UNIVERSITÉ DE STRASBOURG
Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2021-2022

Mémoire 1ère année de Master
Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et
de la Formation du 2nd degré

La Musique et les Mathématiques au Service de la Pédagogie

Parcours « Enseigner l'éducation musicale »

Mémoire écrit et soutenu par Judith Gaechter (N°21800326)

Préparé Sous la direction de Monsieur Moreno Andreatta et
de Madame Grazia Giacco

Jury :
M. Frederic Spiegel
Mme. Grazia Giacco M. Moreno Andreatta

INSPÉ Institut national supérieur du **professorat** et de l'**éducation** Université de Strasbourg

ATTESTATION D'AUTHENTICITE

Ce document rempli et signé par l'étudiant(e) doit être inséré dans tous les documents soumis à évaluation, après la page de garde.

Je, soussigné(e) : (*nom et prénom*) Gaechter Judith

Etudiant(e) de : (*Formation et année*) Master MEEF Education musicale, première année

- certifie avoir pris connaissance du « Guide du Mémoire » de Master de l'INSPÉ et en particulier des pages consacrées au plagiat,
- certifie que le document soumis ne comporte aucun texte ou son, aucune image ou vidéo, copié sans qu'il soit fait explicitement référence aux sources selon les normes de citation universitaires.

Fait à Mulhouse le 7 juin 2022

Signature de l'étudiant(e) :

Tout plagiat réalisé par un étudiant constitue une fraude au sens du décret du 13 juillet 1992 relatif à la procédure disciplinaire dans les Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel (EPSSCP). La fraude par plagiat relève de la compétence de la section de discipline de l'Université. En général la sanction infligée aux étudiants qui fraudent par plagiat s'élève à un an d'exclusion de tout établissement d'enseignement supérieur.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS **1**

INTRODUCTION **2**

PARTIE THÉORIQUE **5**

I) L'éducation musicale, un atout convaincant pour améliorer les compétences des élèves ? **5**

1) Définitions/ Concepts clés du sujet **5**

1.1) Interdisciplinarité (enseignement musique et mathématiques) **5**

1.2) Réussite scolaire **9**

2) Points de vue des chercheurs sur la question **19**

2.1) Un impact qui peut sembler limité **20**

2.2) Un impact illimité **23**

3) Hypothèse de recherches **25**

PARTIE PRATIQUE **26**

II) L'éducation musicale, un atout convaincant pour améliorer les compétences des élèves **26**

1) Méthodologie de recherche – enquête qualitative **26**

1.1) Participants **26**

1.2) Procédure : test auprès de deux classes de 5ème – séquence **26**

2) Discussion : constats, conclusions **28**

2.1) Mise en lien avec les recherches antérieures **28**

2.1.1) Résultats des élèves à l'évaluation **29**

2.1.2) Sondage lié au pourcentage journalier d'écoute de musique par les élèves **31**

2.1.3) Etude des résultats des élèves ayant une pratique musicale **33**

2.2) Limites **35**

2.3) Avantages **38**

3) Pour aller plus loin : De nouveaux outils pédagogiques **39**

3.1) Ateliers **39**

3.2) Pour des élèves de lycée adapté à des élèves de 3ème, voire de 4ème 40

3.2.1) Activités liés au formes géométriques et aux accords 40

3.2.2) Activité sur la longueur des cordes 42

3.2.3) Activités rythmiques 45

3.2.4) Activité à travers le canon énigmatique de J.S. Bach 47

CONCLUSION 49

PERSPECTIVES 50

BIBLIOGRAPHIE 52

SITOGRAPHIE 53

ANNEXE 58

Annexe 1 58

Annexe 2 61

Annexe 3 63

Annexe 4 65

Annexe 5 66

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont permis l'élaboration de ce mémoire.

Je remercie avec une attention particulière mes directeurs de mémoire, Monsieur Moreno Andreatta et Madame Grazia Giacco qui ont su m'encadrer, m'orienter, m'aider et me conseiller. Je les remercie également pour leur patience et leur disponibilité, ainsi que pour leur aide à la relecture.

Merci aux professeurs et intervenants grâce auxquels nous avons pu obtenir des connaissances et compétences solides pour nous préparer au mieux à la profession d'enseignant d'éducation musicale.

Je remercie le collège Lamartine de Bischheim, en particulier Madame Gaëllia Gandon pour leur accueil chaleureux.

J'adresse mes sincères remerciements à Madame Catherine Balthazard pour son soutien constant et ses encouragements, ainsi que son aide précieuse à la relecture.

INTRODUCTION

Biologiquement, l'être humain est prédisposé pour traiter la perception et la cognition musicale par la sollicitation de certaines aires corticales du cerveau. La pratique ou la simple écoute de la musique stimule les aspects cognitifs comme la mémoire et l'attention, la perception auditive, la motricité et le réseau émotionnel. D'après l'équipe du neuropsychologue Hervé Platel à l'université de Caen en 2010, par une pratique régulière, la musique est un formidable moteur pour accélérer le fonctionnement de ces différentes activités cérébrales, et impacte également la quantité de matière blanche et de matière grise présentes dans le cerveau, en particulier dans l'hippocampe, « une structure cérébrale profonde jouant un rôle-clé dans la mémorisation »[1]. Plus précisément, la matière blanche[2], constituée de fibres nerveuses, est considérée comme responsable de la transmission des informations. La matière grise[3], composée des corps cellulaires des neurones, gère le traitement des informations. Chez l'enfant musicien[4], la densité de matière blanche de la zone liée à la mémoire à long terme, l'hippocampe, serait plus importante. « Une étude effectuée auprès d'enfants musiciens (d'une pratique de quatre ans minimum) et non musiciens âgés de neuf à onze ans démontre que la substance grise présente dans les régions occipitales et du cortex sensori-moteur est plus importante chez les enfants musiciens[5]». Isabelle Peretz, spécialiste en neuro-cognition de la musique à l'Université de Montréal confirme qu'il ne suffit pas d'écouter de la musique pour avoir un cerveau

[1] Jean-François Bouvet (2016) – *Musique, le cerveau à la fête*, article publié dans Le Point Débats, consultée le 07/06/22 à l'adresse suivante : https://www.lepoint.fr/debats/jean-francois-bouvet-musique-le-cerveau-a-la-fete-19-06-2016-2047906_2.php

[2] Psychomédia (1996) – *Définition : Matière blanche (cerveau)*, consultée le 31/05/22 à l'adresse suivante : http://www.psychomedia.qc.ca/lexique/definition/matiere-blanche-du-cerveau#:~:text=La%20mati%C3%A8re%20blanche%20du%20cerveau,des%20diff%C3%A9rentes%20r%C3%A9gions%20du%20cerveau.

[3] Psychomédia (2012) – *Définition : Matière grise (cerveau)*, consultée le 31/05/22 à l'adresse suivante : http://www.psychomedia.qc.ca/lexique/definition/matiere-grise-du-cerveau

[4] Enfant ayant une pratique musicale de quatre ans au minimum

[5] Aline Moussard, Françoise Rochette, Emmanuel Bigand (2012-2013) - *La musique comme outil de stimulation cognitive*, dans L'Année psychologique, Laboratoire LEAD – CNRS UMR 5022, Université de Bourgogne, Dijon, France, Laboratoire BRAMS, Université de Montréal, Canada, Institut Universitaire de Franc, disponible et consultée le 15/04/22 à l'adresse suivante : https://www.researchgate.net/publication/276220506_La_musique_comme_outil_de_stimulation_cognitive

mieux connecté et plus synchrone, il faut pratiquer la musique[6]. Basé sur des études, cette dernière exemplifie ses propos en comparant les progrès d'un adulte A qui n'a jamais pratiqué la musique et qui apprend une séquence d'arpèges avec un adulte B qui observe seulement. Les adultes A et B apprennent en même temps. Le résultat est tel que le cerveau de celui qui a pratiqué la séquence d'arpèges (adulte A) répond de manière plus ciblée, plus importante, et plus synchrone en comparaison à l'adulte observateur (adulte B). Ces résultats s'avèrent valables pour des adultes comme pour des enfants. Pour apprendre la musique, la période avant l'âge de 7 ans est la plus importante, et l'enfant qui pratique la musique aura des bénéfices intellectuels et sociaux[7]. De plus, la musique « active […] la production de dopamine, un neurotransmetteur essentiel au fonctionnement du cerveau car il contribue à sa plasticité »[8] et permet ainsi la restauration de notre réseau de neurones. La pratique de la musique semble donc influencer l'apprentissage et le développement du cortex cérébral.

Selon E. Glenn Schellenberg, l'apprentissage de la musique entraînerait de meilleures performances en fonctions cognitives de haut niveau. Et ceci grâce à des structures cérébrales communes entre la musique et l'intelligence[9]. Ces propos confirment les indications précédentes.

La musique est également un atout pour l'attention, la concentration des élèves. Plus précisément, les arts semblent contribuer à des résultats non artistiques tels que le développement de l'éloquence, la préparation au grand oral. Dans une lettre en 1712, Leibniz écrit : « La musique est un exercice caché d'arithmétique, l'esprit n'ayant pas conscience qu'il est en train de compter » (Leibniz, 1712). Dans l'antiquité, le terme « *Quadrivium* », une base de l'enseignement médiéval, regroupait les quatre sciences : arithmétique, géométrie, astronomie et musique[10].

---

[6] Vidéo RadioFrance, Isabelle Peretz,(2018) - *« Apprendre la musique »* chez Odile Jacob, La Grande table « Des idées à partager », consultée le 06/06/22 à l'adresse suivante : https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/la-grande-table-2eme-partie/le-cerveau-musical-d-isabelle-peretz-4239151

[7] Vidéo RadioFrance, Isabelle Peretz,(2018) - *« Apprendre la musique »* chez Odile Jacob, La Grande table « Des idées à partager »

[8] Emmanuel Bigand (2018) - *Les bienfaits de la musique sur le cerveau*, Editeur Belin, Collection Cerveau et Bien-Etre

[9] S. Moreno, E. Bialystok, R. Barac, E. G. Schellenberg, N. J. Cepeda, T. Chau (2011) – *Short-Term Music Training Enhances Vernal Intelligence and Executive Function*

[10] Corentin Bayette (2019) – *Mathémusique : introduction au théorème de l'hexacorde*, Images des mathématiques, CNRS, consultée le 06/06/22 à l'adresse : http://images.math.cnrs.fr/Mathemusique-Introduction-au-theoreme-de-l-hexacorde.html

Alors si comme Pythagore, la musique peut être considérée comme une science mathématique, nous pouvons nous poser la question suivante : L'éducation musicale peut-elle représenter un atout pour améliorer les compétences des élèves du 2nd degré en mathématiques et plus généralement influencer leur réussite scolaire ?

PARTIE THÉORIQUE

I) L'éducation musicale, un atout convaincant pour améliorer les compétences des élèves ?

1) Définitions/ Concepts clés du sujet

1.1) Interdisciplinarité (enseignement musique et mathématiques)

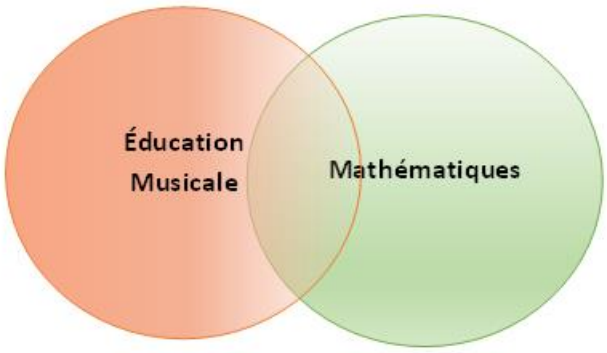


Figure 1.1.1 : Interdisciplinarité (Interaction)

Selon Nathalie Reveyaz, Inspectrice d'Académie (IA) - Inspectrice Pédagogique Régional (IPR) d'histoire-géographie, l'interdisciplinarité correspond à une coopération, une collaboration de deux disciplines qui croisent leurs compétences et leurs savoir-faire autour d'un projet commun. Ces deux disciplines interagissent afin de donner aux élèves les outils pour comprendre, apprendre une notion. Ce principe est similaire à la vision binoculaire. « Chacune des disciplines permet d'accéder à la vision en relief »[11].

[11] Réseau Canopé, Marie-Françoise Olivier, Nathalie Reveyzaz (2016) – *Une définition de l'interdisciplinarité*, consultée le 30/05/22 à l'adresse : https://www.reseau-canope.fr/notice/une-definition-de-linterdisciplinarite.html

L'interdisciplinarité relève donc d'une « intelligence collective », d'après Marie-Françoise Olivier, référente art et culture à la DSDEN 73, référente pour l'innovation[12].
Plus largement, d'après Frédéric Darbellay, l'interdisciplinarité est un « processus d'articulation entre plusieurs disciplines qui ne se résume pas à une simple addition de savoirs hétérogènes »[13].
Telle que présentée dans la réforme du collège prévue en 2016, la problématique de l'interdisciplinarité en France est complexe, de par les contenus des enseignements.

Selon *L'utilisation de l'interdisciplinarité dans le secondaire* par Catherine Reverdy, l'interdisciplinarité dans le second degré est en rapport avec l'identité des enseignants, déterminée par l'appartenance disciplinaire. « Elle touche aux pratiques pédagogiques des enseignants, qui devront être explicitées entre collègues de différentes disciplines ; elle touche également aux formes de travail dans l'établissement, qui doivent être collectives » [14].
Par sa complexité, l'interdisciplinarité représente un défi.

De plus, selon Marrin (1995), Miller, Cassie et Drake (1990), l'interdisciplinarité conduit les élèves à intégrer des savoirs leurs permettant de « faire face aux situations et aux problèmes de tous les jours » en évitant le trop d'information et les apprentissages fragmentés. L'interdisciplinarité implique également un meilleur rapport entre les enseignants et les élèves, de meilleures postures chez les élèves, un meilleur apprentissage global (Lowe, 2002). Elle concourt au développement de l'interaction sociale et culturelle (Brunner, 1990 ; Erickson, 1996 ; Vygotsky, 1978).[15]

Dans ce mémoire, nous nous intéresserons à l'interdisciplinarité des enseignements de l'éducation musicale et des mathématiques, , en soulignant

[12] Réseau Canopé, Marie-Françoise Olivier, Nathalie Reveyzaz (2016) – *Une définition de l'interdisciplinarité*
[13] F. Darbellay (2011) – *Vers une théorie de l'interdisciplinarité ? Entre unité et diversité*, Institut Universitaire Kurt Bösch, Sion, consultée le 06/06/22 à l'adresses suivante : http://id.erudit.org/iderudit/1007082ar
[14] C. Reverdy (2016) – *L'utilisation de l'interdisciplinarité dans le secondaire*, IFÉ-ENS de Lyon, Veille et analyses, Université de Lyon, consultée le 06/06/22 à l'adresse : https://edupass.hypotheses.org/929
[15] Faculté d'éducation – *Pourquoi une approche interdisciplinaire ?* Laboratoire interdisciplinaire littérature et mathématiques, consultée le 31/05/2022 à l'adresse : https://www.usherbrooke.ca/litt-et-maths/fondements/pourquoi-une-approche-interdisciplinaire

que l'interdisciplinarité signifie aussi une contribution équilibrée des deux disciplines.
A La Côte International School[16], à Aubonne, en Suisse, une enseignante en musique et un enseignant en mathématiques ont créé une unité interdisciplinaire du Programme d'Éducation Intermédiaire (PEI) afin de comprendre dans quelle mesure nos émotions, liées à l'écoute d'une musique peuvent être mathématiques et ainsi montrer l'harmonie subtile, existante entre la musique et les mathématiques. Ils ont étudié les différents modes musicaux de la Grèce antique, plus spécifiquement la relation entre les fréquences des sons, des intervalles consonants (quarte juste, quinte juste, octave, et unisson) et dissonants utilisées dans l'intention de comprendre en quoi cela peut être vecteur d'émotions. Nous précisons que la question de l'émotion est complexe, et ne se réduit pas seulement à un intervalle. Il s'agit d'une première approche.

Cette étude des fréquences est basée sur la gamme musicale de Pythagore, mathématicien grec de l'Antiquité pour qui tout est nombre, qui a prouvé grâce au monocorde (Figure 1.1.2) « que les intervalles musicaux reconnus comme les plus consonants sont identifiables à des fractions simples construites avec la suite des 4 premiers entiers »[17].

