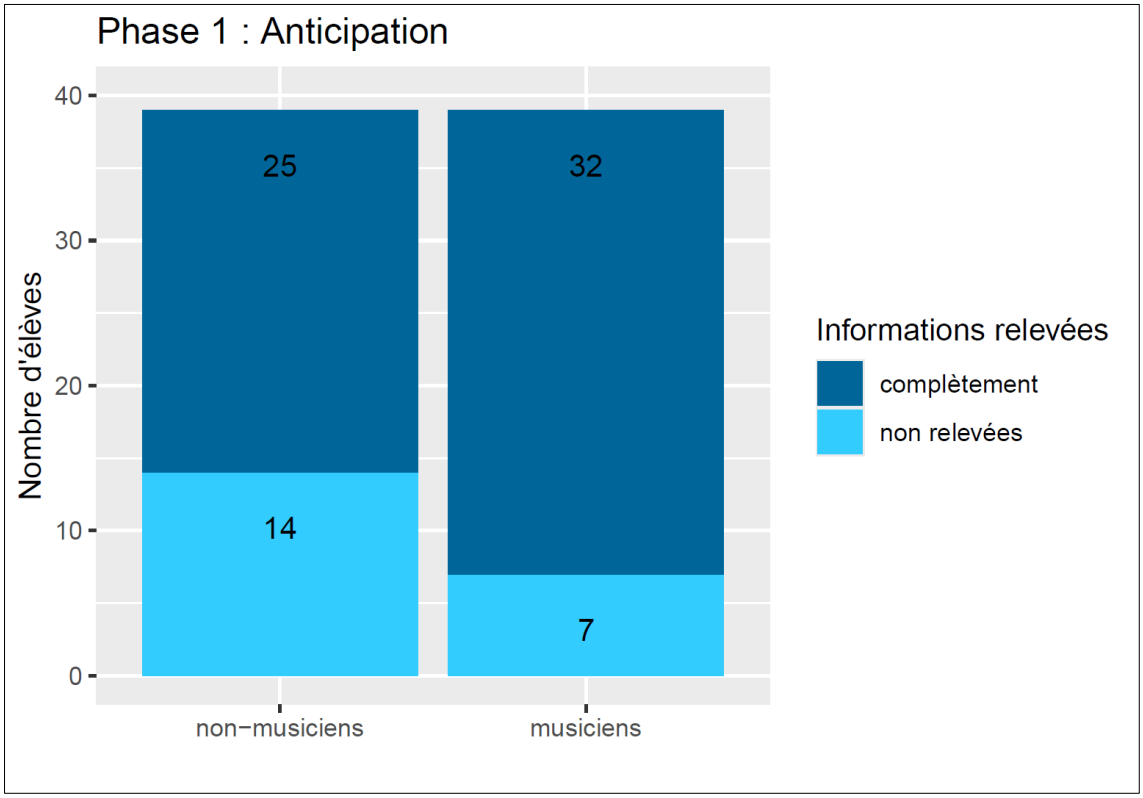
1.1.1.1 Le problème mathématique

Dans cette section, nous présenterons seulement les résultats statistiquement significatifs ($p<0.05$), ou qui présentent des tendances ($0.05< p<0.1$) mettant en exergue des différences notables dans l'analyse comparative entre le groupe de musiciens (ceux qui font partie du dispositif « Orchestre à l'école ») et celui des non-musiciens (ceux qui n'en font pas partie).

Les étapes intermédiaires de résolution du problème n'étant pas forcément réalisées par un nombre identique d'élèves et rendant alors les comparaisons subjectives, nous avons, pour cette raison, établi des graphiques présentés sur la base de 39 élèves pour chaque groupe (musiciens et non-musiciens), afin de garder les proportions d'origine.

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

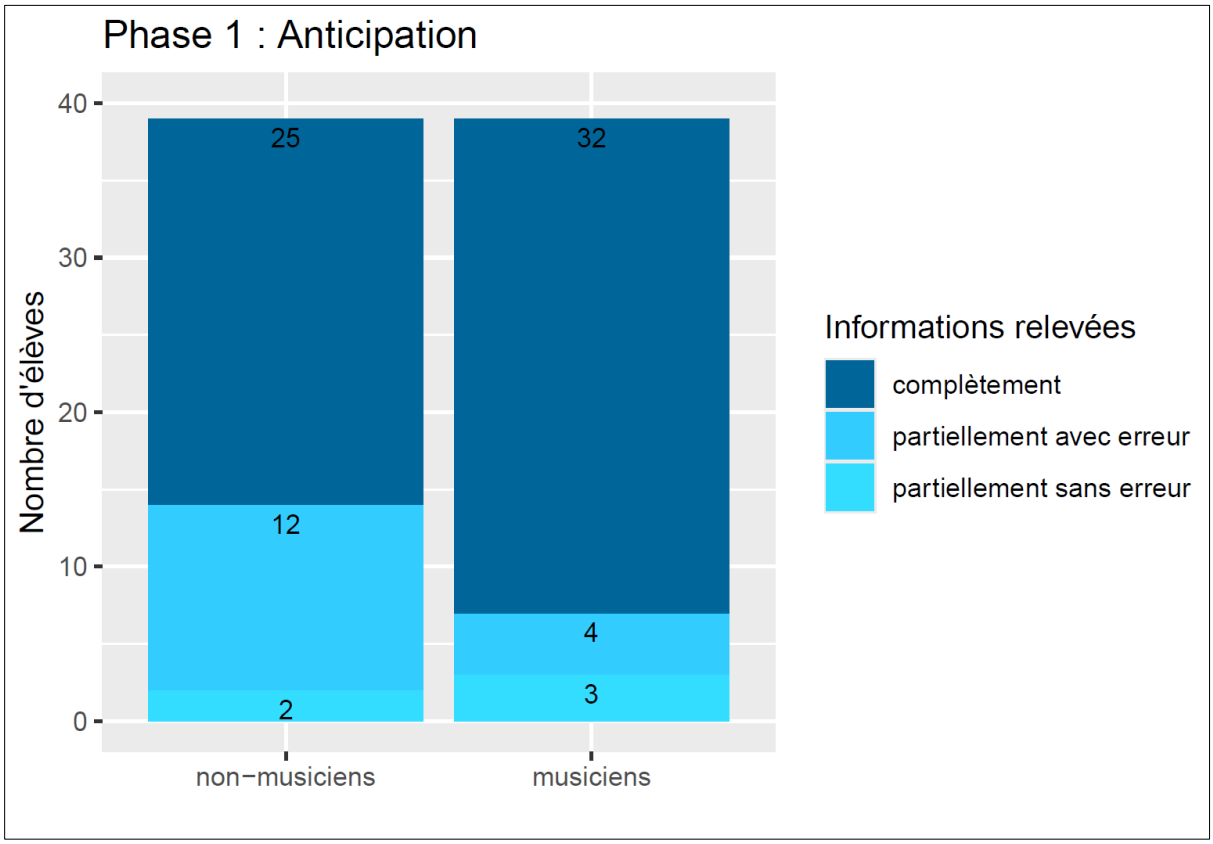
- Informations complètement relevées



Graphique 1 : 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, nous observons que 32 musiciens sur 39 ont relevé l'intégralité des informations contenues dans le problème (bleu foncé), par rapport à 25 non-musiciens sur 39, de manière significative *(p = 0.04)*.

- Informations partiellement relevées

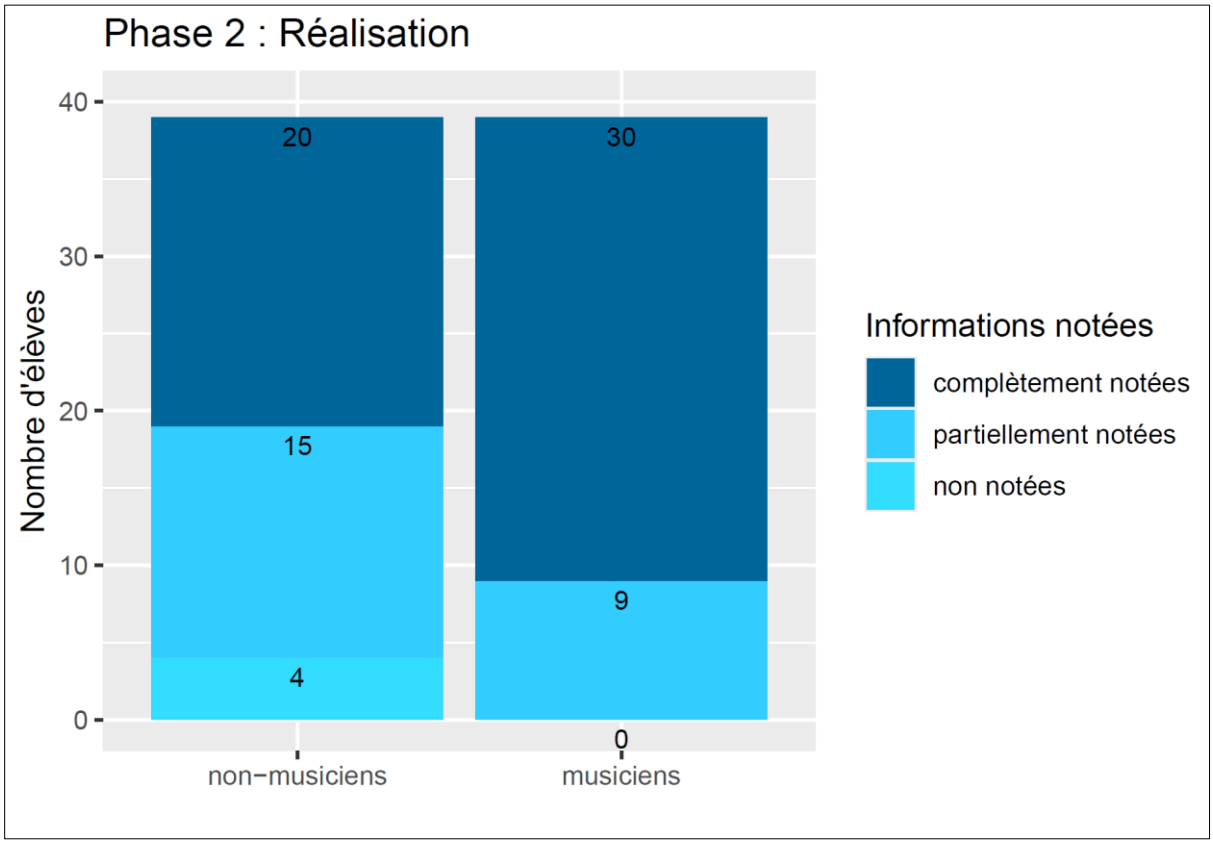


Graphique 2 : Comparaison du relevé partiel des informations, avec et sans erreur, entre les non-musiciens et les musiciens

Nous constatons, par ailleurs, une légère tendance des élèves non musiciens à davantage relever d'informations erronées, parmi ceux qui les ont identifiées partiellement. En effet, sur 7 élèves musiciens ayant relevé partiellement les informations (bas du graphique), 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).

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

- Informations notées sur le brouillon

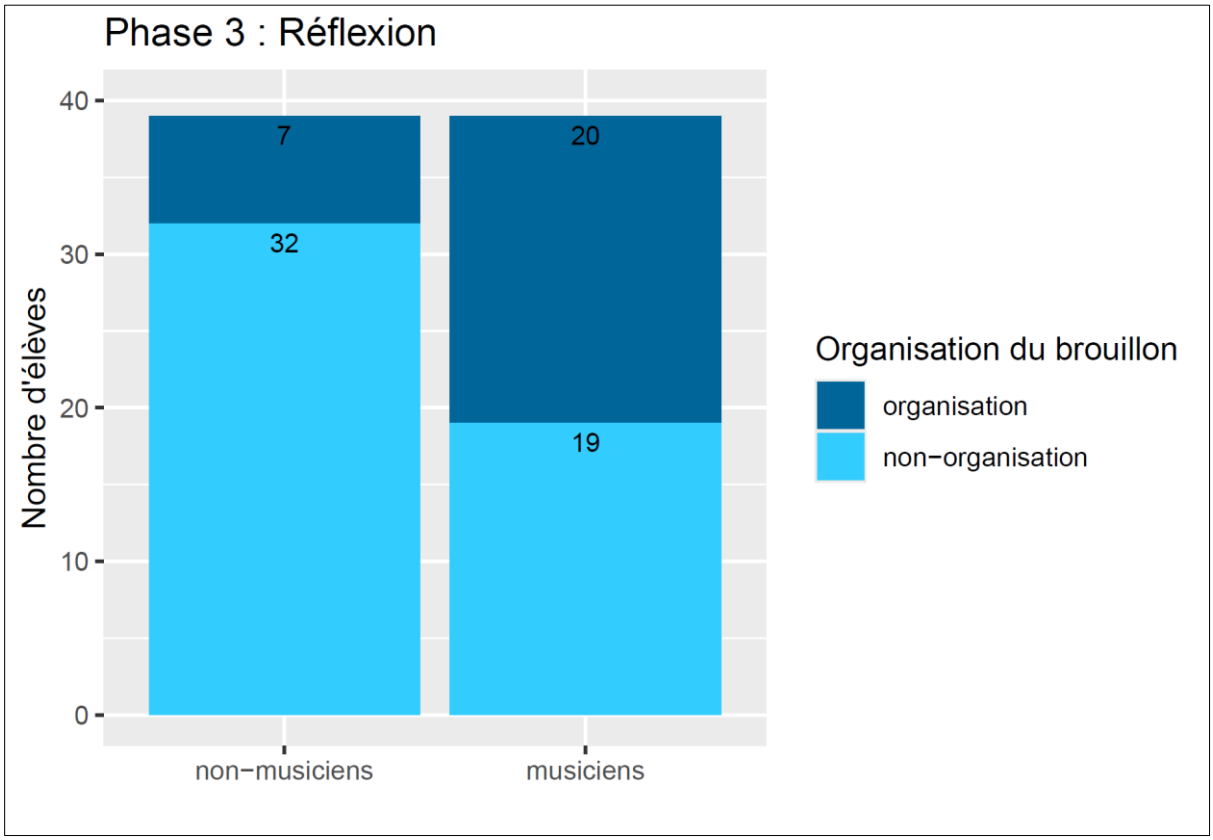


Graphique 3 : Comparaison de la notation des informations sur le brouillon entre les non-musiciens et les musiciens

Dans la phase 2 de réalisation, nous remarquons que tous les élèves musiciens ont noté les informations sur leur brouillon, partiellement ou complètement, contrairement aux non-musiciens. De plus, les musiciens ont en majorité noté l'intégralité des informations. En effet, 30 élèves sur 39 ont écrit toutes les informations (bleu foncé), soit 77%, par rapport aux non-musiciens où la notation était complète pour 20 élèves sur 35, soit 57%. Ce résultat est très significatif *(p = 0.006)*.

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

- Organisation du brouillon



Graphique 4 : Comparaison de l'organisation du brouillon (étapes de réalisation du problème) entre les non-musiciens et les musiciens

Lors de la phase 3 de réflexion, nous observons que 20 élèves musiciens sur 39 ont organisé leur brouillon (bleu foncé), soit 51%. Organiser son brouillon signifie que les élèves ont numéroté dans l'ordre chaque étape de résolution du problème. Ainsi, ils ont structuré leur raisonnement. En comparaison, seulement 7 élèves non musiciens sur 39 ont organisé leur brouillon, soit 18%. Ce résultat est très significatif ($p<0.001$).

- Différence entre les étapes réalisées et déclarées

Cette partie de l'analyse indiquait pour rappel la différence entre le nombre d'étapes de résolution du problème déclaré par l'élève, par rapport au nombre d'étapes réalisées. En raison du très grand nombre d'absences de signes d'organisation sur le brouillon des non-musiciens (étapes non indiquées explicitement), nous avons décidé de ne pas retenir cette analyse car l'échantillon était considérablement restreint.

- Signes de corrections

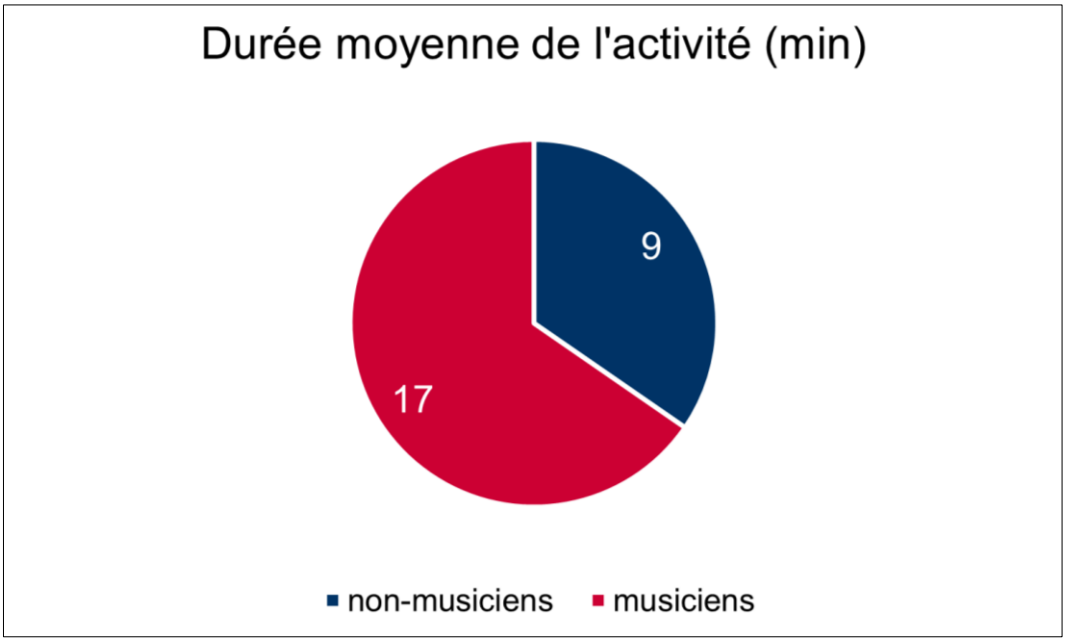


Graphique 5 : Comparaison de la présence de signes de corrections sur le brouillon entre les non-musiciens et les musiciens

Toujours dans la phase 3 de réflexion, nous constatons une différence entre les élèves musiciens et non musiciens, concernant les signes de corrections apparaissant sur les brouillons (ratures,

flèches, encadrements, annotations …), indiquant une autoévaluation des élèves pour corriger leurs éventuelles erreurs. Nous remarquons que 17 élèves musiciens sur 39 ont corrigé leur brouillon (bleu foncé), soit 44%, par rapport à 6 élèves non musiciens sur 39, soit 15%. Ce résultat est très significatif *(p = 0.006)*.

- Durée d'activité



Graphique 6 : Comparaison de la durée d'activité générale entre les non-musiciens et les musiciens

Le temps d'accomplissement de la tâche établi sur l'ensemble de l'activité conclut cette phase de réflexion. Les élèves musiciens ont une durée moyenne d'activité de 17 minutes. Les élèves non musiciens restent en moyenne 9 minutes sur la tâche. Le groupe expérimental montre une attention soutenue qui est maintenue tout au long de l'activité ($|t|>1.96$)[17].

[17] La valeur t est une statistique utilisée dans la comparaison de moyennes entre deux groupes. Dans ce contexte, lorsque $|t|>1.96$, il est considéré que la différence testée est statistiquement significative. Cela suggère que l'écart observé entre les moyennes est suffisamment grand pour qu'il y ait un effet réel probable.

Nous poursuivrons par la présentation des résultats relatifs à la seconde partie de la tâche 1, le classement des étapes de résolution du problème par ordre chronologique.

1.1.1.2 Classement des étapes de réalisation du problème

L'analyse de cette seconde partie de la tâche 1, consistant à classer par ordre chronologique les étapes de réalisation du problème mathématique, n'a pas abouti sur des résultats significatifs, ou des tendances relevables dans la comparaison entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. Sur cette tâche en particulier, aucun des deux groupes ne se démarque quant à la mise en œuvre plus efficiente du processus d'autorégulation et de raisonnement. Nous avons ainsi questionné cette absence de résultats.

Il est possible que la nature de la tâche – ordonner des étiquettes correspondant aux étapes d'une résolution de problème – n'ait pas sollicité de manière suffisante les compétences à l'œuvre dans le processus métacognitif d'autorégulation, telles que la planification stratégique, l'ajustement des actions en fonction des résultats, l'autoévaluation réflexive ou encore la capacité à modifier ses stratégies en cours d'activité au regard du but poursuivi.

Cette tâche de classement chronologique des étiquettes semble, au regard de l'absence de résultats, plus linéaire et moins exigeante en termes d'autoréflexion critique. Dans ce cas précis, la tâche peut ne pas avoir sollicité suffisamment ces compétences réflexives complexes, mais plutôt avoir mobilisé des capacités plus générales de logique ou de compréhension chronologique – capacités qui s'arrêtent au premier niveau d'organisation des processus élémentaires de réalisation d'une tâche. Ici, la tâche ne semble pas avoir permis d'accéder aux niveaux d'organisation suivants relatifs au traitement de l'information, tels que les capacités réflexives, mémorielles ou attentionnelles, ainsi qu'à la gestion stratégique des ressources cognitives disponibles, qui inclut les fonctions exécutives. Ces niveaux d'organisation articulent le passage d'un processus purement cognitif à un processus métacognitif, où l'élève planifie, ajuste et autoévalue ses actions afin de gérer efficacement la tâche en fonction des résultats obtenus.

De plus, cette tâche reprenait les étapes que les élèves devaient a priori avoir réalisées précédemment pour résoudre le problème mathématique. Il est possible que cet aspect de la

tâche, effectuée dans le prolongement de la première, ait limité la nécessité pour les élèves de mobiliser des stratégies d'autorégulation avancées, puisqu'ils étaient déjà familiers avec les étapes de résolution. Cela pourrait avoir réduit l'impact de l'expérimentation sur leur processus métacognitif, rendant difficile la mise en évidence d'une différence significative entre les groupes. La séquence temporelle d'ordre de présentation des tâches mérite ainsi une attention particulière. Si la tâche de classement des étiquettes avait été présentée avant la résolution du problème, peut-être aurions-nous pu observer les capacités d'anticipation et de projection stratégique des élèves. Ce repositionnement temporel aurait pu permettre d'évaluer comment les élèves appliquent une méthode de résolution à des données concrètes. Par ailleurs, laisser un intervalle prolongé entre les deux tâches aurait pu favoriser l'activation de processus métacognitifs supplémentaires, notamment ceux liés à la mémoire à long terme. Cette approche offrirait l'opportunité d'observer leur aptitude à passer d'une compréhension abstraite à une application concrète, mettant ainsi en lumière leur capacité à transférer des compétences acquises dans un contexte à des situations variées. Une telle exploration pourrait enrichir notre compréhension des façons dont les élèves, en particulier ceux ayant une pratique musicale, articulent leurs processus cognitifs et métacognitifs.

Dans la continuité de cette réflexion, la manipulation d'étiquettes, en tant qu'aspect matériel et moteur de l'activité, peut jouer un rôle crucial dans l'engagement des élèves au sein de la tâche. Cet aspect amène à se questionner sur la capacité des musiciens à se détacher de la manipulation concrète pour aborder des concepts immatériels, pouvant refléter des compétences métacognitives plus avancées. Cette tendance pourrait être expliquée par l'interaction entre les deux hémisphères du cerveau, qui favorise une intégration efficace des dimensions matérielles et abstraites dans la gestion mentale.

Enfin, les modalités de conception et d'évaluation de la tâche pourraient ne pas capturer les différences dans les processus de réflexion et d'autorégulation mis en œuvre par les élèves musiciens et non musiciens. Il est possible que ces derniers adoptent des stratégies plus complexes ou utilisent davantage de réflexion critique sans que cela soit visible dans les résultats observables (comme la mise en ordre correcte des étapes). Il serait ainsi pertinent de repenser la conception de cette tâche, afin qu'elle nécessite une mise en œuvre complexe et stratégique de planification ainsi qu'une flexibilité dans la gestion générale de l'activité.

Ainsi, l'analyse de cette seconde partie de la tâche 1, consistant à classer chronologiquement les étapes de résolution d'un problème mathématique, n'a pas révélé de résultats significatifs ou de tendances relevables entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. Ce constat soulève notamment des interrogations sur la nature et la conception de la tâche, pouvant ne pas avoir sollicité suffisamment les capacités d'autorégulation et de raisonnement des élèves. Cette tâche, rétrospectivement trop linéaire, semble en effet mobiliser la logique plutôt que des compétences complexes de raisonnement.

Nous poursuivrons par la présentation des résultats obtenus dans l'analyse de la tâche 2 de classification et catégorisation d'éléments audio dans un environnement numérique.

1.1.2 Tâche 2 : Classification et catégorisation d'éléments audio

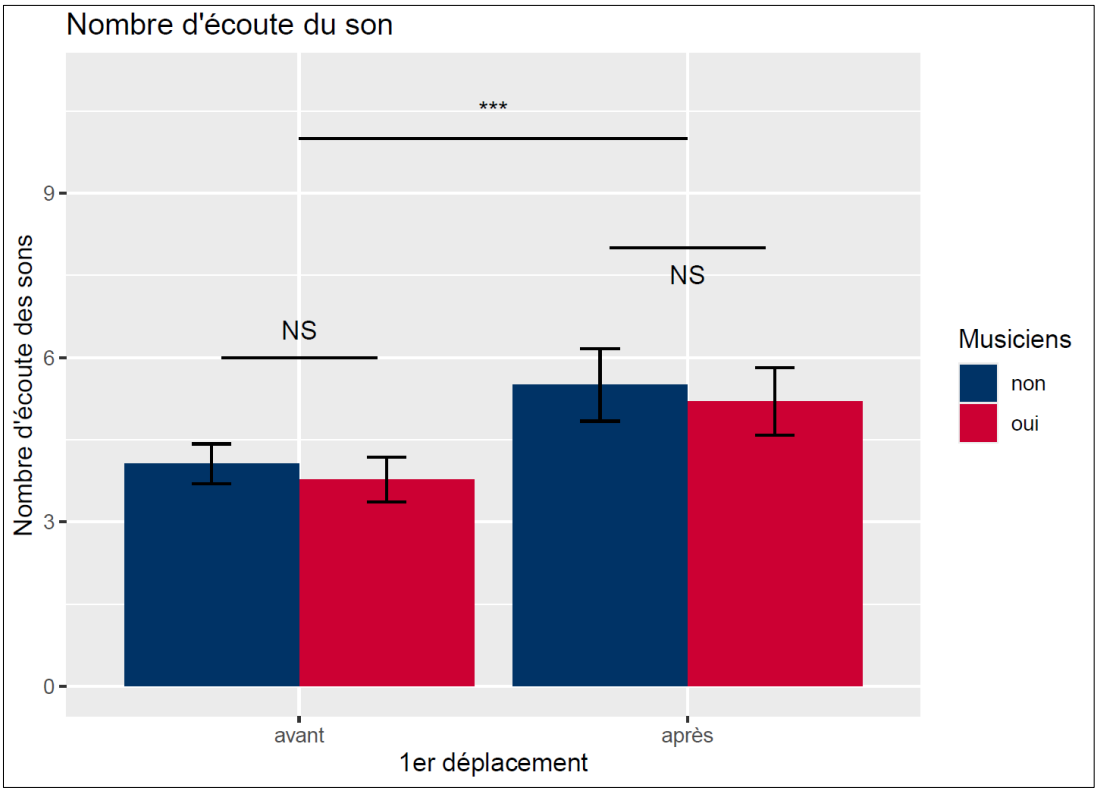
L'analyse de la tâche de classification et catégorisation d'éléments audio sur tablette numérique a mis en exergue différents types de résultats, reliés à chaque phase du processus d'autorégulation. La phase 1 d'anticipation sera éclairée par le nombre et la durée d'écoute des sons ; la phase 2 de réalisation sera illustrée par la distance parcourue des vignettes sonores, lorsque les élèves les déplacent dans la grille, ainsi que le nombre de regroupements des sons et la qualité de la répartition. Enfin, la phase 3 de réflexion sera présentée à travers la mesure de l'entropie des séries. L'analyse sémantique de la labellisation complètera ces résultats.

Pour information, les groupes d'élèves musiciens et non musiciens ont tous deux une durée moyenne d'accomplissement de la tâche de 13 minutes.

Par ailleurs, certains résultats contiennent un effet statistiquement significatif ($p<0.05$), voire très significatif ($p<0.001$), d'autres mettent en lumière des tendances relevables.

1.1.2.1 Processus d'autorégulation : la phase 1 d'anticipation - planification stratégique

- Nombre d'écoute du son



Graphique 7 : Comparaison du nombre d'écoute des sons entre les non-musiciens et les musiciens

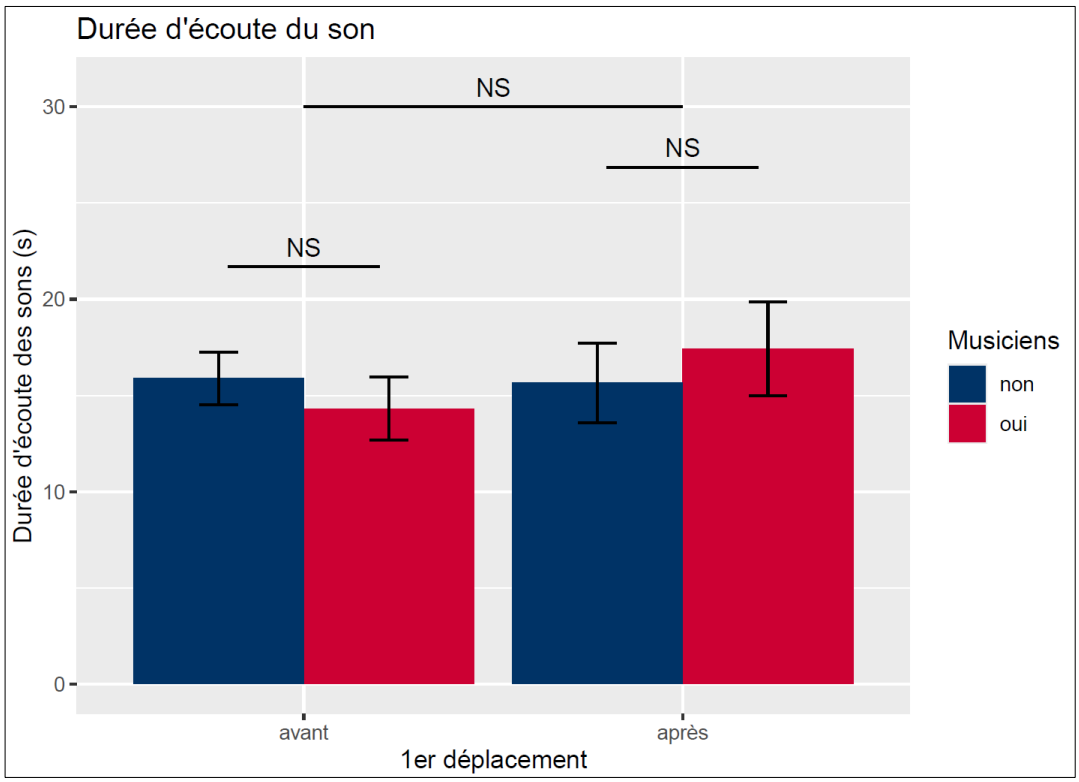
Dans la phase d'anticipation, mêlée à celle de réalisation, les élèves ont écouté les sons, à deux moments différents : avant le premier déplacement de son (anticipation) ; après le premier déplacement de son (réalisation).

Avant le premier déplacement (anticipation), nous observons que les élèves des deux groupes, non-musiciens (bleu) et musiciens (rouge), ont un nombre plutôt similaire proche de 4 écoutes par son. Il n'y a pas d'effet notable entre les deux groupes sur la planification stratégique quant au nombre d'écoute des sons avant le premier déplacement. De même, après le premier

déplacement (réalisation), nous ne remarquons pas de différence significative entre les deux groupes de participants. Les élèves écoutent environ 5 fois chaque son.

Nous avons choisi d'établir un parallèle entre ces deux phases de l'activité d'autorégulation (anticipation et réalisation), car les résultats mettent en évidence un effet très significatif relatif aux moments d'écoute. En effet, le nombre d'écoute des sons augmente significativement durant la phase de réalisation pour les deux groupes de participants *(p = 0.02)*.