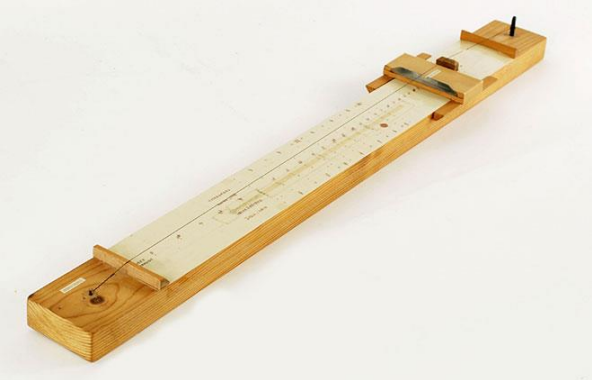


Figure 1.1.2 : Monocorde de Nelly van Ree Bernard, 1980. Museu de la Musica (Barcelone)

[16] IB World, Le blog de la communauté de l'IB (2018) – *Les mathématiques et la musique en harmonie*, Baccalauréat international, consultée le 31/05/22 à l'adresse suivante : https://blogs.ibo.org/blog/2018/09/13/les-mathematiques-et-la-musique-en-harmonie/?lang=fr
[17] Éduthèque de la Philharmonie de Paris, Francis Beaubois – *Pythagore et l'art de faire entendre les nombres*, Fiches thématiques, consultée le 31/052022 à l'adresse : https://edutheque.philharmoniedeparis.fr/pythagore-entendre-les-nombres.aspx

Le monocorde est un instrument expérimental possédant une corde tendue sur une caisse de résonance, ainsi qu'un chevalet mobile pour varier la longueur de la corde que l'on fait vibrer. Cet instrument permet de mesurer des intervalles de gammes musicales (découverte de Pythagore).
Plus la longueur de la corde est courte, plus le son est aigu et sa fréquence de vibration est élevée.
Ainsi, la fréquence de vibration de la corde, c'est-à-dire la fréquence du son est inversement proportionnelle à sa longueur.

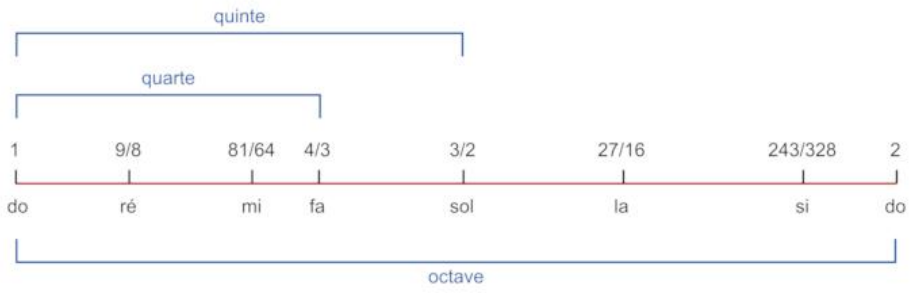


***Figure 1.1.3 : La construction de la gamme de Pythagore*[18]**

La longueur de la corde pour l'octave (Do à Do) est de 1/2, ainsi le rapport de fréquence qui est inversement proportionnel à la longueur de la corde est de 2. De même, le rapport de fréquence de la quinte est de 3/2 car la longueur de la corde est égale à 2/3 et celui de la quarte est de 4/3 car la longueur de la corde est égale à 3/4. Ces intervalles sont les intervalles de base, sachant qu'un intervalle correspond à la distance entre les notes d'une gamme.

Conformément au principe de la gamme de Pythagore, il est possible de trouver toutes les notes de la gamme par le cycle des quintes, soit la quinte de Do est le Sol, la quinte de Sol est le Ré, la quinte de Ré est le La, la quinte de La est le Mi, la quinte de Mi est le Si, etc. Le cycle des quintes est infini (∞).

[18]Assistance scolaire personnalisée (asp) – *La construction de la gamme de Pythagore*, consultée le 31/05/2022 à l'adresse suivante : https://www.assistancescolaire.com/eleve/1re/enseignement-scientifique/reviser-le-cours/1_sci_28#:~:text=Pythagore%20a%20fait%20des%20cycles,on%20multiplie%20par%204%2F3.&text=Pour%20calculer%20le%20cycle%20de,des%20puissances%20de%203%2F2.&text=Dans%20une%20quinte%2C%20l'intervalle,les%20notes%20est%203%2F2.

Selon les enseignants du Programme d'Éducation Intermédiaire[19], les élèves étaient enchantés de découvrir que de nombreux chanteurs et groupes comme « Coldplay » ou encore « Maroon 5 » ont utilisées les modes de la Grèce antique ou issus des traditions arabes. Cet enchantement s'explique par le fait que des chanteurs actuels utilisent les notions qu'ils ont étudié, en particulier le mode myxolydien[20] de la Grèce antique. Les élèves ont donc pu voir que ce qu'ils ont appris est encore valable aujourd'hui et que ce mode est présent dans de nombreux styles de musique.

Cette étude est remarquable car elle suscite l'intérêt et la curiosité des élèves, elle met en évidence le lien fort entre les mathématiques et la musique. L'unité interdisciplinaire mise en place démontre aux élèves que les connaissances acquises en cours sont applicables et transposables dans la vie de tous les jours voire à leurs passions, à leurs centres d'intérêts, ce qui engendre une réelle motivation et implication de la part des élèves.

1.2) Réussite scolaire

Selon Deniger (2004), la réussite scolaire est définie comme « l'atteinte d'objectifs d'apprentissage liés à la maîtrise des savoirs propres à chaque étape du cheminement scolaire parcouru par l'élève »[21] et comprend la réussite éducative.
La réussite scolaire d'un élève se concrétise par l'obtention d'une reconnaissance des acquis dans le délai prévu, c'est-à-dire un diplôme, une attestation d'études, un certificat, ou « l'intégration du marché du travail »[22].
La réussite éducative, elle, est « ce à quoi parvient un enfant ou un adolescent au terme d'une période donnée, au cours de laquelle il a été soumis à une

[19] IB World, Le blog de la communauté de l'IB (2018) – *Les mathématiques et la musique en harmonie*, Baccalauréat international
[20] « Type de gamme majeure et sa seule différence avec la gamme majeure est qu'il a une 7e bémol ». Définition consultée le 31/05/22 à l'adresse suivante : https://www.lacartemusique.fr/le-mode-mixolydien/
[21] Pierre Potvin (2010) – *La réussite éducative*, textes sur la réussite éducative, consultée le 31/05/22 à l'adresse : http://pierrepotvin.unblog.fr/textes-sur-la-reussite-educative/
[22] Magazine-savoir (2016) – *Quelques définitions sur la réussite scolaire et la réussite éducative*, consultée le 31/05/22 à l'adresse suivante : https://www.magazine-savoir.ca/2016/07/06/quelques-definitions-reussite-scolaire-reussite-educative/

action éducative »[23]. Elle est définie par un bien-être physique et psychique, « une énergie disponible pour apprendre et pour entreprendre, une capacité à utiliser pertinemment le langage et à entrer en relation, une conscience acquise de ce que l'école peut lui apporter et de ce qu'il peut en attendre, une ouverture d'esprit à son entourage et au monde ». Elle est aussi le but atteint par les éducateurs dans le travail avec l'élève.
« Comme processus, la réussite éducative est l'ensemble des initiatives prises et des actions mises en œuvre par ses parents, par son entourage ou par des professionnels pour permettre à l'enfant ou à l'adolescent de se rapprocher et d'atteindre cet état, et la progressive appropriation par l'intéressé de ce qui lui est fourni »[24] (Glasman, 2007).

La réussite ou l'échec scolaire peuvent être considérés comme une « caractérisation scolaire et/ou sociale, qui repose sur des constats de performances dans des tâches dévolues aux élèves de même degré d'études »[25].

Selon Foucault (1975)[26], Kahn (2011)[27], Vincent (1980)[28], il existe différents indicateurs de réussite ou d'échec scolaire (cf. tableau ci-dessous) :

Indicateurs de réussite scolaire	**Indicateurs d'échec scolaire**
Passage de l'élève dans la classe supérieure ; aucun retard scolaire.	Redoublement de l'élève, ce qui implique des retards scolaires.

[23] Annie Feyfant (2014) – *Réussite éducative, réussite scolaire ?* Note de Veille de l'IFÉ, Observatoire de la Réussite éducative, Veille et analyses – IFÉ – ENS de Lyon, consultée le 06/06/22 à l'adresse : http://observatoire-reussite-educative.fr/problematiques/reussite-scolaire-reussite-educative/rapports-dossiers/reussite-educative-reussite-scolaire-1/dossier-veille-analyse, *op.cit.* p.4
[24] Annie Feyfant (2014) – *Réussite éducative, réussite scolaire ?* Note de Veille de l'IFÉ, Observatoire de la Réussite éducative, Veille et analyses – IFÉ – ENS de Lyon, *op.cit.* p.5
[25] Jean Jacques Demba – *La notion de réussite scolaire*, CRIRES, Université Laval, Québec, consultée le 31/05/2022 à l'adresse suivante : https://periscope-r.quebec/medias/la_notion_de_reussite_scolaire.pdf
[26] M. Foucault (1975). *Surveiller et punir*. Naissance de la prison. Paris : Gallimard.
[27] S. Kahn (2011). La relativité historique de la réussite et de l'échec scolaires. Education et francophonie, XXXIX (1), 54-66.
[28] G. Vincent (1980). *L'école primaire française*. Etude sociologique. Lyon : Presses universitaires de Lyon.

L'acquisition de savoirs cognitifs.	Problèmes cognitifs ou difficultés d'apprentissage.
La réussite aux examens et aux autres tests certificatifs.	Échecs aux examens et autres tests certificatifs, décrochage, raccrochage, abandon du système sans diplôme.
Le passage dans un programme d'études ou une filière valorisée par la famille et/ou l'institution scolaire.	Passage dans une classe spécialisée ou dans une filière supposée plus facile ; le passage d'une filière dite scientifique à une filière de langue moderne est ainsi souvent considéré comme un échec, puisque l'élève ne peut poursuivre ses études dans une filière valorisée par l'institution scolaire ou dotée d'un coefficient élevé
Réalisation de son plein potentiel et atteinte de buts personnels fixés par l'étudiant(e). Intégration de savoirs académiques, de savoir-faire, de savoir-être. Qualification à l'insertion professionnelle.	Difficultés d'acquisition de savoirs et d'insertion professionnelle et sociale au sortir du système éducatif.

***Figure 1.2.1 : Extrait de La notion de réussite scolaire, Jean Jacques Demba CRIRES, Université Laval, Québec*[29]**

D'autre part, la réussite scolaire procure un bien-être et est un facteur d'épanouissement de l'élève. De même, « être bien dans sa peau » influence la réussite. Il s'agit d'un cercle vertueux. Pour que cette réussite soit profitable

[29] Jean Jacques Demba CRIRES – *La notion de réussite*, Université Laval, Québec, consultée le 31/05/2022 à l'adresse suivante : https://periscope-r.quebec/medias/la_notion_de_reussite_scolaire.pdf

à l'élève au sein de son établissement, il est essentiel d'avoir et de maintenir un bon climat scolaire.

Le climat scolaire[30] concerne aussi bien les élèves, le personnel éducatif que les parents, il concerne toute la communauté éducative. Il renvoie à la construction du bien vivre ensemble, du bien-être pour les élèves et le personnel de l'école, de par l'analyse du contexte d'apprentissage et de vie. C'est une responsabilité collective, et ce sont la motivation, le plaisir qui comptent. Le défi est de consolider de bonnes pratiques dans le quotidien.

À noter que le climat scolaire ne se limite pas à la cour de récréation, mais concerne aussi l'attitude des élèves, des enseignants, en classe. Il est important que les élèves se sentent bien dans leur apprentissage et dans leur rapport au monde[31]. Ainsi agir sur le climat scolaire nous permet d'améliorer les résultats scolaires, le bien-être des élèves, des parents, et du personnel éducatif, ainsi que de diminuer les inégalités scolaires, l'absentéisme, les violences et le harcèlement. Tout cela contribue à la réussite scolaire des élèves[32].

[30] Académie de Besançon (2021) – *Qu'est-ce que le climat scolaire ?* Consultée le 06/06/22 à l'adresse suivante : https://www.ac-besancon.fr/qu-est-ce-que-le-climat-scolaire-121574#:~:text=Le%20climat%20scolaire%20concerne%20toute,le%20personnel%20de%20l'%C3%A9cole.

[31] Ministère de l'Éducation nationale et de la jeunesse – *Climat scolaire et prévention des violences*, consultée 06/06/2022 à l'adresse suivante : https://www.education.gouv.fr/climat-scolaire-et-prevention-des-violences-11918

[32] Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse – *Climat scolaire et bien-être à l'école*, consultée le 06/06/2022 à l'adresse suivante : https://www.education.gouv.fr/climat-scolaire-et-bien-etre-l-ecole-9335

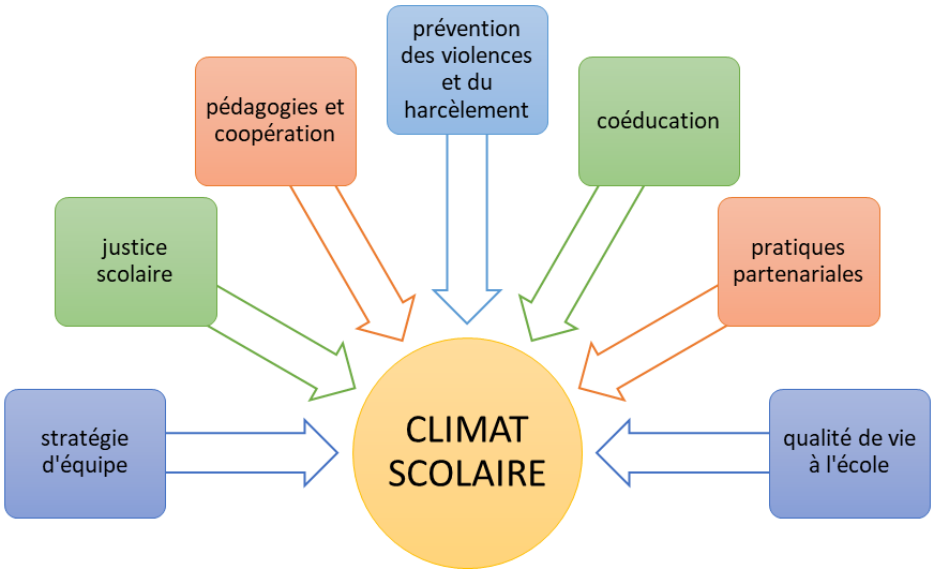


Figure 1.2.2 : Schéma représentant les différents facteurs du climat scolaire (inspiré du schéma par le réseau Canopé[33])

Nous pouvons agir sur 7 facteurs différents : la stratégie d'équipe, la qualité de vie à l'école, la justice scolaire, les pratiques partenariales, les pédagogies et coopération, la coéducation ou encore la prévention des violences et du harcèlement[34].

Un bon climat scolaire découle d'un partenariat entre les parents et les enseignants. Les parents et le personnel scolaire travaillent ensemble sur le suivi, sur le parcours de l'élève afin de mettre en place des références communes et ainsi favoriser l'apprentissage de l'élève. Explicité par le corps éducatif, la connaissance du cadre éducatif et pédagogique des parents et des professeurs, est améliorée ce qui permet de lever les peurs, les malentendus. Ce partenariat se veut solidaire en favorisant la communication entre parents, et les membres de la communauté éducative de l'établissement.

---

[33] Réseau Canopé – *Climat scolaire : le site web national de référence*, consultée le 30/05/22 à l'adresse suivante : https://www.reseau-canope.fr/notice/climat-scolaire_6712.html

[34] Ministère de l'Éducation nationale et de la jeunesse, Eduscol – *Améliorer le climat scolaire pour une École de la confiance*, consultée le 06/06/2022 à l'adresse suivante : https://eduscol.education.fr/976/ameliorer-le-climat-scolaire-pour-une-ecole-de-la-confiance

De cette manière, la coéducation[35] influence la réussite scolaire des élèves, un meilleur climat scolaire ainsi qu'un mieux-être du personnel et des familles. Les rencontres entre parents et enseignants ont pour but de favoriser cette collaboration entre l'école voire l'Éducation nationale et la famille. Elles permettent une meilleure information du parcours scolaire et du comportement de leur enfant en classe. Ces rencontres ont pour objectif de mettre en places les moyens qui contribuent à la réussite de l'enfant et à son bien-être à l'école. [36]

À noter, que l'interdisciplinarité a également un impact sur la réussite scolaire, de par la motivation[37].

Si nous ciblons plus précisément l'enseignement, la pédagogie influence fortement la réussite des élèves.

D'après Dominique Bucheton et Yves Soulé, l'activité de l'enseignant dans la classe peut être exprimée par le modèle du multi-agenda, c'est-à-dire une architecture de cinq préoccupations se retrouvant de la maternelle à l'université : « 1) piloter et organiser l'avancée de la leçon, 2) maintenir un espace de travail et de collaboration langagière et cognitive, 3) tisser le sens de ce qui se passe, 4) étayer le travail en cours, 5) tout cela avec pour cible un apprentissage, de quelque nature qu'il soit. » Ces différentes préoccupations correspondent aux piliers autour desquels « s'élaborent l'agir ordinaire dans la classe, les savoirs professionnels, l'expérience et les compétences » [38], et elles interagissent, co-agissent entre elles.