- Durée d'écoute du son



Graphique 8 : Comparaison de la durée d'écoute des sons entre les non-musiciens et les musiciens

Pour les deux groupes de participants, la durée d'écoute des sons varie, avant (anticipation) et après (réalisation) le premier déplacement (bleu : non-musiciens ; rouge : musiciens). Si nous ne constatons pas de différence significative entre les deux groupes concernant le nombre d'écoute des sons (Cf. Graphique 7), une tendance des élèves musiciens à augmenter la durée d'écoute des sons après le premier déplacement se dessine. En effet, les élèves non musiciens

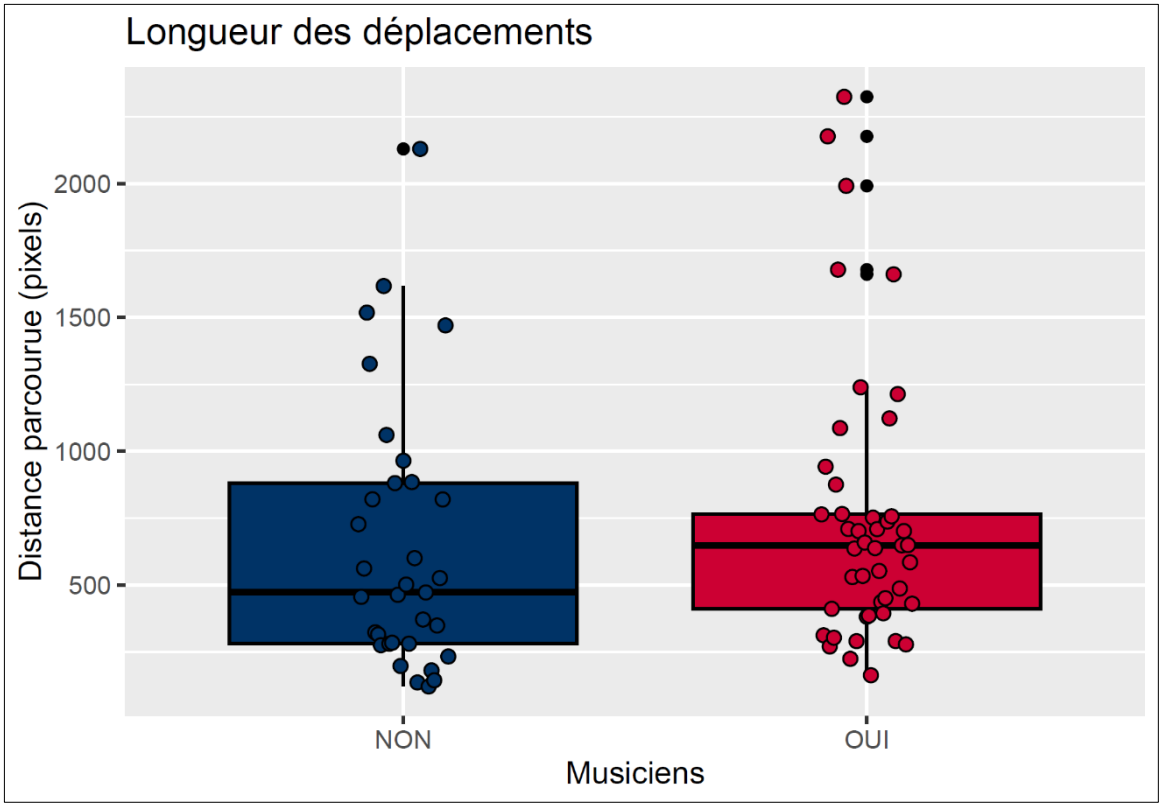
n’écoutent pas plus longuement chaque son pendant la réalisation de la tâche, là où les élèves musiciens ont une plus grande durée d’écoute.

Ainsi, l’analyse relative à l’écoute des sons (nombre et durée) lors de l’activité ne produit pas d’effet notable sur la planification stratégique de la phase d’anticipation. En revanche, ces analyses ont mis en lumière un effet très significatif relatif aux différents temps qui structurent l’activité, en montrant que le nombre d’écoute des sons augmente lors de la phase de réalisation pour les deux groupes de participants. Si les élèves des deux groupes écoutent globalement le même nombre de fois les sons dans les phases d’anticipation et de réalisation, c'est dans la durée d’écoute que réside une nuance. Pour le groupe de musiciens, la durée d’écoute augmente durant la phase de réalisation par rapport à celle d’anticipation, là où celle des non-musiciens ne change pas. Les musiciens semblent prendre le temps d’entendre les sons dans le détail, ayant ainsi une durée d’écoute plus longue au cœur de la réalisation de la tâche.

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

1.1.2.2.1 Analyse des déplacements

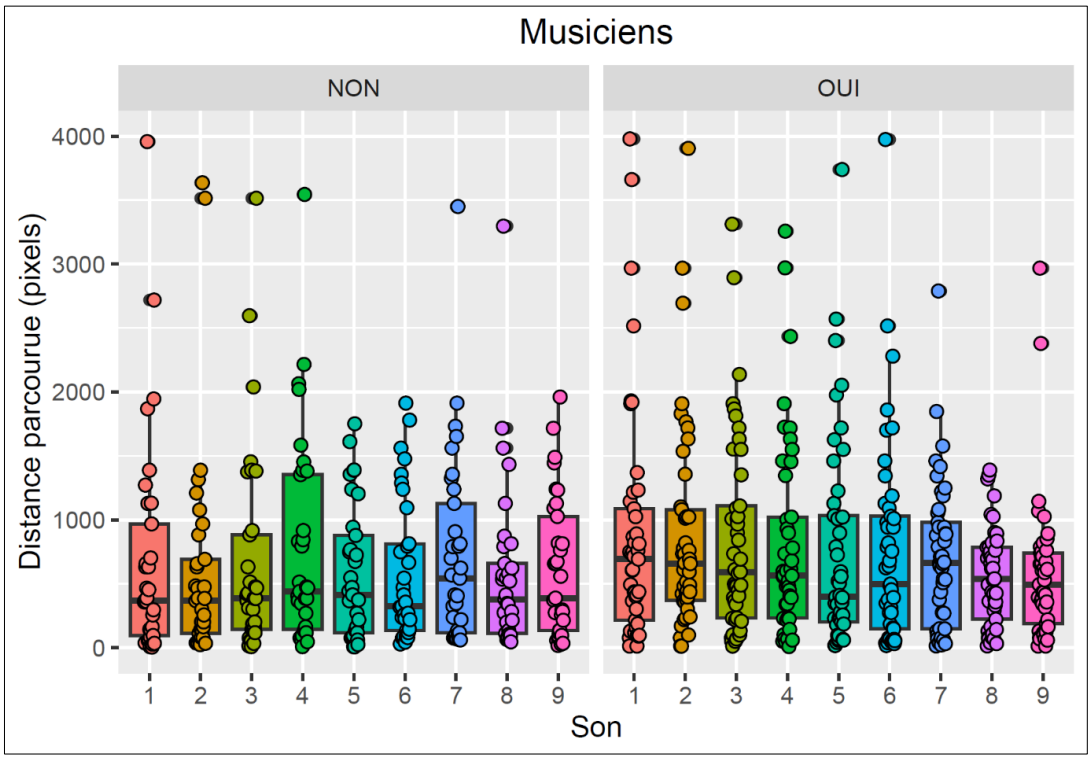
- Analyse des déplacements de sons : distance parcourue sur l'ensemble de l'activité



Graphique 9 : Comparaison de la distance parcourue des déplacements de sons entre les non-musiciens et les musiciens

Dans la phase de réalisation, les longueurs parcourues varient lorsque les élèves déplacent les vignettes sonores pour les regrouper, après le premier déplacement. Nous voyons que les élèves musiciens ont parcouru une longueur légèrement plus grande, signifiant que les vignettes sonores ont davantage été déplacées (révision). La longueur des déplacements est plus courte pour les élèves non musiciens.

- Analyse des déplacements : distance parcourue pour chaque son



Graphique 10 : Comparaison de la distance parcourue pour chaque son entre les non-musiciens et les musiciens

Dans la continuité de l'analyse précédente, la distance parcourue est observée pour chaque objet indépendant, c'est-à-dire pour chaque vignette sonore.

Sur le résultat des élèves non musiciens (partie gauche), la silhouette générale est en dents de scie, comme si les vignettes étaient placées, puis déplacées, puis replacées et ainsi de suite de manière plus hésitante. Concernant les élèves musiciens (partie droite), la silhouette est plus constante, puis progressivement dégressive, avec une longueur plus courte pour les deux derniers objets (violet et rose). Ces deux derniers objets ont parcouru moins de distance, ce qui suggère que l'élève les a placés plus rapidement, comme un signe d'assurance. Cette figure illustre une légère tendance des élèves musiciens à organiser davantage leur activité de classement.

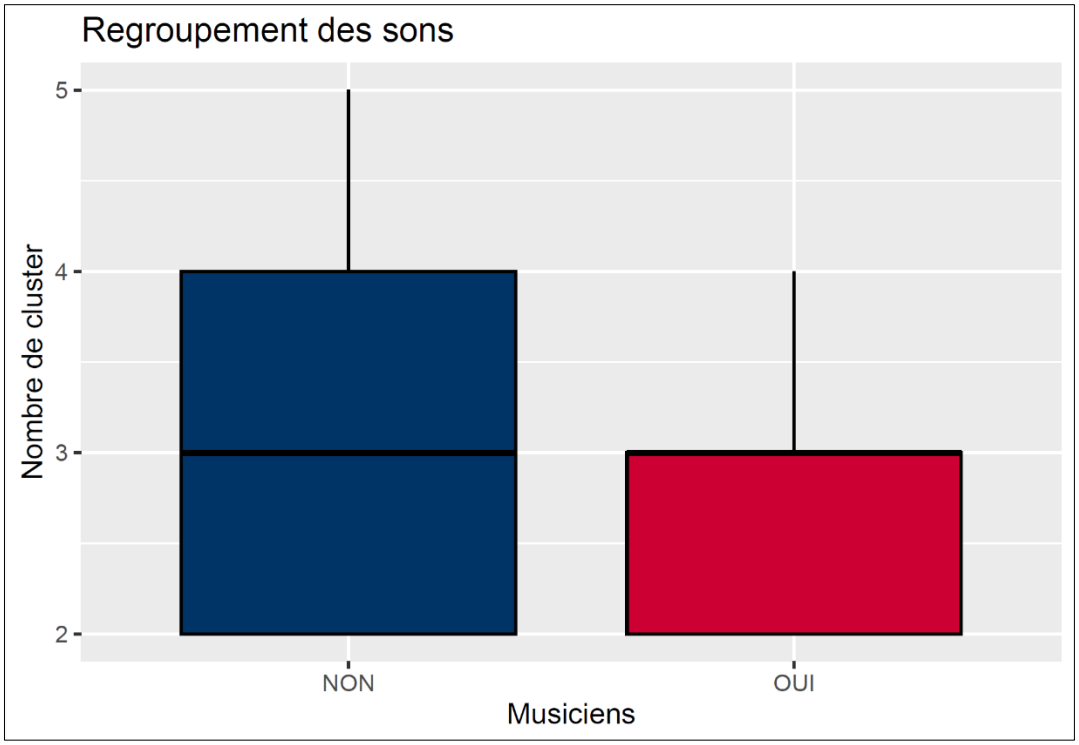
De plus, sur la tablette numérique, les sons étaient pour rappel présentés sous la forme de trois colonnes distinctes. Pour le groupe de non-musiciens, il apparaît que les sons de la colonne centrale (2, 5 et 8) ont été moins longuement traités que ceux des autres colonnes, avec répétition du *pattern*. Cette observation pourrait refléter un effet de primauté et de récence, suggérant une attention accrue portée aux sons situés au début et à la fin de la présentation, tandis que ceux du milieu, en raison de leur nature stable, reçoivent une attention moindre. Ce phénomène a des implications importantes pour l'analyse des résultats, car il souligne la nécessité de considérer comment l'organisation des sons et l'ordre de présentation peuvent influencer la perception et le traitement de l'information des participants. Contrairement aux non-musiciens, les musiciens semblent avoir traité de manière équivalente tous les sons, y compris ceux de la colonne centrale, maintenant une attention uniforme.

1.1.2.2.2 Les regroupements de sons

Ces résultats s'intéressent au nombre de regroupements de sons effectués par les élèves des deux groupes de participants, ainsi qu'à la qualité de la répartition.

- Nombre de regroupements de sons

La globalité des élèves a effectué une classification des sons par *clusters* (regroupement d'un petit nombre d'objets) en rassemblant les vignettes sonores dans la grille.



Graphique 11 : Comparaison du nombre de *clusters* de sons réalisés par les non-musiciens et les musiciens

La médiane des groupements de sons réalisés est de trois. Nous observons que les non-musiciens peuvent effectuer jusqu'à quatre regroupements de sons en moyenne, tandis que les musiciens s'arrêtent à trois (Cf. axe vertical « Nombre de *cluster* » du Graphique 11). Cette tendance indique un rassemblement plus synthétique chez les musiciens.

- Qualité de la répartition des groupes de sons

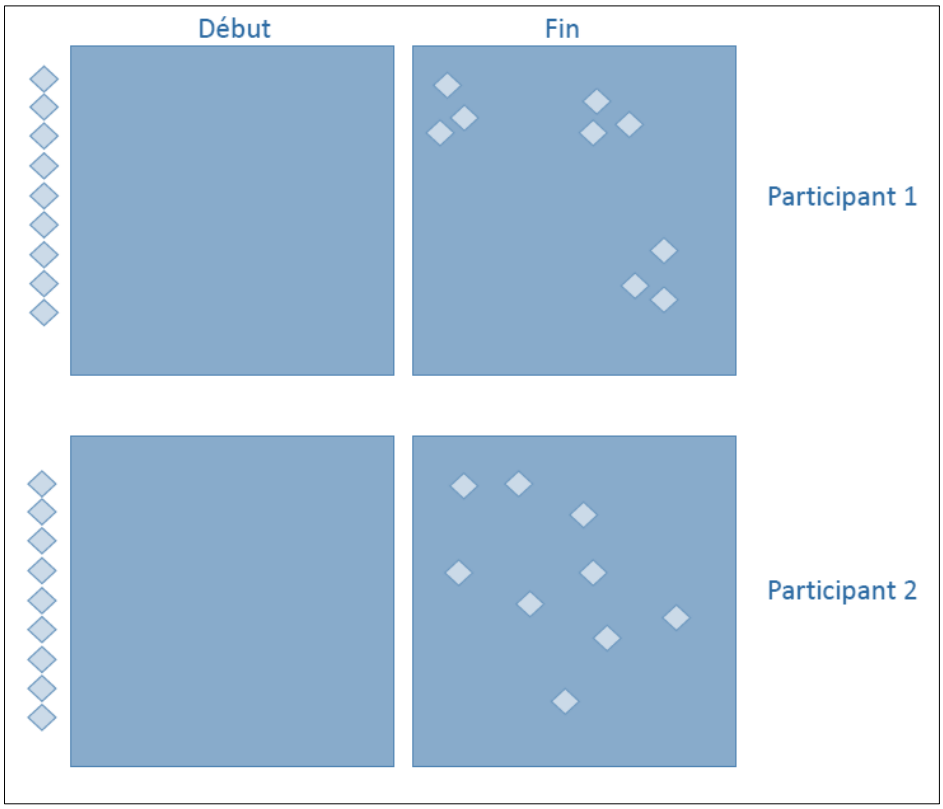
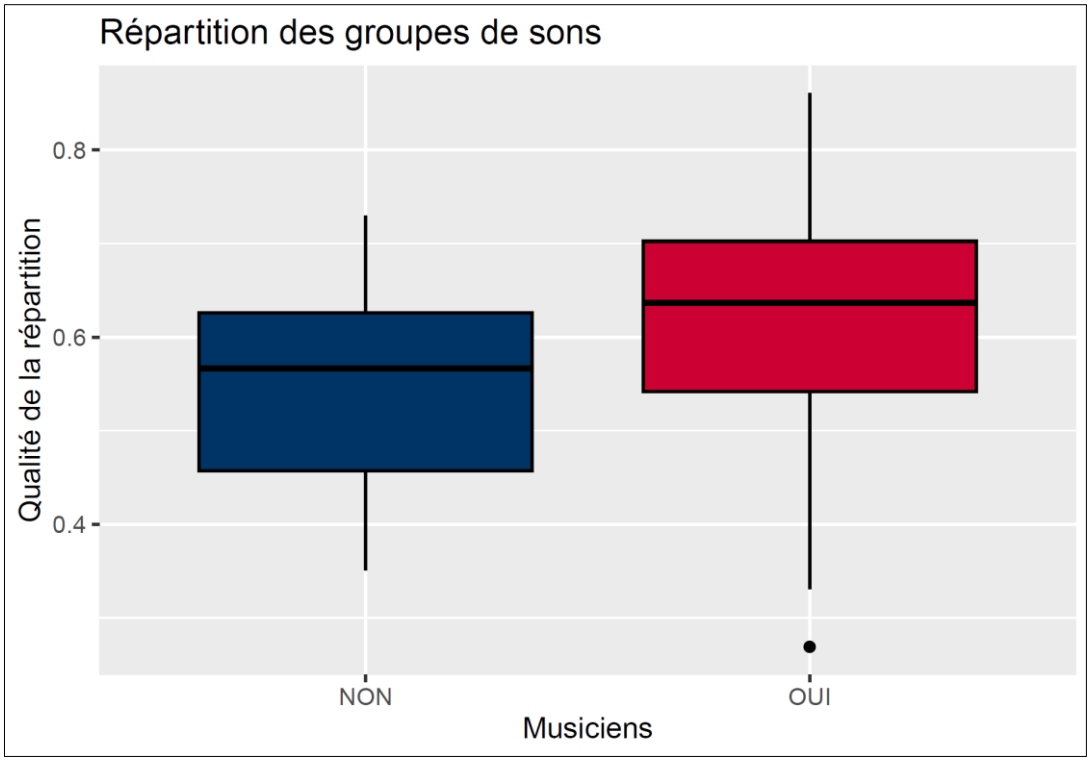


Figure 14 : Comparaison de la qualité de répartition des regroupements de sons entre deux participants (exemple établi par les chercheurs)

Cette figure illustre un exemple de la répartition des regroupements de sons d'une qualité différente. Le participant 1 effectue des groupes de sons clairement définis et séparés dans l'espace, par rapport au participant 2, où les regroupements sont difficilement identifiables.



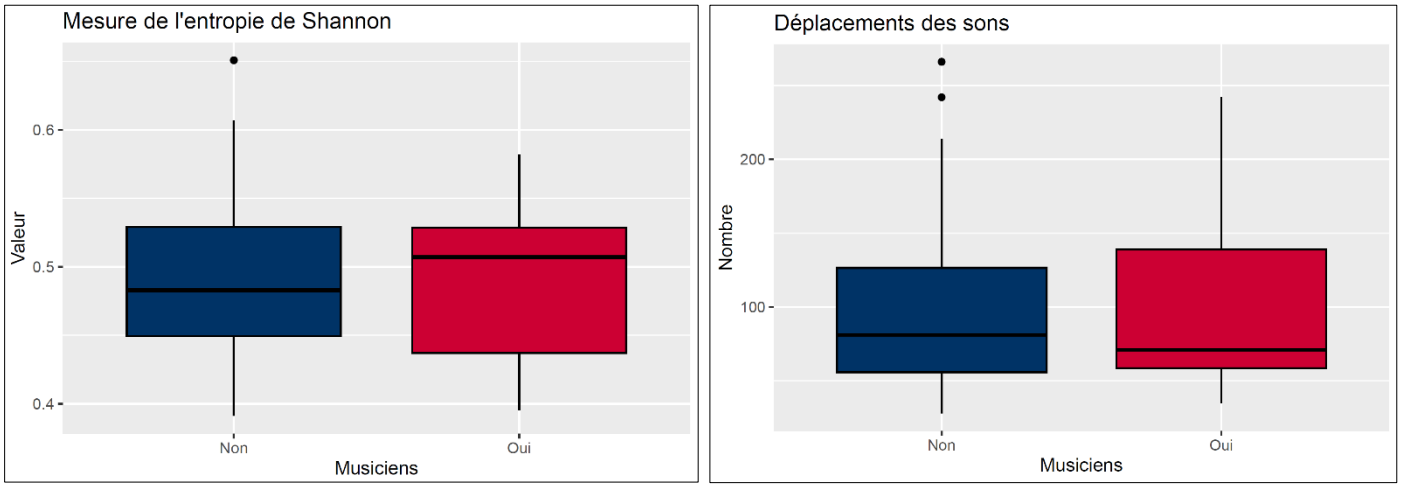
Graphique 12 : Comparaison de la qualité de la répartition des regroupements de sons entre les non-musiciens et les musiciens

Concernant la répartition des groupes, les vignettes sonores des élèves musiciens sont rassemblées entre-elles de manière plus définie et marquée dans l'espace : l'index de validation, inférieur à 0.6 pour le groupe contrôle de non-musiciens et proche de 0.7 pour le groupe expérimental, indique que les *clusters* réalisés par les musiciens sont plus clairs et plus compacts (Cf. axe vertical « Qualité de la répartition » du Graphique 12). Plus l'index de validation se rapproche de 0, moins les *clusters* sont identifiables. Une mesure qui se rapproche de 0.7 représente un fort effet de regroupements définis. Ainsi, la qualité de la répartition des regroupements de sons des musiciens est élevée, par rapport à celle des non-musiciens de manière très significative *(p = 0.007)*.

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

1.1.2.3.1 Mesure d'une série symbolique

Ces résultats présentent la mesure de l'entropie de Shannon, au regard de la série symbolique établie à partir du nombre de déplacements des sons pour le groupe de non-musiciens et de musiciens.



Graphique 13 : Mesure de l'entropie de Shannon en fonction des déplacements des non-musiciens et des musiciens

Nous n'observons pas d'effet de groupe sur ces résultats, ce qui peut s'expliquer par plusieurs facteurs. Si les séries symboliques établies pour les deux groupes sont similaires, tant au niveau de la distribution que de la complexité des motifs, cela pourrait expliquer pourquoi l'entropie ne varie pas significativement entre eux. La structure des séquences interne aux déplacements de sons semble ainsi homogène entre les deux groupes.

Par ailleurs, il est envisageable que la conception de la tâche n'entraîne pas suffisamment de mises en œuvre stratégiques possibles au sein des déplacements de sons. Il est également possible que la manière dont l'entropie de Shannon est mesurée ne permette pas de révéler de manière adéquate des *patterns* de structure interne.

1.1.2.3.2 Analyse sémantique

En ce qui concerne la catégorisation des sons, les élèves ont repéré des caractéristiques similaires et ont attribué des noms (ou labels) aux groupes formés. Ces labels révèlent diverses thématiques, telles que le langage musical, le lexique de l'horreur, le registre des émotions, la nature, les véhicules et les bruits du quotidien (Ballester, Terrien, et Moreau, 2024).



Graphique 14 : Labellisation des catégories de sons du groupe de musiciens

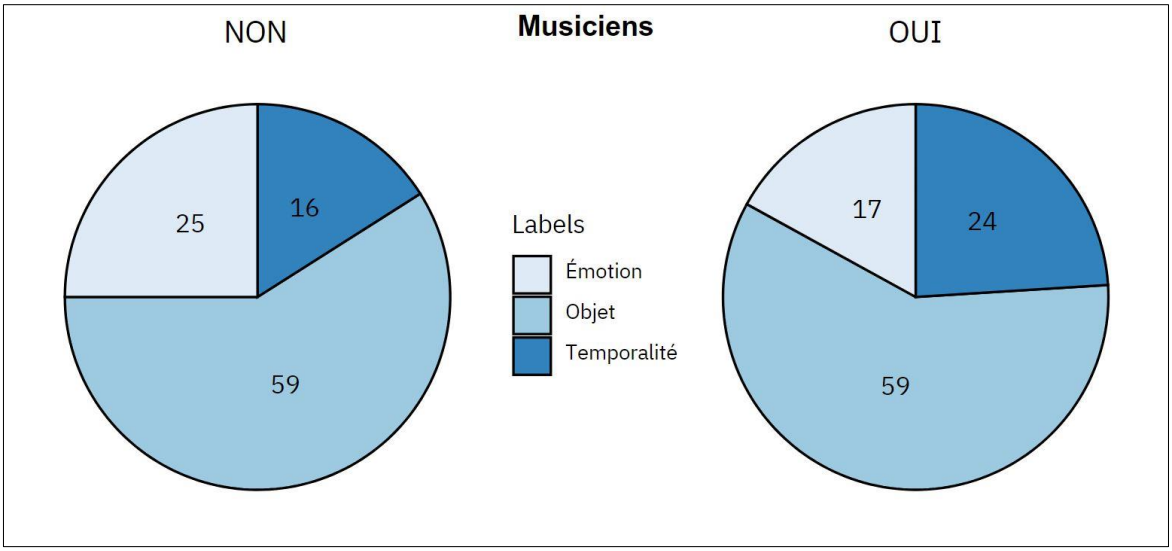
Les élèves musiciens utilisent principalement un vocabulaire technique musical lié aux paramètres du son (comme la hauteur, la durée, l'intensité et le timbre) pour organiser les groupes formés (61 %).



Graphique 15 : Labellisation des catégories de sons du groupe de non-musiciens

Les non-musiciens emploient beaucoup moins de termes issus du lexique musical (33 %) et caractérisent les regroupements avec un vocabulaire descriptif lié à l'horreur, à la nature ou aux émotions.

Par ailleurs, l'observation met en évidence les trois catégories de labels, distingués et nommés en fonction de leurs champs sémantiques : « temporalité », « objets » et « émotion ». La figure ci-après présente les données obtenues pour chacun des deux groupes étudiés, avec une répartition des labels selon ces champs sémantiques.



Graphique 16 : Comparaison des champs sémantiques utilisés entre les non-musiciens et les musiciens (%)

Le champ sémantique le plus utilisé par les deux groupes concerne la catégorie que nous avons désignée comme « objet ». Elle représente 59 % des labels pour les non-musiciens et les musiciens. Elle regroupe les noms et groupes nominaux désignant des objets, définis comme des éléments perçus en dehors de soi, c'est-à-dire extérieurs au sujet. Parmi les exemples, nous trouvons des termes tels que « jungle », « fond marin », « battement d'ailes », « goutte », ou encore « moteur de voiture et klaxon », tous étant des objets en situation.

La section plus petite comprend les deux autres catégories de labels : « émotion » et « temporalité ». Ensemble, elles totalisent 41 % des labels pour les deux groupes. Dans la catégorie « émotion », on retrouve des labels comme « film d'horreur », « angoisse », ainsi que « musique d'angoisse dans un film d'horreur », mais aussi des termes comme « colère », « stress », « pression », « apaisant » ou « musique relaxante ». Ces termes semblent indiquer les émotions ressenties à l'écoute des sons ou évoquer des genres de films associés à ces émotions. Cette catégorie représente 17 % des labels des musiciens, et 25 % de ceux des non-musiciens.

Enfin, la catégorie « temporalité » regroupe les expressions qui décrivent la durée. Ici, il ne s’agit plus de savoir ce qui produit ce son ou l’effet émotionnel qu’il suscite, mais de se concentrer sur son évolution au fil du temps. Cette catégorie représente 24 % des labels des

élèves musiciens, et 16 % de ceux des non-musiciens. Parmi les labels de cette catégorie, nous pouvons distinguer des « processus » (Moreau, 2022), souvent exprimés par des verbes ou des groupes verbaux tels que « train qui passe » ou « sons qui montent », ainsi que des formulations comme « de plus en plus fort » ou « de plus en plus aigu ». Nous trouvons également des « figures réitérées » (Moreau, 2022), telles que « répétition », « même rythme » ou encore des « éléments ne formant pas de structure temporelle » (*Ibid.*), comme les expressions « sons fixes » ou « même note longue ».

Certaines expressions temporelles sont plus ambiguës et ne peuvent être classées dans un profil temporel spécifique (Moreau, 2022), comme « fin brusque », qui ne se réfère qu'à la fin d'une séquence, ou « attaque par surprise », qui ne concerne que le début. Bien que ces labels soient hybrides, combinant un objet (« fin », « attaque ») et un qualificatif émotionnel (« brusque », « surprise »), ils semblent plutôt tenter de décrire une expérience temporelle, bien que de manière incomplète.

1.1.3 Tâche 3 : Questionnaire d'autorégulation en orchestre

	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Anticipation : Avant de commencer à jouer...				
Tu fais attention à comment tu te tiens	38%	28%	31%	3%
Tu chantes l'air du début dans ta tête	21%	33%	26%	20%
Tu positionnes ton instrument, prêt à jouer	**72%**	15%	13%	NA
Tu positionnes tes doigts sur la note de départ	**59%**	23%	13%	5%
Tu regardes le chef d'orchestre pour avoir le départ	**85%**	13%	2%	NA
Réalisation : Pendant que tu joues…				
Tu regardes le chef d'orchestre pour suivre ses indications	**80%**	18%	2%	NA
Tu t'arrêtes quand tu te trompes	18%	21%	33%	28%
Tu continues à jouer même si tu t'es trompé en essayant de te rattraper	**47%**	30%	18%	5%
Tu fais attention à la position de ton instrument et à ta posture	**44%**	23%	20%	13%
Tu vérifies que tu joues bien ensemble avec le chef d'orchestre et les autres	**59%**	15%	18%	8%
Réflexion : Tu as fini de jouer. Avant de recommencer…				
Tu repères les parties difficiles où tu te trompes	13%	33%	21%	33%
Tu arrives à corriger tes erreurs tout seul	10%	39%	46%	5%
Tu cherches une solution pour ne plus te tromper	23%	31%	28%	18%
Si la solution que tu as trouvée ne fonctionne pas, tu en essaies une autre	34%	18%	20%	28%
Si dans un autre morceau tu rencontres les mêmes difficultés, tu te souviens des solutions que tu avais trouvées la denière fois	18%	**39%**	23%	20%
Tu repères les passages difficiles à retravailler à la maison	13%	32%	24%	31%

Tableau 24 : Fréquence des actions réalisées par les musiciens dans leur pratique orchestrale[18]

1.1.3.1 L'anticipation

Les réponses des élèves révèlent une diversité de comportements dans la phase d'anticipation de l'activité.

La majorité des élèves (72%) positionnent toujours leur instrument avant le signal de départ du chef d'orchestre, ils se tiennent prêts à jouer. 85% des élèves regardent à chaque fois le chef d'orchestre pour obtenir le signal de départ. Positionner leurs doigts sur la note de départ est également fréquent, avec 59% des élèves qui le font systématiquement.

[18] Les résultats (%) en gras représentent les actions les plus fréquemment réalisées par les élèves musiciens.

L'attention portée à la posture (positionnement du corps) avant de commencer est moins systématique : 38% des élèves y prêtent toujours attention. De plus, chanter mentalement l'air du début pour s’en souvenir est moins courant, avec 33% des élèves qui le font souvent.

1.1.3.2 La réalisation

Dans la phase de réalisation de l’activité, les élèves suivent les indications du chef d'orchestre en grande majorité, avec 80% qui le font constamment, et les autres souvent. Seuls 2% des élèves déclarent parfois suivre les indications, et aucun d’entre eux ne le fait jamais. Par ailleurs, 59% des élèves vérifient toujours jouer ensemble avec le chef d’orchestre et les autres musiciens.

De plus, 47 % des élèves persévèrent et continuent toujours de jouer en essayant de se rattraper après avoir identifié une erreur, et 30% le font souvent. Dans la répartition des réponses, ces deux fréquences d’action (toujours et souvent) représentent la majorité.

Faire attention à la posture et à la position de l’instrument pendant le jeu est moins fréquent, 44% des élèves le font systématiquement.

1.1.3.3 La réflexion

La phase de réflexion révèle des comportements variables.

Une tendance se dessine avec 39 % des élèves qui indiquent se souvenir des solutions trouvées pour résoudre une difficulté lors d’une situation similaire. La mise en œuvre de cette action est sensiblement la même dans les autres répartitions, représentant environ 20% pour chaque fréquence (toujours, parfois, jamais).

Concernant la correction des erreurs en autonomie, 39% des élèves y parviennent souvent et 46% parfois.

Dans la phase réflexive post-activité, certains élèves repèrent souvent les parties difficiles où ils se sont trompés (33%), tandis que d’autres ne le font jamais (33%).