---

[35] Ministère de l'Éducation nationale et de la jeunesse – *Enseignements primaire et secondaire*, Relations École – Parents, Renforcer la coopération entre les parents et l'école dans les territoires, Bulletin Officiel de l'Éducation nationale, de la jeunesse et des sports, NOR : REDE1324999C, Circulaire n° 2013-142 du 15-10-2013, RED - DGESCO B3-3 et B3-1, consultée le 31/05/2022 à l'adresse : https://www.education.gouv.fr/bo/13/Hebdo38/REDE1324999C.htm

[36] Réseau Canopé – *Climat scolaire : le site web national de référence*, consultée le 30/05/22 à l'adresse suivante : https://www.reseau-canope.fr/notice/climat-scolaire_6712.html

[37] Audrey Blocus (2018) – *L'impact de l'interdisciplinarité sur la motivation et la réussite scolaire (cycle 2)*. Education. Dumas-01915341

[38] D. Bucheton, Y. Soulé (2009) – *Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées*, Lirdef, IUFM, UM2 Montpellier, consultée le 06/06/22 à l'adresse suivante : https://doi.org/10.4000/educationdidactique.543

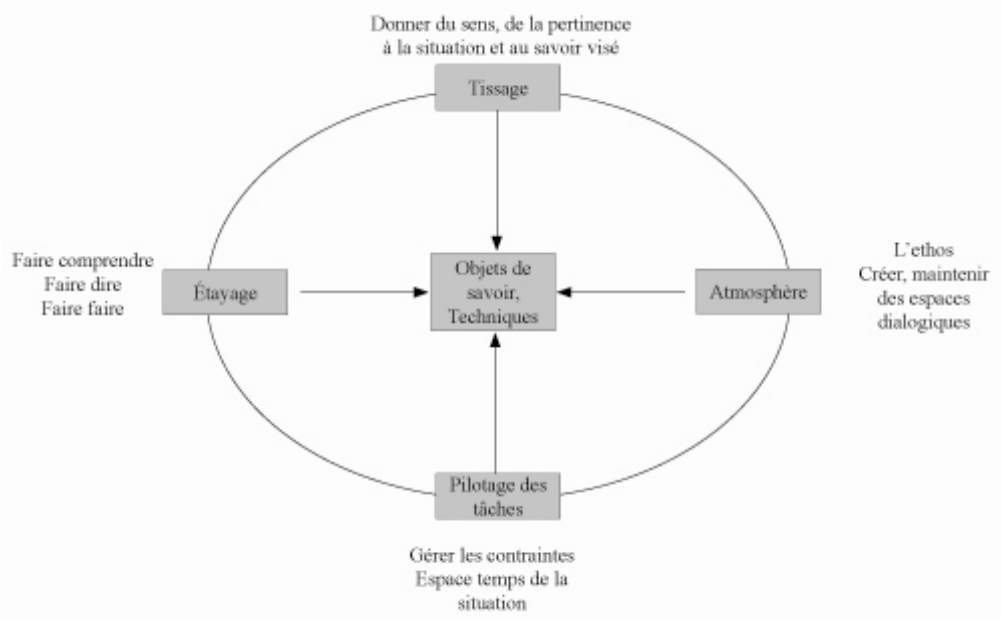


Figure 1.2.3 : Un multi-agenda de préoccupations enchâssées[39]

Comme nous pouvons l'observer, l'atmosphère, le tissage, l'étayage et le pilotage des tâches amènent des objets de savoirs, des techniques et donc un apprentissage.
Plus précisément, le pilotage des tâches vise à « organiser la cohérence et la cohésion de la séance, d'assurer la chronogénèse de la leçon[..]. Ce parcours nécessite d'organiser les tâches, les instruments de travail, la disposition spatiale, les déplacements autorisés ou non » [40].

L'atmosphère, elle, organise la rencontre « intellectuelle, relationnelle, affective, sociale entre des individus confrontés à une situation contenant des enjeux à gérer en commun »[41] et colore les différentes interactions : sérieuse, inquiétante, etc.

[39] D. Bucheton, Y. Soulé (2009) – *Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées*, Figure 1 : un multi-agenda de préoccupations enchâssées, *op.cit.* p.33
[40]D. Bucheton, Y. Soulé (2009) – *Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées*, *op.cit.* p.34
[41]D. Bucheton, Y. Soulé (2009) – *Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées*, *op.cit.* p.34

Le tissage correspond à mettre en relation « l'extérieur et l'intérieur » de la classe, la tâche en cours avec la tâche précédente ou suivante, et le début avec la fin de la leçon[42].

L'étayage peut être considéré comme l'organisateur principal de la co-activité maître-élèves. Il concerne « toutes les formes d'aide que le maître s'efforce d'apporter aux élèves pour les aider à faire, à penser, à comprendre, à apprendre et à se développer sur tous les plans »[43]. Les postures d'étayage « visent à identifier des régularités dans les co-ajustements de l'agir du maître avec celui des élèves »[44].

Le terme de posture définit un « schème préconstruit du « penser-dire-faire », que le sujet convoque en réponse à une situation ou à une tâche scolaire donnée. La posture est relative à la tâche mais construite dans l'histoire sociale, personnelle et scolaire du sujet ».[45]

[42] D. Bucheton, Y. Soulé (2009) – Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées, *op.cit.* p.35
[43]D. Bucheton, Y. Soulé (2009) – Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées, *op.cit.* p.36
[44]D. Bucheton, Y. Soulé (2009) – Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées, *op.cit.* p.37
[45]D. Bucheton, Y. Soulé (2009) – Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées, *op.cit.* p.38

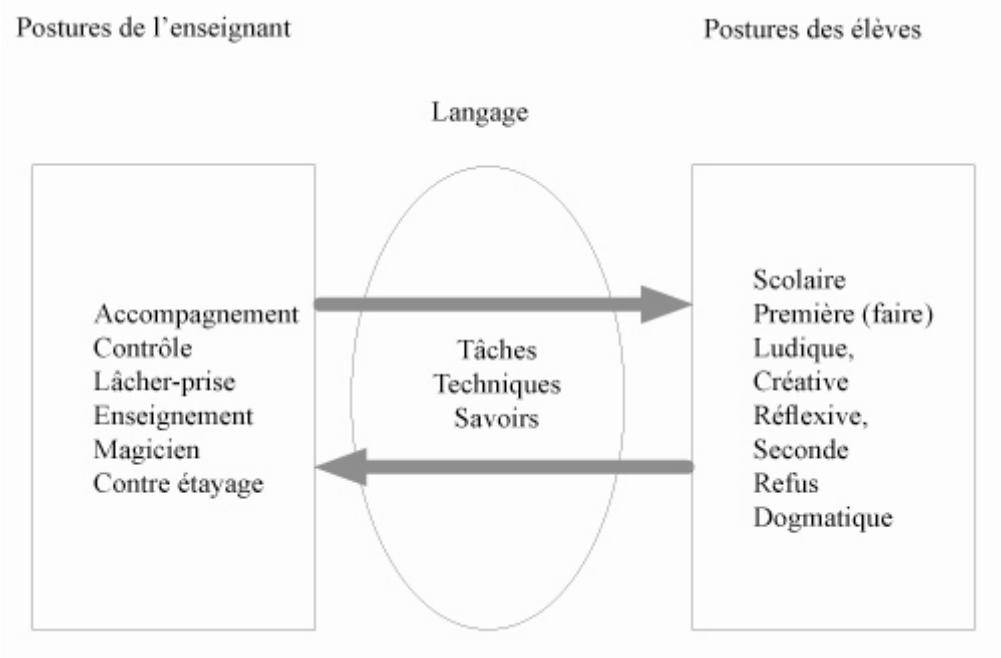


Figure 1.2.4 : Hypothèse de l'ajustement réciproque des postures des enseignants et des élèves[46]

Les différentes postures de l'enseignant entraînent des postures de la part de l'élève et vice-versa. Concernant l'enseignant[47], la posture d'accompagnement vise à apporter une aide ponctuelle (individuelle, collective) en fonction de l'avancée de la tâche et des obstacles à surmonter.
La posture de contrôle, elle, met en place un cadre par un « pilotage serré de l'avancée des tâches ».
La posture de lâcher-prise vise à responsabiliser les élèves dans leur travail et les laisser expérimenter les « chemins qu'ils choisissent ».
La posture d'enseignement cible la structure des savoirs. Les apports de l'enseignant sont ponctuels.
La posture du magicien, elle, vise à capter l'attention des élèves par des jeux, du théâtre, etc.
Et enfin, la posture de contre-étayage vise à avancer plus vite dans les cours, quitte à effectuer le travail à la place de l'élève.

[46]D. Bucheton, Y. Soulé (2009) – Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées, Figure 3 : Hypothèse de l'ajustement réciproque des postures des enseignants et des élèves, *op.cit.* p.41
[47]D. Bucheton, Y. Soulé (2009) – Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées, *op.cit.* p.40

Concernant l'élève[48], la posture scolaire correspond à la manière dont « l'élève essaie de rentrer dans les normes scolaires attendues ».
La posture première traduit la « manière dont les élèves se lancent dans une tâche sans trop réfléchir ».
La posture ludique-créative, elle, manifeste l'envie de détourner la tâche.
La posture réflexive-seconde, « permet à l'élève non seulement d'être dans l'agir mais de revenir sur cet agir, de le « secondariser » pour en comprendre les finalités, les ratés, les apports ».
La posture de refus caractérise un refus d'apprendre, de faire, de se conformer.
Et la posture dogmatique décrit une « non-curiosité affirmée ».

Suite à l'observation pédagogique de notre professeure tutrice, elle adopte différentes postures notamment celles d'accompagnement, d'enseignement. Elle implique, motive, sollicite ses élèves. Au début de chaque cours, la professeure explique le programme de la séance. C'est une méthode efficace, car les élèves savent ce qu'ils vont faire et cela peut les motiver à participer, car, en général, s'il reste du temps en fin de séance, les élèves ont une activité au piano. Pendant son cours, la professeure laisse les élèves s'exprimer lors des temps d'échange par exemple sur une écoute où elle leur demande ce qu'ils ont ressentis et pourquoi. Néanmoins, son cadre est bien défini.
Pendant ses explications les élèves doivent écouter et même s'ils lèvent la main, les élèves savent que la professeure leur laissera l'opportunité de partager leurs pensées (à la classe) lorsqu'elle aura terminé ses explications. Il y a un temps pour tout. Par ailleurs, la professeure est proche des élèves, bienveillante et détachée à la fois. Les élèves ont confiance en elle, ils osent s'exprimer, en posant toutes sortes de questions ; elle est respectée par ses élèves. Elle les estime. De surcroît, la professeure inclut les élèves d'Unités Localisées Pour l'Inclusion Scolaire (ULIS). Elle installe un climat scolaire bienveillant, un cadre. Ainsi elle obtient des résultats car les élèves sont motivés et participent. Sa pédagogie influence ainsi positivement la réussite scolaire des élèves.

Dans l'hypothèse opposée ou contraire, un professeur distant, rigide voire fermé avec les élèves, risquerait ou risque de favoriser un climat scolaire instable, créant un sentiment d'injustice, d'incompréhension par les élèves.

[48]D. Bucheton, Y. Soulé (2009) – Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées, *op.cit.* p.39

Une posture de contrôle et une posture de contre-étayage favorisent une posture dogmatique, une posture de refus de la part des élèves. Ainsi, quelques conséquences probables peuvent se traduire par la démotivation des élèves, se manifestant par le fait de ne pas ou plus participer, ne pas interagir voire se refermer.
À noter que les élèves ont besoin de modèles en qui ils peuvent avoir confiance, d'exemples auxquels ils peuvent se référer, se rattacher et ce peu importe l'état d'âme, le vécu de l'enseignant, il est « la référence » scolaire de son cours.

Ainsi, l'enseignant a un rôle déterminant dans la posture de l'élève, et donc dans sa réussite.

Nous rappelons ensuite que le bien-être et l'épanouissement de l'élève est important, voire fondamental.
D'après le livre *La symphonie neuronale*[49], l'établissement de relation empathique, de collaboration sociale, de respect mutuel et de confiance permet l'épanouissement des aptitudes cognitives. Ainsi, une éducation bienveillante, respectueuse du développement cognitif et affectif de l'enfant est nécessaire. Il est donc important d'installer un climat de confiance. Cela passe par la communication, et la transparence avec les élèves, ainsi que par la posture d'adulte.

Les enseignants, les parents et les élèves participent donc, d'une manière ou d'une autre, à la réussite scolaire. Elle doit représenter une réelle préoccupation pour chacun de ces membres.

Nous concernant, l'amélioration des compétences en mathématiques grâce à l'éducation musicale devrait influencer la réussite scolaire et l'ouverture d'esprit des élèves en ôtant les barrières virtuelles entre les différentes disciplines enseignées dans les établissements scolaires.

2) Points de vue des chercheurs sur la question

[49]E.Bigand, B. Tillman (2020) – *La symphonie neuronale*, Pourquoi la musique est indispensable au cerveau, humenSciences/Humensis

2.1) Un impact qui peut sembler limité

L'influence de la musique sur les compétences en mathématiques, et plus largement sur la réussite scolaire des élèves semble limité.

D'après l'article de Eisner[50], il existe de nombreux documents publiés affirmant que les arts font progresser les résultats scolaires ou du moins « renforcent » les résultats scolaires. Néanmoins, il est souvent difficile de savoir sur quelle base ces affirmations sont fondées.

Selon l'étude de Forseth[51] (1980) sur la relation entre les activités artistiques, les attitudes artistiques et la réussite en mathématiques élémentaires, les activités artistiques semblent influencer positivement l'attitude des élèves envers les mathématiques, néanmoins en ce qui concerne les résultats, elles ont peu ou pas d'influence.

Exposée par la publication *Eloquent evidence : Arts at the core of learning*[52] (1995), les arts augmentent les performances scolaires. Elle affirme que les étudiants en arts continuent de surpasser leurs camarades non artistiques au *Scholastic Assessment Test* (SAT). Cette étude montre que les étudiants ayant étudié les arts pendant plus de quatre ans avaient un score supérieur de 59 points à l'oral et de 44 points aux épreuves de mathématiques par rapport aux élèves sans cours, ni expérience dans le domaine des arts. Nous pouvons nous poser la question suivante : les étudiants qui ont étudié les arts pendant quatre ans ou plus, ont-ils le même parcours académique que ceux qui n'ont jamais suivi de cours d'arts ? Ces informations ne sont pas fournies dans la publication.

D'après la publication *Building a case for art education: An Annotated bibliography of major research 1990*[53] *(1991)*, les arts sont censés apporter une contribution dans 12 domaines liés notamment au développement des

[50] Elliot W. Eisner (1998) – Does Experience in the Arts Boost Academic Achievement? *National Art Education Association*, Vol. 51, No. 1, Learning in and through Art.
[51] S. Forseth (1980) – Arts activities, attitudes, and achievement in elementary mathematics. *Studies in Art Education*, 2A (2) 22-27.
[52] E. Murfee (1995) – *Eloquent evidence: Arts at the core of learning*. Washington, DC: President's Committee on the Arts and Humanities.
[53] (1991) - *Building a case for art education: An annotated bibliography of major research 1990* – Louisville: Kentucky Alliance for Arts Education.

capacités cognitives, psychomotrices et affectives, et au style d'apprentissage.

De plus, une étude de Madsen[54] (1981) sur les effets de deux formes de récompense sur le rendement en mathématiques a montré que le fait de récompenser les élèves avec des livres ou des cours de musique télévisés influençait leur performance en mathématiques. L'étude est principalement axée sur les effets du renforcement de l'apprentissage des mathématiques plutôt qu'une étude des contributions sur l'intérêt de la musique à la réussite scolaire.

Pour aller plus loin, nous abordons les deux études de Luftig[55] (1993,1994) qui visent à démontrer que les arts ont une influence sur la performance et la réussite scolaire dans plusieurs domaines dont le score total en mathématiques, l'application et la compréhension des mathématiques.

L'étude de 1992-1993 comprenait des groupes expérimentaux, placebo et témoins. Les résultats rapportés n'ont montré aucune différence sur les mesures de réussite scolaire, à part dans un district scolaire où des différences ont pu être observées en faveur des performances en mathématiques pour les garçons par rapport aux filles. Malgré ces constatations, cette étude a été présentée comme une preuve de la contribution des arts à la réussite scolaire.

L'étude de 1993-1994, a permis d'observer des différences entre les groupes témoins et expérimentaux sur les scores en mathématiques. Néanmoins, il semblerait que l'effet *Hawthorne* ait influencé la motivation des élèves, c'est-à-dire que les élèves auraient eu conscience de participer à une expérience dans laquelle ils seraient testés, traduisant une plus grande motivation, d'où la différence de résultats entre ces deux groupes.

Ainsi, ces résultats ne seraient pas entièrement fiables, conséquence d'une sur-motivation qui aurait faussée les données par un meilleur score.
De par ces différentes publications, la musique ou les arts en général ne semblent pas exercer une influence notable ni sur les résultats des élèves en mathématiques ni sur leur réussite scolaire.
Aujourd'hui, nous ne trouvons pas d'indicateurs pertinents et fiables.

[54] C. Madsen (1981) – Music lessons and books as reinforcement alternatives for an academic task. *Journal of Research in Music Education*, 29(2), 103-110.
[55] R. Luftig (1993, 1994) – *The schooled mind: Do the arts make a difference?* Years 1 and 2. Oxford, OH: Center for Human Development, Learning, and Teaching, Miami University.

Néanmoins, comme perspective, Eisner[56] propose d'approfondir les compétences propres à la pratique artistique. Autrement dit, il s'intéresse aux contributions que l'éducation artistique apporte aux arts et à la vie au-delà. Nous souhaitons identifier trois des résultats du premier et second niveau[57].

Premièrement, les élèves doivent acquérir une idée de ce que signifie transformer leurs idées, leurs images et leurs sentiments en une forme d'art. Nous pourrions dire qu'au cœur de l'éducation artistique se trouve le développement de la capacité des élèves à créer de l'art ou, comme certains diraient, des créations apparentées à l'art[58].
Deuxièmement, l'éducation artistique devrait affiner la conscience de l'élève des qualités esthétiques de l'art et de la vie. L'éducation artistique devrait aider les élèves à apprendre à utiliser un cadre de référence esthétique afin de prendre conscience de l'art et de la vie du monde dans lequel ils vivent.
La sensibilité de l'étudiant ne devrait pas se limiter à ce que nous appelons les beaux-arts. Elle doit être applicable aux qualités de l'environnement général. Au mieux, l'éducation artistique devrait influencer ce que les psychologues appellent les aspects conatifs de la cognition, c'est-à-dire le désir d'encadrer le monde comme un objet de perception appréciée. La capacité et le désir sont essentiels au succès d'un programme d'éducation artistique[59].
Troisièmement, l'éducation artistique devrait permettre aux élèves de comprendre qu'il existe un lien entre le contenu et la forme que les arts présentent, et la culture et l'époque dans lesquelles l'œuvre a été créée. Ce résultat d'apprentissage vise à situer les arts dans la culture et à faire comprendre aux élèves que les problèmes auxquels les artistes s'attaquent et la façon dont ils le font sont influencés par le milieu socio-culturel dans lequel ils travaillent[60].

---

[56] Elliot W. Eisner (1998) – Does Experience in the Arts Boost Academic Achievement? *National Art Education Association, op.cit.* p.12.
[57] Perspective, analyse, argument, ensemble de distinctions selon Elliot W. Eisner (1998) – Does Experience in the Arts Boost Academic Achievement? National Art Education Association, *op.cit.* p.15
[58] Elliot W. Eisner (1998) – Does Experience in the Arts Boost Academic Achievement? *National Art Education Association, op.cit.* p.13
[59] Elliot W. Eisner (1998) – Does Experience in the Arts Boost Academic Achievement? *National Art Education Association, op.cit.* p.14
[60] Elliot W. Eisner (1998) – Does Experience in the Arts Boost Academic Achievement? *National Art Education Association, op.cit.* p.14

Ces différents objectifs fournissent un vaste programme éducatif aussi exigeant qu'important dans l'éducation artistique. Nous devons interpréter l'éducation artistique par ce qu'elle peut apporter aux élèves et aider les parents à comprendre la signification des arts dans le cadre de l'éducation de leurs enfants[61].

2.2) Un impact illimité

Selon l'ouvrage, *La symphonie neuronale*[62], d'un point de vue neuropsychologique, pour étudier l'influence de la musique, il est essentiel de différencier l'apprentissage de l'éducation par la musique. Les activités musicales sollicitent les compétences cognitives, affectives, motrices et sociales chez l'enfant, et « peut entraîner une synchronisation cérébrale sur un grand nombre de régions cérébrales »[63], si toutefois l'éducation par la musique est déployée convenablement. Par la répétition de ces activités, le développement de la neuroplasticité est favorisé et influence des compétences dans des domaines qui ne sont pas spécifiquement lié à la musique.
Des études empiriques faites en Hongrie dans les années 1950 sur l'effet de la méthode Kodály, démontrent des effets positifs sur les assimilations scolaires, y compris en arithmétiques.

Un constat, les élèves des classes « musique » seraient plus performants que leurs camarades en classe de « contrôle » et ce sur le long terme. La musique aurait donc un impact sur les acquisitions continues des élèves dans plusieurs disciplines dont les mathématiques (étude faite sur un panel d'élèves, de la grande section de la maternelle au cours préparatoire). « Les chercheurs ont évalué la puissance de l'effet immédiat à 40% et de celui à plus long terme à 60% »[64]. À savoir que deux heures de musique par semaine ont suffi pour l'obtention de ces effets[65].

---

[61] Elliot W. Eisner (1998) – Does Experience in the Arts Boost Academic Achievement? National Art Education Association, Vol. 51, No. 1, Learning in and through Art, *op.cit.* p.15
[62] E.Bigand, B. Tillman (2020) – *La symphonie neuronale*, Pourquoi la musique est indispensable au cerveau, *op.cit.*p.75
[63] E.Bigand, B. Tillman (2020) – *La symphonie neuronale*, Pourquoi la musique est indispensable au cerveau, *op.cit.*p.83
[64] E.Bigand, B. Tillman (2020) – La symphonie neuronale, Pourquoi la musique est indispensable au cerveau, *op.cit.*p.83
[65] E.Bigand, B. Tillman (2020) – La symphonie neuronale, Pourquoi la musique est indispensable au cerveau, *op.cit.*p.84

Ainsi la musique exerce une influence non négligeable sur les compétences des élèves.

Dans la partie précédente, nous avons vu que l'effet *Hawthorne* a pu influencer les résultats des élèves en mathématiques par la motivation (Luftig, 1994). Exposée par l'académie de Grenoble, la motivation correspond à l'ensemble des facteurs déterminant le comportement et les actions d'une personne dans la « réalisation d'une activité ou la poursuite d'un objectif » [66]. Pour Rolland Viau, la définition de la motivation adaptée au milieu scolaire est définie comme « un état dynamique qui a ses origines dans les perceptions qu'un élève a de lui-même et de son environnement et qui l'incite à choisir une activité, à s'y engager et à persévérer dans son accomplissement afin d'atteindre un but » [67]. La motivation est un facteur permettant de capter l'attention de l'élève, de l'intéresser. Par la suite, elle entraîne des comportements de l'élève qui l'amèneront à s'engager et à persévérer jusqu'à l'accomplissement de l'objectif pédagogique souhaité.
La théorie de l'autodétermination présentée par E.Deci et R.Ryan[68] présuppose que chaque individu désire de manière innée et en permanence à évoluer psychologiquement, en particulier pour augmenter son potentiel.
La motivation n'est donc pas à prendre à la légère. Elle est essentielle. Si nous réussissons à motiver les élèves dans nos cours d'éducation musicale, leur résultat en mathématiques devrait être impacté.

Faisant suite à la théorie de l'autodétermination (Deci, Ryan, 2000), pour contribuer à motiver les élèves et à les aider à persévérer, il conviendrait de favoriser leur autonomie.

Ainsi, bien que l'influence de la musique sur les compétences en mathématiques semble limitée, la musique peut être une réelle source de motivation pour les élèves et ainsi influencer leurs attitudes, leurs habitudes, en vue de leurs réussites scolaires et personnelles. Nous constatons, suites aux diverses études menées à ce jour qu'il nous est nécessaire de rechercher et de

[66] Académie de Grenoble – *Motivation et engagement de l'élève*, consultée le 30/05/2022 à l'adresse suivante : https://dane.web.ac-grenoble.fr/article/motivation-et-engagement-de-leleve#:~:text=le%20fait%20que%20la%20motivation%20g%C3%A9n%C3%A8re%20une%20action%20sur%20le,accomplissement%20d'un%20objectif%20p%C3%A9dagogique.
[67] R. Viau (2015) – *La motivation en contexte scolaire*, 2e édition, De Boeck.
[68] E. L. Deci, R. M. Ryan (2000) – Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.

trouver des preuves tangibles, d'études plus ciblées et précises sur les effets de la musique sur les résultats en mathématiques des élèves, et plus largement une théorie reliant les compétences développées par les arts aux exigences imposées aux étudiants dans les classes universitaires[69]. Ce ne sont peut-être pas des compétences que les cours d'arts développent, peut-être est-ce la promotion de certains types d'attitudes, des attitudes qui favorisent la prise de risques et le travail acharné. Peut-être que les effets - s'il y en a - des cours d'arts sur la réussite scolaire sont dus aux effets motivationnels des cours d'arts ; si les élèves des cours d'art aiment davantage l'école, ils y assistent plus régulièrement. Si une plus grande motivation est la source de la réussite scolaire, d'autres expériences motivantes pourraient avoir les mêmes effets. Une théorie qui relie l'expérience dans les arts à la réussite scolaire est nécessaire. Pour créer ces liens, les programmes d'arts auxquels les étudiants sont inscrits doivent être soigneusement décrits, tout comme leurs programmes académiques[70]. Ainsi, si nous stimulons les élèves, ces derniers devraient observer l'amélioration de leurs résultats.

3) Hypothèse de recherches

Les résultats peu convaincants (cf. 2.2.1) peuvent s'expliquer par le fait que l'enseignant en éducation musicale du second degré ne voit les élèves qu'une heure par semaine. L'impact est donc de fait limité.

Ainsi, nous supposons qu'avec plus d'heures d'éducation musicale, les résultats des élèves en mathématiques devraient s'améliorer. Cette hypothèse peut sembler utopique. Néanmoins, cela demande une volonté de la part du professeur d'éducation musicale de mettre en avant le lien entre les deux disciplines, et de vouloir éveiller la conscience mathématique des élèves.

[69] Elliot W. Eisner (1998) – Does Experience in the Arts Boost Academic Achievement? *National Art Education Association*, Vol. 51, No. 1, Learning in and through Art.
[70] Elliot W. Eisner (1998) – Does Experience in the Arts Boost Academic Achievement? *National Art Education Association*, Vol. 51, No. 1, Learning in and through Art.

PARTIE PRATIQUE

II) L'éducation musicale, un atout convaincant pour améliorer les compétences des élèves

1) Méthodologie de recherche – enquête qualitative

1.1) Participants

Concrètement, nous avons effectué une enquête impliquant deux classes de 5ème avec des élèves ordinaires, des élèves participant à la chorale ainsi que des élèves d'ULIS. Et ce afin d'obtenir des résultats permettant d'établir différents statistiques, de par l'hétérogénéité qu'offre ces deux classes.

1.2) Procédure : test auprès de deux classes de 5ème – séquence

Les élèves ont été préparé à un test de mathématiques à travers une séquence sur la musique et les mathématiques. L'objectif était de préciser quelques aspects du lien entre ces deux disciplines à partir de travaux pratiques réalisés avec les élèves. Pour cela, il était important de procéder par étapes. Dans un premier temps, nous avons abordé certaines notions qui nous seront utiles dans la séquence : la pulsation, le tempo (lento, moderato, presto), la mesure (à trois ou quatre temps), la carrure. Pour chaque écoute, les élèves devaient trouver le tempo, s'il y a une pulsation, si la mesure est à trois ou quatre temps en se basant sur le premier temps (temps fort) puis dire si le morceau possède une carrure ? Il fallait donc aller au-delà du ressenti ; ou du moins, mêler le ressenti aux nombres. Durant cette séquence, les élèves ont été amené à frapper dans les mains de manière régulière (le temps fort, la pulsation), à compter, et ainsi à mettre des nombres sur de la musique. Ces différents exercices leurs ont donné des premiers éléments de réponses sur le lien entre la musique et les mathématiques.
Pour aller plus loin, nous avons abordé la durée des notes : la ronde, la blanche, la noire, la croche ; ainsi que le lien entre les différentes notes : une ronde = deux blanches = quatre noires = huit croches, etc. Les élèves ont ainsi

traité l'addition, la multiplication, et la division (par les fractions) en cours d'éducation musicale.
Dans la même optique, différentes formules rythmiques (cf. Figure 1.2.1) étaient écrites au tableau, et en leur donnant une pulsation, les élèves devaient reconnaître la bonne formule. Cela permettait de mêler le percevoir avec un autre sens, la vue, en cherchant la formule mathématique (écrite musicalement) correspondante.

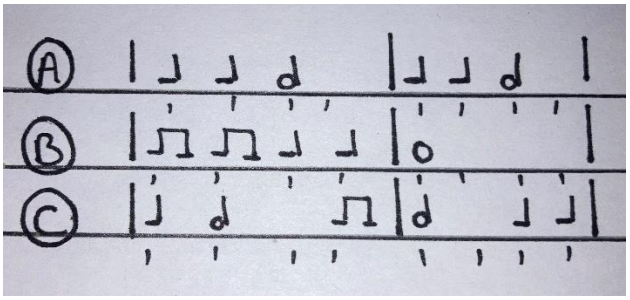


Figure 1.2.1 : Exemples de formules rythmiques

Dans l'idéal, il aurait été intéressant que les élèves créent leur propre formule rythmique avec quatre temps par mesure, car la pratique permet de mieux s'imprégner des notions. Il aurait également été intéressant que les élèves puissent superposer deux formules rythmiques en *clapping* (cf. Figure 1.2.2).

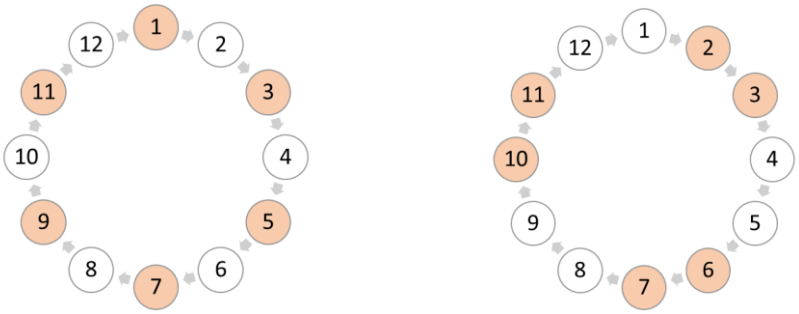


Figure 1.2.2 : Exemples de formules rythmiques avec un rythme à gauche et un autre rythme à droite

Dans chaque cercle, un rythme est défini, les ronds colorés correspondant à des points d'attaque (*onsets*) du rythme et les ronds non colorés étant des silences. Pour cette activité ludique, la démarche est spiralaire c'est-à-dire que la première étape serait de frapper chaque rythme en classe entière puis de diviser la classe en deux et de superposer ces deux rythmes.
Pour aller plus loin, les élèves motivés pourraient essayer de maintenir l'un des rythmes seul. Cette activité mêlant la production et la perception est une démonstration directe des mathématiques dans la musique. Néanmoins, cette activité ludique aurait nécessité quelques séances supplémentaires. Ce manque de temps s'explique en partie par le protocole sanitaire lié au Covid-19 qui a entraîné la suppression de séances avec les élèves lorsqu'un élève était positif.

Concernant le début du chant pour le projet musical, les élèves devaient entrer sur le quatrième temps. Pour cela, ils comptaient « 1-2-3 » de manière sonore (puis intérieurement), et ils chantaient. Pour ce qu'il en est de l'accompagnement au piano (pour le projet musical), les élèves comptaient également : chaque note durait 4 temps. Ainsi, les élèves chantaient les notes suivantes pour le début du premier couplet (cf. Annexe 1) : « Mi 2 3 4, La 2 3 4, Mi 2 3 4, Si 2 3 4 ». Pour aider les élèves au piano, les élèves assis en classe chantaient avec les « pianistes » puis, une autre fois, frappaient des mains au changement d'accords afin de marquer la mesure.

Durant toute cette séquence représentant un point de départ pour aborder le lien entre la musique et les mathématiques, les élèves se sont appuyés sur les mathématiques, plus précisément l'arithmétique pour comprendre et appliquer la musique (cf. Annexe 2).

2) Discussion : constats, conclusions

2.1) Mise en lien avec les recherches antérieures

Dans cette partie, nous chercherons à démontrer les effets positifs de la musique sur l'acquisition des compétences en mathématiques.

2.1.1) Résultats des élèves à l'évaluation

Dans cette partie, nous étudierons les résultats des élèves. A savoir que pour les deux classes, certains élèves n'ont pas été noté car ce sont des élèves d'ULIS. Ces élèves ne font donc pas parti du graphe concernant l'évaluation.