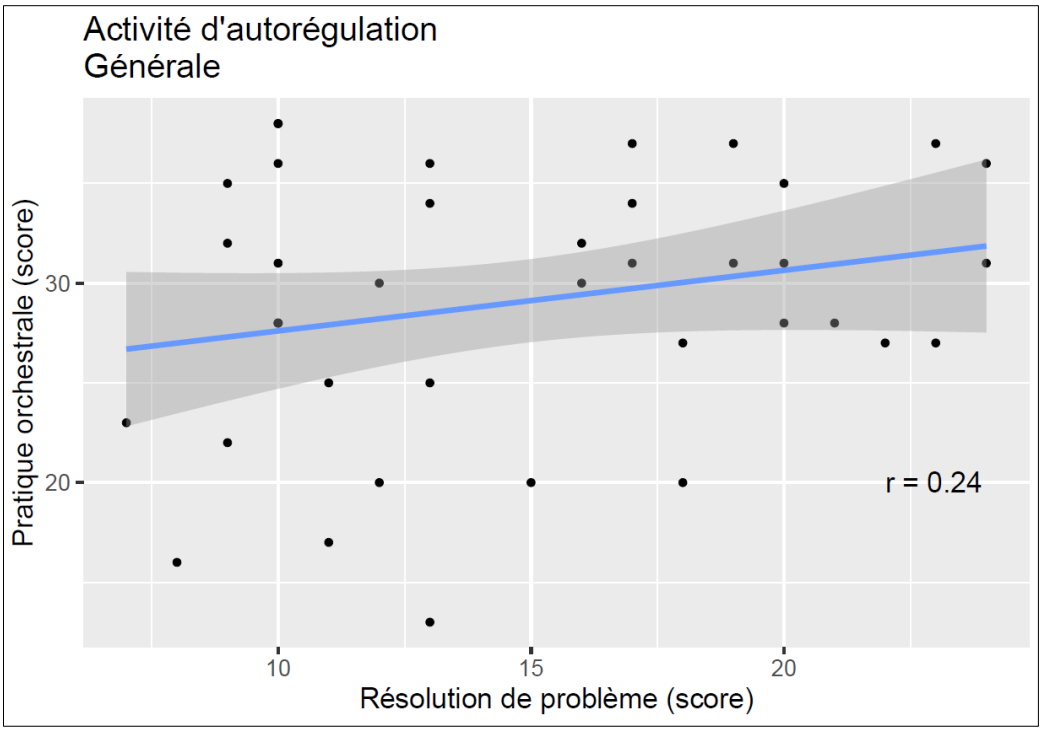
Après avoir joué, 31% des élèves cherchent souvent une solution pour ne plus se tromper et 28% parfois. De plus, 34% des élèves cherchent toujours une autre solution quand elle ne fonctionne pas.

Repérer les passages difficiles à retravailler à la maison est également un comportement qui est répandu de manière hétérogène : 32% des élèves le font souvent, tandis que 31% jamais.

1.1.4 Corrélation entre les tâches 1 et 3 : élèves musiciens

Pour rappel, ces résultats mettent en corrélation les scores d'autorégulation obtenus par les élèves musiciens dans la résolution de problème mathématique (ce que l'élève a réalisé) et ceux obtenus dans le questionnaire de pratique instrumentale en orchestre (ce que l'élève a déclaré).

1.1.3.1 Processus d'autorégulation : activité générale



Graphique 17 : Corrélation des scores généraux d'autorégulation en résolution de problème mathématique et pratique orchestrale (musiciens)

Lors de l'activité générale d'autorégulation, toutes phases confondues, pour rappel : l'anticipation, la réalisation et la réflexion, nous observons d'une part que les nuages de points sont dispersés autour de la droite. D'autre part, la pente de la droite est légèrement positive, mais pas significativement. Ainsi, la corrélation entre les scores généraux d'autorégulation obtenus en résolution de problème et ceux relatifs à la pratique orchestrale n'est pas marquée.

En revanche, une attention plus spécifique portée à chaque phase du processus d'autorégulation met en évidence une corrélation significative au sein de la phase de réflexion. Cette constatation est d'autant plus intéressante puisqu'elle concerne une étape où l'autoévaluation de l'élève est centrale, et que l'une des variables corrélées est directement liée à la prise de distance réflexive de l'élève sur sa propre activité.

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



Graphique 18 : Corrélation des scores d'autorégulation en résolution de problème mathématique et pratique orchestrale pour la phase de réflexion (musiciens)

Concernant la phase de réflexion, le coefficient de corrélation est ainsi significatif (r> 0.309). Nous observons que les nuages de points sont cette fois-ci plutôt proches de la droite. Nous constatons que les nuages de points sont, cette fois-ci, relativement proches de la droite de régression. Chaque point représente un participant parmi les 39 inclus dans l'analyse. Toutefois, il est important de noter que tous les points ne sont pas visibles sur le graphique, car certains participants ont obtenu des scores identiques dans les deux variables mesurées. Ainsi, un seul point peut masquer la présence de plusieurs participants ayant des résultats similaires. Cela explique en partie la significativité de cette corrélation établie. En effet, un grand nombre de points sont regroupés autour de la droite avec une forte concentration aux mêmes emplacements, indiquant un résultat marqué dans les données.

La pente de la droite de régression est par ailleurs significativement positive, signifiant que le niveau d'autorégulation de pratique musicale que l'élève pense avoir correspond à son niveau d'autorégulation dans la phase de réflexion lors de la résolution de problème mathématique, et que l'un et l'autre augmentent en relation.

Les chapitres 1, 2 et 3 ont respectivement été consacrés à l'approche méthodologique, à l'analyse des données ainsi qu'à la présentation des résultats. Cette étude explore l'influence de la pratique instrumentale sur le développement de l'autorégulation et du raisonnement critique de jeunes élèves (cycle 3), dans le contexte d'un « Orchestre à l'école » en éducation prioritaire. Trois tâches principales ont été mises en œuvre pour mesurer ces compétences : une résolution de problème mathématique avec un classement des étapes de réalisation, une classification et catégorisation d'éléments audio sur tablette numérique, et, pour les élèves musiciens, un questionnaire d'autorégulation en situation orchestrale.

Le protocole s'est attaché à créer des conditions d'observation précises et immersives, capturant des comportements d'autorégulation à travers des enregistrements vidéo, des analyses de traces écrites et de données numériques. L'analyse comparative entre le groupe expérimental (élèves musiciens) et contrôle (non-musiciens) a été établie pour chaque tâche en fonction des phases de l'autorégulation : anticipation, réalisation et réflexion (Zimmermann, 2017).

Les résultats présentés révèlent des différences significatives ainsi que des tendances relevables entre les musiciens et les non-musiciens, ainsi que des similarités. Les musiciens opèrent une

autorégulation plus affinée dans le traitement et l'organisation des informations, la gestion générale de l'activité, et plus particulièrement dans la phase de réflexion.

Lors de la résolution de problème mathématique, les élèves musiciens montrent une capacité accrue de planification et d'ajustements stratégiques. Ils témoignent de leur aptitude à anticiper et structurer leurs réponses avec une régulation active de leurs actions tout en maintenant leur attention.

Dans l'activité de classement et catégorisation des sons, les élèves musiciens identifient les structures temporelles en dépassant le registre des émotions. Ils ont une lecture analytique de la tâche et des *stimuli*, montrant des capacités de regroupement synthétique affirmées.

Le questionnaire en situation orchestrale a permis de corroborer ces observations, soulignant un lien positif entre la pratique instrumentale régulière des élèves musiciens et leur capacité à évaluer et ajuster leur activité de manière autonome dans la résolution de problème mathématique.

D'autres comparaisons ont révélé des similarités d'agissements entre les deux groupes de participants, concernant le classement des étapes de réalisation du problème mathématique, et certains indicateurs des phases d'autorégulation mises en œuvre dans les autres tâches. Ce constat ouvre une nouvelle perspective : il incite à affiner l'analyse en révélant des nuances internes aux indicateurs spécifiques des phases de l'autorégulation. Les similarités et les différences d'agissements entre les deux groupes de participants permettent d'identifier ce qui, dans la pratique musicale, semble agir sur le développement efficient du processus d'autorégulation des élèves. Ces résultats offrent un éclairage sur la manière dont la pratique orchestrale pourrait renforcer les compétences métacognitives de jeunes élèves, favorisant une autorégulation et un esprit critique développés. En relevant les mécanismes spécifiques qui sous-tendent la gestion d'apprentissage des musiciens à différents niveaux, nous pourrons approfondir la compréhension du processus d'autorégulation et de ses particularités au regard de la pratique instrumentale, dans le prochain chapitre.

Chapitre 2 : Interprétation et discussion des résultats

Ce chapitre est consacré à l'interprétation et à la discussion des résultats au regard de notre question de recherche interrogeant la pratique instrumentale comme vecteur de développement des habiletés métacognitives et de l'esprit critique à l'école élémentaire. À partir des distinctions et des similarités observées dans la mise en œuvre du processus d'autorégulation entre les jeunes musiciens et non musiciens, nous déterminerons tout d'abord les spécificités réflexives que semble apporter la pratique musicale. Puis, nous analyserons les gradations internes au processus d'autorégulation établies par les élèves musiciens, et mises en perspective avec le développement de leur esprit critique.

2.1 Contraintes didactiques et autorégulation

L'absence de distinction marquée entre musiciens et non-musiciens dans certaines tâches (Cf. 1.1.1.2 Classement des étapes de réalisation du problème), nuance dans quelle mesure les compétences réflexives développées par la pratique musicale peuvent être mobilisées dans différents domaines d'apprentissage. L'état de la littérature suggère que les avantages métacognitifs associés à la pratique instrumentale se manifestent principalement dans des contextes cognitifs complexes, mobilisant des compétences telles que la planification d'étapes multiples, la gestion simultanée d'informations, ou encore l'inhibition et l'attention soutenue, notamment dans des tâches impliquant la mémoire de travail et la flexibilité cognitive (Bialystok et DePape, 2009 ; Degé et Schwarzer, 2011 ; Moreno et al., 2011). L'analyse comparative entre le groupe de musiciens et de non-musiciens met en lumière cet aspect, à travers les tâches examinées.

2.1.1 Le rôle et la nature de la tâche

Dans la tâche de classement chronologique des étapes de résolution de problème mathématique, les résultats obtenus (Cf. 1.1.1.2 Classement des étapes de réalisation du problème) mettent en

lumière certaines limites quant à la mobilisation des compétences métacognitives des élèves musiciens et non musiciens. En effet, cette tâche, bien qu'incluant des compétences d'organisation et de structuration, semble moins solliciter les habiletés d'autorégulation et de réflexion critique que celles rencontrées dans un contexte musical dynamique.

Dans cette tâche, les élèves ont montré une capacité à organiser et structurer les étapes de manière logique, mais sans nécessairement engager un véritable processus métacognitif, qui inclurait une autoévaluation réflexive continue ainsi que la régulation des actions en réponse aux résultats perçus. Ce constat révèle une distinction importante entre des tâches plus simples, où la cognition est dominante, et des situations d'apprentissage plus complexes (Ericsson et al., 1993 ; Focant et Grégoire, 2008), comme celles rencontrées dans la pratique musicale ou la résolution de problème, qui demandent une plus grande flexibilité cognitive et une gestion simultanée de multiples informations (Degé et Schwarzer, 2011). Les bénéfices cognitifs et métacognitifs de la pratique musicale semblent se manifester plus nettement dans des situations complexes et dynamiques. En effet, la pratique musicale en orchestre, par exemple, exige des ajustements constants, une attention soutenue à la fois au chef d'orchestre et aux autres musiciens, ainsi qu'une capacité à corriger ses erreurs en temps réel. À l'inverse, des tâches linéaires comme celle du classement chronologique d'étapes semblent solliciter des compétences plus élémentaires, centrées sur la logique séquentielle, ne permettant pas d'exploiter pleinement l'autorégulation.

Il est alors important de distinguer la nature de la pratique musicale de celle des tâches scolaires, afin de comprendre pourquoi certaines d'entre elles ne révèlent pas de différence d'autorégulation entre musiciens et non-musiciens. Dans le contexte musical, ici orchestral, l'autorégulation s'exprime sous forme d'adaptation constante au collectif, d'ajustement des actions en temps réel, et de réflexion critique sur la performance musicale. En revanche, dans le classement des étapes de résolution de problèmes mathématique, cette adaptabilité est moins sollicitée, car la structure de la tâche est déjà prédéfinie et les actions des élèves suivent un cadre strict (Cf. Figure 11). Ce dernier restreint la mobilisation d'actions réfléchies relevant de la métacognition et de la réflexion critique, en orientant les élèves vers des démarches essentiellement logiques et procédurales, c'est-à-dire des actions qui suivent des étapes séquentielles prédéfinies, sans véritable espace pour des choix stratégiques ou une réflexion autonome. Les compétences développées par la pratique instrumentale, notamment l'adaptabilité, l'autorégulation et la réflexion critique, ne trouvent pas ici un terrain favorable

pour se manifester. Les élèves, qu'ils soient musiciens ou non, semblent se conformer aux exigences de la tâche sans qu'il soit possible de mettre en évidence une véritable différence dans la manière d'aborder ou d'accomplir l'activité. Cette réflexion invite à s'interroger sur les moyens que l'élève avec une pratique musicale plus avancée pourrait avoir de s'affranchir du contrat didactique afin de permettre une plus grande mobilisation de ses compétences métacognitives. Elle questionne la dimension créative au sein des apprentissages, comme levier favorable à l'expression d'une pensée critique et réflexive (Terrien et Huart, 2018).

Ainsi, ces résultats (Cf. 1.1.1.2 Classement des étapes de réalisation du problème) soulignent le rôle et la nature des tâches dans la sollicitation des compétences métacognitives (Cosnefroy, 2004). Les tâches complexes, plus ouvertes ou ambiguës, semblent favoriser davantage l'émergence de ces compétences. À l'inverse, les tâches linéaires, structurées ou fortement guidées, comme celle du classement des étapes de résolution de problème, limitent l'espace où ces compétences peuvent pleinement s'exprimer.

2.1.2 Compétences élémentaires et analytiques

Concernant les premières phases d'anticipation et de réalisation de la tâche de résolution de problème mathématique (Cf. Tableau 9), les résultats révèlent que des indicateurs tels que la lecture du problème, l'identification de l'objectif, l'identification et le calcul des opérations, le classement, la comparaison et la rédaction d'une phrase réponse sont abordés similairement par les élèves musiciens et non musiciens.

Bien que ces étapes soient interconnectées dans la résolution de problème et jouent un rôle essentiel dans l'activation du processus d'autorégulation, leur analyse individuelle révèle que certaines mobilisent des compétences élémentaires, tandis que d'autres étapes exigent intrinsèquement des compétences réflexives complexes (Diamond, 2012 ; 2014). En effet, la lecture du problème consiste à décoder l'énoncé, nécessitant une compréhension en premier lieu littérale. L'objectif de la tâche est, par ailleurs, clairement indiqué dans l'énoncé de notre problème : vérifier si le classement du journaliste est correct (Cf. Figure 10). Cette clarté limite également l'implication d'une analyse critique, car il n'y a pas de complexité ou d'ambiguïté à résoudre qui solliciterait une autorégulation plus élaborée. Au regard d'un réinvestissement méthodologique de notre étude, il s'agirait de réviser le problème mathématique proposé, en

rendant moins accessible la détermination du but, afin d'engager l'élève dans une réflexion analytique sur cette étape. De plus, les opérations à calculer relèvent de compétences logiques et procédurales. Les élèves appliquent des règles prédéfinies de calcul numérique de base (comme la soustraction ou la division), sans une nécessité de créativité ou d'adaptabilité (Demetriou et Kasi, 2001). La comparaison des distances, dans cet énoncé, représente une opération de classement chronologique basée également sur des valeurs strictement numériques qui ne nécessitent pas d'ajustements internes. Ces étapes prises indépendamment demeurent ancrées dans la logique et la procédure, n'exigeant pas dans leur mise en œuvre une autorégulation et une pensée critique approfondies (Demetriou et Kasi, 2001 ; Spector et Ma, 2019). Bien que la rédaction d'une phrase réponse nécessite une certaine organisation des idées, elle ne stimule pas pleinement les compétences métacognitives et analytiques, car elle implique ici une récapitulation des résultats sans encourager une réflexion approfondie sur les stratégies utilisées ou une évaluation critique du processus de résolution de problème.

D'autres indicateurs, relatifs au traitement de l'information, tels que l'identification et la notation des données, l'organisation du brouillon, l'autoévaluation et la gestion attentionnelle continue (Cf. Tableau 9), mobilisent des compétences analytiques complexes. En effet, l'identification et la notation des données montrent que les musiciens ont une compréhension approfondie de l'énoncé et la capacité d'extraire les informations pertinentes (Vergnaud, 2011) (Cf. Graphique 1 ; Graphique 2 ; Graphique 3). L'organisation du brouillon leur demande une structuration logique des idées (Cf. Graphique 4), tandis que l'autoévaluation engage les élèves musiciens dans un processus réflexif de révision (Cf. Graphique 5), les incitant à évaluer leur propre compréhension et à ajuster leur approche en cas de nécessité. Enfin, la gestion continue de l'attention durant la tâche, liée à une durée d'activité doublement plus longue chez les musiciens (Cf. Graphique 6), exige une planification anticipée et adaptative, ainsi qu'une réflexion sur les différentes étapes du processus, des compétences essentielles pour une autorégulation efficace. Cette capacité leur permet de rester concentrés, d'ajuster leur stratégie en temps réel et d'optimiser leur performance au fil du temps. Cependant, aucune différence significative n'est constatée entre les scores des musiciens et ceux des non-musiciens lors de cette tâche de résolution de problème. Il semble à ce stade que le développement de l'autorégulation chez ces très jeunes musiciens n'influence pas directement leurs performances en matière de résultat dans la résolution de ce problème mathématique, mais influence plutôt la structuration interne de l'activité.

Ainsi, la résolution de problème constitue une tâche cognitive complexe comportant plusieurs indicateurs. Certains d'entre eux, tels que la lecture du problème ou le calcul des opérations, reposent sur des compétences élémentaires et montrent des similarités de traitement entre les musiciens et non-musiciens. En effet, ces étapes sont requises pour la résolution de problème et sont indispensables, mais reposent indépendamment sur des règles procédurales basiques ne sollicitant pas de réflexion critique approfondie ni d'autorégulation fine (Demetriou et Kasi, 2001 ; Spector et Ma, 2019). En revanche, les étapes plus complexes de la tâche, comme le traitement de l'information ou l'organisation, exigent une analyse détaillée et des ajustements stratégiques. Les différences observées entre les non-musiciens et les musiciens se manifestent exclusivement dans ces étapes, montrant que ces derniers mobilisent des stratégies d'analyse et d'adaptation.

Ce constat est similaire pour la tâche de classification et catégorisation d'éléments audio (Cf. 1.2.1.2), où des indicateurs tels que le nombre d'écoutes sonores avant et après le premier positionnement des sons (Cf. Graphique 7), ainsi que la mesure de l'entropie de la série en lien avec les déplacements des vignettes sonores (Cf. Graphique 13), montrent que les élèves musiciens et non musiciens adoptent une démarche semblable. Dans le contexte d'un orchestre, l'écoute ne se réduit pas à une identification et classification statique des sons : elle engage une attention soutenue, en lien avec la synchronisation des musiciens et l'interprétation du chef d'orchestre. Les écoutes successives et les déplacements sur la tablette numérique ne semblent pas reproduire pleinement ces conditions complexes et analytiques d'écoute musicale active. De plus, la mesure de l'entropie des séries n'a pas permis de distinguer de stratégies d'organisation élaborées, suggérant que les élèves, qu'ils soient musiciens ou non-musiciens, ont abordé la tâche en suivant une logique procédurale similaire.

Toutefois, lorsque nous entrons dans le détail de l'accomplissement de cette tâche, en décortiquant l'ensemble des gradations mises en œuvre au sein du processus d'autorégulation, nous observons des nuances internes à chaque indicateur, se manifestant entre les musiciens et les non-musiciens (Cf. 1.1.2 Tâche 2). Les résultats montrent que les musiciens ont tendance à écouter plus longuement les sons dans la phase de réalisation (Cf. Graphique 8), illustrant le soin apporté à l'analyse des composantes, et donnant lieu à une révision accentuée à travers la longueur des déplacements sensiblement plus élevée (Cf. Graphique 9). Par ailleurs, la qualité de répartition des *clusters* est significativement plus forte chez les musiciens, montrant une capacité affirmée de synthèse des éléments (Cf. Graphique 12). De plus, les musiciens ont

tendance à traiter les informations de manière uniforme, en prenant en compte l'ensemble des éléments sonores (Cf. Graphique 10), tout en adoptant une approche d'analyse sémantique davantage centrée sur les structures temporelles que sur les émotions (Cf. Graphique 16). Ces éléments renforcent l'idée que les musiciens, habitués à gérer simultanément des informations variées et complexes dans leur pratique instrumentale, sont plus à même de mobiliser des stratégies d'autorégulation sophistiquées et une analyse approfondie dans les tâches nécessitant une flexibilité cognitive similaire. Les élèves musiciens démontrent ainsi leur aptitude à maintenir une analyse rigoureuse tout au long de la tâche, en écoutant plus longuement les sons, en révisant les déplacements, et en formant des *clusters* synthétiques organisés. Cette rigueur de procédure se manifeste dans un traitement uniforme des informations, leur permettant de jongler efficacement entre différents paramètres et de repérer des structures temporelles complexes, sans se laisser influencer par des aspects émotionnels immédiats. Ainsi, ces résultats (Cf. 1.1.2 Tâche 2 : Classification et catégorisation d'éléments audio) soulignent une différence subtile mais importante dans la manière dont les musiciens organisent et gèrent les informations, suggérant une flexibilité cognitive et une capacité à intégrer des niveaux d'analyse multiples, des compétences transversales qui se retrouvent également dans la pratique musicale.

2.2 Transversalité des compétences réflexives

À ce niveau, nous observons ainsi une progression graduelle qui dépasse le cadre général de l'autorégulation, les différences entre les musiciens et non-musiciens se révélant au sein même des indicateurs internes à l'activité, et nécessitant une régulation fine des actions. Dans ces moments où l'analyse de la tâche et l'ajustement des actions sont essentiels, des différences apparaissent entre les non-musiciens et les musiciens, en faveur de ces derniers. Ces compétences d'analyse et de raisonnement, qui nécessitent une adaptabilité constante, révèlent comment les musiciens peuvent démontrer une autorégulation plus efficace dans des contextes exigeant une gestion simultanée d'informations et réflexion critique approfondie. Des subtilités dans le processus d'accomplissement d'une tâche et la manière dont la pratique instrumentale peut enrichir ces compétences sont ainsi mises en lumière. Se pose alors la question de la transversalité des compétences réflexives. Les compétences internes au processus d'autorégulation développées dans le cadre de la pratique musicale semblent ne pas se transférer automatiquement à toutes les situations scolaires, mais elles émergent nettement dans des

contextes où une réflexion critique et un raisonnement actif et analytique sont nécessaires, comme le montrent nos résultats (Cf. 1.1.1 Tâche 1 : Résolution de problème ; 1.1.2 Tâche 2 : Classification et catégorisation d'éléments audio).

Ainsi, l'ensemble de ces résultats confirme que les compétences d'autorégulation ne s'opèrent pas de manière uniforme à toutes les phases de l'activité. Elles se manifestent particulièrement chez les élèves musiciens, dans des contextes où la réflexion critique est nécessaire, notamment lors de l'évaluation de leur propre activité pour aboutir à un ajustement immédiat (Cf. 1.1.1.1.3 Phase de réflexion - autoévaluation). Par ailleurs, la complexité et la nature des tâches proposées semblent jouer un rôle déterminant dans la manifestation des compétences métacognitives. Dans une tâche nécessitant des capacités procédurales élémentaires, comme la logique ou la numération, l'approche des élèves musiciens ne diffère pas de celle des non-musiciens (Cf. 1.1.1.2 Classement des étapes de réalisation du problème). En effet, la tâche impose dans ce cas une solution attendue, laissant peu de place à la flexibilité ou à l'ajustement stratégique. En revanche, dans des contextes plus ouverts, exigeant davantage de réflexion critique et d'adaptabilité, les compétences d'autorégulation des musiciens se révèlent nettement (Cf. 1.1.1 Tâche 1 : Résolution de problème ; 1.1.2 Tâche 2 : Classification et catégorisation d'éléments audio). Ce constat met en évidence que ce n'est pas seulement l'application d'une compétence qui importe, mais le contexte dans lequel celle-ci est sollicitée, comme le rappellent quelques auteurs (Cartier et Butler, 2016 ; Lipman, 2011 ; Viau et Bouchard, 2000). Les élèves musiciens, habitués à ajuster leurs performances en fonction des retours qu'ils perçoivent, semblent développer une capacité à s'adapter et à réguler leurs actions en temps réel. Cette capacité se vérifie à travers les indicateurs qui nécessitent cette adaptation dans les étapes internes à l'accomplissement des différentes tâches examinées dans notre étude (Cf. Graphique 1 ; Graphique 4 ; Graphique 6 ; Graphique 12 ; Graphique 18). Ils révèlent des compétences d'autorégulation accrues chez les élèves musiciens, mobilisées dans le cadre d'une résolution de problème, ou de tâches complexes de classification et catégorisation d'éléments. Ce sont précisément ces indicateurs, liés à la structuration, à l'autoévaluation et à l'ajustement des actions, qui semblent différencier les musiciens des non-musiciens, faisant l'objet de la suite de notre réflexion.

2.3 L'autorégulation comme processus central dans la pratique instrumentale

Nous avons pu observer que les écarts entre les deux groupes de participants ne se limitaient pas à une simple opposition (bon/mauvais), mais révélaient une évolution graduelle de l'activité, traduisant une gestion cognitive de plus en plus complexe et nuancée des élèves musiciens. En effet, leur approche de la tâche devient progressivement plus sophistiquée à mesure qu'ils avancent dans les différentes phases rétroactives du processus d'autorégulation, phénomène qui se retrouve dans leur pratique orchestrale. Une étude plus approfondie de ces gradations nous amène à explorer les liens possibles entre les compétences développées par la pratique musicale et leur mobilisation dans des tâches réflexives complexes. Cette exploration ouvre la voie à une meilleure compréhension des conditions nécessaires pour favoriser le transfert des compétences métacognitives, notamment dans les situations où les élèves sont confrontés à des défis cognitifs exigeants, sollicitant flexibilité, adaptation et réflexion critique. Ce passage d'une simple identification des gradations à une exploration plus systématique des conditions de leur émergence poursuit notre discussion, où nous interprèterons les résultats en lien avec la pratique orchestrale et les différents contextes d'apprentissage examinés dans notre étude.

2.3.1 Anticipation et pratique instrumentale

2.3.1.1 Le traitement informationnel

Comme évoqué lors de la présentation des résultats (Cf. 1.1.1.1 Le problème mathématique), dans la phase 1 d'anticipation et de planification stratégique, les élèves musiciens se distinguent des non-musiciens par leur capacité à relever intégralement les informations contenues dans le problème (Cf. Graphique 1). Cette action cognitive (Proust, 2011), concernant plus largement l'aspect cognitif de l'activité (Reuter et al., 2013), s'inscrit dans les premiers pas d'une démarche opératoire, comme première gradation de l'attention portée aux indices. La prise d'informations – ici, l'identification initiale des données – marque le commencement d'une série d'actions cognitives, qui deviennent métacognitives en s'enrichissant à chaque étape par

les réflexions et ajustements qui s'ensuivent (Vergnaud, 2001). Ainsi, les musiciens, en sélectionnant tous les indices dès l'étape d'anticipation, initient déjà le contrôle de leur activité, tout comme dans la pratique orchestrale où ils se préparent à aborder la tâche : les élèves déclarent positionner leur instrument, leurs doigts sur la première note avant de commencer à jouer, puis regarder le chef d'orchestre pour assurer le départ (Cf. Tableau 24 : Fréquence des actions réalisées par les musiciens dans leur pratique orchestrale). Ces différentes actions témoignent d'une mise en préparation effectuée avant d'aborder le cœur de la tâche.

Dans ces deux contextes d'apprentissage – la résolution de problème mathématique et la pratique orchestrale – la pensée critique se manifeste par l'interprétation préalable de la situation, donnant lieu à l'explication des données (Spector et Ma, 2019). L'élève apprend ainsi à clarifier les éléments essentiels (Norris et Ennis, 1989) avant d'agir.

Par la suite, le relevé complet des informations après la lecture du problème mathématique comme « effort informationnel » (Proust, 2008, p. 5) constitue une gradation supplémentaire de l'attention que les élèves musiciens portent aux indices (Cf. Graphique 2). Ces seconds pas d'engagement dans la démarche opératoire indiquent un contrôle métacognitif de l'activité (Doly, 2006). L'élève est engagé, par la gestion anticipée de ses ressources cognitives, dans une activité d'autorégulation métacognitive en situation de résolution de problème mathématique (Demetriou et Kasi, 2001). Dans cette continuité, les élèves musiciens déclarent regarder le chef d'orchestre avant de commencer à jouer (Cf. Tableau 24). Cette attention soignée portée à la prise d'information se retrouve dans la tendance des musiciens à limiter le nombre d'erreurs lors du relevé partiel des données, montrant également la précision apportée à la lecture du problème. Ce résultat indique que les musiciens dépassent le simple usage de capacités numériques et logiques qui représentent le processus cognitif de base nécessaire à la résolution d'une tâche mathématique (Demetriou et Kasi, 2001). Ils traitent l'information pas à pas et dans son ensemble, accédant ainsi à un processus cognitif plus avancé (*Ibid*.), la métacognition.

La réflexion critique s'exprime ici par la capacité à maintenir une attention soutenue aux *stimuli* externes, que ce soit en suivant les instructions du chef d'orchestre, ou en veillant à ne pas oublier d'informations clés dans la résolution de problème mathématique. Il s'agit d'un raisonnement d'autosurveillance qui conduit à ajuster son comportement en fonction des circonstances (Spector et Ma, 2019). Ces indicateurs relatifs au traitement de l'information soulignent, d'un point de vue pédagogique, l'importance d'un enseignement dans lequel l'élève

est formé à raisonner, afin de réagir et ajuster ses actions en fonction des retours immédiats de son environnement. Didactiquement, cela invite à réfléchir à la manière d'introduire des activités interactives d'apprentissage, où l'élève est constamment amené à réévaluer son action à la lumière de nouvelles informations.

La capacité à planifier stratégiquement par anticipation apparaît également dans la tâche de classification et catégorisation d'éléments audio (Cf. 1.1.2), représentant un contexte d'apprentissage différent. La tâche proposée sous format numérique impliquait une forme spécifique de résolution de problème cognitif, où les élèves étaient amenés à identifier, organiser et regrouper des sons selon des critères à définir. Un certain nombre d'indicateurs ont mis en lumière des différences marquées entre les élèves musiciens et non musiciens, manifestant la mise en œuvre du processus d'autorégulation par des capacités d'organisation de l'écoute, d'anticipation d'actions à réaliser ou de révision des choix opérés. Les résultats obtenus dans l'analyse de cette tâche ont permis de relever chez les musiciens une interdépendance dynamique et fluide des phases du processus d'autorégulation, où chacune s'influence et se reflète dans les autres de manière cyclique et spiralaire (Cf. 1.1.2.2 Processus d'autorégulation : la phase 2 de réalisation - stratégies liées à la tâche).

2.3.1.2 De l'anticipation aux ajustements autorégulés

Dans ce contexte de classification et catégorisation de sons, la planification stratégique n'est pas forcément visible en amont, mais apparaît de manière interne à la phase de réalisation de la tâche, illustrant l'aspect itératif du processus d'autorégulation. En effet, les résultats montrent une tendance des élèves musiciens à augmenter la durée d'écoute des sons après le premier déplacement, contrairement aux non-musiciens qui maintiennent une durée d'écoute constante (Cf. Graphique 8). Cette observation est une manifestation d'anticipation interne à la phase de réalisation chez les élèves musiciens, qui ajustent leur comportement en fonction de leur compréhension croissante de la tâche, cherchant à s'assurer que chaque son est pleinement analysé avant d'être classé.

De plus, les élèves musiciens identifient les connaissances antérieures utiles à la labellisation catégorielle, comme le lexique musical spécifique (Cf. Graphique 14), représentant une stratégie d'anticipation (Bégin, 2008). Bien que la labellisation n'intervienne qu'à la fin de

l’activité, cette aptitude témoigne d’une anticipation stratégique interne cette fois-ci à la phase de réflexion, illustrant de nouveau l’aspect dynamique et spiralaire du processus d’autorégulation, adapté selon le contexte. L’intégration de la connaissance à ce stade de l’activité est une compétence d’évaluation critique d’un besoin émis en fonction de la situation (Norris et Ennis, 1989 ; Spector et Ma, 2019), ici, catégoriser les sons.

La planification stratégique permet une meilleure organisation de la tâche, mais aussi un engagement critique plus profond dans le traitement de l’information, dans ce cas précis, les différents sons. Les résultats montrent ainsi que les musiciens sont attentifs aux subtilités sonores, en utilisant une stratégie de décomposition du son par l’identification des composantes (Audy, 1992 ; Barnett-Foster et Nagy, 1996) (Cf. Graphique 14 ; Graphique 16). Ils anticipent les besoins de la tâche en mettant en place des stratégies d’écoute, pas seulement en amont, mais tout au long du déroulement de l’activité, ce qui indique une capacité accrue d’analyse et d’ajustements réflexifs (Cf. Graphique 8). Cette observation fait écho à la littérature scientifique présentée, évoquant la notion d’anticipation et d’autorégulation corrélées au sein de la planification stratégique (Bégin, 2008) ainsi que le concept de réaction circulaire (assimilation, accommodation) de Piaget (1936) que nous retrouvons dans le processus général de régulation des apprentissages. Ainsi, les élèves musiciens font bien preuve de planification stratégique dans leur activité, en combinant anticipation, analyse et ajustements autorégulés.

La gradation progressive du processus montre que les trois phases d’autorégulation chez les élèves musiciens – l’anticipation, la réalisation et la réflexion – ne sont pas seulement mises en œuvre de manière successive, mais se construisent progressivement les unes sur les autres, tout en s’interconnectant et en s’enrichissant mutuellement dans l’activité.

D’un point de vue didactique, cette capacité d’anticipation active nécessite une explicitation de la phase de préparation avant d’aborder une tâche, quel que soit le domaine concerné. Comment engager l’élève à développer un regard critique sur ses propres actions, avant même de les entreprendre ? Au niveau pédagogique, la manière dont l’enseignant amène l’élève à mettre en œuvre une anticipation structurée de la tâche ainsi que les outils déployés pour guider cette étape pourraient faire l’objet d’une réflexion approfondie. Il est également essentiel de considérer l'anticipation comme régulation continue tout au long de l'activité, permettant à l'élève de réajuster ses actions en fonction des retours et des exigences du contexte.

Si l'anticipation et la planification stratégique se révèlent tout au long de l'accomplissement de la tâche, elles permettent néanmoins d'amorcer la phase de réalisation de l'activité. Nous poursuivrons ainsi notre réflexion par la phase de réalisation dans le processus d'autorégulation, au regard de la pratique instrumentale et de son exécution dans les différents contextes étudiés.

2.3.2 Réalisation et pratique instrumentale

Dans la continuité de l'idée considérant le processus d'autorégulation comme cyclique et évolutif, la réalisation de la tâche de résolution de problème, par la sélection et la notation des informations sur le brouillon de mathématiques, marque une progression méthodique du traitement de l'information (Cf. Graphique 3). Ce passage à l'action motrice (Proust, 2011) incarne un niveau supplémentaire de transformation des informations en données exploitables pour la résolution du problème, représentant un aspect physique et matériel de l'activité (Reuter et al., 2013).

2.3.2.1 Des stratégies d'exécution liées à la tâche

Dans la pratique musicale, positionner son instrument, prêt à jouer, et poser ses doigts sur la note de départ, correspondent à la transition entre l'anticipation et la réalisation, conduite par la matérialisation de l'action en gestes (Vergnaud, 2001) (Cf. Tableau 24 : Fréquence des actions réalisées par les musiciens dans leur pratique orchestrale). L'élève met en place les conditions physiques nécessaires à l'exécution. Similairement, dans la résolution de problème mathématique, les élèves qui écrivent les informations sur leur brouillon externalisent une partie de leur réflexion, afin d'organiser la poursuite de l'activité. Les élèves musiciens sont une fois de plus attentifs à clarifier les éléments recueillis (Norris et Ennis, 1989), signe de réflexion critique, puisqu'ils vont plus loin que seulement identifier les informations : ils les notent sur le brouillon et intégralement pour la majorité (Cf. Graphique 3). Les élèves musiciens traitent ainsi méthodiquement l'ensemble des informations et ont une lecture globale des données du problème mathématique. La sélection d'informations, par la notation et l'écriture sur le brouillon, est une stratégie cognitive de traitement et de réalisation liée à la tâche (Boulet et al.,

1996), qui est également retrouvée dans la pratique orchestrale usuelle. Lorsque le chef d'orchestre communique une information, un musicien l'inscrit généralement sur sa partition.

De même, noter chronologiquement les étapes de résolution du problème (Cf. Graphique 4) montre que les élèves musiciens structurent et affinent progressivement leur raisonnement par une décomposition claire de la tâche (Barnett-Foster et Nagy, 1996). La gradation se poursuit ici avec une organisation plus élaborée des informations, un aspect qui traduit une gestion métacognitive similaire à celle rencontrée dans la pratique musicale (James et al., 2020 ; 2024). L'élève musicien procède ainsi de manière analogue à sa pratique instrumentale, où la maîtrise du morceau peut se faire par phases de répétition, de décomposition et d'intégration progressive des difficultés techniques. De plus, l'organisation du brouillon en étapes est également une manifestation de la phase de réflexion interne à celle de réalisation (Cf. Graphique 4).

En complément, les autres résultats d'analyse de la tâche de classification et catégorisation d'éléments audio révèlent que le nombre de regroupements des sons est similaire pour les deux groupes, avec une tendance pour les non-musiciens à établir une classification allant jusqu'à quatre *clusters* (Cf. Graphique 11). Les élèves musiciens qui ont majoritairement réalisé un classement en trois catégories se rapprochent davantage de la perception du compositeur des sons, créés selon les trois caractéristiques vues précédemment : variations d'intensité, de répétition et de stabilité liées aux profils temporels perçus (Moreau, 2022) (Cf. 1.2.1.2.1). Nous pouvons par ailleurs constater que la qualité différente de ces regroupements de sons (*clusters*) indique que les élèves musiciens établissent des catégories significativement plus franches dans l'espace, laissant percevoir une mise en œuvre réflexive affirmée, assumée et aboutie (Cf. Graphique 12). L'utilisation de la grille et la répartition spatiale choisie manifestent un raisonnement et une mise en œuvre stratégique plus structurée des élèves musiciens. Ils adoptent en effet des stratégies variées, telles que la décomposition par l'identification des composantes des sons (Audy, 1992 ; Barnett-Foster et Nagy, 1996), la comparaison par rapports d'ordre (Butterfield et al., 1996 ; Dhillon, 1998), l'élaboration par la création d'analogies et correspondances de sons (Boulet et al., 1996), ainsi que l'organisation par classement (Weinstein et Mayer, 1986). Les musiciens utilisent ainsi de nombreuses stratégies cognitives d'exécution (Sternberg, 1998) inhérentes à la phase de réalisation dans le processus d'autorégulation. Par ailleurs, les élèves musiciens ajustent également leur production en fonction de critères déterminés, ce qui leur permet de créer des *clusters* de sons bien distincts. La mise en œuvre de ces compétences par l'emploi de stratégies d'exécution reflète une capacité

accrue des élèves musiciens à organiser les informations de manière concise et efficace tout en ajustant leurs actions. Didactiquement, engager l'élève à structurer des tâches d'analyse complexe et à synthétiser un ensemble d'éléments soutiendrait ainsi à la fois le développement de leur autorégulation et de leur réflexion critique dans des contextes d'apprentissage transdisciplinaires. Les compétences de raisonnement et d'analyse mises en œuvre dans l'activité entraînent l'élève à réviser et ajuster ses actions en temps réel, maintenant une orientation optimale vers le but poursuivi.

2.3.2.2 De la révision à l'ajustement des actions

En ce qui concerne la tâche de classification et catégorisation, les élèves musiciens montrent une tendance à parcourir une longueur plus grande lors du déplacement des vignettes sonores (Cf. Graphique 9), ce qui indique une révision plus fréquente et systématique de leur travail par rapport aux non-musiciens. Cette révision est plus finement observable dans la silhouette de leur activité de classement, qui est plutôt constante et progressive (Cf. Graphique 10). Elle traduit une autorégulation plus marquée et une gestion optimisée de l'activité, où les élèves musiciens tendent à anticiper la position des vignettes, tout en révisant le positionnement des objets si nécessaire, illustré par la longueur légèrement plus élevée des déplacements (Cf. Graphique 9). Bien que la révision par les déplacements semble un peu plus fréquente chez les élèves musiciens, la silhouette générale de leur activité de classement reste homogène (Cf. Graphique 10). Nous pourrions nous attendre à une silhouette désordonnée due aux multiples révisions, ce qui n'est pas le cas. En revanche, nous observons chez les non-musiciens une silhouette qui apparaît davantage en dents de scie (Cf. Graphique 10). Cet aspect reflète des mouvements de déplacements des sons qui semblent aléatoires, reflétant une procédure plus hasardeuse, peut-être effectuée par tâtonnement. Cette légère tendance complète les résultats significatifs montrant la capacité des élèves musiciens à établir des groupements de sons bien définis et assurés : dans l'ensemble de cette tâche, ils semblent opérer un contrôle plus sûr que les non-musiciens (Cf. 1.1.2 Tâche 2 : Classification et catégorisation d'éléments audio).

Dans une approche pédagogique, concevoir des tâches qui demandent de décomposer, organiser, et réajuster des éléments pourrait être appliqué dans divers contextes d'apprentissages, afin d'encourager les capacités de contrôle et d'autoévaluation de l'élève. En

identifiant et en évaluant différentes structures, les élèves pourraient ainsi être amenés à même en œuvre leur pensée critique (Goody, 1979).

Par ailleurs, être en mesure de réviser ses actions suggère d'avoir la capacité d'évaluer ses propres erreurs (Doly, 2006 ; Houdé, 2013), signe d'une prise de recul critique sur sa propre activité. Dans leur pratique orchestrale, les élèves musiciens indiquent continuer à jouer même s'ils se sont trompés, tout en essayant de se rattraper (Cf. Tableau 24 : Fréquence des actions réalisées par les musiciens). Cette action démontre une résilience face à l'erreur. Persévérer après avoir commis une erreur, tout en réajustant sa démarche illustre une pensée critique active, qui s'affranchit du découragement. L'élève musicien poursuit son orientation tout en revoyant et en adaptant ses actions (Cf. Graphique 5). Cette « pensée en action » (Vergnaud, 2001) montre une gestion réflexive de l'activité qui permet à l'élève d'appréhender les défis à venir et sa capacité à les surmonter. Ainsi, la pratique instrumentale maintient en ce sens l'engagement des élèves et leur orientation dans la gestion active de leur apprentissage. Cette réflexion interroge le statut de l'erreur dans la perception des élèves, non comme une fatalité d'échec, mais comme une source riche d'apprentissages. Didactiquement, il s'agirait de laisser la place à l'erreur, en amenant l'élève à l'identifier puis la corriger. Dans une perspective plus large d'apprentissage transdisciplinaire, les expériences vécues et réinvesties en fonction des situations forment l'élève à raisonner de manière analytique, réfléchie et autonome. En ce sens, les élèves musiciens déclarent se souvenir des solutions trouvées afin de résoudre une difficulté passée, lorsqu'ils sont confrontés à une situation similaire (Cf. Tableau 24). Cette déclaration illustre la capacité des élèves musiciens à maintenir leur engagement et leur orientation afin de surmonter les difficultés rencontrées. Inhérent à l'activité métacognitive de contrôle, le maintien de l'orientation vers le but en procédant au repérage et à l'analyse d'erreurs nécessite la prise de décisions et l'anticipation des conséquences de ses choix, plaçant l'élève comme guide de sa propre activité (Doly, 2006). Les résultats mettent en lumière que le maintien de l'orientation est particulièrement déployé chez les élèves musiciens, qui montrent une capacité d'attention soutenue, d'écoute soutenue, et une motivation intrinsèque (Cf. Graphique 6 ; Graphique 8 ; Tableau 24).

Nous poursuivrons ainsi par l'interprétation de cette composante de l'activité à partir de nos résultats.

2.3.2.3 Le maintien de l’orientation

Dans l'expérimentation utilisant la tablette numérique (Cf. 1.2.1.2 Tâche 2), les sons étaient organisés en trois colonnes distinctes. La première colonne contenait des sons à intensité variable (de plus en plus fort), la colonne centrale regroupait des sons stables (une note prolongée), et la dernière colonne présentait des motifs courts répétés (*ostinati*). Par rapport aux non-musiciens, les musiciens semblent avoir traité de manière équivalente tous les sons, y compris ceux de la colonne centrale (2, 5 et 8) (Cf. Graphique 10). Cette capacité à maintenir une attention uniforme sur l’ensemble des sons indique une habileté développée à gérer et à analyser différents types de *stimuli* auditifs, sans être affectés par l'effet de primauté et de récence (effet notamment dû à la position des objets dans une série). Les musiciens montrent ainsi un effort d’autorégulation constante dans leur gestion de l’activité, en maintenant leur orientation vers le but poursuivi, malgré des biais attentionnels. Cette observation met en lumière une dimension cruciale de la pensée critique : la capacité à éviter les biais attentionnels, tels que l'effet de primauté et de récence, favorisant une analyse plus globale et équitable de toutes les informations en dépassant les obstacles rencontrés.

Dans une approche pédagogique, il s’agirait de réfléchir à la conception d’exercices qui régulent l’attention de manière continue, afin d'éviter les effets d'ancrage temporel ou spatial dans les tâches complexes, où l'attention et la mémoire risquent de se concentrer excessivement sur certains moments ou espaces, au détriment de la compréhension globale de la tâche. Dans cette optique, des exercices comme la lecture segmentée guidée ou l’écoute musicale avec variation de focalisation pourraient encourager une attention flexible. En alternant entre différents passages d’un texte, les élèves apprendraient à relier les segments pour une compréhension globale. En écoute musicale, ils pourraient se concentrer d’abord sur un instrument, puis changer de focalisation pour comprendre comment chaque élément contribue à l’ensemble du morceau. Ces tâches pourraient aider les élèves à éviter la fixation de leur attention sur un élément unique et favoriseraient une vue d’ensemble.

Ce constat met en lumière l’influence des expériences musicales sur la perception, suggérant que les jeunes musiciens possèdent une flexibilité cognitive avancée dans le traitement attentionnel (Kraus et Chandrasekaran, 2010 ; Parbery-Clark, Strait et Kraus, 2011). En effet, lors de leur pratique orchestrale, les musiciens déclarent observer à la fois les indications du chef d'orchestre en le regardant pour coordonner les départs et les arrêts, continuer à jouer en

cas d'erreur tout en essayant de se rattraper, prêter attention à leur position et posture (position de l'instrument, du corps), et vérifier constamment qu'ils jouent ensemble, à la fois avec le chef et leurs pairs (Cf. Tableau 24). Ces actions démontrent une autorégulation continue et une gestion attentive des différents paramètres sonores et physiques, favorisant une analyse holistique de l'ensemble des *stimuli*, ce qui contribue à maintenir l'orientation des élèves musiciens vers leurs objectifs, tout en enrichissant leur expérience d'apprentissage.

Les phases d'anticipation et de réalisation, mises en œuvre dans des contextes d'apprentissage variés – que ce soit dans la résolution de problème mathématique, dans une activité de classement et catégorisation d'éléments, ou en pratique orchestrale – se caractérisent alors par le maintien d'une attention détaillée au traitement de l'information. La sélection, l'interprétation, l'explication et l'organisation efficaces des informations illustrent non seulement la compétence des élèves musiciens à raisonner pour traiter les données, mais également leur engagement dans un processus métacognitif (Spector et Ma, 2019). Cette démarche inclut une analyse continuelle des actions mises en œuvre, engageant une révision systématique du travail et l'anticipation des étapes à venir dans l'accomplissement de la tâche. Le traitement de l'information constitue une part intégrante de la pratique orchestrale (James et al., 2020 ; 2024). L'apprenant améliore son raisonnement en établissant des relations entre plusieurs données et en gérant simultanément ces informations, un processus métacognitif semblable à celui engagé dans la résolution de problèmes mathématiques (Fleszner, 1967), ce qui est vérifié par nos différents résultats (Cf. tâche 1 : 1.1.1 ; tâche 2 : 1.1.2). L'autorégulation s'exprime ainsi dans la pratique orchestrale, où les élèves musiciens s'adaptent, corrigent et ajustent leur jeu en temps réel, comme dans leurs activités scolaires présentes dans notre étude. L'approche réfléchie et structurée des élèves musiciens leur permet de naviguer avec aisance à travers des tâches complexes et variées. Les élèves musiciens démontrent ainsi des capacités attentionnelles accrues. Rappelons que l'attention divisée permet le traitement simultané d'un ensemble d'informations et de *stimuli* (Seron et Van der Linden, 2016). L'attention portée au chef d'orchestre pour suivre la mesure et les nuances, associée à l'écoute des autres musiciens pour ajuster la justesse de leur instrument, illustre parfaitement cette dynamique. Le jeu musical orchestral devient alors un processus de résolution de problème, où notes, rythme, mesure, *tempo* et nuances constituent autant de données à identifier et à traiter, tout en gérant physiquement son instrument, en suivant la battue du chef d'orchestre et en vérifiant l'harmonie avec les autres, et ce, simultanément.

Ainsi, dans les phases d'anticipation et de réalisation de l'autorégulation, les élèves musiciens mettent en place des stratégies variées pour accomplir la tâche de manière structurée et progressive. Chaque niveau d'autorégulation mise en œuvre dans la pratique orchestrale – de l'attention aux signaux du chef à la correction des erreurs, en passant par la gestion corporelle et la vérification collective – témoigne de l'activation de stratégies métacognitives spécifiques, favorisant ainsi l'adaptation et la réalisation progressive de la tâche. Cette capacité illustre l'autorégulation et la pensée critique, des compétences transversales se manifestant aussi bien dans l'apprentissage musical que dans la résolution de problèmes mathématiques ou dans les activités de classement et de catégorisation complexes. S'engager dans une démarche d'enquête marque les premiers pas de l'activité réflexive optimale des élèves musiciens, à travers la mise en œuvre de compétences d'interprétation, d'explication, de raisonnement et d'analyse de l'information (Spector et Ma, 2019). L'idée que les jeunes musiciens semblent meilleurs enquêteurs que les non-musiciens questionne la place des compétences transversales, telles que la pensée analytique et critique, ainsi que la résilience face aux situations d'échec, ouvrant la voie à un apprentissage inter et transdisciplinaire.

2.3.3 Réflexion et pratique instrumentale

Bien que des différences entre les musiciens et non-musiciens apparaissent déjà dans les phases d'anticipation et de réalisation du processus d'autorégulation, notamment en ce qui concerne le relevé et la notation des informations dans la résolution de problème mathématique ou encore la durée d'écoute sonore, la longueur des déplacements parcourue, le nombre, la qualité et la labellisation des regroupements de sons dans la tâche de classement et catégorisation d'éléments, nous observons une distinction nettement significative sur l'ensemble des indicateurs de la phase de réflexion : l'organisation, l'autoévaluation et la gestion temporelle.

2.3.3.1 L'organisation de l'activité

Dans la tâche de résolution de problème mathématique, tous les élèves musiciens organisent significativement leur brouillon en notant chronologiquement les étapes de réalisation (Cf. Graphique 4), une action motrice (Proust, 2011) qui illustre un aspect physique et matériel de

l'activité (Reuter et al., 2013). La mise en œuvre d'une stratégie de décomposition des données du problème en étapes (Barnett-Foster et Nagy, 1996) sous-tend cette organisation. Si la décomposition est propre à la phase de réalisation, elle prend une dimension supplémentaire dans celle de réflexion. L'organisation méthodique du brouillon, observée lors de la réalisation, s'inscrit dans un processus réflexif plus large. Elle ne se limite pas à une simple mise en œuvre d'actions motrices, mais fait partie intégrante de la phase de réflexion, où les élèves musiciens s'autoévaluent et ajustent constamment leur activité. L'organisation permet ainsi une révision structurée, favorisant une gestion autorégulée de l'activité. L'aspect cyclique et itératif du processus d'autorégulation est ici souligné, où l'élève musicien, après avoir planifié (anticipation), réalisé (décomposition en étapes), réorganise ses actions au fil de l'activité, tout en consolidant cette structure (réflexion).

De plus, concernant la catégorisation des sons dans la tâche de classification d'éléments, l'utilisation majoritaire d'un langage musical précis et technique chez les musiciens indique un réinvestissement des connaissances, utilisé dans l'activité réflexive (Cf. Graphique 14). Les élèves musiciens engagent ici un processus métacognitif, par le réemploi d'un savoir expérimenté (métaconnaissances sur les tâches) (Flavell, 1979), qu'ils transfèrent au niveau exécutif (habiletés métacognitives) (Brown, 1887), montrant que le déroulement de l'activité est continuellement évalué en fonction des besoins. L'intégration de la connaissance à ce stade de l'activité est une compétence d'évaluation critique d'un besoin émis en fonction de la situation (Norris et Ennis, 1989 ; Spector et Ma, 2019), ici, catégoriser les sons.

La phase de réflexion marque ainsi le sommet du processus graduel d'autorégulation. Les élèves musiciens reviennent non seulement sur leur travail, mais engagent également une autoévaluation plus approfondie, comme en témoignent significativement les nombreux signes de corrections apportés à leur brouillon (Cf. Graphique 5). Cette action cognitive conduit à une action motrice (Proust, 2011), où la réflexion guide chaque ajustement. En effet, la stratégie de répétition mise en œuvre à travers la relecture, la réécriture et la révision révèle une interaction constante entre la réalisation et la réflexion. Dans cette phase de réalisation, l'autoévaluation n'est pas seulement rétrospective, mais s'intègre directement dans l'exécution même de la tâche, montrant ainsi que la réflexion continue se déploie tout au long de l'activité chez les élèves musiciens. Cette étape témoigne d'une compétence d'évaluation affinée, où l'élève musicien n'est plus simplement engagé dans une exécution cognitive, mais dans une réflexion critique sur ses propres actions (Norris et Ennis, 1989 ; Spector et Ma, 2019).

Afin d'approfondir cette réflexion, il convient d'aborder le « réel de l'activité » (Hubault, 1995 ; Clot, 2008) en examinant comment l'autoévaluation permet aux élèves musiciens de réfléchir sur leurs performances et d'analyser les interactions complexes dans leur apprentissage.

2.3.3.2 Réel de l'activité et autoévaluation

Dans cette continuité, nous observons que les élèves musiciens se rapprochent davantage du « réel de l'activité » (Hubault, 1995 ; Clot, 2008) par rapport à la prescription initiale. La corrélation positive significative observée dans la phase de réflexion (entre le niveau d'autorégulation en pratique orchestrale et en résolution de problème mathématique) suggère que les élèves musiciens affichent une autoévaluation pertinente de leurs performances (Cf. Graphique 18). La capacité d'autoévaluation est d'autant plus prononcée lorsque les élèves musiciens indiquent qu'en cas de difficultés similaires rencontrées dans d'autres morceaux, ils se souviennent souvent des solutions précédemment trouvées (Cf. Tableau 24), témoignant de la mobilisation de métaconnaissances sur les stratégies et d'un transfert des apprentissages (Flavell, 1979). Cette observation met en lumière que les musiciens ont une autoévaluation rigoureuse et objective de leur travail. Ce résultat témoigne ainsi d'une conscience accrue de leur activité, révélant qu'ils sont capables de relier ce qu'ils déclarent faire à la réalité de leurs actions. Cette compétence d'évaluation est essentielle pour le développement d'une réflexion critique (Spector et Ma, 2019), et s'inscrit dans une dynamique métacognitive (métaconnaissances sur eux-mêmes) (Yussen, 1985).

En lien avec la pratique orchestrale, l'autoévaluation en temps réel implique que l'élève musicien évalue constamment sa propre performance par rapport à plusieurs sources de référence. L'élève musicien doit gérer l'écart entre la partition (prescrit) et la réalisation concrète du chef d'orchestre, qui ajuste constamment son interprétation en fonction du « réel de l'activité » (Hubault, 1995 ; Clot, 2008). La partition, elle-même issue du travail du compositeur, représente une version prescrite, mais l'interprétation du chef d'orchestre relève d'une adaptation à ce « réel » (*Ibid.*), en fonction de son expérience, de ses choix artistiques et des interactions avec les musiciens. Ainsi, chaque élève musicien doit, à son tour, ajuster son activité en fonction des indications du chef d'orchestre, qui lui-même compose avec une multitude d'écarts par rapport au prescrit initial. L'élève musicien doit également gérer les écarts

générés par les performances de ses pairs, nécessitant une adaptation constante et une régulation fine de son activité. Cet ensemble d'écarts à reconnaître et à gérer – entre la partition, l'interprétation du chef d'orchestre et l'activité des autres musiciens – démultiplie les paramètres à prendre en compte, créant un processus d'ajustement dynamique. L'élève musicien analyse et évalue sa propre activité tout en la réalisant, et apporte des corrections immédiates en fonction des écarts observés. Le lien entre l'autoévaluation et la pratique orchestrale résiderait alors dans la nécessité pour chaque élève de gérer une série d'écarts de manière active et réflexive durant l'activité, ce qui développe ses compétences.

Si l'autoévaluation des élèves musiciens semble effective dans l'accomplissement de la tâche en temps réel, les résultats mettent en évidence que le retour réflexif post-activité n'est pas systématique. En effet, après avoir joué, la plupart des élèves musiciens indiquent ne pas toujours procéder au repérage des parties difficiles du morceau, à la correction autonome de leurs erreurs, à la recherche d'un moyen pour ne plus les reproduire ainsi qu'à l'essai de plusieurs alternatives si l'une des solutions ne fonctionne pas (Cf. Tableau 24). Cette déclaration suggère que les élèves musiciens évaluent et ajustent leur pratique, mais essentiellement en activité plutôt qu'à travers un processus de réflexion approfondie après l'accomplissement de la tâche. Ainsi, l'autoévaluation réflexive post-activité reste partiellement implicite, tandis que la pratique immédiate prédomine. Cette observation questionne les approches pédagogiques, dans le sens où elle révèle une distinction entre l'évaluation réalisée pendant l'activité et celle comme retour réflexif sur sa pratique après coup. Il devient alors pertinent de s'interroger sur la conception didactique musicale, afin de favoriser une véritable autoévaluation après l'action.

S'autoévaluer après une activité musicale offre plusieurs avantages au niveau des apprentissages réflexifs. Cette démarche permet aux élèves de développer une prise de conscience approfondie de leurs progrès, en reconnaissant les améliorations réalisées, tout en identifiant les domaines nécessitant encore des efforts (Cosnefroy, 2004). Cette reconnaissance renforce leur motivation et leur engagement envers leur apprentissage (Boekaerts, 1996 ; McPherson et McCormick, 2000). De plus, l'autoévaluation aide les élèves à identifier les stratégies d'apprentissage qui se révèlent efficaces. En prenant conscience des méthodes qui fonctionnent efficacement pour eux dans la pratique musicale, ils sont en mesure de les réemployer dans d'autres situations, favorisant une prise de recul et une conduite efficiente de l'activité (Lafortune et Dubé, 2004 ; Noël et Cartier, 2016). L'autoévaluation joue également

un rôle dans le développement de la régulation émotionnelle des élèves (Shah et Kruglanski, 2000). En s'engageant dans un processus réflexif, ils développent la capacité à gérer leurs émotions face aux erreurs ou aux défis rencontrés, ce qui contribue à instaurer un environnement d'apprentissage positif et serein. Enfin, l'autoévaluation favorise la réflexion critique (Spector et Ma, 2019). En évaluant leurs performances et leurs processus d'apprentissage, les élèves apprennent à questionner leur propre compréhension et à envisager des pistes d'amélioration. L'engagement dans le processus d'apprentissage est ainsi renforcé, incitant les élèves à s'impliquer davantage, à prendre des initiatives pour corriger leurs erreurs et à devenir proactifs dans leur développement.

Ainsi, l'autoévaluation réflexive après l'activité musicale constitue un outil précieux qui améliore la compréhension et les compétences de raisonnement des élèves musiciens. Elle les prépare également à devenir des apprenants autonomes et adaptables dans divers contextes d'apprentissage. Cette approche met en lumière l'importance de l'intégration de pratiques réflexives dans l'enseignement de la musique, enrichissant ainsi l'expérience d'apprentissage générale des élèves. Des pistes de réflexion émergent autour de la manière d'intégrer des temps dédiés à la réflexion post-activité, de structurer des moments d'analyse pour renforcer cette compétence, et de guider les élèves vers une autoévaluation formalisée, favorisant ainsi une meilleure appropriation des stratégies utilisées en situation de pratique musicale.

Si nos résultats révèlent que l'autoévaluation des élèves musiciens en activité semble se transférer vers d'autres contextes d'apprentissage nécessitant un raisonnement analytique complexe (Cf. Graphique 18), celle post-activité pourrait alors renforcer davantage la transdisciplinarité des acquis. L'enjeu didactique réside ainsi dans la manière d'amener l'apprenant à reconnaître par lui-même que des contextes réflexifs différents peuvent nécessiter des approches similaires.

Ainsi, l'analyse de la phase de réflexion met en lumière la capacité des élèves musiciens à relier une autoévaluation critique à des ajustements constants dans leur activité (Cf. Graphique 5 ; Graphique 18). Les résultats révèlent que, dans cette dynamique réflexive, la dimension temporelle revêt une place importante. Le rapport au temps semble en effet influencer non seulement la qualité des ajustements effectués, mais aussi la manière dont les élèves structurent leur apprentissage (Cf. Graphique 6 ; Graphique 7 ; Graphique 16). Nous poursuivrons ainsi l'interprétation des résultats au regard de la dimension temporelle dans la phase de réflexion,

afin de mieux comprendre comment l'enchaînement des étapes contribue à affiner l'autorégulation et la pensée critique des élèves musiciens.

2.3.3.3 Temporalité et réflexion

La réflexion émise tout au long de l'activité de résolution de problème mathématique par les élèves musiciens dure environ deux fois plus de temps que celle des non-musiciens (Cf. Graphique 6). Le groupe expérimental semble structurer son raisonnement pour résoudre le problème, ce qui prend plus de temps – un engagement représentant un aspect psychosociologique de l'activité (Cosnefroy, 2004 ; Viau et Bouchard, 2000).

La durée de cette phase réflexive menée tout au long de l'activité, observée chez les musiciens, reflète une complexité accrue du raisonnement qui prend forme avec le temps. La pratique instrumentale devient une expression de cette élaboration progressive : l'adaptation constante aux exigences musicales en temps réel, notamment l'attention simultanée portée au chef d'orchestre et aux autres musiciens, renforce la capacité de l'élève à s'adapter à des situations complexes, reflétant son développement métacognitif. Dans la tâche de résolution de problème mathématique, 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.

Cette attention soutenue est également corroborée par l'utilisation d'un langage technique, en lien avec les paramètres du son (hauteur, durée, intensité, timbre), pour catégoriser les groupes créés dans la tâche de classification et de catégorisation d'éléments audio (Cf. Graphique 14). Ce contraste avec les non-musiciens, qui utilisent un lexique plus descriptif et émotionnel, montre une différence dans la manière dont les informations sont structurées et interprétées. Ainsi, l'attention prolongée permet aux musiciens de mobiliser des compétences analytiques fines, tandis que les non-musiciens s'appuient davantage sur des ressentis spontanés (Cf. Graphique 15). L'attention soutenue joue un rôle direct dans la manière dont les musiciens abordent et structurent les tâches, y compris dans le choix du vocabulaire technique. Du point de vue de la réflexion critique, l'utilisation d'un langage technique permet une analyse plus fine

et objective des sons, tandis que le lexique descriptif des non-musiciens témoigne d'une approche plus intuitive et émotionnelle.