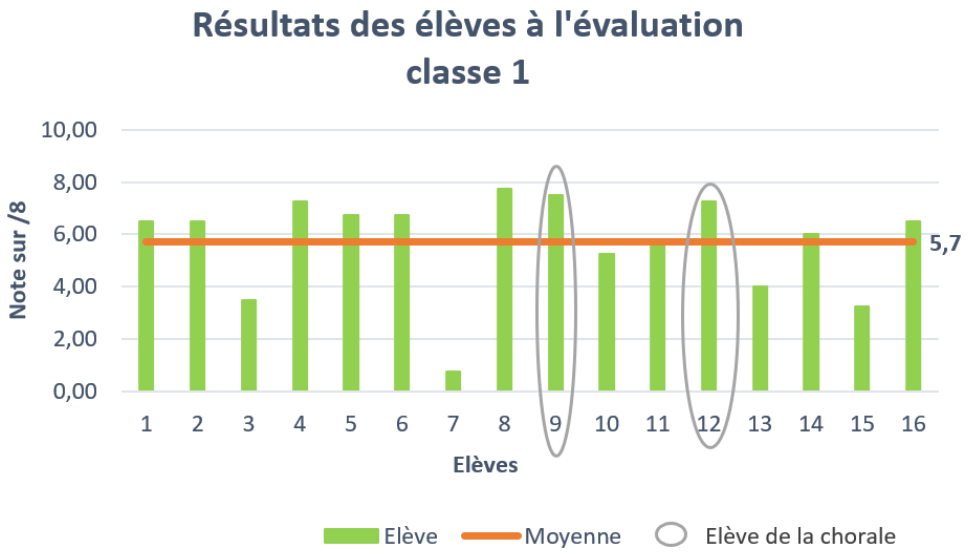


Figure 2.1.1.1: Résultats de la classe 1 pour l'évaluation de musique et de mathématiques

Nous pouvons observés que les résultats de la classe 1 sont très hétérogènes. Concernant les élèves de la chorale, ils ont obtenu un résultat supérieur à la moyenne de la classe. À préciser que les élèves de la chorale ont une heure de chorale par semaine, et ont donc une pratique musicale supérieure aux autres élèves de la classe.

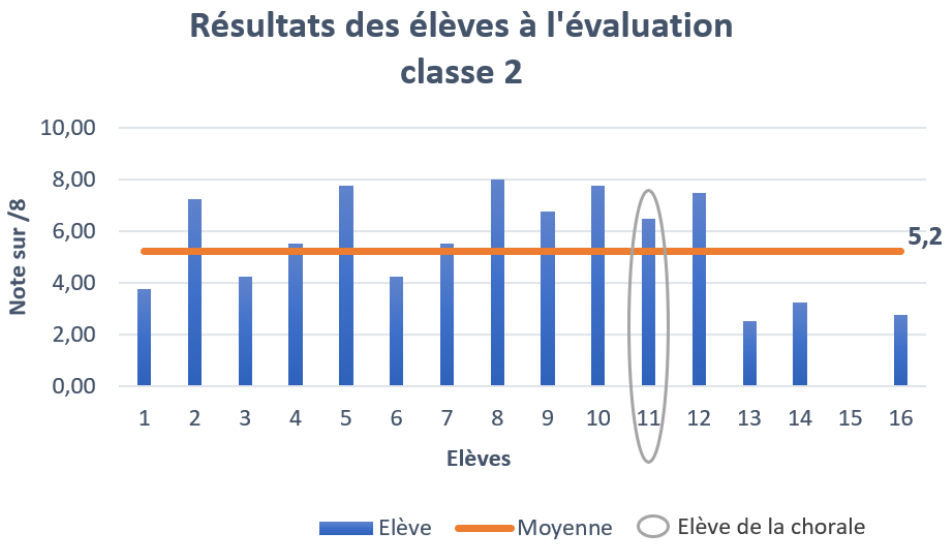


Figure 2.1.1.2 : Résultats de la classe 2 pour l'évaluation de musique et de mathématiques

En comparaison à la classe précédente, la moyenne de classe est légèrement plus faible. Cela s'explique car les élèves ont eu un cours en moins, du au protocole sanitaire en cas de covid. La classe a été fermée et seuls quelques élèves vaccinés pouvaient être présents. Les notions étaient donc moins assimilées, ce qui se fait ressentir dans la moyenne qui est légèrement inférieure. Une séance en plus pour cette classe aurait permis aux élèves une meilleure assimilation des notions.

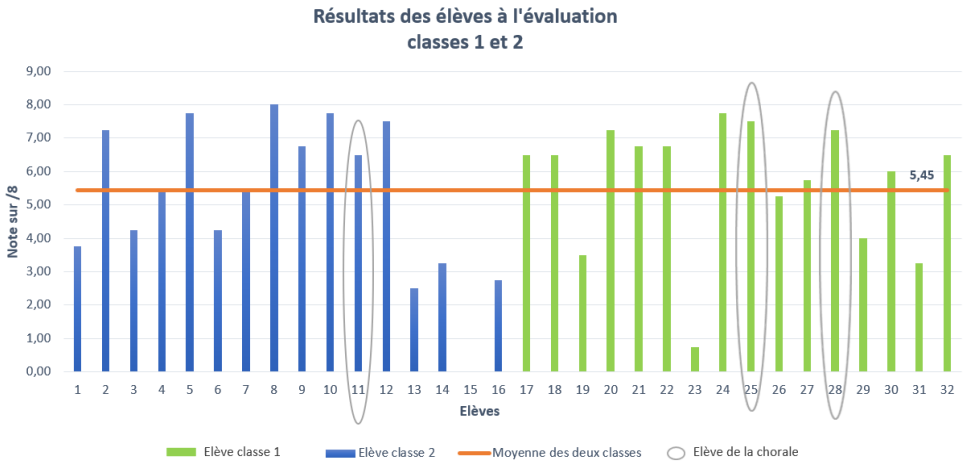


Figure 2.1.1.3 : Résultats des classes 1 et 2 pour l'évaluation de musique et de mathématiques

En comparaison avec les deux classes, les élèves de la chorale ont des notes supérieures à la moyenne de la classe pour l'évaluation associant la musique et les mathématiques. Une explication possible est le fait que ces élèves ont une pratique plus importante de la musique, leur assurant une meilleure compréhension des mathématiques.

Ainsi, nous pouvons en déduire que si les élèves avaient une pratique plus importante de la musique, notamment plus d'heures d'éducation musicale, leurs résultats en mathématiques devraient s'améliorer.

2.1.2) Sondage lié au pourcentage journalier d'écoute de musique par les élèves

Nous proposons d'étudier un sondage effectué sur le pourcentage d'écoute journalier de chaque élève afin d'observer s'il existe un lien entre ce pourcentage d'écoute et les résultats obtenus à l'évaluation.

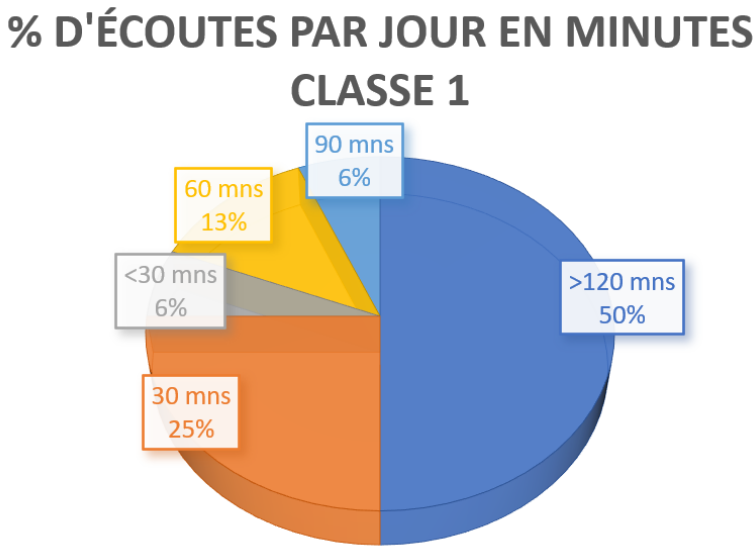


Figure 2.1.2.1 : pourcentage d'écoutes de musique par jour

Pour la classe 1, la moitié des élèves écoutent 2 heures de musique voir plus par jour. Nous pourrions penser que dans cette tranche se trouve majoritairement des élèves ayant eu des bons résultats. Cependant, ce n'est pas le cas. Nous retrouvons des élèves ayant eu un bon résultat comme des élèves ayant obtenu un résultat plus fragile à l'évaluation.

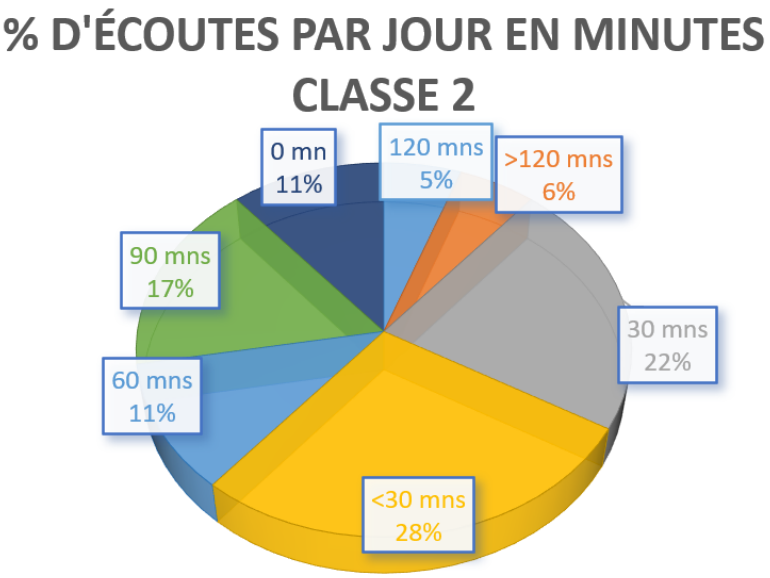


Figure 2.1.2.2 : pourcentage d'écoutes de musique par jour

Pour la classe 2, les résultats sont très hétérogènes. Néanmoins, une majorité écoute seulement 30 minutes de musique par jour. Dans cette tranche se trouve des élèves ayant obtenus de très bons résultats à l'évaluation. Le sondage de la classe 2 confirme donc l'observation faite à partir du sondage de la classe 1.

Par cette étude, nous pouvons déduire que le pourcentage d'écoute par jour d'un élève ne semble pas influencer ses résultats à l'évaluation. Cependant, cette conclusion s'explique en partie car les élèves écoutent la musique passivement. Ainsi, nous pouvons considérer que le développement de l'écoute active pourrait influencer positivement les résultats des élèves, par le biais des cours d'éducation musicale.

2.1.3) Etude des résultats des élèves ayant une pratique musicale

Les élèves concernés ont une pratique musicale en autonomie. Ils ne poursuivent pas de cours : ils sont autodidactes.

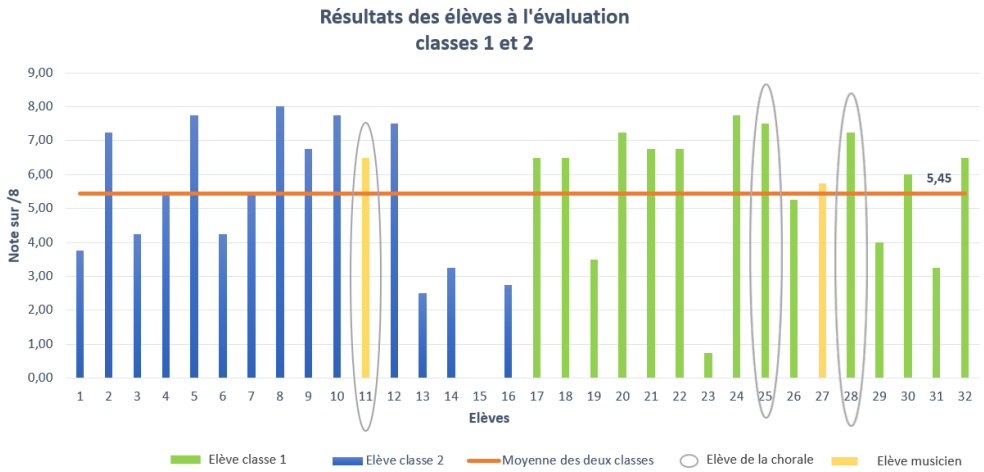


Figure 2.1.3.1: Résultats des élèves musiciens à l'évaluation

Nous pouvons observer que les élèves ayant une pratique musicale ont un résultat au-dessus de la moyenne. Toutefois, l'élève 11 a un résultat supérieur à l'élève 27. L'élève 11 joue sur un vrai clavier, et fait partie de la chorale tandis que l'élève 27 joue sur un clavier virtuel (sur le téléphone) à une fréquence moins importante, ce qui peut expliquer les résultats obtenus. Ainsi, l'élève 11 a une pratique musicale supérieure à l'élève 27. D'ailleurs, ces deux élèves ont reconnu avoir été motivés par les cours d'éducation musicale.

En conclusion, avec plus d'heures d'éducation musicale, les élèves devraient avoir de meilleurs résultats en mathématiques, car dans ce cours les élèves développent l'écoute active ainsi que la pratique musicale (piano, percussions, …). En rappelant que l'épanouissement des aptitudes cognitives est important, nous précisons que l'écoute musicale active favorise la synchronisation des circuits neuronaux impliqués dans les traitements cognitifs et émotionnels, plus précisément « les régions cérébrales impliquées (cortex auditif, et différentes structures du système limbique dont l'amygdale) déchargent de façon synchrone des influx nerveux »[71]. Cette synchronisation neuronale favorise la plasticité cérébrale, c'est-à-dire qu'elle influence l'augmentation de la connectivité des synapses et peut ainsi entraîner des

[71] E.Bigand, B. Tillman (2020) – *La symphonie neuronale*, Pourquoi la musique est indispensable au cerveau, *op.cit*.p.76

résultats positifs sur des compétences qui ne sont pas forcément musicales (cf. partie théorique).

Dans notre cas, il est complexe de comparer des résultats avec une heure d'éducation musicale par semaine, en nous rappelant que d'après l'ouvrage *La symphonie neuronale,* 2 heures de musique par semaine (écoute active et pratique) suffisent pour faciliter les acquisitions scolaires.

2.2) Limites

L'une des limites concernant l'étude de l'influence de la musique sur des compétences mathématiques est le bavardage. Si les élèves bavardent, ils ne peuvent pas avoir une écoute active, car ils sont déconcentrés. De plus, le bavardage freine l'avancement du cours. Il est donc important de capter leur attention et de leur donner envie de s'investir.

Une autre limite concerne l'absentéisme des élèves. Pour que l'éducation musicale puisse influencer les résultats en mathématiques, les élèves doivent être présents en cours. Généralement, ce n'est qu'à l'école qu'ils peuvent bénéficier de l'éducation par la musique à travers l'écoute active accompagnée par la pratique musicale. Peu d'élèves ont une pratique musicale à l'extérieur de l'école. Nous rappelons que les interventions musicales améliorent de nombreuses compétences, dont le calcul numérique, le raisonnement, la vitesse de traitement d'information et la mémoire de travail. Les opérations mentales sont influencées par les capacités de mémoire de travail. Ainsi, de nombreuses activités mentales « dépendantes des capacités de mémoire de travail »[72] profitent de ces interventions musicales. Cela expliciterait pourquoi différents scientifiques ont affirmé qu'il existe « des transferts positifs de la musique vers les mathématiques et le raisonnement, la résolution de problèmes »[73]. N'oublions pas qu'au Moyen-Âge, la musique était considérée comme une science, au côté des mathématiques.

[72]E.Bigand, B. Tillman (2020) – *La symphonie neuronale*, Pourquoi la musique est indispensable au cerveau, humenSciences/Humensis *op.cit.* p.94
[73]E.Bigand, B. Tillman (2020) – *La symphonie neuronale*, Pourquoi la musique est indispensable au cerveau, *op.cit.* p.95

Une dernière limite concerne l'approche de la musique à l'aide des mathématiques qui nécessite une volonté de la part du professeur. Il est avantageux que le professeur ait une conscience mathématique, une intention de faire ressortir les mathématiques et d'éveiller la conscience mathématique des élèves.

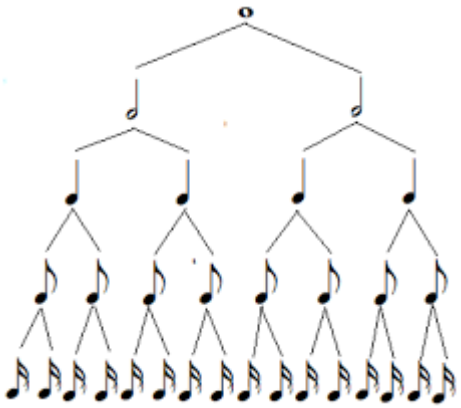


Figure 2.2.1: Rapport des notes entres elles[74]

En observant la figure ci-dessus, le professeur peut inclure les mathématiques simplement en étudiant le rapport des notes entre elles, comme dans la séquence que nous avons effectué avec les élèves. Ce travail préliminaire sur les mathématiques nécessite de faire ressortir l'arithmétique en jouant avec des additions, des soustractions, des multiplications, et des fractions.

Le professeur est l'un des principaux acteurs dans l'accompagnement éducatif d'un élève et il est un facteur influent dans la réussite ou l'échec scolaire d'un élève. Ainsi la motivation de l'enseignant est nécessaire.