Didactiquement, cette observation souligne l'importance de développer un lexique technique dans des domaines variés, en tant qu'outil facilitant l'analyse critique et méthodique des données. Dans notre étude, les élèves qui pratiquent régulièrement la musique pourraient avoir un avantage dans la mobilisation d'un langage technique musical. Toutefois, les programmes scolaires de l'école primaire française incluent l'apprentissage des paramètres du son (hauteur, durée, timbre, intensité) dans le cadre de l'éducation musicale (MEN, 2015). Ces concepts sont progressivement introduits dès le cycle 2 (CP, CE1, CE2) et approfondis au cycle 3 (CM1, CM2, 6ème). L'absence de réinvestissement de ce langage musical technique par le groupe contrôle questionne l'enseignement de l'éducation musicale à l'école. Cet apprentissage est-il traité au même titre que les autres par les enseignants ? Comment le mettent-ils en œuvre au regard de la transposition didactique ? Comment articuler le triptyque « faire, éprouver, réfléchir » du parcours d'éducation artistique et culturelle (MEN, 2015) afin d'amener l'élève à construire un raisonnement éclairé et autonome ?

Par ailleurs, les résultats de notre étude mettent en évidence la manière dont les élèves musiciens ont perçu l'évolution des sons dans le temps, en intégrant des notions telles que « sons qui montent » ou « répétition », témoignant d'une attention particulière portée à la structure temporelle des éléments musicaux (Cf. Graphique 16). Cette attention illustre leur capacité à interpréter les données sonores, ce qui nécessite une analyse approfondie des variations, des motifs et des nuances présentes dans la musique. Par exemple, en identifiant un « son qui monte », ils sont en mesure de déduire non seulement une tension croissante, mais aussi des implications émotionnelles. Cette interprétation s'accompagne de la capacité à faire des inférences (Barth, 1987 ; Norris et Ennis, 1989), permettant aux élèves de tirer des conclusions et d'établir des relations entre les différents éléments sonores. Lorsqu'ils rencontrent des répétitions, ils peuvent inférer des structures sous-jacentes, telles que des thèmes musicaux ou des variations, et anticiper comment ces éléments pourraient se développer au fil du temps. Les élèves musiciens perçoivent ainsi des processus dynamiques au sein des *stimuli*. Les compétences d'interprétation (Spector et Ma, 2019) et d'inférence (Norris et Ennis, 1989), au cœur de la pensée critique, constituent une forme avancée de traitement de l'information (Diamond, 2012 ; 2014). En effet, cette prise en compte des processus temporels permet aux

élèves musiciens d'analyser les phénomènes de manière complexe et d'envisager leurs interconnexions.

Cette perspective illustre la complexité des processus métacognitifs sous-jacents et montre que la pratique musicale agit à ce niveau (James et al., 2020 ; 2024). L'analyse des sons s'inscrit dans une dynamique plus vaste de développement des compétences métacognitives et d'autorégulation. Elle résulte d'un ensemble d'interactions complexes entre la pratique instrumentale, les stratégies d'apprentissage et le développement de compétences critiques, qui, ensemble, favorisent une compréhension plus approfondie et nuancée des *stimuli*. Ces interactions semblent permettre aux jeunes musiciens de mobiliser des stratégies cognitives avancées, telles que la décomposition des informations, d'anticiper des résultats et d'engager une réflexion critique en temps réel sur leurs propres performances. La capacité d'interpréter et d'émettre des inférences va bien au-delà de la seule exécution musicale, qui se manifeste ainsi comme un vecteur de développement métacognitif enrichi.

D'un point de vue didactique, il s'agirait de guider les élèves vers une prise de conscience des structures temporelles dans l'apprentissage, qu'il s'agisse de musique ou de domaines variés. Cette approche dynamique de l'analyse des phénomènes favorise la métacognition, en amenant les élèves à reconnaître et à anticiper des séquences d'actions ou des enchaînements logiques, qu'ils soient temporels ou conceptuels. Au regard de nos résultats, encourager les élèves à identifier et à réfléchir sur ces structures pourrait développer leur capacité à organiser et à réviser l'information de manière cohérente et critique. Cette approche pourrait être mise en œuvre par des tâches incitant les apprenants à repérer des régularités, des *patterns,* ou des progressions temporelles dans différents domaines, tout en favorisant l'adaptabilité dans leur raisonnement. Cette sensibilisation pourrait ainsi permettre aux élèves d'appréhender les interactions complexes entre différents éléments dans des processus d'apprentissage larges, les préparant à une pensée critique nuancée et multidimensionnelle.

Pour résumer, les résultats obtenus à partir de l'analyse de la tâche de résolution de problème mathématique mettent en évidence que les élèves musiciens ayant une pratique instrumentale régulière en orchestre sont plus performants que les non-musiciens, concernant certains indicateurs des phases d'anticipation et de réalisation du processus d'autorégulation, et davantage dans ceux inhérents à la réflexion (Cf. 1.1.1 Tâche 1).

Toutefois, il apparaît que ce développement de l'autorégulation chez les musiciens n'a à ce stade pas d'influence directe sur leurs résultats dans la résolution de ce problème, mais agit plutôt sur la structuration interne de leur activité. En effet, la réflexion est bien effective de manière accrue chez les musiciens tout au long de l'activité, dans le relevé et le traitement des informations, dans l'organisation et la structuration internes de la tâche, dans l'autoévaluation au niveau de la correction, de la révision et du retour objectif de l'élève sur son propre travail. Les élèves musiciens maintiennent une orientation vers le but en opérant une gestion métacognitive complète de l'activité (Doly, 2006), ce qui se vérifie également dans les résultats issus de l'analyse de la tâche de classification et catégorisation d'éléments audio, notamment à travers l'organisation de l'écoute, l'anticipation des actions à accomplir et le réajustement des choix effectués (Cf. 1.1.2 Tâche 2). Cette tâche a également mis en avant la capacité des musiciens à synthétiser des éléments afin de les regrouper et les catégoriser, ainsi qu'à reconnaître et anticiper des structures temporelles complexes tout en évitant des biais attentionnels. Cette dynamique reflète une interdépendance fluide et continue des phases de l'autorégulation, où chaque étape influence et se répercute sur les autres de façon cyclique et progressive (Dessus, 2022).

Ainsi, la lecture de la tâche dans différents contextes 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). Dans leurs activités, les élèves musiciens élaborent des schèmes, qui représentent des organisations d'actions susceptibles d'être transférées et généralisées d'un contexte à un autre. La mise en œuvre effective du processus d'autorégulation dans ces différentes tâches montre que les élèves musiciens ajustent leurs schèmes préexistants, entraînant une complexification progressive de ces derniers. Ils régulent en permanence leur activité, afin de s'adapter aux diverses situations rencontrées. Cette transversalité des fonctions exécutives (Peretz, 2018) montre que les mécanismes d'autorégulation fonctionnent de manière comparable, que ce soit dans la résolution diverse de problèmes ou la pratique musicale, confirmant l'idée que la méthode adoptée est en adéquation avec l'objectif poursuivi (Doly, 2006). Cette observation met en évidence l'importance d'une approche réfléchie et organisée pour favoriser le développement des compétences métacognitives des élèves, indispensables pour guider efficacement leur activité d'apprentissage à travers diverses disciplines.

Les gradations internes au processus d'autorégulation reflètent alors la complexité croissante des compétences sollicitées au fur et à mesure que l'élève avance dans les étapes d'accomplissement d'une tâche. Les premières étapes reposent sur des compétences élémentaires, telles que la compréhension des consignes ou l'application de règles simples, qui mobilisent une autorégulation basique (Demetriou et Kasi, 2001). Progressivement, les étapes intermédiaires exigent une planification plus réfléchie et une surveillance de la progression, ce qui implique un niveau d'autorégulation plus développé (Zimmermann, 2017). Enfin, dans les étapes les plus complexes, l'autorégulation atteint un niveau supérieur, nécessitant des ajustements stratégiques, une réflexion critique et une capacité d'adaptation aux imprévus (Spector et Ma, 2019). L'intégration de ces différents niveaux à chaque étape du processus d'autorégulation met en évidence que l'évolution du raisonnement, sous l'influence de la pratique musicale, suit un parcours en trois étapes qui élève progressivement les capacités d'autoévaluation et de gestion cognitive des élèves musiciens. Ces phases, qui révèlent une progression claire dans le contrôle de l'activité, permettent d'optimiser leur autorégulation tout au long du processus de résolution d'une tâche complexe.

Chacun de ces niveaux – dans la musique, du compositeur à la partition, du chef d'orchestre à son interprétation, et des musiciens à leurs propres ajustements – constitue une adaptation ou une réinterprétation du niveau précédent, créant ainsi une superposition des écarts, et un effet de mise en abyme du processus d'autorégulation. Au regard de notre question de recherche, cette dynamique éclaire le processus d'autorégulation des élèves musiciens mis en œuvre graduellement dans leur pratique orchestrale. Chaque musicien compose non seulement avec les écarts entre le prescrit (la partition) et le réel de son propre jeu, mais aussi avec les ajustements du chef d'orchestre et ceux de ses pairs, dans un contexte collaboratif où la capacité d'adaptation est sans cesse sollicitée. Ainsi, cette superposition d'écarts met en lumière la régulation continue des actions et des décisions des élèves musiciens. Elle illustre de manière concrète l'activité d'autorégulation, qui, loin d'être linéaire, est constamment réévaluée en fonction de multiples paramètres, renforçant ainsi leurs compétences métacognitives et leur réflexion critique. Ces multiples niveaux d'ajustement, inhérents à la pratique orchestrale, démultiplient les opportunités d'autorégulation, rendant ce contexte particulièrement formateur en matière d'adaptation et d'évaluation critique de l'activité en cours.

À travers l'exploration détaillée du processus d'autorégulation, il apparaît ainsi que les élèves musiciens n'ajustent pas seulement leurs actions en réponse aux exigences de la pratique

instrumentale. Ils développent également des compétences de réflexion critique en évaluant et en révisant constamment leurs performances en fonction de celles des autres. Les gradations internes au processus d'autorégulation, allant d'une compréhension élémentaire des consignes à une réflexion avancée, sont étroitement liées aux compétences d'esprit critique que les élèves musiciens mobilisent dans notre étude face aux défis rencontrés : l'interprétation, l'explication, le raisonnement, l'analyse, et l'évaluation (Spector et Ma, 2019). Par conséquent, les ajustements stratégiques, la capacité d'adaptation et de gestion en temps réel à l'œuvre dans la pratique musicale favorisent l'autorégulation en interaction avec les compétences d'esprit critique.

Il devient alors essentiel d'explorer comment les gradations internes à l'autorégulation peuvent être mises en perspective avec les niveaux d'échelle de l'esprit critique (Spector et Ma, 2019). Cette mise en parallèle éclairera comment l'autorégulation développée par la pratique musicale sous-tend et enrichit l'esprit critique, mettant en lumière l'importance d'une approche transdisciplinaire pour le développement des compétences réflexives des élèves dans des contextes variés.

2.4 De l'autorégulation à l'esprit critique : une perspective transdisciplinaire

Dans notre étude, la pratique orchestrale, en tant que contexte d'apprentissage cognitif complexe et dynamique, semble favoriser le développement simultané de l'autorégulation et des compétences d'esprit critique des élèves musiciens. Au regard du schéma (Cf. Figure 9) du développement de l'esprit critique de Spector et Ma (2019), nous pouvons définir comment les gradations internes à l'autorégulation, observées dans les activités de pratique orchestrale, de résolution de problème mathématique et de classification et catégorisation d'éléments audio, renforcent l'esprit critique des élèves musiciens. Nous établirons quelles compétences d'esprit critique sont mises en jeu par les élèves musiciens à ce stade de leur pratique musicale, parmi l'interprétation, l'explication, le raisonnement, l'analyse, l'évaluation, la synthèse, la réflexion et le jugement (Spector et Ma, 2019). Nous déterminerons ainsi le niveau actuel d'esprit critique des élèves musiciens, sur l'échelle d'évolution : débutant absolu, débutant avancé, compétent, performant ou expert (*Ibid.*).

2.4.1 Compétence d’interprétation

Dans les trois contextes d'apprentissage de notre étude – la pratique orchestrale, la résolution de problème, la classification et la catégorisation d’éléments – la réflexion critique se manifeste par l'évaluation préalable de la situation et l'interprétation des données (Spector et Ma, 2019). Nos résultats indiquent que les élèves musiciens clarifient les éléments essentiels (Norris et Ennis, 1989) avant de s’engager dans l’action, en identifiant les informations pertinentes nécessaires à l’accomplissement de la tâche. Cette première étape d'interprétation est une compréhension globale des informations, où les élèves commencent à donner sens à ce qu’ils perçoivent.

Dans leur pratique orchestrale, en regardant le chef d’orchestre pour suivre ses indications (Cf. Tableau 24), les musiciens sont en mesure de discerner les signaux qui orientent leur jeu, ce qui requiert une interprétation active des instructions (départs, arrêts, nuances, *tempi*…). Dans la résolution du problème mathématique, les élèves décryptent et interprètent l'énoncé puisqu’ils identifient l’ensemble des données nécessaires (Cf. Graphique 1). Enfin, en ce qui concerne la classification et la catégorisation d'éléments audio, les élèves déterminent les caractéristiques des sons par une écoute attentive, ce qui constitue une phase d’interprétation initiale et un premier pas vers la compréhension des informations sonores (Cf. Graphique 8).

Ainsi, l'interprétation, présente dans ces trois contextes, constitue la première étape essentielle pour appréhender les informations et les orienter vers une activité réfléchie et cohérente, permettant aux élèves de poser les bases d'une démarche critique efficace.

2.4.2 Compétence d’explication

Une fois l’interprétation établie, l'explication permet d’aller plus loin dans la justification des choix. Cette compétence engage les élèves à prendre du recul sur leurs actions pour en comprendre les raisons profondes.

Dans la pratique orchestrale, l’interprétation active des instructions (Cf. Tableau 24), où chaque musicien doit comprendre le sens des gestes et des mouvements du chef d’orchestre, entraîne

une explication interne leur permettant d'interroger les raisons pour lesquelles ils ajustent leur jeu. Par exemple, ils peuvent déduire qu'ils augmentent l'intensité du son parce que le chef élargit de plus en plus ses mouvements. L'explication clarifie donc pourquoi certaines actions sont à entreprendre ou à ajuster. Dans le cadre de la résolution du problème mathématique, l'explication des choix opérés – comme la décision d'appliquer une soustraction ou une division – repose sur l'interprétation du contexte (une diminution de quantité ou une répartition en parts égales). De plus, écrire les informations sur un brouillon est un moyen de visualisation qui clarifie l'interprétation première et favorise la compréhension (Cf. Graphique 3). Dans la tâche de classification et de catégorisation d'éléments audio, l'interprétation initiale des sons engage des critères explicatifs de regroupements possibles. Par exemple, un élève détermine que deux sons sont similaires en raison de leur intensité, expliquant pourquoi il pourra par la suite les regrouper (Cf. Graphique 14).

L'explication permet ainsi de rendre l'interprétation transparente et compréhensible. Elle favorise la réflexion continue des élèves sur les raisons soutenant chaque interprétation puis action.

2.4.3 Compétence de raisonnement

Après avoir interprété et expliqué les éléments, les élèves musiciens développent des raisonnements plus complexes, en combinant les informations pour structurer leurs actions. Le raisonnement consiste à articuler les différentes informations, interprétations et explications. Il apparaît lorsque les élèves commencent à établir des connexions entre leurs actions et leurs effets, et à comprendre comment chaque décision influence le résultat final.

En situation orchestrale, le raisonnement émerge lorsque les élèves musiciens adaptent leur jeu en fonction des réactions de l'orchestre, en examinant le résultat de leurs actions sur la dynamique de groupe (Cf. Tableau 24). Comment doivent-ils ajuster l'intensité sonore par rapport à l'ensemble, doser leur souffle ou la pression de l'archet pour s'adapter à la nuance générale et à l'harmonie ? Dans la résolution du problème mathématique, l'organisation sur le brouillon des étapes à franchir indique que les élèves musiciens raisonnent à propos des relations à établir entre les données fournies (Cf. Graphique 4). Dans la tâche de classement et de catégorisation d'éléments audio, le raisonnement réside dans l'organisation des groupes

sonores, en fonctions de critères pertinents et des relations établies entre les sons (Cf. Graphique 11).

Ainsi, dans ces trois contextes, le raisonnement devient un outil essentiel permettant aux élèves de structurer leurs actions, d'ajuster leurs décisions en temps réel, et d'optimiser leur compréhension des interactions complexes entre les éléments, qu'il s'agisse de l'harmonie musicale, de la logique mathématique ou de la cohérence des regroupements sonores.

2.4.4 Compétence d'analyse

L'analyse dépasse le raisonnement en décomposant les informations, en identifiant les relations entre les éléments, en repérant les obstacles potentiels, en explorant les stratégies possibles et en déterminant les actions nécessaires. Elle consiste à examiner de manière plus approfondie les différents aspects de la tâche.

À l'orchestre, lorsque les élèves indiquent vérifier qu'ils jouent en harmonie avec le chef d'orchestre et les autres musiciens, ils analysent la situation sonore en temps réel (Cf. Tableau 24). Cette analyse porte ici sur la qualité de l'harmonie collective, en tenant compte de leur propre contribution : est-ce que leur intensité sonore est trop forte ou trop faible ? Est-ce qu'ils sont en retard ou en avance par rapport aux autres ? Si les élèves détectent un décalage ou une incohérence, ils engagent ainsi une réflexion critique pour ajuster leur jeu (moduler leur *tempo*, volume, ou intensité) en fonction des observations. Cette analyse nécessite de décomposer les différents aspects du jeu collectif (dynamique, *tempo*, nuances) et de s'assurer que leurs propres actions s'alignent avec celles des autres musiciens. Dans la résolution du problème mathématique, les élèves musiciens montrent des signes d'analyse lorsqu'ils décomposent les étapes pour vérifier leur cohérence avec l'objectif visé, procédant à une révision détaillée des étapes déjà franchies (Cf. Graphique 5). Dans la classification et catégorisation d'éléments audio, l'identification des structures temporelles internes aux sons témoigne d'une analyse fine des particularités sonores et des relations qu'ils entretiennent (Cf. Graphique 16).

Ainsi, l'analyse permet aux élèves d'approfondir leur compréhension des tâches en décomposant les éléments, en identifiant les ajustements nécessaires, et en adoptant une attitude réfléchie, essentielle pour adapter leurs actions de manière précise et adaptée aux exigences

spécifiques de chaque situation. Elle permet aux élèves de comprendre les relations sous-jacentes et de prendre des décisions raisonnées et éclairées.

2.4.5 Compétence d'évaluation

L'évaluation s'appuie sur l'analyse et consiste à porter un jugement critique sur la qualité de la performance ou des actions réalisées. Elle permet d'identifier les erreurs et d'y remédier de manière stratégique. Ce niveau de l'échelle exige une conscience critique de leur propre performance. L'évaluation se manifeste pleinement lorsqu'un élève est capable d'identifier les erreurs dans ses actions et de réfléchir à la manière de les corriger tout en continuant à agir. Cela nécessite une prise de recul critique sur sa propre activité et la capacité à s'ajuster en fonction du contexte.

Dans la pratique orchestrale, l'évaluation apparaît lorsque les élèves musiciens reconnaissent une erreur et décident de continuer à jouer tout en essayant de se rattraper (Cf. Tableau 24). Reconnaître son erreur (autoévaluation), et décider de ne pas s'arrêter, mais d'ajuster son jeu pour retrouver l'harmonie avec l'orchestre exige une réflexion rapide et immédiate sur l'importance de l'erreur, sur la manière dont elle affecte l'ensemble du groupe, et sur la meilleure stratégie pour se rattraper sans interrompre le flux musical. Cette capacité des élèves musiciens à ajuster leur jeu sans s'arrêter montre une autoévaluation critique de la situation en temps réel. Dans la résolution du problème mathématique, les élèves évaluent l'ensemble des étapes franchies et jugent si l'approche retenue est toujours valable au fur et à mesure qu'ils progressent dans l'activité. À partir de l'autoévaluation des erreurs, ils révisent leur approche, ce qui se vérifie par les nombreux signes de corrections apportés sur leur brouillon (Cf. Graphique 5). Lors de la classification et catégorisation d'éléments, les élèves musiciens constituent des *clusters* de sons très distincts et définis (Cf. Graphique 12), ce qui montre qu'ils s'autoévaluent tout au long de l'activité pour vérifier la pertinence de leurs regroupements selon les critères établis, ajustant ainsi leurs choix en cas d'incohérences, tout en témoignant d'une assurance dans leurs décisions. La tendance à réviser leurs actions, illustrée par une longueur de déplacement légèrement plus grande, soutient cet aspect (Cf. Graphique 9).

Ainsi, l'évaluation réalisée par les élèves musiciens illustre leur capacité à porter un jugement critique sur leur performance en temps réel, leur permettant d'ajuster leurs actions de manière

stratégique, tout en développant une conscience de leurs erreurs et une assurance dans la pertinence de leurs choix en fonction des situations.

Pour conclure, dans les trois contextes d'apprentissage de notre étude, les musiciens mettent en œuvre des compétences d'interprétation, d'explication, de raisonnement, d'analyse et d'évaluation (Spector et Ma, 2019). L'articulation de ces compétences – dans leur pratique orchestrale, dans la résolution du problème mathématique et dans la classification et catégorisation d'éléments – montre qu'ils sont capables de discerner, décomposer et juger la pertinence des éléments en fonction de l'objectif poursuivi, s'engageant ainsi dans une réflexion critique (*Ibid.*).

Toutefois, en examinant leur autoévaluation post-activité à travers les réponses obtenues au questionnaire d'autorégulation en situation d'orchestre (Cf. Tableau 24), nous constatons une différence marquée entre leur capacité à s'évaluer en temps réel (confirmée dans les autres tâches) et leur prise de recul après l'activité. Durant l'activité musicale, leur autoévaluation est efficiente puisqu'ils ajustent leur jeu en temps réel en fonction des observations immédiates, corrigeant ainsi leurs actions de manière active. Cependant, cette compétence est moins développée dans l'évaluation post-activité, qui demande une réflexion plus abstraite, détachée du contexte direct et de l'expérience immédiate (Cf. Tableau 24).

Selon l'échelle de développement de l'esprit critique établie par Spector et Ma (2019), les élèves musiciens semblent alors se situer entre le niveau « débutant avancé » et « compétent ». Ils dépassent la compétence d'analyse en accédant à celle d'évaluation durant l'activité. Ils tendent vers un niveau de maîtrise plus élevé, puisqu'ils se souviennent des stratégies utilisées lorsqu'ils sont confrontés à des problèmes similaires en situation d'orchestre. Cependant, leur capacité à mobiliser ces stratégies de manière abstraite et hors contexte n'est pas encore totalement acquise. Les élèves musiciens semblent ainsi naviguer au sein de la compétence d'évaluation, progressant vers un niveau supérieur qui se manifesterait principalement dans l'autoévaluation post-activité.

Les résultats de notre étude montrent que les élèves musiciens s'engagent dans une démarche d'enquête à travers leurs activités d'apprentissage, articulant processus d'autorégulation et compétences critiques et réflexives complexes à ce stade de leur pratique instrumentale. La pratique orchestrale, au travers d'exigences de collaboration et d'ajustements en temps réel, semble alors créer un environnement propice à l'exploration active des idées et des stratégies.

Cette dynamique se retrouve également dans la tâche de résolution de problème mathématique, où les élèves doivent analyser, évaluer et ajuster leurs approches en fonction des retours d'information. Dans la tâche de classification et catégorisation d'éléments audio, les élèves explorent les différentes facettes des sons, cherchent à comprendre leurs interactions et à les organiser de manière cohérente. Cette approche d'investigation est essentielle pour développer des compétences d'esprit critique, car elle encourage les élèves à questionner, à établir des hypothèses et à chercher des solutions créatives, mobilisant intensément le processus d'autorégulation. Les élèves musiciens progressent ainsi à travers les différentes compétences de l'esprit critique dans l'accomplissement de tâches cognitives complexes et variées. Ils évoluent d'une interprétation de base vers des compétences d'évaluation poussées, offrant des perspectives prometteuses sur les effets de la pratique instrumentale comme vecteur transdisciplinaire de développement de l'esprit critique des élèves d'élémentaire.

Bien que nos résultats mettent en lumière des influences significatives de la pratique instrumentale sur le développement de l'autorégulation et de l'esprit critique des élèves, des limites de cette recherche sont à reconnaître. Ces différentes contraintes, qu'elles soient méthodologiques, contextuelles ou liées à la diversité des expériences des élèves, doivent être examinées pour offrir une vision plus complète des implications de notre étude. Nous poursuivrons ainsi en explorant ces limites, afin d'éclairer le cadre dans lequel nos conclusions s'inscrivent et d'identifier des pistes pour de futures recherches.

2.5 Limites de l'étude et perspectives

Dans le cadre de notre étude explorant l'influence des pratiques musicales sur le processus d'autorégulation et le renforcement de l'esprit critique des élèves d'élémentaire, plusieurs limites peuvent être prises en considération afin de contextualiser les résultats obtenus et de proposer des pistes d'exploration pour de futures recherches.

Tout d'abord, le nombre de participants (n=78) est réduit pour une généralisation des résultats. De plus, 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 avec une population plus diverse permettrait d'étendre la compréhension de l'influence des pratiques musicales au regard de différents milieux sociaux.

Par ailleurs, une étude longitudinale permettrait d'évaluer les effets à long terme de la pratique musicale sur les capacités d'autorégulation et de réflexion critique des élèves. Établir un prétest mesurant les compétences métacognitives initiales des participants favoriserait l'appréhension de leur évolution au fil du temps en distinguant les effets spécifiques de la pratique musicale des progrès naturels attendus à ce stade de développement. L'intégration de ces mesures de référence permettrait également d'identifier des sous-groupes d'élèves dont les compétences métacognitives initiales varient, offrant une perspective plus nuancée sur l'influence de la pratique musicale. Une telle approche permettrait de contrôler si cette pratique a des effets différenciés selon les niveaux de compétence antérieurs.

De plus, le soutien familial, les activités parascolaires diverses, la motivation et l'engagement individuels des participants sont difficilement contrôlables dans leur intégralité. Le contexte écologique dans lequel est mise en œuvre cette étude est susceptible d'influencer les résultats. Les élèves impliqués dans l'orchestre à l'école peuvent avoir des expériences et des niveaux d'engagement très différents au sein du dispositif. L'influence de la pratique musicale pourrait également être différente en fonction du type d'activité, des spécificités de l'enseignement reçu, du climat scolaire, des relations entre pairs. Ces facteurs contextuels pourraient être explorés dans des recherches futures.

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), ce qui pourrait introduire un biais de sélection. En tenant compte de ces limites, des pistes de réflexion pour des recherches futures peuvent être envisagées, notamment au travers d'études longitudinales incluant un plus grand nombre de participants et mêlant une diversité d'échantillons, ainsi que la prise en compte d'aspects méthodologiques randomisés.

Cette étude ouvre par ailleurs des perspectives sur l'influence de la pratique musicale collective sur le développement métacognitif et réflexif des élèves. 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. Il serait ainsi possible d'explorer comment les élèves perçoivent leurs expériences musicales et l'influence de ces perceptions sur leur engagement et le développement d'un apprentissage autorégulé.

Afin de compléter nos analyses, des méthodes telles que l'utilisation de l'*eye tracking* pourraient être utilisées, pour examiner où le regard se pose lors du traitement de l'information. Cette méthode permettrait de suivre les mouvements oculaires des participants, offrant une vision précise des zones d'attention et des points d'intérêt dans les différentes phases de l'activité. En analysant les trajectoires visuelles et le temps passé sur chaque élément, nous pourrions mieux comprendre comment les musiciens et les non-musiciens interagissent avec les informations. Une telle approche fournirait des aperçus sur les stratégies d'attention déployées par chaque groupe de participants, enrichissant ainsi notre compréhension des mécanismes cognitifs en jeu dans le traitement de l'information.

Cette réflexion sur l'influence de la pratique musicale collective sur les processus d'apprentissage ouvre également la voie à une exploration plus large de la pratique instrumentale au regard de l'enseignement musical. Cette perspective enrichie pourrait orienter de futures recherches et pratiques pédagogiques, en mettant en lumière l'importance d'une approche intégrative et réfléchie dans l'enseignement musical et général, tant pour les enseignants que pour les élèves.

2.6 Réflexion sur la pratique instrumentale et l'enseignement musical et général

2.6.1 Émancipation intellectuelle et pratique musicale

La réflexion menée tout au long de cette thèse m'a entraînée à considérer ma propre pratique instrumentale, puis pédagogique, à la lumière des résultats de mes recherches sur l'autorégulation et le développement de l'esprit critique des élèves musiciens. Issue d'un enseignement formel en Conservatoire, j'ai eu l'opportunité de développer de solides compétences techniques, comme interprète des stratégies d'apprentissage et des visions musicales de mes professeurs. Leur influence, façonnée par leur propre « réel de l'activité », m'a conduite à mettre en œuvre des compétences techniques et d'interprétation poussées, sans véritable espace pour une réflexion critique sur ma propre pratique ou l'expression de mes intuitions musicales.

Tu es musicienne. Cette expression qui raisonne comme un aboutissement d'estime de soi pourrait conforter tout artiste dans sa légitimité créative. Mais que veut-elle dire réellement ? M*usicienne* parce que j'applique des enchaînements techniques complexes ? *Musicienne* parce que j'interprète une œuvre en fonction des nuances et des spécificités de jeux inscrits sur la partition, la plupart du temps suggérés par la propre sensibilité artistique de différents professeurs ?

Cette expérience formative a révélé un manque : au-delà de compétences techniques et d'interprétation plutôt guidée, je n'avais pas suffisamment acquis l'autonomie d'apprentissage nécessaire pour analyser ma pratique musicale de manière réflexive et opérer mes propres choix. En entrant par la suite dans un contexte d'enseignement en conservatoire supérieur, où l'émancipation analytique et intellectuelle est centrale dans la construction des compétences professionnelles et de l'identité de musicienne, j'ai été projetée dans une situation vulnérable. Le manque de confrontation à la prise de distance et de recul par rapport à ma pratique m'a laissée exposée à une exigence d'autonomie musicale que je n'étais pas préparée à relever. Ma réflexion et mon autonomie dans la vaste étendue des choix possibles d'interprétation demeuraient insuffisantes.

Lorsque j'ai eu par la suite l'opportunité de jouer régulièrement en orchestre avec une place stable, l'intégration de ce contexte particulier a marqué une rupture nette avec mes formations initiales. Dans cette expérience collective, l'émancipation intellectuelle devenait impérative pour naviguer au travers des multiples écarts entre les intentions des compositeurs, les prescriptions de la partition, les directives du chef d'orchestre, les interactions avec mes pairs et mes propres aspirations. Ces défis ont forgé mon identité de *musicienne* et ont renforcé mon estime de moi quant à ma capacité à affirmer mon jeu, à penser par moi-même, tant dans ma pratique que dans mon apprentissage.

Cette réflexion sur mon parcours musical invite à questionner le contexte d'enseignement individuel en musique, souvent axé sur un guidage pas à pas. En revanche, dans la pratique collective, cette approche devient obsolète ; elle cède la place à une dynamique où chaque musicien doit apprendre à se gérer et à s'adapter de manière autonome. Cela soulève une question essentielle : comment l'enseignement musical peut-il être ajusté pour favoriser cette émancipation intellectuelle d'apprentissage, même dans le cadre d'une relation duelle enseignant-élève ?

Dans une vision plus générale et appliquée à mon métier de professeur des écoles, cette réflexion m'entraîne à penser mon enseignement. Entre guidage et autonomie adaptés à chacun, prenant en compte l'individualité, le rapport au groupe, le développement des apprentissages fondamentaux (MEN, 2023), les réalités de terrain, l'équilibre peut parfois sembler fragile. En écho avec les résultats de cette étude laissant apparaître l'influence de la pratique musicale sur l'engagement actif des élèves dans l'accomplissement de tâches réflexives complexes, pourrait-on penser la créativité, non comme une seule compétence artistique, mais comme une habileté ? Pourrait-elle être l'expression d'un ensemble de gestes cognitifs et moteurs qui conduisent l'activité ? En créant leurs propres stratégies, solutions, ajustements, à l'image de la pratique musicale, les élèves pourraient-ils s'approprier activement leur apprentissage ? Comment penser un enseignement en faveur de l'autonomie, et *in fine*, qui participe à la construction de l'identité ?

2.6.2 Vers une redéfinition du contrat didactique

Le contrat didactique est un concept englobant l'ensemble des attentes, des rôles et des engagements implicites entre l'enseignant et l'élève dans le cadre d'un apprentissage (Brousseau, 1990). Ce contrat implicite détermine la manière dont l'enseignement est structuré et perçu par les deux parties – professeur et élève. Dans le contexte scolaire, ou d'enseignement musical formel, ce cadre peut parfois se manifester par une dynamique où l'enseignant est perçu comme le détenteur du savoir, tandis que l'élève occupe une position plus passive, attendant des instructions claires et un encadrement constant (Cailliez, 2017 ; Charlot, 1997 ; Meirieu, 1998 ; Terrien, 2010).

Notre étude révèle que les élèves musiciens semblent à ce stade de leur pratique commencer à s'affranchir progressivement de ce contrat didactique, parce qu'ils manifestent des compétences réflexives transdisciplinaires d'autorégulation et d'esprit critique plus abouties que les élèves qui ne font pas cette expérience musicale, et ce, dans des contextes d'apprentissage différents. Dans un environnement comme « Orchestre à l'école », la dynamique de groupe impose des interactions fluides et réparties entre les différents acteurs (Tortochot et Terrien, 2019). Les musiciens sont confrontés à des situations où ils doivent prendre des initiatives, s'adapter aux variations du jeu des autres et réagir en temps réel aux indications du chef d'orchestre. Cette situation collective nécessite une autonomie accrue, où chaque musicien doit assumer une part de responsabilité dans son processus d'apprentissage et de performance, en lien avec la dévolution de la tâche (Brousseau, 1986 ; Roy, 2022).

L'expérience orchestrale met en lumière le contraste entre la structure parfois ferme du contrat didactique et la flexibilité nécessaire dans un cadre artistique collectif. L'élève musicien ne peut plus se contenter de suivre les directives de l'enseignant. Il est appelé à développer une réflexion critique sur sa propre pratique, à analyser en temps réel les interactions musicales et à ajuster son jeu en fonction des besoins du groupe (Ballester, Moreau et Terrien, 2024). Cette nécessité d'émancipation face à des exigences complexes de gestion favoriserait une autonomie d'action que le contrat didactique qui sous-tend les apprentissages peut réduire. La pratique orchestrale amène ainsi les élèves à naviguer dans un espace où les écarts entre leurs propres interprétations, celles prescrites par le compositeur, les attentes du chef d'orchestre et les activités de leurs pairs deviennent apparents. Ce processus d'ajustement et de prise de conscience des diverses

perspectives artistiques et techniques semblent aider les élèves à développer un esprit critique, une aptitude essentielle au concept d'individuation (Jung, 1951).

2.6.3 Pour un enseignement qui favorise l'émancipation

L'intégration de la réflexion sur l'émancipation intellectuelle des élèves dans le système éducatif soulève la question du rôle de l'enseignant et des dynamiques d'apprentissage. Pour s'affranchir des conventions du contrat didactique, il semble essentiel de réexaminer les approches pédagogiques, en trouvant un équilibre entre le guidage et l'étayage de l'enseignant, la part de créativité et de liberté d'action laissées aux élèves (Roy et Papon, 2022 ; Terrien, 2010, Terrien, 2023).

Le défi didactique principal réside dans la capacité des enseignants à ajuster leur approche pédagogique en fonction des besoins et des niveaux de développement de leurs élèves (Bouysse, 2016 ; Perrenoud, 2015). Un étayage excessif pourrait étouffer la pensée critique, la créativité et l'autonomie, tandis qu'un manque de structure pourrait engendrer une confusion et un sentiment d'abandon. L'enseignant peut ajuster cet équilibre en se fondant sur une compréhension fine des dynamiques d'apprentissage autorégulé, et des contextes les plus propices à sa mise en œuvre, de multiples interactions que nous avons tissées tout au long de cette étude.

Des approches pédagogiques favorisant la créativité, l'expérimentation et la prise de risque pourraient permettre aux élèves de bénéficier d'un cadre qui les soutient, tout en leur offrant la liberté d'explorer des solutions diverses à des problématiques communes ; une dynamique qui accompagnerait l'autonomie, le devenir d'êtres pensants, en mesure de prendre des décisions éclairées et de s'engager activement dans leur vie future. Dans cette perspective, l'engagement et la persévérance des élèves sont au cœur de leur parcours d'apprentissage (Roy et Papon, 2022), des qualités fondamentales pour surmonter les défis et cultiver une autonomie intellectuelle durable.

Dans une évolution sociétale où les enfants sont exposés à des distractions constantes, la capacité à maintenir une motivation et une attention accrues est un défi didactique (Develay, 2004 ; Meirieu, 1998). La pratique musicale, en raison de ses exigences en matière d'effort

attentionnel et de traitement complexe de l'information, se révèle être à travers notre étude un terrain favorable pour engager les élèves à cultiver le maintien de leur orientation. Par un engagement soutenu, les élèves apprennent à maintenir leur concentration sur des tâches complexes, à gérer leur attention et à persévérer face à des difficultés rencontrées, ce qui se vérifie à travers nos résultats. Cette réflexion entre en résonance avec la transposition didactique (Chevallard, 1985). Elle questionne la conception même de la tâche, soulignant la nécessité d'adapter les savoirs savants en savoirs enseignables, par des pratiques qui engagent véritablement l'élève dans un processus métacognitif et dans une réflexion critique.

Ces éléments pourraient être intégrés dans l'enseignement général, en créant des environnements d'apprentissage qui valorisent l'effort et la persévérance scolaire. Des dispositifs comme « Orchestre à l'école » pourraient encourager les élèves à s'investir pleinement dans leur apprentissage, tout en progressant à leur rythme.

Enfin, cultiver un environnement scolaire qui valorise l'émancipation intellectuelle et la responsabilité personnelle des apprenants représente un véritable enjeu didactique. Cette démarche implique une formation continue des enseignants, afin qu'ils puissent développer des pratiques réflexives sur leur propre approche pédagogique et s'adapter aux besoins de leurs élèves. Dans une perspective plus large, il semble fondamental d'instaurer une culture scolaire qui encourage l'autonomie, où les élèves deviennent acteurs de leur apprentissage, capables de raisonner par eux-mêmes.

Ainsi, notre étude ouvre la voie à une réévaluation des pratiques pédagogiques au regard des enseignements artistiques et généraux. En intégrant des approches qui favorisent l'émancipation intellectuelle des élèves, tout en trouvant un équilibre entre étayage et liberté créative, l'expérience d'apprentissage des élèves pourrait les préparer à devenir des apprenants autonomes, des penseurs critiques, capables de naviguer dans un monde en constante évolution. L'enjeu didactique dans notre société contemporaine serait de penser le contrat didactique à travers une approche transversale qui favorise à la fois le cadre nécessaire et l'autonomie des élèves, laissant place à la créativité (Roy et Papon, 2022 ; Terrien et Rezzi, 2021 ; Terrien et al., 2023). Intégrer ces perspectives dans le système éducatif contribuerait à former des élèves capables de s'investir pleinement dans leur apprentissage, de développer des compétences métacognitives essentielles au développement de leur esprit critique et de s'affirmer en tant qu'individus libres et éclairés.

CONCLUSION

Cette thèse a exploré l'influence de la pratique instrumentale en milieu scolaire sur le développement des habiletés métacognitives et de l'esprit critique des élèves d'élémentaire, à travers le processus d'autorégulation. Nous avons mis en lumière, dans le cadre du dispositif « Orchestre à l'école » en contexte d'éducation prioritaire, la manière dont l'activité de pratique musicale semblait renforcer au-delà des compétences techniques, des capacités réflexives complexes et transdisciplinaires. Nous avons observé leur mise en œuvre par les apprenants dans des tâches proposant des contextes variés de résolutions de problèmes, engageant la mobilisation d'une réflexion critique et autorégulée, parmi un groupe expérimental d'élèves participants au dispositif OAE et un groupe contrôle d'élèves ne bénéficiant pas de cette expérience musicale.

L'autorégulation examinée à travers les gradations internes aux phases d'anticipation, de réalisation et de réflexion, ainsi que le lien intrinsèque avec l'esprit critique, ont permis de décomposer les dynamiques sous-jacentes aux processus d'apprentissages. En nous appuyant sur une analyse à la croisée des sciences de l'éducation, de la didactique et des sciences cognitives, notre étude a permis de définir les interactions métacognitives à l'œuvre dans la pratique instrumentale collective au regard de celles mobilisées dans certaines tâches scolaires de résolution de problème mathématique et de classement et catégorisation d'éléments.

Au fil de nos analyses, il est apparu que la pratique musicale, en particulier orchestrale, semblait favoriser une gestion plus fine des ressources cognitives, un processus d'équilibration « assurant l'adaptation du fonctionnement d'un système en interaction avec son environnement » (Piaget, 1975, p. 23). Les jeunes élèves musiciens, soumis dans leur pratique à une autorégulation constante de leurs actions – en suivant les indications du chef d'orchestre, en s'ajustant à leurs pairs, tout en contrôlant simultanément leur propre gestion émotionnelle, réflexive et instrumentale – apprennent à adapter leur activité en temps réel. Cette dynamique de contrôle métacognitif à l'œuvre dans la pratique musicale est également mobilisée par les élèves musiciens dans les tâches proposées. Ces différentes tâches examinées ont montré que les élèves musiciens manifestaient des signes d'autorégulation et de réflexion critique de manière plus systématique et approfondie que leurs pairs non musiciens, dans des contextes

d’apprentissage nécessitant un raisonnement analytique complexe : dans les situations exigeant une réflexion critique, une flexibilité dans le traitement et la gestion simultanées d’informations tout en maintenant l’orientation, les musiciens se distinguent des non-musiciens. Si la métacognition est reconnue à travers l’état de la littérature comme efficiente dans la pratique des musiciens experts (Hallam, 2001 ; Peral Garcia et Dubé, 2012), notre recherche en sciences de l’éducation montre que les apprentis musiciens présentent déjà des signes développés de contrôle de leur activité, malgré leur jeune expérience (15 mois). Ce constat est en lien avec les études en neurosciences (Hyde et al., 2009).

Ce résultat soutient notre hypothèse selon laquelle la pratique instrumentale, et en particulier orchestrale, favorise le développement de l’activité d’autorégulation, nécessaire au renforcement de l’esprit critique des élèves d’élémentaire. Ce constat permet d’établir un lien entre la pratique musicale et les contextes d'apprentissage où l'autorégulation et la pensée critique jouent un rôle central. Cette mise en perspective est d'autant plus importante qu'elle éclaire le fait que la pratique musicale semble développer des capacités réflexives avancées chez de jeunes musiciens. Les bénéfices de la pratique musicale émergeraient ainsi dans des activités complexes, exigeant une autorégulation fine et une réflexion critique actives.

L’étude révèle que les élèves musiciens interagissent dans ces activités en mêlant une gestion autorégulée et une prise de recul réflexive, où ils tendent vers un niveau « compétent » d’esprit critique (Spector et Ma, 2019). La pratique instrumentale au sein du dispositif « Orchestre à l’école » semble ainsi participer à construire chez les apprenants des savoirs et savoir-faire transdisciplinaires. L’expérience musicale devient alors une expression de l’apprentissage en général : les élèves sont constamment amenés à évaluer et à réviser leurs actions en fonction des retours d’informations internes ou externes qu’ils reçoivent. En intégrant ces différents niveaux d'interaction, ils structurent des raisonnements complexes. Cette capacité à naviguer entre les différentes dimensions de l'activité musicale est une illustration de la manière dont l'enseignement musical peut favoriser l’émergence d’une pensée critique et réflexive, préparant les élèves à faire face à des situations variées et imprévisibles dans des environnements complexes.

À la lumière des interactions entre les compétences de raisonnement acquises dans le cadre des activités musicales et celles nécessaires dans l'apprentissage scolaire, cette recherche pourrait contribuer à affiner l’articulation entre enseignement et apprentissage dans un milieu

didactique. En renseignant les dynamiques métacognitives à l'œuvre dans la musique, notre étude engage ainsi une réflexion au regard des pratiques enseignantes, en envisageant l'autorégulation comme moyen pour apprendre, mais également comme objet d'apprentissage (Laveault, 2007). Un espace s'ouvre pour explorer les bénéfices d'une approche transversale de la métacognition intégrée dans les transpositions didactiques en faveur des apprentissages fondamentaux : lire, compter, écrire, respecter autrui (MEN, 2023). Les priorités éducatives actuelles sont orientées vers le renforcement de ces savoirs (*Ibid.*), mais qu'en est-il du raisonnement ? Si développer l'esprit critique de l'élève en l'accompagnant dans la construction de son identité en tant que penseur autonome et réfléchi est un défi didactique actuel (MEN, 2024), le raisonnement ne s'inscrit-il pas comme un savoir fondamental ?

Cette perspective, alliant pratiques pédagogiques, autorégulation et esprit critique, invite à repenser l'enseignement comme un terrain favorable au développement d'une pensée réflexive et autonome, où l'élève deviendrait non pas un interprète mais un épistémologue de ses savoirs (Doly, 1997). Notre étude montre que la métacognition soutient la réflexion critique au sein même du processus de raisonnement, faisant de l'apprenant « un sujet autoévaluateur, quelqu'un qui a appris comment apprendre » (Flavell, 1987, p. 21) dans ses multiples environnements. Dans ce contexte, la pratique musicale devient énaction, concept où les esprits et les corps des êtres sont en constante interaction avec leur environnement (Varela, 1980). Par la mobilisation simultanée de l'intellect et du corps, la pratique musicale tisse un lien actif entre l'individu et le monde qui l'entoure. Ainsi, la pratique musicale serait un espace où l'apprenant se construit, tant sur le plan cognitif qu'émotionnel. En permettant de relier distanciation réflexive et contrôle métacognitif (Doly, 2006), comme le montrent nos résultats, cette pratique ouvre la voie à l'autonomie intellectuelle de l'apprenant. Elle fait écho à l'idée que « connaître ne consiste pas à copier le réel mais à agir sur lui et à le transformer » (Piaget, 1967, p. 15), une capacité à agir sur ses propres processus cognitifs que la pratique musicale semble précisément stimuler chez les jeunes musiciens.

Cette recherche ouvre des perspectives prometteuses pour la didactique musicale, mais aussi pour l'enseignement général en faveur d'une réflexion critique et d'une gestion autonome des apprentissages. La conception de situations didactiques qui intègrent les principes de l'autorégulation, comme la planification, le contrôle et l'autoévaluation, offrirait aux élèves un environnement où l'apprentissage devient une construction active du savoir. L'activité musicale, qui semble développer l'autorégulation et renforcer l'esprit critique de jeunes élèves

dès leurs débuts d'engagement dans cette pratique, apparaît comme un médium favorisant un apprentissage réfléchi et autonome. Il serait alors question d'envisager la manière dont ces activités musicales pourraient être intégrées dans le cadre scolaire de manière systématique, afin d'étendre leur influence sur le développement réflexif des élèves.

> En matière de théorie cognitive, l'apport [de la recherche] permet aujourd'hui de penser la perception musicale non pas comme une réception passive d'un stimulus, mais comme la construction de sens au travers de son énaction (Guillot, 2012, p. 166).

Entre perception, raisonnement et énaction, tels pourraient prétendre s'inscrire les fondements de la pratique musicale comme une activité hissant l'apprenant à déployer sa pensée libre et raisonnée, accédant ainsi à une autonomie intellectuelle.

> *La musique n'est pas seulement un art, c'est aussi une façon de penser, une manière d'utiliser son esprit et de percevoir le monde alentour (Nagano, 2016).*

BIBLIOGRAPHIE

Achbar, S., Wintonick, P., & Chomsky, N. (1993). *Les médias ou les illusions nécessaires: Manufacturing Consent: Noam Chomsky and the media*.

Allal, L. (1999). Auto-évaluation en situation de formation. *Mesure et évaluation en éducation, 27*(2), 1–8. https://doi.org/10.7202/1087974ar

Allal, L. (2007). Régulation des apprentissages: Orientations conceptuelles pour la recherche et la pratique en éducation. In L. Allal & L. Mottier-Lopez (Eds.), *Régulation des apprentissages en situation scolaire et en formation* (p. 9). Bruxelles: De Boeck.

Allal, L. (2010). Assessment and the regulation of learning. In P. Peterson, E. Baker, & B. McGraw (Eds.), *International encyclopedia of education* (Vol. 3, pp. 348-352). Oxford: Elsevier.

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Boston, MA: Allyn & Bacon.

Arquembourg, J. (2003). La réalité politique: Retour sur le principe de publicité. In J. Arquembourg, *Le temps des événements médiatiques* (pp. 99-104). Louvain-la-Neuve, Belgique: De Boeck Supérieur.

Astolfi, J.-P. (2008). *La saveur des savoirs : Disciplines et plaisir d'apprendre*. ESF.

Astolfi, J. P., & Peterfalvi, B. (1997). Stratégies de travail des obstacles: Dispositifs et ressorts. *Aster*, 192-193.

Audy, P. (1992). *A.P.I. : Une approche visant l'actualisation du potentiel intellectuel*. Rouyn-Noranda, Québec : Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue.

Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.

Baillargeon, N. (2005a). *Petit cours d'autodéfense intellectuelle*. Montréal : Lux Éditeur.

Baker, L., & Brown, A. L. (1984). Metacognitive skills and reading. In P. D. Pearson, R. Barr, M. L. Kamil, & P. Mosenthal (Eds.), *Handbook of reading research* (pp. 353-394). New York: Longman.

Ballester, M., Moreau, J.-P. & Terrien, P. (2024). L'orchestre à l'école : des pratiques musicales au développement de l'esprit critique. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, 26(1), 100–120. https://doi.org/10.7202/1113235ar

Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educational Psychologist, 28*(2), 117-148. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2802_3

Bandura, A. (2008). La théorie sociale cognitive: Une perspective agentique. In P. Carré & F. Fenouillet (Eds.), *Traité de psychologie de la motivation* (pp. 17-45). Paris: Dunod.

Bandura, A. B. (1986). *Social foundations of thought and actions: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Bandura, A., & Schunk, D. H. (1981). Cultivating competence, self-efficacy, and intrinsic interest through proximal self-motivation. *Journal of Personality and Social Psychology, 41*(3), 586–598. https://doi.org/10.1037/0022-3514.41.3.586

Bangert, M., Peschel, T., Schlaug, G., Rotte, M., Drescher, D., Hinrichs, H., Heinze, H. J., & Altenmüller, E. (2006). Shared networks for auditory and motor processing in professional pianists: Evidence from fMRI conjunction. *NeuroImage, 30*(3), 917-926. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.10.044

Barkley, R. A. (1998). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (2nd ed.). New York: Guilford Press.

Barnett-Foster, D., & Nagy, P. (1996). Undergraduate student response strategies to test questions of varying format. *Higher Education, 32*(2), 177-198.

Barth, B.-M. (1987). *L'apprentissage de l'abstraction*. Retz.

Bastin, L., & Deroux, C. (2007). Chapitre 4 : Évaluation des capacités attentionnelles chez l'enfant. In M.-P. Noël (Ed.), *Bilan neuropsychologique de l'enfant* (pp. 97-115). Mardaga.

Bégin, C. (2008). Les stratégies d'apprentissage : Un cadre de référence simplifié. *Revue des sciences de l'éducation, 34*(1), 47–67. https://doi.org/10.7202/018989ar

Benjamin, S. (1989). An ideascape for education: What futurists recommend. *Educational Leadership*, 8-14.

Berge, Z. L. (1995). Facilitating computer conferencing: Recommendations from the field. *Educational Technology*, *5*(1), 22-30.

Bergman Nutley, S., Darki, F., & Klingberg, T. (2014). Music practice is associated with development of working memory during childhood and adolescence. *Frontiers in Human Neuroscience, 7,* Article 926. https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00926

Besson, M., & Schön, D. (2003). Comparison between language and music. In R. Zatorre & I. Peretz (Eds.), *The biological foundations of music* (pp. 267-293). Oxford: Science and Medical Publications, Oxford University Press.

Best, F. (2008). Naître citoyen… et le devenir. *Après-demain, 5,* nf(1), 3-5. https://doi.org/10.3917/apdem.005.0003

Beyer, B. (1988). *Developing a thinking skills program*. Allyn and Bacon Inc.

Bialystok, E., & DePape, A.-M. (2009). Musical expertise, bilingualism, and executive functioning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 35*(2), 565-574. http://doi.org/10.1037/a0012735

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay Company.

Boekaerts, M. (1996). Self-regulated learning at the junction of cognition and motivation. *European Psychologist, 1*(2), 100-112.

Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning: Where we are today. *International Journal of Educational Research, 31,* 445-457. https://doi.org/10.1016/S0883-0355(99)00014-2

Boisvert, J. (2000a). *La formation de la pensée critique : Théorie et pratique*. Bruxelles : De Boeck Université.

Boisvert, J. (2000b). Le développement de la pensée critique au collégial : Étude de cas sur un groupe classe en psychologie. *Revue des sciences de l'éducation, 26*(3), 601–624. https://doi.org/10.7202/000292ar

Bordeleau, L. (1994). Auto-efficacité et croyances attributionnelles: Leur relation avec l'autorégulation et la performance chez des enfants ayant une difficulté spécifique d'apprentissage. Mémoire de maîtrise non publié (Promoteur: T. Bouffard), Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, Canada.

Borst, G., & Houdé, O. (2014). Inhibitory control as a core mechanism for cognitive development and learning at school. *Perspectives on Language and Literacy, 41*(Special Issue on Executive functions edited by A. Diamond), 41-44.

Bosson, M., Hessels, M., & Hessels-Schlatter, C. (2009). Le développement de stratégies cognitives et métacognitives chez des élèves en difficulté d'apprentissage. *Développements, 1*(1), 14-20. https://doi.org/10.3917/devel.001.0014

Bouffard, T. (1998). Système de soi et métacognition. In L. Lafortune, P. Mongeau, & R. Pallascio (Eds.), *Métacognition et compétences réflexives* (pp. 203-222). Montréal, Québec: Logiques.

Bouffard-Bouchard, T., Parent, S., & Larivée, S. (1991a). Compétences cognitives, capacités d'apprentissage et métacognition. *Journal International de Psychologie, 26*, 6.

Bouissou, C., & Brau-Antony, S. (2005). Réflexivité et pratiques de formation : Regards critiques. *Carrefours de l'éducation, 20*(2), 113-122. https://doi.org/10.3917/cdle.020.0113

Boulet, A., Savoie, L., & Chevrier, J. (1996). *Les stratégies d'apprentissages à l'université*. Sainte-Foy, Québec : Presses de l'Université du Québec.

Bourdieu, P. (1989). *La Noblesse d'État. Grandes écoles et esprit de corps*. Paris: Minuit.

Bouysse, V. (2016). Apprendre à l'école maternelle. Administration & Éducation, N° 152(4), 61-69. https://doi.org/10.3917/admed.152.0061.

Broch, H. (1986). Paranormal et Art du Doute. *Sciences et Avenir*, hors-série N°56.

Brookfield, S. D. (1987). *Developing critical thinkers: Challenging adults to explore alternative ways of thinking and acting*. San Francisco, CA : Jossey-Bass Publishers.

Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7(2), 33-115.

Brousseau, G. (1990). Le contrat didactique : le milieu. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9(9.3), 309-336. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00686012

Brousseau, G. (2004). Tâche, situation, activité. *Texte en exclusivité pour la SSRDM, 11*(09), 04.

Brown, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanisms. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation and understanding* (pp. 65-116). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Brown, L., Nisbet, J., Ford, A., Sweet, M., Shiraga, B., York, J., & Loomis, R. (1983). The critical need for nonschool instruction in educational programs for severely handicapped students. *Journal of the Association for the Severely Handicapped, 8*(3), 71-77. https://doi.org/10.1177/154079698300800309

Bru, M. (2004). Les pratiques enseignantes comme objet de recherche. Dans J.-F. Marcel (Dir.), *Les pratiques enseignantes hors de la classe* (pp. 281-299). Paris: L'Harmattan.

Brun, J. (1994). Évolution des rapports entre la psychologie du développement cognitif et la didactique des mathématiques. In M. Artigue, R. Gras, C. Laborde, & P. Tavignot (Éds.), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France. Hommage à Guy Brousseau et Gérard Vergnaud* (p. 67-83). La Pensée sauvage.Bruner, J. (1991). The narrative construction of reality. *Critical Inquiry, 18*(1), 1-21.

Bruner, J., Goodnow, J. J., & Austin, G. A. (1956). *A study of thinking*. Chapman et Hall, Limited.

Büchel, F. P., & Paour, J.-L. (2005). Déficience intellectuelle : déficits et remédiation cognitive. *Enfance, 3*, 227-240.

Bullen, M. (1998). Participation and Critical Thinking in Online University Distance Education. *The Journal of Distance Education / Revue de l'education à distance, 13*(2), 1-32. Athabasca University Press. https://www.learntechlib.org/p/89634/

Butterfield, E. C., Hacker, D. J., & Albertson, L. R. (1996). Environmental, cognitive and metacognitive influences on text revision: Assessing the evidence. *Educational Psychology Review, 8*(3), 239-297.

Buysse, A. (2007). *Le théâtre: Au-delà du jeu. Une exploration de la forme théâtrale comme médiation de l'apprentissage autorégulé* (Cahier de la Section des sciences de l'éducation N°114). Genève: Université de Genève.

Cailliez, J.-C. (2017). *La classe renversée. L'innovation pédagogique par le changement de posture*. Ellipses.

Carver, C. S., & Scheier, M. F. (1998). *On the self-regulation of behavior*. Cambridge: Cambridge University Press.

Cartier, S., & Butler, D. (2016). Comprendre et évaluer l'apprentissage autorégulé dans des activités complexes. In S. Cartier & B. Noël (Eds.), *De la métacognition à l'apprentissage autorégulé* (pp. 41-54). Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur.

Chanudet, M. (2019). La place de la verbalisation dans l'activité de résolution de problèmes en mathématiques : le cas du problème des portes de prison. *Raisons éducatives, 23*(1), 125-151. https://doi.org/10.3917/raised.023.0125

Charlot, B. (1997). *Du rapport au savoir : éléments pour une théorie*. Anthropos.

Chase, W. G., & Ericsson, K. A. (1981). Skilled memory. In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition* (pp. 141-189). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Chase, W. G., & Simon, H. A. (1973). The mind's eye in chess. In W. G. Chase (Ed.), *Visual information processing* (pp. 215-281). New York: Academic Press.

Chenevez, O. (2000). Ce n'est pas en critiquant qu'on devient esprit critique : esprit critique, es-tu là ? *Cahiers Pédagogiques, 386*.

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique: Du savoir savant au savoir enseigné*. Paris: La Pensée Sauvage.

Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *The Journal of the Acoustical Society of America, 25*(5), 975-979. http://doi.org/10.1121/1.1907229

Chobert, J., Marie, C., François, C., Schön, D., & Besson, M. (2011). Enhanced passive and active processing of syllables in musician children. *Journal of Cognitive Neuroscience, 23*(12), 3874-3887.

Clot, Y. (2008). *Travail et pouvoir d'agir*. Paris: PUF. Recherche et formation, 60(1), 151-153. https://www.cairn.info/revue-recherche-et-formation-2009-1-page-151.htm

Cogo-Moreira, H., Brandão de Ávila, C. R., Ploubidis, G. B., & Mari, J. J. (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, 8*(3), e59984.

Cornoldi, C., & Vianello, R. (1992). Metacognitive knowledge, learning disorders and mental retardation. *Advances in Learning and Behavioral Disabilities, 7*, 107-134.

Corno, L., & Rohrkemper, M. M. (1985). The intrinsic motivation to learn in classrooms. In C. Ames & R. Ames (Eds.), *Research on motivation in education: The classroom milieu* (pp. 53-90). New York: Academic Press.

Cosnefroy, L. (1997). *Méthodes de travail et démarches de pensée*. Bruxelles, Belgique : De Boeck Université.

Cosnefroy, L. (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, 147*, 107-128. https://doi.org/10.3406/rfp.2004.3125

Cosnefroy, L. (2010). L'apprentissage autorégulé: Perspectives en formation d'adultes. *Savoirs, 23*, 9-50. https://doi.org/10.3917/savo.023.0009

Crocker, J., Brook, A. T., Niiya, Y., & Villacorta, M. (2006). The pursuit of self-esteem: Contingencies of self-worth and self-regulation. *Journal of Personality, 74*, 1749-1771. https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.2006.00427.x

Danalet, C., Dumas, J.-P., Studer, C., & Villars-Kneubulher, F. (1999). *Mathématiques : Quatrième primaire (livre du maître)*. Corome.

Davies, M. (2015). A model of critical thinking in higher education. In *Higher education: Handbook of theory and research* (pp. 41–92). Springer, Cham.

Davies, P. (2002). Using student reflective self-assessment for awarding degree classifications. *Innovations in Education and Teaching International, 39*(4), 307-319. https://doi.org/10.1080/13558000210161034

Degé, F., & Schwarzer, G. (2011). The effect of a music program on phonological awareness in preschoolers. *Frontiers in Psychology, 2*(124). http://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00124

Demetriou, A., & Kasi, S. (2001). *Unity and modularity in the mind and the self*. Routledge.

Desbiens, J.-P. (1999). Le développement d'une pensée critique : Un défi éducatif et éthique. In L. Guilbert, J. Boisvert, & N. Ferguson (Eds.), *Enseigner et comprendre. Le développement d'une pensée critique* (pp. 3-15). Les Presses de l'Université Laval.

Dessus, P. (2022, avril 6). 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.

Develay, M. (1992). *De l'apprentissage à l'enseignement*. ESF Éditeur.

Develay, M. (2004). *De l'apprentissage à l'enseignement : Pour une épistémologie scolaire*. ESF Éditeur.

De Visscher, H., & Latinis, P. (2015). Le sens critique. Et quoi encore ? *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale, 105*(1), 99-118. https://doi.org/10.3917/cips.105.0099

De Vito, J. A., & Tremblay, R. (1993). *Les fondements de la communication humaine*. Gaëtan Morin éditeur.

Dhillon, A. S. (1998). Individual differences within problem-solving strategies used in physics. *Science in Education, 82*(3), 379-405.

Diamond, A. (2012). Activities and programs that improve children's executive functions. *Current Directions in Psychological Science, 21*(5), 335-341. http://doi.org/10.1177/0963721412453722

Diamond, A. (2014). Want to optimize executive functions and academic outcomes? In P. D. Zelazo & S. M. D. (Eds.), *Minnesota Symposia on Child Psychology: Developing cognitive control processes: Mechanisms, implications, and interventions* (Vol. 37, pp. 205-230). Hoboken, NJ: Wiley.

Dokic, J. (2000, March 14). L'art et l'esprit. Presentation at the Journée Art et cognition, Cité des Sciences et de l'Industrie, La Villette.

Doly, A. M. (1997). Métacognition et médiation à l'école. In P. Meirieu (Ed.), *La métacognition, une aide au travail des élèves* (pp. 17-61). Paris: ESF.

Doly, A. M. (1998). *Métacognition et pédagogie : Enjeux et propositions pour l'introduction de la métacognition à l'école* [Thèse de doctorat, Université Lyon 2].

Doly, A. M. (2006). La métacognition: De sa définition par la psychologie à sa mise en œuvre à l'école. In G. Toupiol (Ed.), *Apprendre et comprendre. Place et rôle de la métacognition dans l'aide spécialisée* (pp. 84-124). Retz. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00835076/document

Doudin, P.-A., & Martin, D. (1999). Conception du développement de l'intelligence et formation des enseignants. *Revue Française de Pédagogie, 126,* 121-132.

Dreyfus, S. E., & Dreyfus, H. L. (1980). A five-stage model of the mental activities involved in directed skill acquisition (No. ORC-80-2). University of California-Berkeley Operations Research Center.

Duru-Bellat, M., & Van Zanten, A. (2016). *Sociologie du système éducatif: Les inégalités scolaires*. Paris: PUF-Presses Universitaires de France.

Dwyer, C. P., Hogan, M. J., & Stewart, I. (2014). An integrated critical thinking framework for the 21st century. *Thinking Skills and Creativity, 12*, 43–52. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.12.004

Eccles, J. S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. model of achievement-related choices. In A. J. Elliot & C. S. Dweck (Eds.), *Handbook of competence and motivation* (pp. 105–121). Guilford Publications.