Cependant, nous pouvons nous demander s'il est possible pour un enseignant d'éducation musicale d'avoir des connaissances suffisantes en mathématiques. Ce questionnement met en lumière la problématique de la formation des professeurs. Il serait nécessaire que ces derniers effectuent une formation adaptée sur le sujet. D'ailleurs, il existe des formations à ce sujet, proposées par le CNRS, notamment la formation « Mathémusique ».

[74]Photo extraite du site www.composer-sa-musique.fr, consultée le 31/05/2022

Fin mai 2022, cette formation organisée par Olivier Druet et Aurélien Alvarez dans le cadre des activités de la Maison des Mathématiques et de l'Informatique (MMI) ont convié une cinquantaine de professeurs à Lyon. Les intervenants, dont Monsieur Andreatta, ont communiqué sur les bases du lien entre la musique et les mathématiques. De manière générale, les professeurs sont intéressés par la formation.

Il y a un réel intérêt à suivre des formations dans ce domaine, avec le soutien des académies. En ce qui concerne l'académie de Strasbourg, cette dernière a la volonté de permettre aux enseignants en éducation musicale d'avoir le bagage nécessaire en mathématiques.

L'existence de ces formations dans ce domaine et l'encouragement des académies à y participer démontre qu'il y a un réel intérêt à étudier le lien entre la musique et les mathématiques.

A Strasbourg, la formation « Peut-on faire des mathématiques à partir de la musique et vice-versa ? »[75] à destination des professeurs de Collèges et Lycée, a confirmé cet intérêt. L'étude en « Mathémusique » relève des questionnements sur la société qui impactent la transmission des savoirs auprès de tout public, en particulier les élèves de collège et lycée. Cette formation a proposé différents outils techniques (modélisation des gammes et des rythmes, accords, …), et ce afin de conduire des projets interdisciplinaires avec des lycéens en spécialité musique en se basant sur les programmes du Bulletin Officiel (BO) de l'Éducation nationale, notamment le son, la musique, l'espace et le temps ainsi que la musique, l'homme et la société. Cette présentation inclut également un atelier pédagogique intitulé « Mathématiques, dessinez-moi la musique » basé sur le programme scientifiques d'un élève de première générale. Le conférencier a débuté par un lexique de concepts musicaux comme les notions de note, de touches blanches et de touches noires, d'intervalle, d'accord, de gamme et d'octave.

Cette formation cible principalement les élèves de première mais elle peut être adaptée à des élèves de collège selon les champs de compétences où nous pouvons insérer la musique et les mathématiques. Pour ce faire, il est nécessaire de connaître le programme des élèves de collège en mathématiques.

[75] Moreno Andreatta (2020) – « Peut-on faire des maths à partir de la musique et vice-versa ? » Formation à destination des professeurs de Collèges et Lycées dans le cadre des rencontres inter-académiques. Descriptif disponible en ligne à l'adresse :http://repmus.ircam.fr/_media/moreno/descriptif_conf_maths-musique_moreno_andreatta_26_11_2020.pdf

L'idéal serait de réaliser un EPI avec les professeurs de mathématiques. Ainsi les formations sur le lien entre la musique et les mathématiques devraient donner aux enseignants le bagage nécessaire pour aborder la musique avec une conscience mathématique, et ainsi permettre aux élèves d'avoir de meilleurs résultats en mathématiques grâce aux cours d'éducation musicale.

2.3) Avantages

La musique peut-être une source de motivation impactant d'office les autres matières.

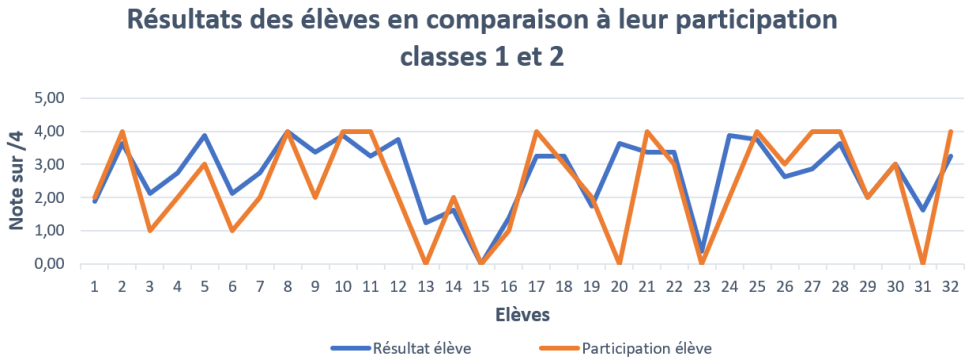


Figure 2.3.1 : Résultats des élèves à l'évaluation en comparaison avec leur participation en classe

Pour la réalisation de ce graphique, nous avons convertis les résultats de l'évaluation sur 4 (initialement sur 8) pour avoir le même rapport de notation entre les résultats de l'évaluation et de la participation des élèves.

Comme nous pouvons l'observer, les deux courbes suivent globalement le même mouvement. Ainsi, les élèves qui ont participé et qui se sont investis en classe ont obtenu de bons résultats.
Lorsque les élèves participent, ils sont plus attentifs et ont une meilleure assimilation des notions. Ils ont une écoute active. En outre, il n'est pas exclu que des élèves participant moins (ou peu) puissent avoir une très bonne compréhension des notions.

Pourtant, la participation en classe permettrait aux élèves en difficulté de faire part de leurs incompréhensions, et ainsi de mieux comprendre, apprendre les notions étudiées.

Par ailleurs, les élèves ont pris du plaisir à jouer au piano, ce qui a boosté leur motivation. Globalement, les élèves ont eu un bon résultat pour l'activité au piano. Aussi, en début de séquence, plusieurs élèves dont l'élève 11 ont affirmé qu'il n'existait aucun lien entre la musique et les mathématiques. À la fin de la séquence, ces mêmes élèves ont affirmé qu'il existe bel et bien un lien fort entre la musique et les mathématiques au vu du cadre, de la notion de régularité, ... Ces élèves ont d'ailleurs obtenu de bons résultats.

Ainsi, bien que notre étude mériterait d'être effectuée à plus grande échelle, les résultats obtenus démontrent que par le biais de la motivation, la musique peut impacter les compétences en mathématiques. Plus largement, l'impact sur la réussite scolaire est notable puisque l'éducation musicale influence la motivation des élèves.

3) Pour aller plus loin : De nouveaux outils pédagogiques

3.1) Ateliers

En ce qui concerne les savoirs liés à la musique et aux mathématiques, nous pourrions émettre l'hypothèse que si nous abordons ces deux disciplines dès la primaire voire la maternelle, les résultats des élèves s'amélioreraient davantage. Nous déterminerions ainsi que plus tôt la musique est pratiquée, plus tôt le lien de causalité entre ces deux domaines pourra être établi, entraînant l'amélioration des compétences en mathématiques.

Par conséquent, cela nécessite une conscience mathématique de la part du professeur, avec l'accompagnement et le développement de l'écoute active des élèves afin d'influencer le développement de leur cerveau, ce qui impacterait leurs résultats dans les autres domaines (hors musical).
De prime abord, la musique ne semble pas essentielle à l'être humain.
A l'enfance, le cerveau est en plein développement. Dès le plus jeune âge, les activités musicales interactives facilitent le développement cognitif des enfants et représente des avantages, comme nous avons pu l'observer dans *La*

symphonie neuronale, où une étude a montré que la musique a un effet sur le long terme (cf. Partie théorique).

La musique est une nécessité biologique pour l'être humain ; elle contribue à construire le cerveau et à la survie de l'espèce[76]. Ainsi, il est légitime de supposer que plus tôt la musique est pratiquée, plus tôt la musique exercera une influence sur l'acquisition de compétences dans un autre domaine, dans notre cas les mathématiques.
Par ailleurs, dans le cadre d'une séquence associant ces deux disciplines, nous pouvons imaginer l'intervention d'un expert dans le domaine de la musique et des mathématiques. Ce, afin d'apporter de nouveaux outils aux élèves sur l'approche de la musique par les mathématiques.

Ce sujet pourrait être approfondi lors de la deuxième année du master, car nous aurons plus de classes, plus d'élèves et donc plus de résultats. Les différentes hypothèses émises nécessitent des résultats à plus grande échelle afin d'avoir des données plus solides.

3.2) Pour des élèves de lycée adapté à des élèves de 3ème, voire de 4ème

L'atelier « Mathématiques, Dessinez-moi la musique » par Monsieur Andreatta accompagné par le programme de l'Éducation nationale, nous a démontré que le fait de mêler mathématiques et musique jouent un rôle dans l'apprentissage. Il serait intéressant de transposer ce type d'activités à des élèves de 3ème voire de 4ème en supposant que des activités pour des collégiens qui impliqueraient ces deux domaines, devraient jouer un rôle dans leur apprentissage.

3.2.1) Activités liés au formes géométriques et aux accords

Pour commencer, nous pouvons proposer aux élèves des activités sur les accords mineur et majeur, et sur les formes géométriques.

[76]E.Bigand, B. Tillman (2020) – *La symphonie neuronale, Pourquoi la musique est indispensable au cerveau*, humenSciences/Humensis, résumé quatrième de couverture

Pour cela, nous représentons une portion du piano de manière cyclique (cf. Figure 3.2.1.1).

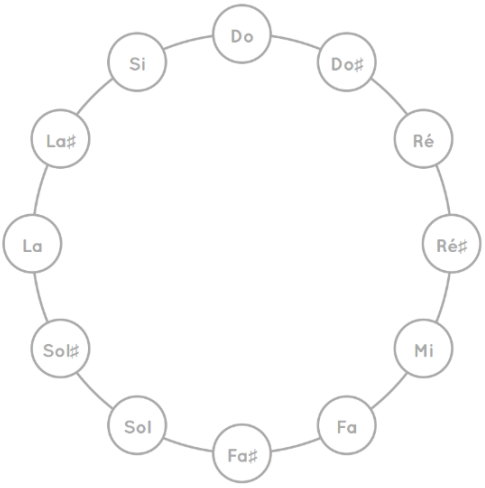


Figure 3.2.1.1 : Le cercle chromatique[77]

A partir de ce cercle, les élèves devront colorier différents triangles (équilatéral, …) puis à partir des notes indiquées, ils devront jouer l'accord représenté par le triangle au piano. Mathématiquement, chaque accord correspond à une forme géométrique. Par ce biais, nous pourrions aborder les notions d'accords majeur et mineur avec les élèves.

Par la suite, à partir des accords, nous pourrions aborder les symétries avec les élèves.
Si nous superposons un accord majeur avec sa relative mineure, nous pouvons observer un axe de symétrie (cf. Figure 3.2.1.2). Nous pourrions demander aux élèves de trouver cet axe.

[77] Photo extraite de https://guichaoua.gitlab.io/web-hexachord/

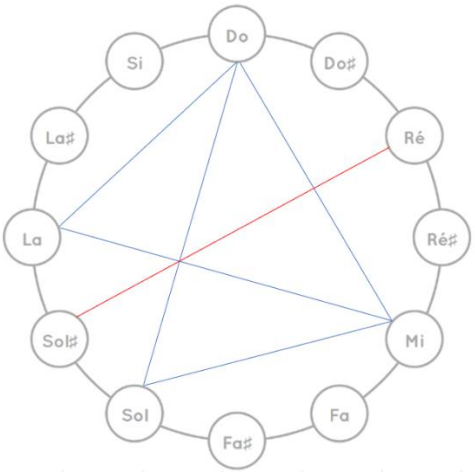


Figure 3.2.1.2 : Superposition de l'accord Majeur de Do et de sa relative mineure (La mineur)

L'axe de symétrie au niveau du Ré transforme un accord de Do Majeur en sa relative mineure. Il y a donc une dualité entre l'accord majeur et l'accord mineur, et cette dualité s'exprime à travers la notion de symétrie.
Ce travail pédagogique mêle la production et la perception à travers la collaboration de la musique avec les mathématiques.

3.2.2) Activité sur la longueur des cordes

Dans un EPI impliquant la musique et les mathématiques pour des élèves de $3^{ème}$, nous pouvons expérimenter une activité inspirée du monocorde en mesurant la partie colorée correspondant à la longueur de la corde puis en établissement le rapport de fréquence (cf. Figure 3.2.2.1).

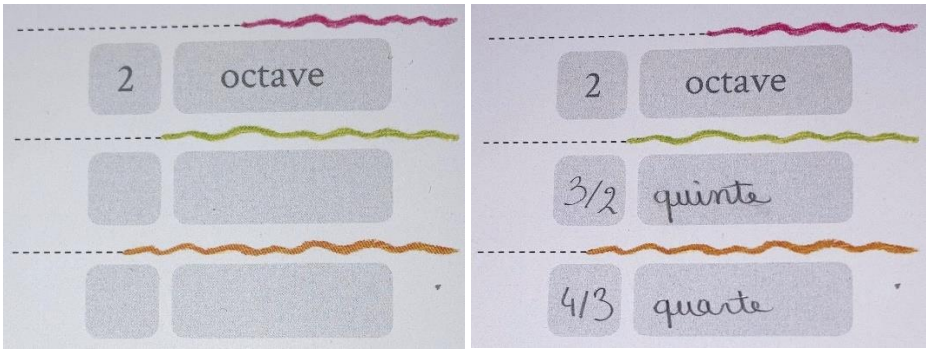


Figure 3.2.2.1 : Activité inspirée du monocorde[78] et résultats

Nous obtenons ainsi les 3 intervalles de base (octave, quinte, et quarte). Puis nous pouvons construire la gamme de Pythagore Do Ré Mi Fa Sol La Si, en utilisant les fractions car le rapport de la quinte est 3/2.
Quand je multiplie 3/2 par 3/2 j'obtiens la quinte de la quinte et donc le Ré aigu. Pour obtenir le Ré grave, je multiplie par 1/2 car le rapport de fréquence de l'octave est de 2.
En divisant la corde en 9 parties, et en prenant 8 parties, l'élève devrait entendre le Ré en frappant la corde.
De cette manière, nous pouvons construire tous les intervalles.

Notes	Rapport de fréquence
Do (grave)	1
Ré	9/8
Mi	81/64
Fa	4/3
Sol	3/2
La	27/16
Si	243/128
Do (aigu)	2

Figure 3.2.2.2 : Construction de la gamme de Pythagore à partir de la quinte

Ainsi, un élève avec sa corde et des fractions, peut mesurer Do Ré Mi Fa Sol La Si comme le faisait Pythagore.

[78] Figure extraite du dépliant de l'Atelier – « Mathématiques, Dessinez-moi la musique », (version pdf disponible en ligne sur la page du projet ProAppMaMu : http://repmus.ircam.fr/moreno/proappmamu, consultée en mars 2022)

Ce projet interdisciplinaire serait captivant à aborder en étudiant la théorie avec le professeur de mathématiques, et en produisant différents sons, différents intervalles à partir d'une corde et ainsi mélanger la production et la perception du son en cours d'éducation musicale.
À noter que les élèves de lycée abordent cette partie pour étudier le résultat profond qui se cache derrière ces fractions. Car avec des pas de quinte, c'est-à-dire des pas de 3/2 multiplié par 3/2 etc., nous montons dans la spirale de quinte (cf. Figure 3.2.2.3).

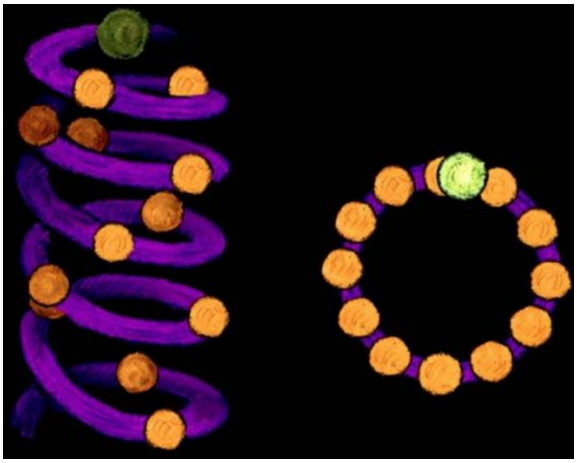


Figure 3.2.2.3 : A gauche la spirale de quintes et à droite la représentation circulaire de la spirale ; le point vert correspond au 12ème point [79]

Lorsque nous montons 12 fois dans la spirale, nous obtenons un point dont la projection est très proche de la projection du point de départ. Le point de départ et le point 12 ne se superposent pas complétement (cf. Figure 3.2.2.3). D'autant plus qu'à une certaine puissance, 3/2 ne sera jamais un multiple de l'octave (2^m).

Pour démontrer cela, les élèves de lycée effectuent un raisonnement par l'absurde.