Efklides, A. (2008). Metacognition: Defining its facets and levels of functioning in relation to self-regulation and co-regulation. *European Psychologist, 13*(4), 277-287. https://doi.org/10.1027/1016-9040.13.4.277

Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B., & Taub, E. (1995). Increased Cortical Representation of the Fingers of the Left Hand in String Players. *Science, 270*(5234), 305-307. http://doi.org/10.1126/science.270.5234.305

Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership, 43*, 45-48.

Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching thinking skills: Theory and practice* (pp. 9-26). New York: Freeman.

Ennis, R. H. (2018). Critical thinking across the curriculum: A vision. *Topoi, 37*, 165-184. https://doi.org/10.1007/s11245-016-9401-4

Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review, 100*(3), 363-406.

Eustache, F., & Desgranges, B. (2003). Concepts et modèles en neuropsychologie de la mémoire : Entre théorie et pratique clinique. In T. Meulemans, B. Desgranges, S. Adam, & F. Eustache (Eds.), *Evaluation et prise en charge des troubles mnésiques* (pp. 9-45). Solal.

Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction* [Report for the American Psychology Association]. Retrieved from https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED315423.pdf

Famose, J.-P., & Margnes, E. (2016). *Apprendre à apprendre. La compétence clé pour s'affirmer et réussir à l'école*. De Boeck Supérieur.

Fauvel, B., Groussard, M., Desgranges, B., & Platel, H. (2012). Pratique musicale et plasticité cérébrale: L'expertise musicale permet-elle de se préserver du vieillissement neurocognitif? *Revue de neuropsychologie, 4*, 131-137. https://doi.org/10.1684/nrp.2012.0211

Fayol, M. (2008). Cognition et métacognition. In A. van Zanten (Ed.), *Dictionnaire de l'éducation* (pp. 59-64). Presses Universitaires de France.

Fayol, M., & Monteil, J.-M. (1994). Stratégies d'apprentissage/apprentissage de stratégies. *Revue française de pédagogie, 106*, 91–110.

Felouzis, G. (2020). *Les inégalités scolaires*. Paris: PUF-Presses Universitaires de France.

Felouzis, G., Fouquet-Chauprade, B., Charmillot, S., & Imperiale-Arfaine, L. (2016). Inégalités scolaires et politiques d'éducation. *Contribution au rapport du Cnesco: Les inégalités scolaires d'origines sociales et ethnoculturelles*. Paris: Cnesco. https://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2016/09/felouzis_solo1.pdf

Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 231-235). Hillsdale, NJ : Erlbaum.

Flavell, J. H., & Wellman, H. M. (1977). Metamemory. In R. V. Kail & W. Hagen (Eds.), *Perspectives on the development of memory and cognition*. Hillsdale, NJ : Erlbaum.

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring. A new era of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist, 34*, 906-911.

Flavell, J. H. (1985). Développement métacognitif. In J. Bideaud & M. Richelle (Eds.), *Psychologie développementale, problèmes et réalités*. Bruxelles : Mardaga.

Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In F. E. Weinert & R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation and understanding* (pp. 20-29). Hillsdale, NJ : Erlbaum.

Fleszner, E. (1967). L'activité d'abstraction. *Enfance, 20*(3-4), 241-253. https://www.persee.fr/doc/enfan_0013-7545_1967_num_20_3_2427

Focant, J., & Grégoire, J. (2008). Les stratégies d'autorégulation cognitive : Une aide à la résolution de problèmes arithmétiques. In M. Crahay (Dir.), *Enseignement et apprentissage des mathématiques : Que disent les recherches psychopédagogiques* (pp. 201-221). De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.craha.2008.01.0201

Forest, D., & Batézat-Batellier, P. (2013). Apprentissage d'une pratique instrumentale en orchestre à l'école: Une approche didactique. *Éducation et didactique, 7,* 79-96. http://doi.org/10.4000/educationdidactique.1812

France Musique. (2016, juin 21). Portrait de Kent Nagano : "La musique est la métaphore pour la vie" [Émission de radio]. Radio France. https://www.radiofrance.fr/francemusique/portrait-de-kent-nagano-la-musique-est-la-metaphore-pour-la-vie-7678658

François, C., & Schön, D. (2011). Musical expertise boosts implicit learning of both musical and linguistic structures. *Cerebral Cortex, 21*(10), 2357-2365.

François, C., & Schön, D. (2022). Chapitre 12. Neurosciences de la Musique. In É. Tardif & P. Doudin (Eds.), *Neurosciences et cognition: Perspectives pour les sciences de l'éducation* (pp. 351-378). De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.doudi.2022.01.0351

Frenkel, S. (2014). Composantes métacognitives: Définitions et outils d'évaluation. *Enfance, 4*(4), 427-457. http://doi.org/10.3917/enf1.144.0427

Freinet, C. (1958). *L'école de demain*. France, Neufchâtel.

Gagné, P., Leblanc, N., & Rousseau, A. (2009). *Apprendre… une question de stratégies : Développer les habiletés liées aux fonctions exécutives*. La Chenelière.

Garcia, T., & Pintrich, P. R. (1994). Regulating motivation and cognition in the classroom: The role of self-schemas and self-regulatory strategies. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications* (pp. 127–153). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Garnier, B., Derouet, J., & Malet, R. (Eds.). (2020). *Sociétés inclusives et reconnaissance des diversités: Le nouveau défi des politiques d'éducation*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes. https://doi.org/10.4000/books.pur.151230

Gauvrit, N., & Delouvée, S. (2019). *Des têtes bien faites: Défense de l'esprit critique*. Presses Universitaires de France. https://doi.org/10.3917/puf.gauvr.2019.01

Gavelek, J. R., & Raphael, T. E. (1985). Metacognition and the role of questioning activities. In Forrest-Presley (Ed.), *Metacognition, cognition and human performance* (Vol. 2). Academic Press.

Glaser, R., & Chi, M. T. (1988). Aperçu. In M. Chi, R. Glaser, & M. Farr (Eds.), *La nature de l'expertise* (pp. 15-28). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Glatthorn, A. A., & Baron, J. (1985). The good thinker. In A. L. Costa (Ed.), *Developing minds. A resource book for teaching thinking* (pp. 49-53). Association for Supervision and Curriculum Development.

Goode, E. (2002). Education, scientific knowledge, and belief in the paranormal. *Skeptical Inquirer, 26*(1), 24–27.

Goody, J. (1979). *La raison graphique. La domestication de la pensée sauvage* (J. Bazin & A. Bensa, Trad.). Paris: Éditions de Minuit.

Goupil, G., & Lusignan, G. (1993). *Apprentissage et enseignement en milieu scolaire*. Montréal: Gaëtan Morin.

Gombrich, E. H. (1987). Psychologie de la représentation picturale. In *L'art et l'illusion* (trad. fr. G. Durand, p. 21). Paris: Gallimard. (Première édition: Phaidon Press, Oxford, 1960).

Guilbert, L. (1990). La pensée critique en science : présentation d'un modèle iconique en vue d'une définition opérationnelle. *The Journal of Educational Thought, 24*(3), 195-218.

Guillot, G. (2012). Des objets musicaux implicites à leur didactisation formelle exogène : transposition didactique interne du suíngue brasileiro en France. *Eduquer et former*, *43*, 161-173.

Hagen, A. S., & Weinstein, C. E. (1995). Achievement goals, self-regulated learning, and the role of classroom context. *New Directions for Teaching and Learning, 63*, 43-55.

Hallam, S. (2001). The development of metacognition in musicians: Implications for education. *British Journal of Music Education, 18*(1), 27-39.

Halonen, J. S. (1986). *Teaching critical thinking in psychology*. Milwaukee, WI : Alverno Productions.

Halpern, C., Cusset, F., & Journet, N. (2013). *Pensées rebelles: Foucault, Derrida, Deleuze*. Éditions Sciences Humaines. https://doi.org/10.3917/sh.colle.2013.02

Harasim, L., Hiltz, S., Teles, L., & Turoff, M. (1995). *Learning networks: A field guide to teaching and learning online*. Cambridge, MA : MIT Press.

Harris, K. D., & Thiele, A. (2011). Cortical state and attention. *Nature Reviews Neuroscience, 12*, 509-523.

Hitchcock, D. (2018). Critical thinking. Retrieved from https://plato.stanford.edu/entries/critical-thinking/

Hoc, J.-M. (1987). *Psychologie cognitive de la planification*. Presses universitaires de Grenoble.

Hofer, B. K., & Sinatra, G. M. (2010). Epistemology, metacognition, and self-regulation: Musings on an emerging field. *Metacognition and Learning, 5*(1), 113–120.

Holyoak, K. J. (1991). Symbolic connectionism: Toward third-generation theories of expertise. In K. A. Ericsson & J. Smith (Eds.), *Toward a general theory of expertise: Prospects and limits* (pp. 301-335). Cambridge: Cambridge University Press.

Houdé, O. (2013). Le raisonnement logique. In O. Houdé (Ed.), *La psychologie de l'enfant* (pp. 85-106). Presses Universitaires de France.

Houdé, O. (2014). Introduction. In O. Houdé (Ed.), *Le raisonnement* (pp. 3-18). Presses Universitaires de France.

Houdé, O. (2016). Apprendre à raisonner. In M. Fournier (Ed.), *Éduquer et Former : Connaissances et débats en Éducation et Formation* (pp. 118-121). Éditions Sciences Humaines. https://doi.org/10.3917/sh.fourn.2016.01.0118

Hubault, A. (1995). A quoi sert l'analyse de l'activité en ergonomie. *Performances Humaines et Techniques, 79*, 79-85.

Hudelot, M. (2004). L'art et la cognition. *Marges, 2*(1), 5-19. https://www.cairn.info/revue-marges-2004-1-page-5.htm

Hunter, M., Ames, E., & Koopman, R. (1983). Effects of stimulus complexity and familiarization time on infant preferences for novel and familiar stimuli. *Developmental Psychology, 19*(3), 338-352.

Hyde, K. L., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A. C., & Schlaug, G. (2009). Musical training shapes structural brain development. *Journal of Neuroscience, 29*(10), 3019–3025.

Hyllegard, R., & Bories, T. L. (2009). Deliberate Practice Theory: Perceived Relevance, Effort, and Inherent Enjoyment of Music Practice: Study II. *Perceptual and Motor Skills, 109*(2), 431-440. https://doi.org/10.2466/pms.109.2.431-440

James, C. E., Tingaud, M., Laera, G., Guedj, C., Zuber, S., & Diam, R. (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, 24*(1). https://doi.org/10.1186/s12906-024-04504-3

James, C. E., Altenmüller, E., Kliegel, M., Krüger, T. H. C., Van De Ville, D., Worschech, F., Abdili, L., Scholz, D. S., Jünemann, K., Hering, A., Grouiller, F., Sinke, C., & Marie, D. (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, 20*(418). https://doi.org/10.1186/s12877-020-01761-y

James, W., & Miller, G. A. (1890). (Introduction). *The principles of psychology*. Harvard University Press.

Johnson, R. H. (1992). The problem of defining Critical Thinking. In S. P. Norris (Ed.), *The generalizability of Critical Thinking: Multiple perspectives on an educational ideal* (pp. 38-53). Teachers College Press.

Jonassen, D. H. (2000). Revisiting activity theory as a framework for designing student-centered learning environments. In D. H. Jonassen & S. M. Land (Eds.), *Theoretical foundations of learning environments* (pp. 89-121). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Jonassen, D. H. (2011). Supporting problem solving in PBL. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 5*, 95-119. https://doi.org/10.7771/1541-5015.1256

Jung, C. G. (1951). *Aion : Recherches sur le symbolisme du soi* (R. Cahen, Trad., rééd. 2021). Albin Michel. https://www.albin-michel.fr/aion-9782226469663

Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Farrar, Straus and Giroux.

Kant, E. (1781). *Critique de la raison pure* (réédition 2006). Flammarion.

King, P. M., & Kitchener, K. S. (1994). *Developing reflective judgment: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults*. San Francisco, CA : Jossey Bass.

Kluwe, R. H., & Spada, H. (1980). *Developmental models of thinking*. Academic Press.

Koelsch, S., Gunter, T. C., Wittfoth, M., & Sammler, D. (2005). Interaction between syntax processing in language and in music: An ERP study. *Journal of Cognitive Neuroscience, 17*(10), 1565–1577. https://doi.org/10.1162/089892905774597290

Kohlberg, L. (1963). The development of children's orientations toward a moral order: Sequence in the development of moral thought. *International Journal of Human Development, 6*, 11-33.

Koole, S. L. (2009). The psychology of emotion regulation: An integrative review. *Cognition and Emotion, 23*(1), 4–41. https://doi.org/10.1080/02699930802619031

Kraus, N., & Chandrasekaran, B. (2010). Music training for the development of auditory skills. *Nature Reviews Neuroscience, 11*(8), 599-605.

Lafortune, L., & Dubé, G. (2004). Métacognition et communication : Deux processus en interrelation. *Vie pédagogique, 131*(avril-mai), 48-50.

Lafortune, L., Jacob, S., & Hébert, D. (2000). *Pour guider la métacognition*. Sainte-Foy, Québec: Presses de l'Université du Québec.

Lafortune, L., & Saint-Pierre, L. (1996). *L'affectivité et la métacognition en classe*. Les Éditions Logiques.

Laliberté, J. (1992). L'école et le développement de la pensée critique. *Vie pédagogique, 77*(mars), 33-37.

Lappe, C., Herholz, S. C., Trainor, L. J., & Pantev, C. (2008). Cortical Plasticity Induced by Short-Term Unimodal and Multimodal Musical Training. *Journal of Neuroscience, 28*(39), 9632-9639. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2254-08.2008

Larousse. (1876). *Grand Dictionnaire Universel du XIXeme siècle.* Gallica.

Lauret, J-M. (2015). *L'art fait-il grandir l'enfant : Essai sur l'évaluation de l'éducation artistique et culturelle* (p. 107). Éditions de l'Attribut. https://doi.org/10.3917/attri.laure.2015.01

Laveault, D. (2007). De la « régulation » au « réglage » : élaboration d'un modèle d'autoévaluation des apprentissages. In L. Allal & L. Mottier Lopez (dir.), *L'évaluation des compétences et des processus cognitifs* (p. 207-234). De Boeck. http://dx.doi.org/10.3917/dbu.motti.2007.01.0207

Legendre, R. (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation* (2e éd.). Guérin/ESKA.

Legendre, R. (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation*. Montréal, QC: Guérin.

Leplat, J., & Hoc, J.-M. (1983). Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. *Cahiers de Psychologie Cognitive, 3*, 49-63.

Lhuilier, D. (2013). Introduction à la psychosociologie du travail. *Nouvelle revue de psychosociologie, 1*, 11-30.

Lipman, M. (2011). *À l'école de la pensée. Enseigner une pensée holistique*. De Boeck.

Lo Monaco, G., & Rateau, P. (2016). Les méthodes d'étude de l'approche structurale des représentations sociales. Dans G. Lo Monaco, S. Delouvée, & P. Rateau (Éds.), *Les représentations sociales* (pp. 135-144). Bruxelles : De Boeck.

Losh, S. C., Tavani, C. M., Njoroge, R., Wilke, R., & McAuley, M. (2003). What does education really do? Educational dimensions and pseudoscience support in the American general public, 1979–2001. *The Skeptical Inquirer, 27*(5), 30–35.

Lubin, A., Vidal, J., Lanoë, C., Houdé, O., & Borst, G. (2013). Inhibitory control is needed for the resolution of arithmetic word problems: A developmental negative priming study. *Journal of Educational Psychology, 105*, 701-708.

Mahmoudi, K. (2020). Esprit critique et pouvoir d'agir: Vers le développement d'une « attitude critique » ? *Spirale. Revue de recherches en éducation, 3*(3), 51-63. https://doi.org/10.3917/spir.066.0051

Marin, M. M. (2009). Effects of early musical training on musical and linguistic syntactic abilities. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1169*, 187-190. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04777.x

Martineau, R. (1998). Utiliser la recherche ou enseigner pour faciliter le traitement de l'information. *Vie pédagogique, 108*, 24-28.

Meirieu, P. (1998). *Apprendre…oui, mais comment*. ESF éditeur.

McKeachie, W. J., Pintrich, P. R., Lin, Y.-G., & Palmer, D. R. (1987). Teaching a course in LTL. *Teaching of Psychology, 14*(2), 81-86.

McPeck, J. E. (1981). *Critical Thinking and education*. St. Martin's Press.

McPherson, G. E., & McCormick, J. (2000). The contribution of motivational factors to instrumental performance in a music examination. *Research Studies in Music Education, 15*(1), 31–39. https://doi.org/10.1177/1321103X0001500105

McPherson, G. E., & McCormick, J. (1999). Motivational and self-regulated learning components of musical practice. *Bulletin of the Council for Research in Music Education, 141*, 98-102.

Ministère de l'Éducation nationale. (2013). *Bulletin officiel n°30 du 25 juillet 2013 : Le référentiel de compétences des métiers du professorat et de l'éducation*. http://www.education.gouv.fr/cid73215/le-referentiel-de-competencesdesenseignants-au-bo-du-25-juillet-2013.html

Ministère de l'Éducation nationale. (2013). *Circulaire n° 2013-002 du 9-1-2013. NOR: MENE1242368C. Bulletin officiel de l'Éducation nationale*. https://www.education.gouv.fr/bo/13/Hebdo3/MENE1242368C.htm

Ministère de l'Éducation nationale. (2013). *Décret n° 2013-682 du 24 juillet 2013 relatif à l'organisation des cycles d'enseignement à l'école primaire et au collège. Bulletin officiel de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports*. https://www.education.gouv.fr/bo/13/Hebdo32/MENE1318869D.htm

Ministère de l'Éducation nationale. (2014). *Circulaire n° 2014-107 du 18-8-2014. NOR: MENE1418316C. Bulletin officiel de l'Éducation nationale*. https://www.education.gouv.fr/bo/14/Hebdo31/MENE1418316C.htm

Ministère de l'Éducation nationale. (2014). *Éducation prioritaire. Circulaire n°2014-077 du 4-06-2014.* NOR : MENE1412775C. *Bulletin officiel de l'Éducation nationale, 42*. https://www.education.gouv.fr/bo/14/Hebdo23/MENE1412775C.htm?cid_bo=80035

Ministère de l'Éducation nationale. (2015, 10 juillet). *Bulletin officiel de l'Éducation nationale, n° 28 : Parcours d'éducation artistique et culturelle*. https://www.education.gouv.fr/bo/15/Hebdo28/MENE1514630A.htm

Ministère de l'Éducation nationale. (2017). *Circulaire n° 2017-090 du 3-5-2017. NOR: MENE1713524C. Bulletin officiel de l'Éducation nationale*. https://www.education.gouv.fr/bo/17/Hebdo18/MENE1713524C.htm?cid_bo=116133

Ministère de l'Éducation nationale. (2020). *Programmes d'enseignement pour le primaire et le secondaire. Bulletin officiel de l'éducation nationale* (BOEN n°31, 30 juillet 2020). https://www.education.gouv.fr/au-bo-du-30-juillet-2020-programmes-d-enseignement-pour-le-primaire-et-le-secondaire-305398

Ministère de l'Éducation nationale. (2023). *La maîtrise des savoirs fondamentaux (lire, écrire, compter). Bulletin officiel de l'éducation nationale* (BOEN n°2, 12 janvier 2023). https://www.education.gouv.fr/bo/23/Hebdo2/MENE2300947N.htm#:~:text=La%20ma%C3%AEtrise%20des%20savoirs%20fondamentaux%20(lire%2C%20%C3%A9crire%2C%20compter),de%20la%20r%C3%A9ussite%20au%20coll%C3%A8ge.

Ministère de l'Éducation nationale. (2024, octobre). *Former l'esprit critique des élèves*. éduscol. https://eduscol.education.fr/1538/former-l-esprit-critique-des-eleves

Mons, N. (2007). *Les Nouvelles Politiques éducatives*. Paris: PUF-Presses Universitaires de France.

Montagner, H. (1990). Quelques données nouvelles sur la genèse et les régulations des processus de communication chez le jeune enfant. *Cahiers de Praxématique, 15,* 87-110.

Monvoisin, R. (2007). *Pour une didactique de l'esprit critique : Zététique et utilisation des interstices pseudoscientifiques dans les médias.* [Thèse de doctorat, école doctorale EDISCE].

https://cortecs.org/superieur/these-r-monvoisin-pour-une-didactique-de-lesprit-critique/

Moreau, J.-P. (2022). Les profils temporels perçus dans les œuvres vidéomusicales, une pratique expérimentale en co-construction. In N. Estienne & F. Giroux, *L'enseignement aux non-spécialistes / Licence et Master* (pp. 247-268). Université Blaise Pascal.

Moreno, S., Bialystok, E., Barac, R., Schellenberg, E. G., Cepeda, N. J., & Chau, T. (2011). Short-term music training enhances verbal intelligence and executive function. *Psychological Science, 22*(11), 1425-1433.

Moreno, S., Marques, C., Santos, A., Santos, M., Castro, S. L., & Besson, M. (2009). Musical training influences linguistic abilities in 8-year-old children: More evidence for brain plasticity. *Cerebral Cortex, 19*(3), 712-723. https://doi.org/10.1093/cercor/bhn120

Nader-Grosbois, N. (2007). Régulation, autorégulation, dysrégulation : Pistes pour l'intervention et la recherche. https://shs.cairn.info/regulation-autoregulation-dysregulation--9782870099322?lang=fr

Nielsen, S. (2001). Self-regulating Learning Strategies in Instrumental Music Practice. *Music Education Research, 3*(2), 155–167. https://doi.org/10.1080/14613800120089223

Noël, B. (1997). *La métacognition*. De Boeck Université.

Noël, B., & Cartier, S. C. (2016). *De la métacognition à l'apprentissage autorégulé*. De Boeck.

Norris, S. P., & Ennis, R. H. (1989). *Evaluating Critical Thinking*. Critical Thinking Press et Software.

Pajares, F. (1996). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research, 66*(4), 543–578.

Parbery-Clark, A., Strait, D. L., & Kraus, N. (2011). Context-dependent encoding in the auditory brainstem subserves enhanced speech-in-noise perception in musicians. *Neuropsychologia, 49*(12), 3338-3345.

Paul, R. W. (1990). Why critical thinking is essential. In *Critical thinking and educational reform, The Tenth International Conference*, August 5-8, Center for Critical Thinking and Moral Critique, Rohnert Park, CA : Sonoma State University.

Paul, R., & Elder, L. (2006). *The miniature guide to critical thinking: Concepts and tools* (4th ed.). Retrieved from https://www.criticalthinking.org/files/Concepts_Tools.pdf

Paulsen, M. F. (1995). Moderating educational computer conferences. In Z. L. Berge & M. P. Collins (Eds.), *Computer-mediated communication and the online classroom. Volume 3: Distance learning* (pp. 81-90). Cresskill, NJ : Hampton Press.

Pennequin, V., Sorel, O., Nanty, I., & Fontaine, R. (2011). Métacognition et déficience intellectuelle chez l'enfant et l'adolescent : Effet d'un entraînement sur la résolution de problèmes. *Enfance, 2*(2), 225-244. https://doi.org/10.4074/S0013754511002047

Peral Garcia, M., & Dubé, F. (2012). Stratégies pédagogiques visant le développement des habiletés métacognitives du musicien en formation afin d'optimiser l'efficacité de ses pratiques instrumentales. *Revue musicale OICRM, 1*(1), 74–89. https://doi.org/10.7202/1055859ar

Peretz, I. (2018). *Apprendre la musique: Nouvelles des neurosciences* (pp. 37-111). Odile Jacob.

Perrenoud, P. (2015). *La pédagogie différenciée : Des intentions à l'action*. ESF Sciences Humaines.

Peters, M., & Viola, S. (2003). *Stratégies et compétences : Intervenir pour mieux agir*. Montréal, Québec : Éditions Hurtubise.

Piaget, J. (1936). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Delachaux et Niestlé.

Piaget, J. (1967a). *Biologie et connaissance : Essai sur les relations entre les régulations organiques et les processus cognitifs*. Paris : Gallimard. (Réimpr.: 1969, 1970).

Piaget, J. (1967b). Le système et la classification des sciences. In J. Piaget, *Logique et connaissance scientifique* (pp. 1151-1224). Paris : Gallimard.

Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives*. Paris : PUF.

Piché, J. (2003). De la musique et des images. *Circuit, 13*(3), 41-50. https://doi.org/10.7202/902283ar

Piette, J. (1996). *Éducation aux médias et fonction critique*. L'Harmattan.

Pintrich, P. R. (1995). Understanding self-regulated learning. *New Directions for Teaching and Learning, 63,* 3-12.

Pintrich, P. R. (1999). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. *International Journal of Educational Research, 31*, 459-470. http://dx.doi.org/10.1016/S0883-0355(99)00015-4

Pintrich, P. R. (2004). A Conceptual Framework for Assessing Motivation and Self-Regulated Learning in College Students. *Educational Psychology Review, 16,* 385-407. http://dx.doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x

Piot, T. (2002). L'espace langagier métacognitif : Un dispositif pédagogique de verbalisation au service de l'apprendre. *Spirale. Revue de recherches en éducation, 30,* 93-102. https://doi.org/10.3406/spira.2002.1423

Pithon, G., Asdih, C., & Larivée, S. (2008). *Construire une communauté éducative: Un partenariat famille-école-association*. De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.pitho.2008.01

Posner, M. I., & Boies, S. J. (1971). Components of attention. *Psychological Review, 78*(5), 391-408.

Proust, J. (2008). La Métacognition comme contrôle de soi. *PSN - Psychiatrie, Sciences humaines, Neurosciences, Springer Verlag - Editions Matériologiques, 6,* 1-7. Ffijn_00221056f.

Proust, J. (2011). Après-propos – Le bébé est-il capable d'actions cognitives ? *Enfance, 1*(1), 149-160. https://doi.org/10.4074/S0013754511001108

Ravenstein, J. (1999). *Autonomie de l'élève et régulation du système didactique*. De Boeck.

Reuter, Y., Cohen-Azria, C., Daunay, B., Delcambre, I., & Lahanier-Reuter, D. (2013). Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques. Louvain-la-Neuve, Belgique : De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.reute.2013.01.

Rey, A. (1998). *Le Robert, dictionnaire historique de la langue française.* Paris : Le Robert.

Ridley, D. S., Schutz, P. A., Glanz, R. S., & Weinstein, C. E. (1992). Self-regulated learning: The interactive influence of metacognitive awareness and goal setting. *Journal of Experimental Education, 60*, 293-306.

Rochex, J.-Y. (2008). Vingt-cinq ans de politique d'éducation prioritaire en France. In M. Demeuse et al. (Eds.), *Les politiques d'éducation prioritaire en Europe* (pp. 133-174). Paris: INRP.

Rochex, J.-Y. (2020). L'éducation prioritaire en France… et ailleurs : éléments d'analyse pour une histoire qui reste à faire. *Administration & Éducation, 164*, 11. https://doi.org/10.3917/admed.164.0011

Rochex, J.-Y., & Crinon, J. (Eds.). (2011). *La Construction des inégalités scolaires: Au cœur des pratiques et des dispositifs d'enseignement*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes (PUR), coll. Paidéia.

Rostand, J. (1958). *Science fausse et fausses sciences*. Paris : Gallimard.

Roy, É. (2022). *L'activité de création-conception dans l'enseignement des arts appliqués et cultures artistiques : fondements didactiques* [Thèse de doctorat, Aix-Marseille Université]. École doctorale Cognition, Langage et Éducation, Laboratoire Apprentissage, didactique, évaluation, formation. https://theses.fr/2022AIXM0071

Roy, É., & Papon, L. (2022). *Créer pour éduquer : En faveur de la persévérance*. Delatour France.

Salomon, G. (1983). The differential investment of mental effort in learning from different sources. *Educational Psychologist, 18*, 42-50.

Seron, X., & Van der Linden, M. (2016). *Traité de neuropsychologie clinique de l'adulte : Tome 2 - Revalidation*. De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.seron.2016.01

Scallon, G. (2004). *L'évaluation des apprentissages dans une approche par compétences*. Renouveau pédagogique.

Schellenberg, E. G. (2005). Music and Cognitive Abilities. *Current Directions in Psychological Science, 14*(6), 317–320. https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2005.00389.x

Schön, D. A. (1994). *Le praticien réflexif. À la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*. Editions Logiques.

Schön, D., Gordon, R., Campagne, A., Magne, C., Astésano, C., Anton, J. L., & Besson, M. (2010). Similar cerebral networks in language, music and song perception. *NeuroImage, 51*(1), 450-461.

Schraw, G., Crippen, K. J., & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education, 36*, 111-139. https://doi.org/10.1007/s11165-005-3917-8

Schunk, D. H. (1991). Self-efficacy and academic motivation. *Educational Psychologist, 26*, 207-231.

Schunk, D. H. (1994). Self-regulation of self-efficacy and attributions in academic settings. In D. Schunk & B. Zimmerman (Eds.), *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications* (p. 10). Lawrence Erlbaum.

Schunk, D. H. (2008). Metacognition, self-regulation, and self-regulated learning: Research recommendations. *Educational Psychology Review, 20*(4), 463–467. https://doi.org/10.1007/s10648-008-9086-3

Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (Eds.). (1994). *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Shah, J. Y., & Kruglanski, A. W. (2000). The structure and substance of intrinsic motivation. In C. Sansone & J. M. Harackiewicz (Eds.), *Intrinsic and extrinsic motivation: The search for optimal motivation and performance* (pp. 105-127). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-012619070-0/50027-1

Siegel, H. (1988). *Educating reason: Rationality, Critical Thinking and education*. Routledge.

Simonneaux, J. (2008). Durabilité, citoyenneté, environnement… des perspectives éducatives communes. *Pour, 198*(3), 114-121. https://doi.org/10.3917/pour.198.0114

Skinner, E. A. (1995). *Perceived control, motivation, & coping*. Sage Publications, Inc. https://doi.org/10.4135/9781483327198

Spector, J. M., & Ma, S. (2019). Inquiry and critical thinking skills for the next generation: From artificial intelligence back to human intelligence. *Smart Learning Environments, 6*(1), 8. https://doi.org/10.1186/s40561-019-0088-z

Sternberg, R. J. (1998). Metacognition, abilities, and developing expertise: What makes an expert student?. *Instructional science, 26*(1), 127-140.

Sternberg, R. J., & Martin, M. (1988). When teaching thinking does not work, what goes wrong? *Teachers College Record, 89*(4), 555-578.

St-Pierre, L. (2004). L'habileté d'autoévaluation : Pourquoi et comment la développer ? *Pédagogie collégiale, 18*(1).

Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique : L'apport de la psychologie cognitive*. Montréal, Québec : Logiques.

Terrien, P. (2010). *Quelques perspectives pour une didactique de l'enseignement musical*. *Regards didactiques*, Toulouse, France. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03908972f

Terrien, P. (2023). Prescriptions and the practical epistemology of music teachers: The case of «orchestra à l'école» (orchestra in schools). *Revista Interuniversitaria De Formación Del Profesorado, 98*(37.3). https://doi.org/10.47553/rifop.v98i37.3.100697

Terrien, P., Güsewell, A., & Vivien, R. (2019). Didactique de la musique instrumentale. Entre tâche et activité. Collection Sciences de l'éducation musicale. Paris: L'Harmattan.

Terrien, P., & Huart, E. (2018). György Kurtág's *Játékok*: A tool to learn the piano. *ÍMPAR: Online Journal for Artistic Research in Music, 2*(1), 34-48. https://doi.org/10.34624/impar.v2i1.808

Terrien, P., Joliat, F., & Chatelain, S. (2023). Didactique et enseignement musical: L'épistémologie pratique. *Journal de recherche en enseignements artistiques (JREA)*, 1, 39-53. https://doi.org/10.26034/vd.jrea.2023.3579

Terrien, P., & Rezzi, N. (2021). Former des enseignants à une transmission de savoirs transversaux : de l'hyperspécialisation disciplinaire à la polyvalence. Chapitre d'ouvrage. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03407567v1

Terrien, P., Tortochot, E., Moreau, J.-P., Couprie, P., & Hautbois, X. (2021). Le compagnon numérique audio-visuel. Séminaire de l'InCIAM, Jan 2024, Aix-en-Provence, France. ffhal-04388839

Thoma, M. V., Ryf, S., Mohiyeddini, C., Ehlert, U., & Nater, U. M. (2012). Emotion regulation through listening to music in everyday situations. *Cognition & Emotion, 26*(3), 550-560. https://doi.org/10.1080/02699931.2011.595390

Tortochot, É., & Terrien, P. (2019). *Recherche participative intercatégorielle autour du dispositif "orchestre à l'école"*. Colloque international francophone mené à la Haute école pédagogique Fribourg, Suisse.