Démonstration : $(\frac{3}{2})^n \neq 2^m$

[79] Capture d'écran réalisée à partir du film pédagogique « Musique et mathématiques : histoire d'une rencontre », consultée le 31/05/22 et disponible en ligne sur le site VideoDiMath du CNRS consacré à la diffusion des mathématiques (https://video.math.cnrs.fr/musique-et-mathematiques/)

$$(\frac{3}{2})^n = 2^m$$

$$\frac{3^n}{2^n} = 2^m$$

$$3^n = 2^m \times 2^n$$

$$3^n = 2^{(m+n)}$$

Pour n= 2

$$3^2 = 9 \neq 2^{m+2}$$

Ce résultat s'explique par le fait que 3^2 vaut un chiffre impair alors que 2^{m+2} vaut un chiffre pair. Nous rappelons que $\sqrt[n]{2}$ est un nombre irrationnel. Ainsi le cycle des quintes est infini car $(\frac{3}{2})^n \neq 2^m$.

Nous parlerons de spirale de quintes, car le son peut être représenté comme une ligne infinie qui s'enroule sur elle-même. Le cercle chromatique, quant à lui, est une projection de cette spirale.

À noter que cette imperfection ($(\frac{3}{2})^n \neq 2^m$) est appelée *coma* et est à l'origine des battements. Pour minimiser ces battements, les musiciens accordent leur instrument.

3.2.3) Activités rythmiques

Pour l'activité rythmique décrite ci-dessous, nous allons nous inspirer du cercle chromatique.

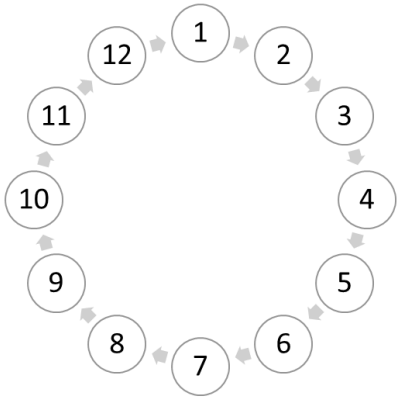


Figure 3.2.3.1 : Représentation circulaire de la pulsation

Les élèves seront amenés à dessiner différentes figures, puis à jouer le rythme correspondant en frappant dans les mains sur les côtés des polygones.

Par exemple, la réalisation de l'hexagone correspond à un rythme binaire (la noire). En réalisant par la suite un triangle équilatéral, les élèves devraient réaliser que ce rythme est deux fois plus long que le précédent (la blanche).

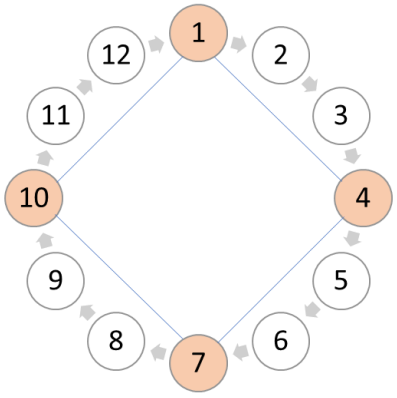


Figure 3.2.3.2 : Rythme lié au carré

En reproduisant le rythme lié au carré, nous percevons un rythme de valse. Par ce biais, les élèves pourront aborder le ternaire.

Pour aller plus loin dans les activités rythmiques, nous pouvons réaliser le rythme lié aux touches blanches du clavier puis s'inspirer de *Clapping music* de Steve Reich.

Nous utilisons la représentation circulaire (cf. Figure 3.2.3.1).
Un groupe joue un rythme stable, tandis que l'autre groupe se décale. Ce dernier effectue des rotations. Plus précisément, les deux groupes jouent ensemble la première fois et ensuite le deuxième groupe se décale. Les deux groupes se retrouvent au point de départ au bout de 12 rotations. Ceci est une réalisation concrète du cycle des quintes.
Pour s'entraîner, il existe des applications téléphoniques par *London Symphony Orchestra*. Dans le cadre d'une collaboration impliquant l'éducation musicale et les mathématiques, en lien avec une séquence (cf. Annexe 3) nous pouvons orchestrer un projet musical, un spectacle à partir du processus compositionnel à la base de la pièce *Clapping music* de Steve Reich, et de ses multiples variantes.

3.2.4) Activité à travers le canon énigmatique de J.S. Bach

Le canon énigmatique « à l'écrevisse » à deux voix de Bach, contenu dans l'*Offrande Musicale*, serait intéressant à aborder avec les élèves puisqu'il est la démonstration musicale d'un concept mathématique. Nous parlons d'un canon énigmatique à deux voix car une seule voix est donnée par le compositeur, la deuxième voix nécessitant d'être identifiée par l'interprète. La solution à l'énigme vient du fait que la première voix se lit à l'endroit et la deuxième voix se lit à l'envers, c'est-à-dire en partant de la fin, de droite à gauche.
Pour arriver au canon à deux voix, il faut superposer ces deux voix. La superposition de celles-ci montre que le début est égal à la fin avec une torsion. Tout est symétrique : ce qu'il y a en haut se trouve en bas mais lu à l'envers.
Géométriquement, nous obtenons un ruban de Möbius (cf. 3.2.4.1).

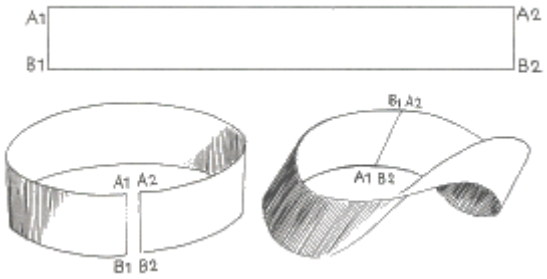


***Figure 3.2.4.1 : Le ruban de Möbius*[80]**

Avec cette pièce, Bach a eu l'intuition d'un concept mathématique, le ruban de Möbius, qui a été découvert quelques siècles plus tard par des mathématiciens.
Toutefois, dans ce procédé de canon, Bach a créé une pièce qui se joue selon le principe du ruban de Möbius. La particularité de ce ruban est qu'il n'a qu'une seule face et pas d'orientation globale. Ce ruban est un exemple de structure non orientable (nord-sud) avec une face. Il existe une vidéo de Jos Leys[81] expliquant ce principe correctement. Il serait pertinent de visionner cette vidéo avec les élèves pour les aider à comprendre la construction du ruban de Möbius à partir d'un procédé musical.

Ces différentes activités peuvent aisément être intégrées à une séquence. Ainsi, comme nous avons pu l'observer à travers ces différentes activités, le lien entre la musique et les mathématiques est solide.

[80]Therese Eveilleau – *Le ruban de Möbius*, consulté le 31 mai 2022 à l'adresse : http://therese.eveilleau.pagesperso-orange.fr/pages/delices/textes/mobius.htm
[81] Jos Ley, J.S. Bach – "Crab Canon on a Möbius Strip". Vidéo disponible à l'adresse : https://www.youtube.com/watch?v=xUHQ2ybTejU&ab_channel=JosLeys, dernière consultation le 31 mai 2022.

CONCLUSION

Avec les élèves de première année du master MEEF Éducation musicale, nous avons réalisé une cartographie (cf. Annexe 4) regroupant les mots-clés liés à l'enseignement. À partir de celle-ci, nous avons pu définir le terme d'apprentissage (cf. Annexe 5).
L'apprentissage est une notion qui relie l'élève à son enseignant. D'une part, l'enseignant joue un rôle essentiel dans la transmission des connaissances intellectuelles et pratiques. D'autre part, l'apprentissage dépend indiscutablement de la motivation des élèves. De fait, la motivation est un facteur capital à l'acquisition de compétences.
Ainsi, la musique est avantageuse par la motivation qu'elle procure aux élèves.
Elle est également avantageuse pour l'éducation car elle impacte le développement cognitif des élèves sous de multiples facettes, et ce tout au long de la scolarisation (de la maternelle à la fin du lycée). Elle contribue également à « l'épanouissement émotionnel et sociale de l'enfant »[82]. En nous rappelant que le bien-être de l'enfant est un critère important pour sa réussite scolaire.
Avec plus d'heures d'éducation musicale, nous devrions avoir de meilleurs résultats en mathématiques, si et seulement si les œuvres musicales sont accompagnées par un apprentissage des mathématiques à partir de la musique.

Une collaboration entre professeurs et l'Éducation nationale est nécessaire pour inclure la « Mathémusique » au sein de la scolarité des collégiens, comme existante pour les classes de seconde et première.

La mise en place d'un tel programme pour les lycéens démontre que l'Éducation nationale favorise l'apprentissage de concepts plus complexes présents à la fois dans la musique et les mathématiques comme le son, le tempérament, les intervalles.

Nous pourrions ainsi élargir la « Mathémusique » à des élèves de collège, en particulier des élèves de 3ème voir de 4ème en nous appuyant sur ce qui est mis en place au lycée, et sur le programme de ces deux niveaux.

[82] E.Bigand, B. Tillman (2020) – *La symphonie neuronale*, Pourquoi la musique est indispensable au cerveau, humenSciences/Humensis *op.cit.*p.109

La difficulté pour des élèves plus jeunes serait de ne pas être en mesure d'apprécier les mathématiques que nous lui proposons à partir de la musique, contrairement à des élèves de lycée où il y a un accord avec le programme de l'Éducation nationale.

PERSPECTIVES

Selon *La symphonie neuronale*, depuis les années 1990, d'autres résultats ont confirmé les effets positifs des interventions musicales sur le développement cognitif et la réussite à l'école. Les enfants qui pratiquent la musique obtiennent de meilleurs résultats au collège et au lycée, et ce dans toutes les matières, dont les mathématiques. D'autres facteurs favorables dont environnemental ajoutés à la musique expliquent cette réussite. Cependant, la musique à elle seule exerce une influence positive. « Il y a donc bien une relation de cause à effet » [83].

Les élèves des classes à horaires aménagés en musique (CHAM) ont de bons résultats scolaires en comparaison à des élèves témoins, c'est-à-dire des élèves qui ne pratiquent pas la musique et qui ne bénéficient pas de la CHAM. À grande échelle, il serait pertinent de comparer leurs résultats à des élèves « témoins » afin d'établir des statistiques.

Nous pouvons également étudier les résultats des élèves du dispositif d'éducation musicale et orchestrale à vocation sociale (DEMOS)[84]. Ce projet s'adresse aux « enfants issus de quartiers relevant de la politique de la ville ou de zones rurales insuffisamment dotées en institutions culturelles »[85]. Les enfants concernés bénéficient de cours de musique, et ils apprennent à jouer

[83] E.Bigand, B. Tillman (2020) – *La symphonie neuronale*, Pourquoi la musique est indispensable au cerveau, humenSciences/Humensis *op.cit*.p.95
[84] E.Bigand, B. Tillman (2020) – *La symphonie neuronale*, Pourquoi la musique est indispensable au cerveau,.*cit*.p.111
[85] Philharmonie de Paris – Le projet – Démos, consultée le 31/05/2022 à l'adresse : https://demos.philharmoniedeparis.fr/le-projet.aspx?_lg=fr-FR

d’un instrument. Ce projet se finalise par un concert à Paris, ce qui représente une source de motivation, un intérêt pour les élèves.

Nous supposons que ces élèves ont vu leurs résultats progressés pendant ce projet car leur pratique musicale accompagnée de l’écoute active a augmenté. Il serait adéquat de développer ces différents points et de vérifier ces hypothèses durant la deuxième année de master par des enquêtes et des statistiques en contactant les personnes en charge, les professeurs afin d’accompagner les élèves à l’année et d’inclure des résultats concrets dans cette recherche.
Nous pouvons nous interroger : si la musique n’influençait pas la réussite des élèves ni la construction de soi, pourquoi les agglomérations continueraient d’encourager à participer aux CHAM ainsi qu’au DEMOS ?

Ce mémoire est un travail préliminaire qui nécessite d’être approfondi de manière plus conséquente par un certain nombre de résultats et qui nécessite de mettre en relief différents angles de vue. Cela nécessite en partie d’avoir plus de retours sur les programmes et les formations en « Mathémusique ».

Ainsi, au cours de la deuxième année de master, nous continuerons les différents sondages à plus grande échelle afin de récolter des résultats plus fiables. Ce travail de recherche sera plus approfondi dans le but d’inclure des résultats statistiques. Nous pourrions aussi faire un sondage comparant les élèves qui ont une écoute active de ceux qui ont une écoute passive.

BIBLIOGRAPHIE

- Bigand E. (2018) - *Les bienfaits de la musique sur le cerveau*, Editeur Belin, Collection Cerveau et Bien-Etre
- Bigand E., Tillman B. (2020) – *La symphonie neuronale*, Pourquoi la musique est indispensable au cerveau, Editions humenSciences/Humensis
- Blocus A. (2018) – *L'impact de l'interdisciplinarité sur la motivation et la réussite scolaire (cycle 2)*. Education. Dumas-01915341
- Bucheton D., Soulé Y. (2009) – *Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées*, Lirdef, IUFM, UM2 Montpellier
- Building a case for art education (1991) : An annotated bibliography of major research 1990 – *Louisville: Kentucky Alliance for Arts Education.*
- Deci E. L., Ryan R. M. (2000) – Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.
- Eisner E. W. (1998) – Does Experience in the Arts Boost Academic *Achievement? National Art Education Association*, Vol. 51, No. 1, Learning in and through Art.
- Forseth S. (1980) – Arts activities, attitudes, and achievement in elementary mathematics. *Studies in Art Education*, 2A (2) 22-27.
- Foucault M. (1975). *Surveiller et punir*. Naissance de la prison. Paris : Gallimard.
- Luftig R. (1993, 1994) – The schooled mind: Do the arts make a difference? Years 1 and 2. Oxford, *OH: Center for Human Development, Learning, and Teaching*, Miami University.
- Madsen C. (1981) – Music lessons and books as reinforcement alternatives for an academic task. *Journal of Research in Music Education*, 29(2), 103-110.
- Moreno S., Bialystok E., Barac R., Schellenberg E.G., Cepeda N.J., Chau T. (2011) – *Short-Term Music Training Enhances Vernal Intelligence and Executive Function*
- Moussard A., Rochette F., Bigand E. (2012-2013) - *La musique comme outil de stimulation cognitive*, dans L'Année psychologique, Laboratoire LEAD – CNRS UMR 5022, Université de Bourgogne, Dijon, France, Laboratoire BRAMS, Université de Montréal, Canada, Institut Universitaire de France
- Murfee E. (1995) – Eloquent evidence: Arts at the core of learning. Washington, *DC: President's Committee on the Arts and Humanities*.

- Viau R. (2015) – *La motivation en contexte scolaire*, 2e édition, De Boeck.
- Vincent G. (1980). *L'école primaire française*. Etude sociologique. Lyon : Presses universitaires de Lyon, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme

SITOGRAPHIE

- Académie de Besançon (2021) – *Qu'est-ce que le climat scolaire ?* Consultée le 06/06/22 à l'adresse suivante : https://www.ac-besancon.fr/qu-est-ce-que-le-climat-scolaire-121574#:~:text=Le%20climat%20scolaire%20concerne%20toute,le%20personnel%20de%20l'%C3%A9cole.
- Andreatta M. (2020) – « Peut-on faire des maths à partir de la musique et vice-versa ? » Formation à destination des professeurs de Collèges et Lycées dans le cadre des rencontres inter-académiques. Descriptif disponible en ligne à l'adresse : http://repmus.ircam.fr/_media/moreno/descriptif_conf_maths-musique_moreno_andreatta_26_11_2020.pdf, consultée le 31/05/22
- Assistance scolaire personnalisée (asp) – *La construction de la gamme de Pythagore*, consultée le 31/05/22 à l'adresse suivante : https://www.assistancescolaire.com/eleve/1re/enseignement-scientifique/reviser-le-cours/1_sci_28#:~:text=Pythagore%20a%20fait%20des%20cycles,on%20multiplie%20par%204%2F3.&text=Pour%20calculer%20le%20cycle%20de,des%20puissances%20de%203%2F2.&text=Dans%20une%20quinte%2C%20l'intervalle,les%20notes%20est%203%2F2.
- Bayette C. (2019) – *Mathémusique : introduction au théorème de l'hexacorde*, Images des mathématiques, CNRS, consultée le 06/06/22 à l'adresse : http://images.math.cnrs.fr/Mathemusique-Introduction-au-theoreme-de-l-hexacorde.html,
- Blocus A. (2018), *L'impact de l'interdisciplinarité sur la motivation et la réussite scolaire (cycle 2)* consultée le 31/05/22 à l'adresse suivante : https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01915341
- Bouvet J.F. (2016) – *Musique, le cerveau à la fête*, article publié dans Le Point Débats, consultée le 07/06/22 à l'adresse suivante : https://www.lepoint.fr/debats/jean-francois-bouvet-musique-le-cerveau-a-la-fete-19-06-2016-2047906_2.php