Tortochot, É., & Terrien, P. (2021). Recherche participative inter-catégorielle autour du dispositif « orchestre à l'école ». In P. 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?* (pp. 170-179). Colloque international francophone mené à la Haute école pédagogique Fribourg, Suisse. https://folia.unifr.ch/unifr/documents/319869

Tulving, E. (1995). Organisation of memory: Quo vadis? In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The cognitive neurosciences* (pp. 839-847). Cambridge, MA: MIT Press.

Van Damme, D., & Heckmann, C. (2015). *Regards sur l'éducation 2015: Les indicateurs de l'OCDE*. Éditions OCDE. https://doi.org/10.1787/eag-2015-fr

Van Goethem, A. (2010). *Affect regulation in everyday life: Strategies, tactics and the role of music* (Unpublished doctoral dissertation). Keele University, UK.

Van Goethem, A., & Sloboda, J. (2011). The functions of music for affect regulation. *Musicae Scientiae, 15*(2), 208-228. https://doi.org/10.1177/1029864911401174

VanLehn, K. (1991). Événements d'acquisition de règles dans la découverte de stratégies de résolution de problèmes. *Cognitive Science, 15*(1), 1–47.

Van Zanten, A. (2012). *L'école de la périphérie: Scolarité et ségrégation en banlieue*. Presses Universitaires de France. https://doi.org/10.3917/puf.vanza.2012.01

Varela, F. J. (1980). *Principles of Biological Autonomy*. Trad. fr. *Autonomie et connaissance : Essai sur le vivant* (1989). Seuil.

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques, 10*(2-3), 133-170. Grenoble: La Pensée Sauvage.

Vergnaud, G. (1994). Homomorphismes réel-représentation et signifié-signifiant. Exemple en mathématiques. *Didaskalia, 5*, 8-34.

Vergnaud, G. (1999). Le développement cognitif de l'adulte. In P. Carré & P. Caspar (Eds.), *Traité des sciences et des techniques de la formation* (pp. 189-203). Paris: Dunod.

Vergnaud, G. (2001). Piaget visité par la didactique. In *Intellectica, Revue de l'Association pour la Recherche Cognitive, 33*(2), 107-123. https://doi.org/10.3406/intel.2001.1635

Vergnaud, G. (2011). La pensée est un geste: Comment analyser la forme opératoire de la connaissance. *Enfance, 1*(1), 25-48. https://doi.org/10.4074/S0013754511001042

Vianin, P. (2009). *L'aide stratégique aux élèves en difficulté scolaire : Comment donner à l'élève les clés de sa réussite ?* De Boeck.

Viau, R. (2007). *La motivation en contexte scolaire*. Bruxelles: De Boeck.

Viau, R., & Bouchard, J. (2000). Validation d'un modèle de dynamique motivationnelle auprès d'élèves du secondaire. *Canadian Journal of Education / Revue Canadienne De l'éducation, 25*(1), 16–26. https://journals.sfu.ca/cje/index.php/cje-rce/article/view/2770

Vincent, S., & Desgagné, S. (1998). Le stage d'initiation à l'enseignement : Une occasion d'explorer la viabilité de concepts didactiques dits transversaux et de rapprocher didacticiens et enseignants. In C. Gervais, C. Garant, F. Gervais & C. Hopper (Eds.), *Formation des maîtres, entre cours et stages... un partenariat INTRA-universitaire?* (pp. 33-59). Éditions du CRP.

Vohs, K. D., & Baumeister, R. F. (2004). Understanding self-regulation: An introduction. In R. F. Baumeister & K. D. Vohs (Eds.), *Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications* (pp. 1-9). The Guilford Press.

Vygotski, L. (1925). Le problème de la conscience dans la psychologie du comportement. *Société française*, 50, 35-47.

Vygotski, L. (1985). *Pensée et langage*. Paris: Éditions sociales.

Waleckx, D. (2017). Le dispositif « orchestre à l'école » et son impact sur un territoire. L'exemple de la Mayenne, en France. *Revue internationale d'éducation de Sèvres, 75*, 117-196. https://doi.org/10.4000/ries.5979

Wallon, H. (1942). La conscience et la vie subconsciente. In G. Dumas (Ed.), *Nouveau traité de psychologie* (pp. 1-38). PUF.

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

Watrelot, P. (2017). *Innover pour une école plus juste et plus efficace: Synthèse des travaux du CNIRE 2016-2017*. Ministère de l'Éducation nationale. https://www.education.gouv.fr/innover-pour-une-ecole-plus-juste-et-plus-efficace-synthese-des-travaux-du-cnire-2016-2017-11333

Weinstein, C. E., & Mayer, R. E. (1986). The teaching of learning strategies. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 315-327). New York, NY : Macmillan.

Wezel, L., & Vuillerod, J. (2017). La réorientation matérialiste de l'esprit critique dans la philosophie de T. W. Adorno. *Le Philosophoire, 47*(1), 19-50. https://doi.org/10.3917/phoir.047.0019

Wigfield, A., & Eccles, J. S. (1992). The development of achievement task values: A theoretical analysis. *Developmental Review, 12*(3), 265–310. https://doi.org/10.1016/0273-2297(92)90011-P

Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory on attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry, 57*, 1336-1346.

Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry, 57*(11), 1336-1346. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.02.006

Williams, K. E. (2018). Moving to the beat: Using music, rhythm, and movement to enhance self-regulation in early childhood classrooms. *International Journal of Early Childhood, 50*, 85-100. https://doi.org/10.1007/s13158-018-0215-y

Winne, P. H., & Perry, N. E. (2000). Measuring self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 531-566). San Diego, CA: Academic Press.

Winner, E., Goldstein, T. R., & Vincent-Lancrin, S. (2013). *Art for art's sake? The impact of arts education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264180789-en

Wong, B. Y. L. (1985). Metacognition and learning disabilities. In Forrest-Presley (Ed.), *Metacognition, cognition and human performance* (Vol. 2). Academic Press.

Wong, B. Y. L. (1985). Metacognition and learning disabilities. In Forrest-Presley (Ed.), *Metacognition, cognition and human performance* (Vol. 2). Academic Press.

Yussen, S. R. (1985). The role of metacognition in contemporary theories of cognitive development. In Forrest-Presley (Ed.), *Metacognition, cognition and human performance* (Vol. 1). Academic Press. https://www.cairn.info/revue-enfance2-2014-4-page-427.htm

Zechmeister, E. B., & Johnson, J. E. (1992). *Critical Thinking: A functional approach*. Brooks/Cole Publishing Company.

Zimmerman, B. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 82-91. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016

Zimmerman, B. J., & Paulsen, A. S. (1995). Self-monitoring during collegiate studying: An invaluable tool for academic self-regulation. *New Directions for Teaching and Learning, 63*, 13-27.

Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (Eds.). (1994). *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Zimmerman, B. J., Schunk, D. H., & DiBenedetto, M. K. (2017). The role of self-efficacy and related beliefs in self-regulation of learning and performance. In A. J. Elliot, C. S. Dweck, & D. S. Yeager (Eds.), *Handbook of competence and motivation: Theory and application* (2nd ed., pp. 313–333). The Guilford Press.

Zorman, M., Bressoux, P., Bianco, M., Lequette, C., Pouget, G., & Pourchet, M. (2015). PARLER : Un dispositif pour prévenir les difficultés scolaires. *Revue française de pédagogie*, *193*, 57–76. https://doi.org/10.4000/rfp.4890

INDEX NOMINUM

Achbar, 37
Albertson, 97
Allal, 75, 84, 85, 100
Ames, 79
Anderson, 106
Arquembourg, 108
Astolfi, 69, 141
Audy, 98, 99, 217, 219
Baddeley, 55
Baillargeon, 37
Baker, 121
Ballester, 1, 2, 3, 4, 75, 167, 197
Bandura, 89, 93, 96, 122
Bangert, 24, 55
Barkley, 55
Barnett-Foster, 98, 217, 219, 225
Baron, 38, 42
Bastin, 55, 56
Batézat-Battelier, 27
Baumeister, 88
Bégin, 96, 97, 165, 167, 216, 217
Benjamin, 38
Berge, 39
Bergman-Nutley, 34
Best, 39
Beyer, 43
Bialystok, 34, 56
Bloom, 106
Boekaerts, 87, 88, 227
Boies, 56
Boisvert, 38, 40, 41, 42, 44, 45
Bordeleau, 121
Bories, 22
Borst, 122
Bosson, 69
Bouchard, 91, 93, 102, 213, 229
Bouffard, 82, 93, 121
Bouffard-Bouchard, 82, 93
Bouissou, 53
Boulet, 96, 97, 98, 165, 218, 219
Bourdieu, 116
Bouysse, 246
Brau-Antony, 53
Broch, 37
Brook, 87
Brookfield, 41
Brousseau, 31, 245, 256
Brown, 66, 67, 71, 85, 121, 122, 141, 167
Bru, 28
Brun, 65
Bruner, 51, 58, 83
Büchel, 71, 72
Bullen, 46
Butler, 75, 213

Butterfield, 97, 98, 165, 219
Buysse, 84, 88, 89
Cailliez, 245
Cartier, 75, 213, 228
Carver, 122
Chandrasekaran, 34, 57, 167
Chanudet, 77
Charlot, 245
Chase, 23, 40, 67
Chenevez, 47, 48
Cherry, 56, 167
Chevallard, 31, 247
Chi, 23
Chomsky, 37
Clot, 29
Corno, 102
Cornoldi, 70
Cosnefroy, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 98, 102, 112, 165, 209, 227, 229
Crinon, 117
Crippen, 69
Crokers, 87
Danalet, 123, 143
Davies, 100, 104, 106
De Visscher, 38
De Vito, 42
Degé, 57, 207, 208
Delouvée, 103, 112
Demetriou, 52, 57, 210, 211, 215
DePape, 34, 56
Deroux, 55, 56
Desbiens, 47
Desgagné, 96
Desgranges, 54
Dessus, 97
Develay, 58, 59, 246, 259
Dhillon, 98, 99, 219
Diamond, 57
Doly, 58, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 81, 82, 83, 112, 215, 221, 232
Doudin, 107
Dreyfus, 106
Dubé, 23, 30, 57, 73, 74, 77, 99, 249
Duru-Bellat, 116
Dwyer, 106
Eccles, 87, 93
Efklides, 69
Elbert, 24
Elder, 106
Ennis, 40, 44, 45, 46, 103, 106, 215, 217, 218, 225, 226, 230, 235
Ericsson, 23, 40, 67, 104, 122, 208
Eustache, 54
Facione, 106
Famose, 92
Fauvel, 112
Fayol, 51, 88
Felouzis, 116, 117
Flavell, 51, 58, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 122
Fleszner, 58, 223
Focant, 122, 141
Forest, 27
François, 34, 112
Freinet, 39
Frenkel, 107, 122
Gagné, 51

Garcia, 23, 30, 102, 249
Garnier, 117
Gauvrit, 103, 112
Gaveleck, 82
Glaser, 23
Glatthorn, 42
Goode, 38
Goody, 122, 141
Goupil, 100
Grégoire, 122, 141
Guilbert, 46
Guillot, 251, 265
Hacker, 97
Hagen, 81
Hallam, 23, 30, 249
Halonen, 40, 41
Halpern, 54, 103
Harasim, 39
Harris, 56
Hartley, 69
Heckmann, 116
Hitchcock, 106
Hoc, 30, 96
Hofer, 102
Holyoak, 23
Houdé, 52, 53, 112, 122
Hubault, 29, 112, 226
Hudelot, 51
Hunter, 79
Hyde, 118
Hyllegard, 22
James, 25, 27, 54, 56, 219, 223
Johnson, 41, 43
Jonassen, 121, 141
Jung, 246
Kant, 59, 107
Kasi, 52, 57, 210, 211, 215
King, 39
Kitchener, 39
Kluwe, 85
Kohlberg, 119, 120
Koole, 27
Koopman, 79
Krathwohl, 106
Kraus, 34, 57, 167
Kruglanski, 27, 228
Lafortune, 67, 70, 71, 73, 98, 99, 122, 165
Laliberté, 38
Lappe, 22
Larousse, 37
Latinis, 38
Laveault, 2007, 250
Leblanc, 51
Legendre, 91, 96, 100
Leplat, 30
Lhuilier, 30
Lo Monaco, 36
Losh, 38
Lubin, 122
Lusignan, 100
Ma, 35, 40, 67, 103, 104, 106, 112, 167, 215, 217, 224, 225, 226, 231, 234, 235, 239, 243
Mahmoudi, 109
Margnes, 92
Martin, 39, 107

Martineau, 96
Mayer, 98, 165, 219
McCormick, 22, 27, 54, 228
McKeachie, 96
McPeck, 43
McPherson, 22, 27, 54, 228
Meirieu, 245, 246, 260
MEN, 13, 17, 18, 26, 36, 38, 40, 116, 118, 230, 244, 250
Mons, 116
Montagner, 79, 80
Monteil, 88
Monvoisin, 36, 37, 47
Moreau, 3, 126, 138, 167, 197, 200, 219
Moreno, 22, 34, 56
Nader-Grosbois, 83, 84, 85, 86
Nagano, 251, 263
Nagy, 98, 217, 219, 225
Nielsen, 24
Niiya, 87
Noël, 74, 75, 228
Norris, 40, 44, 46, 103, 215, 217, 218, 225, 226, 230, 235
Pajares, 87, 93
Paour, 71, 72
Papon, 246, 247
Parbery-Clark, 34, 57
Paul, 38, 42, 106
Paulsen, 39, 81, 97
Pennequin, 67, 70, 71
Peral-Garcia, 57, 73, 74, 77
Peretz, 22, 23, 24, 39, 55, 112, 118, 119, 167, 232
Perrenoud, 246
Perry, 121, 122
Peterfalvi, 69
Peters, 96, 97
Piaget, 32, 53, 59, 60, 65, 77, 84, 97, 119, 120, 217
Piché, 126
Piette, 40, 42, 43, 44, 103
Pintrich, 81, 91, 96, 97, 102, 122
Piot, 76, 77
Pithon, 116
Posner, 56
Proust, 32, 33, 74, 79, 80, 214, 215, 218, 225, 232
Raphael, 82
Rateau, 36
Ravenstein, 84
Reuter, 28, 29, 30, 31, 68, 214, 218, 225
Rey, 36
Rezzi, 247
Ridley, 122
Rochex, 117
Rohrkemper, 102
Rostand, 38
Rousseau, 51
Roy, 245, 246, 247, 278
Saint-Pierre, 71, 73
Salomon, 102
Scallon, 100
Scheier, 122
Schellenberg, 23
Schlaug, 24
Schön, 2, 34, 54, 112

Schraw, 69
Schunk, 87, 96, 102, 141, 165
Schwarzer, 57, 207, 208
Seron, 56, 167, 223, 229
Shah, 27, 228
Siegel, 43, 46
Simon, 23
Simonneaux, 39
Sinatra, 102
Skinner, 93
Sloboda, 27
Spada, 85
Spector, 35, 40, 67, 103, 104, 106, 112, 167, 215, 217, 224, 225, 226, 231, 234, 235, 239
Sternberg, 39, 98, 99, 219
St-Pierre, 98, 99, 100, 165
Strait, 34, 57
Tardif, 122
Terrien, 2, 3, 17, 18, 26, 27, 30, 64, 112, 125, 141, 167, 197, 209, 245, 246, 247, 253, 277, 278, 287
Thiele, 56
Thoma, 27
Tortochot, 17, 26, 27, 245, 278, 287
Tremblay, 42
Tulving, 54
Van Damme, 116
Van der Linden, 56, 167, 223, 229
Van Goethem, 27
Van Zanten, 116
VanLehn, 23, 40, 67
Varela, 250
Vergnaud, 31, 33, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 129, 215, 232
Vianello, 70
Vianin, 69
Viau, 88, 91, 93, 102, 213, 229
Villacorta, 87
Vincent, 96
Viola, 96, 97
Vohs, 88
Vuillerod, 108
Vygotski, 73, 119, 120
Waleckx, 26
Wallon, 73
Watrelot, 117
Weinstein, 81, 98, 102, 165, 219
Wezel, 108
Wigfield, 93
Willcutt, 55
Williams, 24, 40, 41, 55
Winne, 121, 122
Winner, 112
Wintonick, 37
Wong, 75, 82
Yussen, 67, 68, 226
Zechmeister, 41
Zimmerman, 81, 97, 100, 102, 112, 122, 125, 129, 141, 165, 170
Zimmermann, 89, 91, 92, 103, 232
Zorman, 116

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les interactions complexes du terrain (Terrien et Tortochot, 2019) 27
Figure 2 : « Capacités et attitudes propres à la pensée critique selon Ennis (1987) » 46
Figure 3 : Catégories de compétences de la pensée critique selon Norris et Ennis (1989)..... 47
Figure 4 : La structure de l'activité à travers les schèmes cognitifs (Terrien et al., 2019) 65
Figure 5 : Processus de mise en œuvre des habiletés métacognitives (schéma de l'auteur).... 74
Figure 6 : Les phases du processus d'autorégulation (schéma de l'auteur) 91
Figure 7 : Indicateurs retenus pour chaque phase du processus d'autorégulation (schéma de l'auteur) 102
Figure 8 : De l'autorégulation à l'esprit critique : des indicateurs corrélés (schéma de l'auteur) 105
Figure 9 : Modélisation du processus d'esprit critique (Spector et Ma, 2019, p. 7, trad. Ballester, 2024) 106
Figure 10 : Tâche de résolution de problème mathématique 125
Figure 11: Étapes de réalisation du problème mathématique (ordre chronologique) 126
Figure 12 : Modalité de catégorisation et de labellisation des vignettes audio sur la tablette numérique (exemple établi par les chercheurs)..... 129
Figure 13 : Rappel des indicateurs déterminant les 3 phases du processus d'autorégulation (schéma de l'auteur)..... 144
Figure 14 : Comparaison de la qualité de répartition des regroupements de sons entre deux participants (exemple établi par les chercheurs) 195

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Indicateurs des phases du processus d'autorégulation 96
Tableau 2 : Informations des participants à l'étude 122
Tableau 3 : Les quatre profils temporels perçus et leurs modalités (Moreau, 2022) 127
Tableau 4 : Questionnaire d'autorégulation dans un contexte de pratique orchestrale..... 131
Tableau 5 : Organisation des passations de la classe 1 : OAE REP..... 134
Tableau 6 : Organisation des passations de la classe 2 : OAE REP+ 135
Tableau 7 : Organisation des passations de la classe 3 : REP..... 136
Tableau 8 : Organisation des passations de la classe 4 : REP+..... 137
Tableau 9 : Indicateurs d'analyse de la tâche de résolution de problème mathématique 145
Tableau 10 : Résolution de problème : analyse de la phase 1 d'anticipation du processus d'autorégulation (musiciens)..... 149
Tableau 11 : Résolution de problème : analyse de la phase 1 d'anticipation du processus d'autorégulation (non-musiciens)..... 150
Tableau 12 : Résolution de problème : analyse de la phase 2 de réalisation du processus d'autorégulation (musiciens)..... 151
Tableau 13 : Résolution de problème : analyse de la phase 2 de réalisation du processus d'autorégulation (non-musiciens)..... 152
Tableau 14 : Résolution de problème : analyse de la phase 3 de réflexion du processus d'autorégulation (musiciens)..... 153
Tableau 15 : Résolution de problème : analyse de la phase 3 de réflexion du processus d'autorégulation (non-musiciens)..... 154
Tableau 16 : Indicateurs d'analyse de la tâche de classement des étapes de réalisation du problème mathématique 156
Tableau 17 : Classement des étapes de réalisation du problème : analyse de la phase 1 d'anticipation du processus d'autorégulation (musiciens) 159
Tableau 18 : Classement des étapes de réalisation du problème : analyse de la phase 1 d'anticipation du processus d'autorégulation (non-musiciens)..... 159
Tableau 19 : Classement des étapes de réalisation du problème : analyse de la phase 2 de réalisation du processus d'autorégulation (musiciens)..... 160

Tableau 20 : Classement des étapes de réalisation du problème : analyse de la phase 2 de réalisation du processus d'autorégulation (non-musiciens) 160
Tableau 21 : Classement des étapes de réalisation du problème : analyse de la phase 3 de réflexion du processus d'autorégulation (musiciens) 161
Tableau 22 : Classement des étapes de réalisation du problème : analyse de la phase 3 de réflexion du processus d'autorégulation (non-musiciens) 161
Tableau 23 : Analyse de la tâche 3 : questionnaire d'autorégulation en pratique orchestrale (musiciens) 171
Tableau 24 : Fréquence des actions réalisées par les musiciens dans leur pratique orchestrale 202

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Comparaison du relevé complet des informations (données du problème) entre les non-musiciens et les musiciens 179
Graphique 2 : Comparaison du relevé partiel des informations, avec et sans erreur, entre les non-musiciens et les musiciens 180
Graphique 3 : Comparaison de la notation des informations sur le brouillon entre les non-musiciens et les musiciens 181
Graphique 4 : Comparaison de l'organisation du brouillon (étapes de réalisation du problème) entre les non-musiciens et les musiciens 182
Graphique 5 : Comparaison de la présence de signes de corrections sur le brouillon entre les non-musiciens et les musiciens 183
Graphique 6 : Comparaison de la durée d'activité générale entre les non-musiciens et les musiciens 184
Graphique 7 : Comparaison du nombre d'écoute des sons entre les non-musiciens et les musiciens 188
Graphique 8 : Comparaison de la durée d'écoute des sons entre les non-musiciens et les musiciens 189
Graphique 9 : Comparaison de la distance parcourue des déplacements de sons entre les non-musiciens et les musiciens 191
Graphique 10 : Comparaison de la distance parcourue pour chaque son entre les non-musiciens et les musiciens 192
Graphique 11 : Comparaison du nombre de *clusters* de sons réalisés par les non-musiciens et les musiciens 194
Graphique 12 : Comparaison de la qualité de la répartition des regroupements de sons entre les non-musiciens et les musiciens 196
Graphique 13 : Mesure de l'entropie de Shannon en fonction des déplacements des non-musiciens et des musiciens 197
Graphique 14 : Labellisation des catégories de sons du groupe de musiciens 198
Graphique 15 : Labellisation des catégories de sons du groupe de non-musiciens 199

Graphique 16 : Comparaison des champs sémantiques utilisés entre les non-musiciens et les musiciens (%) 200
Graphique 17 : Corrélation des scores généraux d'autorégulation en résolution de problème mathématique et pratique orchestrale (musiciens) 204
Graphique 18 : Corrélation des scores d'autorégulation en résolution de problème mathématique et pratique orchestrale pour la phase de réflexion (musiciens)..... 205

TABLE DES MATIERES

Affidavit 2

Liste de publications et participation à des conférences 3

Résumé 5

Abstract 6

Remerciements 7

Sommaire 10

Liste des sigles et abréviations 13

Introduction 15

Partie 1 21

Chapitre 1 : Musique et processus d'apprentissage 22

1.1 Le dispositif « Orchestre à l'École » 25

1.2 Processus d'apprentissage : interaction entre activité, tâche et action 28

1.2.1 L'activité 28

1.2.2 La tâche 30

1.2.3 L'action 32

1.2.3.1 Action motrice et action cognitive 32

Chapitre 2 : L'esprit critique 36

2.1 Didactique de l'esprit critique : la zététique 36

2.1.1 La zététique : un art du doute 36

2.1.2 La zététique : enjeux éducatifs 38

2.2 L'esprit critique : des visions qui s'entrecroisent 40

2.3 L'esprit critique, un processus cognitif complexe 42

2.4 Une mesure de l'esprit critique : le modèle de Norris et Ennis (1989) 44

Chapitre 3 : Processus d'apprentissage : apports des sciences cognitives 51

3.1 De cognition à métacognition 51

3.1.1 La cognition 51

3.1.2 Le traitement cognitif de l'information 52

3.1.2.1 Les capacités réflexives 52

3.1.2.2 Les capacités mémorielles 54

3.1.2.3 Les capacités attentionnelles 55

3.1.2.4 Les fonctions exécutives 57

3.2 L'ajout du préfixe « méta » 58

3.3 Le concept de schème 59

3.3.1 L'aspect fonctionnel du schème 60

3.3.2 L'aspect adaptatif du schème 61

3.3.3 L'aspect cognitif du schème 62

3.3.4 Le schème d'action 65

3.4 Le concept de métacognition 67

3.4.1 La première composante de la métacognition : les connaissances métacognitives 68

3.4.1.1 Les connaissances sur nous-mêmes 68

3.4.1.2 Les connaissances sur les tâches 69

3.4.1.3 Les connaissances sur les stratégies 69

3.4.1.4 L'interaction entre ces trois connaissances 70

3.4.2 La seconde composante de la métacognition : les habiletés métacognitives .. 71

3.4.2.1 L'activité de planification 73

3.4.2.2 L'activité de contrôle..... 74

3.4.2.3 L'activité d'autoévaluation 75

3.4.3 La verbalisation dans la métacognition 77

3.4.4 Le développement de la métacognition chez le jeune sujet 79

3.4.4.1 La métacognition chez l'enfant, de sa naissance au début de sa scolarité 79

3.4.4.2 La métacognition chez l'élève..... 82

3.5 L'autorégulation 83

3.5.1 L'apprentissage autorégulé 85

3.5.1.1 Un processus pour « apprendre à apprendre » 85

3.5.1.2 De l'autorégulation vers le développement d'une autonomie d'apprentissage 87

3.5.2 Un modèle d'autorégulation 90

3.5.2.1 Les phases du processus d'autorégulation..... 91

3.5.2.1.1 L'anticipation 91

3.5.2.1.2 La réalisation 92

3.5.2.1.3 La réflexion 93
3.5.2.2 Les indicateurs des phases d'autorégulation 95
3.5.2.2.1 Phase d'anticipation : la planification stratégique 96
3.5.2.2.2 Phase de réalisation : les stratégies liées à la tâche 98
3.5.2.2.3 Phase de réflexion : l'autoévaluation 100
3.6 De l'autorégulation à l'esprit critique 103
3.7 Vers le développement d'une autonomie intellectuelle 107
Chapitre 4 : Question de recherche et hypothèse 112
4.1 Problématique 112
4.2 Hypothèse 113
Partie 2 115
Chapitre 1 : Approche méthodologique 116
1.1 Environnement scientifique 116
1.1.1 L'éducation prioritaire 116
1.1.2 Comité éthique 117
1.1.3 Contexte 118
1.1.4 Terrain de recherche 119
1.1.5 Les participants 119
1.2 Protocole d'expérimentation 121
1.2.1 Les tâches et leur environnement 123
1.2.1.1 Tâche 1 : Résolution de problème 123

1.2.1.1.1 Le problème mathématique 123

1.2.1.1.2 Classement des étapes de réalisation du problème 125

1.2.1.2 Tâche 2 : Classification et catégorisation d'éléments audio 125

1.2.1.2.1 Les profils temporels perçus 126

1.2.1.2.2 Description de la tâche de classement et catégorisation d'éléments audio 127

1.2.1.3 Tâche 3 : Questionnaire d'autorégulation en situation de pratique orchestrale 129

1.3 Protocole des passations 131

1.3.1 Organisation des passations 132

1.3.1.1 Classe 1 : OAE REP 133

1.3.1.2 Classe 2 : OAE REP+ 134

1.3.1.3 Classe 3 : REP 135

1.3.1.4 Classe 4 : REP+ 136

1.3.2 Déroulement de l'ensemble des passations 137

1.3.2.1 Tâche 1 : Résolution de problème mathématique 137

1.3.2.1.1 Le problème mathématique 137

1.3.2.1.2 Classement des étapes de réalisation du problème mathématique 137

1.3.2.2 Tâche 2 : Classification et catégorisation d'éléments audio 138

1.3.2.2.1 Phase 1 : entraînement 138

1.3.2.2.2 Phase 2 : réalisation 138

1.3.2.3 Tâche 3 : Questionnaire d'autorégulation en pratique orchestrale 139

Chapitre 2 : Analyse des données 141

2.1 Analyse de la tâche 1 : résolution de problème 143

2.1.1 Analyse de la résolution de problème mathématique 143

2.1.2 Analyse du classement des étapes de réalisation du problème mathématique .. 155

2.2 Analyse de la tâche 2 : classification et catégorisation d'éléments audio 162

2.2.1 Analyse des déplacements : distance parcourue pour chaque objet 162

2.2.2 Analyse du nombre et de la durée d'écoutes du son 163

2.2.3 Analyse des groupements de sons 164

2.2.4 Analyse d'une série symbolique 165

2.2.5 Analyse sémantique des labels 167

2.3 Analyse de la tâche 3 (questionnaire musiciens) en corrélation avec la tâche 2 (résolution de problème) 169

Partie 3 176

Chapitre 1 : Résultats 177

1.1 Présentation des résultats 177

1.1.1 Tâche 1 : Résolution de problème 177

1.1.1.1 Le problème mathématique 177

1.1.1.1.1 Processus d'autorégulation : la phase 1 d'anticipation – planification stratégique 178

1.1.1.1.2 Processus d'autorégulation : la phase 2 de réalisation – stratégies liées à la tâche 180

1.1.1.1.3 Processus d'autorégulation : la phase 3 de réflexion – autoévaluation 181

1.1.1.2 Classement des étapes de réalisation du problème 184

1.1.2 Tâche 2 : Classification et catégorisation d'éléments audio 186

1.1.2.1 Processus d'autorégulation : la phase 1 d'anticipation - planification stratégique 187

1.1.2.2 Processus d'autorégulation : la phase 2 de réalisation - stratégies liées à la tâche 190

1.1.2.2.1 Analyse des déplacements 190

1.1.2.2.2 Les regroupements de sons 192

1.1.2.3 Processus d'autorégulation : la phase 3 de réflexion – autoévaluation 196

1.1.2.3.1 Mesure d'une série symbolique 196

1.1.2.3.2 Analyse sémantique 197

1.1.3 Tâche 3 : Questionnaire d'autorégulation en orchestre 201

1.1.3.1 L'anticipation 201

1.1.3.2 La réalisation 202

1.1.3.3 La réflexion 202

1.1.4 Corrélation entre les tâches 1 et 3 : élèves musiciens 203

1.1.3.1 Processus d'autorégulation : activité générale 203

1.1.3.2 Processus d'autorégulation : la phase 3 de réflexion – autoévaluation 204

Chapitre 2 : Interprétation et discussion des résultats 207

2.1 Contraintes didactiques et autorégulation 207

2.1.1 Le rôle et la nature de la tâche 207

2.1.2 Compétences élémentaires et analytiques 209

2.2 Transversalité des compétences réflexives 212
2.3 L'autorégulation comme processus central dans la pratique instrumentale 214
2.3.1 Anticipation et pratique instrumentale 214
2.3.1.1 Le traitement informationnel 214
2.3.1.2 De l'anticipation aux ajustements autorégulés 216
2.3.2 Réalisation et pratique instrumentale 218
2.3.2.1 Des stratégies d'exécution liées à la tâche 218
2.3.2.2 De la révision à l'ajustement des actions 220
2.3.2.3 Le maintien de l'orientation 222
2.3.3 Réflexion et pratique instrumentale 224
2.3.3.1 L'organisation de l'activité 224
2.3.3.2 Réel de l'activité et autoévaluation 226
2.3.3.3 Temporalité et réflexion 229
2.4 De l'autorégulation à l'esprit critique : une perspective transdisciplinaire 234
2.4.1 Compétence d'interprétation 235
2.4.2 Compétence d'explication 235
2.4.3 Compétence de raisonnement 236
2.4.4 Compétence d'analyse 237
2.4.5 Compétence d'évaluation 238
2.5 Limites de l'étude et perspectives 240
2.6 Réflexion sur la pratique instrumentale et l'enseignement musical et général 243

2.6.1 Émancipation intellectuelle et pratique musicale 243

2.6.2 Vers une redéfinition du contrat didactique 245

2.6.3 Pour un enseignement qui favorise l'émancipation 246

Conclusion 248

Bibliographie 252

Index Nominum 283

Liste des figures 288

Liste des tableaux 289

Liste des graphiques 291

Table des matières 293