- Bucheton D., Soulé Y. (2009) – *Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées*, consultée le 06/06/22 à l'adresse suivante : https://journals.openedition.org/educationdidactique/543
- Capture d'écran réalisée à partir du film pédagogique « Musique et mathématiques : histoire d'une rencontre », consultée le 31/05/22 et disponible en ligne sur le site VideoDiMath du CNRS consacré à la diffusion des mathématiques : https://video.math.cnrs.fr/musique-et-mathematiques/
- Darbellay F. (2011) – *Vers une théorie de l'interdisciplinarité ? Entre unité et diversité*, Institut Universitaire Kurt Bösch, Sion, consultée le 06/06/22 à l'adresses suivante : http://id.erudit.org/iderudit/1007082ar
- Définition du mode myxolydien, consultée le 31/05/22 à l'adresse suivante : https://www.lacartemusique.fr/le-mode-mixolydien/
- Demba J. J. – *La notion de réussite scolaire*, CRIRES, Université Laval, Québec., consultée le 31/05/2022 à l'adresse suivante : https://periscope-r.quebec/medias/la_notion_de_reussite_scolaire.pdf
- Éduthèque de la Philharmonie de Paris, Francis Beaubois – *Pythagore et l'art de faire entendre les nombres*, Fiches thématiques, consultée le 31/05/2022 à l'adresse : https://edutheque.philharmoniedeparis.fr/pythagore-entendre-les-nombres.aspx
- Eveilleau T. – *Le ruban de Möbius*, consulté le 31/05/2022 à l'adresse : http://therese.eveilleau.pagesperso-orange.fr/pages/delices/textes/mobius.htm
- Faculté d'éducation – *Pourquoi une approche interdisciplinaire ?* Laboratoire interdisciplinaire littérature et mathématiques. Consulté le 31/05/2022 à l'adresse : https://www.usherbrooke.ca/litt-et-maths/fondements/pourquoi-une-approche-interdisciplinaire
- Feyfant A. (2014) – *Réussite éducative, réussite scolaire ?* Note de Veille de l'IFÉ, Observatoire de la Réussite éducative, Veille et analyses – IFÉ – ENS de Lyon, consultée le 06/06/22 à l'adresse : http://observatoire-reussite-educative.fr/problematiques/reussite-scolaire-reussite-educative/rapports-dossiers/reussite-educative-reussite-scolaire-1/dossier-veille-analyse
- Figure extraite du dépliant de l'Atelier – « Mathématiques, Dessinez-moi la musique » (version pdf disponible en ligne sur la page du projet ProAppMaMu : http://repmus.ircam.fr/moreno/proappmamu, consultée en mars 2022)

- Figures partie I, *1.1.1, 1.2.2*, Gaechter Judith, réalisées en fin avril 2022
- Figures partie II, *1.2.1, 1.2.2, 2.1.1.1, 2.1.1.2, 2.1.1.3, 2.1.2.1, 2.1.2.2, 2.1.3.1, 2.3.1, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.2.2.2, 3.2.3.1, 3.2.3.2*, Gaechter Judith, réalisées en fin avril 2022
- IB World, Le blog de la communauté de l'IB (2018) – *Les mathématiques et la musique en harmonie*, Baccalauréat international, consultée le 31/05/22 à l'adresse suivante : https://blogs.ibo.org/blog/2018/09/13/les-mathematiques-et-la-musique-en-harmonie/?lang=fr
- Illustration de la page de garde : https://www.spreadshirt.ch/fr/shop/design/musique+orchestre+dessin+au+trait+minimaliste+t-shirt+enfant-D5e7482d05fd3e41db0bbc314?sellable=5admwbDL55FngNl4aXeb-724-9
- Jos Ley, J.S. Bach – "*Crab Canon on a Möbius Strip*". Vidéo disponible et consultée le 31/05/22 à l'adresse : https://www.youtube.com/watch?v=xUHQ2ybTejU&ab_channel=JosLeys
- Kahn S. (2011). *La relativité historique de la réussite et de l'échec scolaires*. Education et francophonie, XXXIX (1), 54-66, consultée le 31/05/22 à l'adresse suivante : https://id.erudit.org/iderudit/1004329ar
- Magazine-savoir (2016) – *Quelques définitions sur la réussite scolaire et la réussite éducative*, consultée le 31/05/22 à l'adresse suivante : https://www.magazine-savoir.ca/2016/07/06/quelques-definitions-reussite-scolaire-reussite-educative/
- Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse – *Climat scolaire et bien-être à l'école*, consultée le 06/06/22 à l'adresse suivante : https://www.education.gouv.fr/climat-scolaire-et-bien-etre-l-ecole-9335
- Ministère de l'Éducation nationale et de la jeunesse – *Climat scolaire et prévention des violences*, consultée le 06/06/22 à l'adresse suivante : https://www.education.gouv.fr/climat-scolaire-et-prevention-des-violences-11918
- Ministère de l'Éducation nationale et de la jeunesse – *Enseignements primaire et secondaire*, Relations École – Parents, Renforcer la coopération entre les parents et l'école dans les territoires, Bulletin Officiel de l'Éducation nationale, de la jeunesse et des sports, NOR : REDE1324999C, Circulaire n° 2013-142 du 15-10-2013, RED - DGESCO B3-3 et B3-1, consultée le 31/05/2022 à l'adresse : https://www.education.gouv.fr/bo/13/Hebdo38/REDE1324999C.htm
- Ministère de l'Éducation nationale et de la jeunesse, Eduscol – *Améliorer le climat scolaire pour une École de la confiance*, consultée le 06/06/22 à

l'adresse suivante : https://eduscol.education.fr/976/ameliorer-le-climat-scolaire-pour-une-ecole-de-la-confiance

- Moussard A., Rochette F., Bigand E. (2012-2013) - *La musique comme outil de stimulation cognitive*, dans L'Année psychologique, disponible et consultée le 15/04/22 à l'adresse suivante : https://www.researchgate.net/publication/276220506_La_musique_comme_outil_de_stimulation_cognitive
- Philharmonie de Paris – *Le projet – Démos*, consultée le 31/05/2022 à l'adresse : https://demos.philharmoniedeparis.fr/le-projet.aspx?_lg=fr-FR
- Photo du cercle chromatique, extraite de https://guichaoua.gitlab.io/web-hexachord/, consultée le 31/05/22
- Photo du rapport des notes entres elles, extraite du site www.composer-sa-musique.fr, consultée le 31/05/22.
- Pierre Potvin (2010) – *La réussite éducative*, textes sur la réussite éducative, consultée le 31/05/22 à l'adresse : http://pierrepotvin.unblog.fr/textes-sur-la-reussite-educative/
- Psychomédia (1996) – *Définition : Matière blanche (cerveau)*, consultée le 31/05/22 à l'adresse suivante : http://www.psychomedia.qc.ca/lexique/definition/matiere-blanche-du-cerveau#:~:text=La%20mati%C3%A8re%20blanche%20du%20cerveau,des%20diff%C3%A9rentes%20r%C3%A9gions%20du%20cerveau.
- Psychomédia (2012) – *Définition : Matière grise (cerveau)*, consultée le 31/05/22 à l'adresse suivante : http://www.psychomedia.qc.ca/lexique/definition/matiere-grise-du-cerveau
- Réseau Canopé – *Climat scolaire : le site web national de référence*, consultée le 30/05/22 à l'adresse suivante : https://www.reseau-canope.fr/notice/climat-scolaire_6712.html
- Réseau Canopé, Marie-Françoise Olivier, Nathalie Reveyzaz (2016) – *Une définition de l'interdisciplinarité*, consultée le 30/05/22 à l'adresse : https://www.reseau-canope.fr/notice/une-definition-de-linterdisciplinarite.html
- Reverdy C. (2016) – *L'utilisation de l'interdisciplinarité dans le secondaire*, IFÉ-ENS de Lyon, Veille et analyses, Université de Lyon, consultée le 06/06/22 à l'adresse : https://edupass.hypotheses.org/929
- Vidéo RadioFrance, Peretz I. (2018) - « Apprendre la musique », Odile Jacob, La Grande table « Des idées à partager », consultée le 06/06/22 à l'adresse suivante : https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/la-grande-table-2eme-partie/le-cerveau-musical-d-isabelle-peretz-4239151

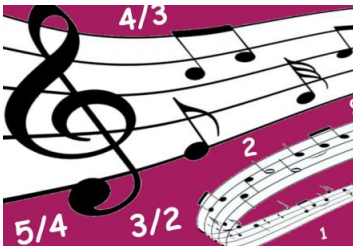
ANNEXE

Annexe 1
FICHE SÉQUENCE ÉLÈVES MUSIQUE ET MATHS

SÉQUENCE 3 : LA MUSIQUE ET LES MATHÉMATIQUES

Quel est le lien entre la musique et les mathématiques ?

Vocabulaire



La **pulsation** : C'est un **battement régulier**.

Le **tempo** : C'est la **vitesse** de la **pulsation**.

Exemple : **LENTO** – **MODERATO** – **PRESTO**

La **carrure** : C'est la façon d'**organiser** la musique **par période de 4 mesures** (ou un de ses multiples : 8,16).

Ecoute de référence Titre de l'œuvre : ***Sweet Home Chicago***
Interprété par : Union Of Sound

Compositeur : **Robert Johnson**

Couplet 1	MI	LA	MI	LA	MI	SI	LA	MI
Couplet 2	MI	LA	MI	LA	MI	SI	LA	MI
Couplet 3	MI	MI	MI	LA	MI	SI	LA	MI

Ecoutes complémentaires

Œuvre 1: *Dueling Banjos* de Eric Weissberg, Steve Mandell

Œuvre 2 : *Serenade I*, Trio de Mozart

Œuvre 3 : *Living's Variation* de Philippe Cohen Solal, Chassol

Œuvre 4 : *Nagoya Marimbas* (arr. for flute) de Steve Reich

La durée des notes

Symbole	Nom	Valeur (durée)

PROJET MUSICAL : **SOULMAN** de **Ben l'Oncle Soul**

COUPLET 1

MI LA
J'ai p**as** le regard de Spike L**ee**,
MI SI
J'ai p**as** l'génie de De Vin **ci**
MI LA
J'ai p**as** les pieds sur terre, la pat**ience** de ma banquière,
LA# SI
Oh ! J'ai p**as**.. ces choses-l**à**...

MI LA
J'ai p**as** la sagesse de Gand**hi**,
MI SI
L'assur**ance** de Mohammed Al**i**,
MI
LA
J'ai p**as** l'âme d'un gangster, la bont**é** de l'abbé Pierre,
LA# SI
Ni l'aur**a** de Guévar**a** ...

COUPLET 2

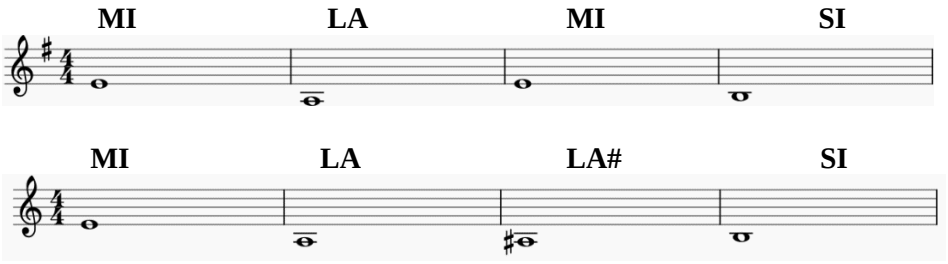
MI LA
J'ai p**as** l'physique des magaz**ines**,
MI SI
J'ai p**as** l'humour de Charlie Chapl**in,**
MI LA
J'ai p**as** la science infuse, le sav**oir**-faire de Bocuse,
LA# SI
Non, je n'ai **pas** ces choses-l**à**...

MI LA
J'ai p**as** la chance de Neil Armst**rong**,
MI SI
J'ai p**as** la carrure de King K**ong**,
MI LA
Plus**ieurs** cordes à mon arc, la ferv**eur** de Rosa Parks,
LA# SI
Ni le cou**rage** de Mande**la**

REFRAIN

Je n'suis qu'un soulman ; écoute ça, baby !
J'suis pas un superman ; loin de là
Juste moi, mes délires, j'n' ai rien d'autre à offrir,
Mais je sais qu'enfin, c'est déjà ça...
Oh, oh, ouh

Accompagnement au clavier (rythmique)



OBJECTIFS

	1	2	3	4
Reconnaître des formules rythmiques (ronde, blanche, noire, croche)				
Pouvoir reconnaître si un morceau a une pulsation, une carrure ou non				
Pouvoir chanter le couplet 1 et le refrain par cœur				
Belle version de classe du chant				
Accompagnement au piano du premier couplet en comptant				
Accompagnement du refrain à la batterie				

Annexe 2

FICHE SEQUENCE SYNTHESE

Année scolaire	Cycle 4	Niveau 5ème	Séquence
2021-2022			

La musique et les mathématiques

Problématique

Quel lien existe-t-il entre la musique et les mathématiques ? (Réponse : il existe un lien étroit, qui peut être distendu)

	Compétences ciblées (perception et production)	Domaines du socle commun de connaissances, de compétences et de culture
Chanter, interpréter, réaliser des projets musicaux…	Interpréter un projet devant d'autres élèves	Domaines 1.4, 3, 5
Ecouter, comparer, commenter, construire une culture musicale commune	Analyser des œuvres musicales	Domaines 1.4, 2, 5 (espace, temps)
Echanger, partager, argumenter et débattre	Argumenter une critique adossée à une analyse	Domaines 1.4, 3, 5

Domaines de compétences et vocabulaire **Timbres et espace, dynamique, temps et rythme, forme, successif et simultané, styles**
Lexique de référence : tempo, durée, pulsation, carrure, style (blues, country, classique, contemporain)

Œuvre de reference: Blues(rock) – *Sweet Home Chicago*, Union Of Sound
Œuvres complémentaires :
Country - *Dueling Banjos*, Eric Weissberg, Steve Mandell
Classique - *Serenade 1*, Mozart
Contemporain – *Living's Variation*, Philippe Cohen Solal, Chassol (sans carrure)
Contemporain – *Nagoya Marimbas* (arr. for flute) de Steve Reich

Projet musical: ***Soulman*, Ben l'Oncle Soul (2010)**

Histoire des arts : architecture, bâtiment

Objectifs

- Savoir définir une ronde, une blanche, une noire, une croche en termes de pulsation (ronde = quatre temps), et entre elles (ronde = deux blanches par exemple)
- Connaître le vocabulaire lié au tempo, à la carrure, au style (définition tempo, carrure dans doc élèves)
- PM : réussir à accompagner au piano le premier couplet en utilisant les mathématiques (grille blues, mesure à quatre temps : on joue sur le premier temps) + belle version de classe de *Soulman*

Evaluations

- Note de participation orale
- Reconnaître des formules rythmiques + écoutes : écoutes avec et sans carrure (+ quelles styles) -> pas trop difficile
- Note d'investissement dans le PM : Pouvoir chanter le chant par cœur, accompagnement au piano sur le couplet/batterie sur refrain

Annexe 3

FICHE SEQUENCE IRREGULARITE

Année scolaire	Cycle 4	Niveau 3ème	Séquence
2021-2022			
L'irrégularité			

Problématique

L'irrégularité peut-elle être harmonieuse ?

	Compétences ciblées (perception et production)	Domaines du socle commun de connaissances, de compétences et de culture
Chanter, interpréter, réaliser des projets musicaux…	Réaliser des projets musicaux dans un cadre collectif (classe), en petit groupe ou individuellement Tenir sa partie dans un contexte polyphonique.	Domaines 1.4, 3, 5
Ecouter, comparer, commenter, construire une culture musicale commune	Mobiliser sa concentration sur des objets musicaux longs et/ou complexes Associer des références relevant d'autres domaines artistiques aux œuvres musicales étudiées	Domaines 1.4, 2, 5
Explorer, imaginer, créer et produire	Identifier, rechercher et mobiliser à bon escient les ressources documentaires nécessaires à la réalisation d'un projet	Domaines 1.4, 2, 5
Echanger, partager, argumenter et débattre	Contribuer à l'élaboration collective de choix d'interprétation ou de création	Domaines 1.4, 3, 5

Domaines de compétences et vocabulaire **Timbres et espace, dynamique, temps et rythme, forme, successif et simultané, styles**
Prérequis : avoir travaillé sur des musiques avec un cadre clair, des musique binaires

Œuvre de reference : *Unsquare Dance*, Dave Brubeck
Œuvres complémentaires :
Musique pour le film *La Planète des singes*, Jerry Goldsmith
***Piano Phase*, Steve Reich**
***Recomposed by Max Richter Vivaldi The Four Seasons*, "Winter", Max Richter**

Projet musical: *America*, Steve Reich

Histoire des arts :
« Maison dansante », immeubles de bureaux, 1994-96, Prague, Frank Gehry
Grotte Chauvet, peintures et gravures datant de l'Aurignacien et du Gravettien

Objectifs

- Interpréter une musique irrégulière (projet musical) en classe entière, par petits groupes voire en individuel pour vérifier que la notion d'irrégularité s'ancre bien dans l'esprit des élèves

- Créer une courte pièce, une petite cellule rythmique avec une métrique irrégulière ou mouvante en percussion corporelle (clap, …).

- Identifier différents types d'irrégularité

Evaluations

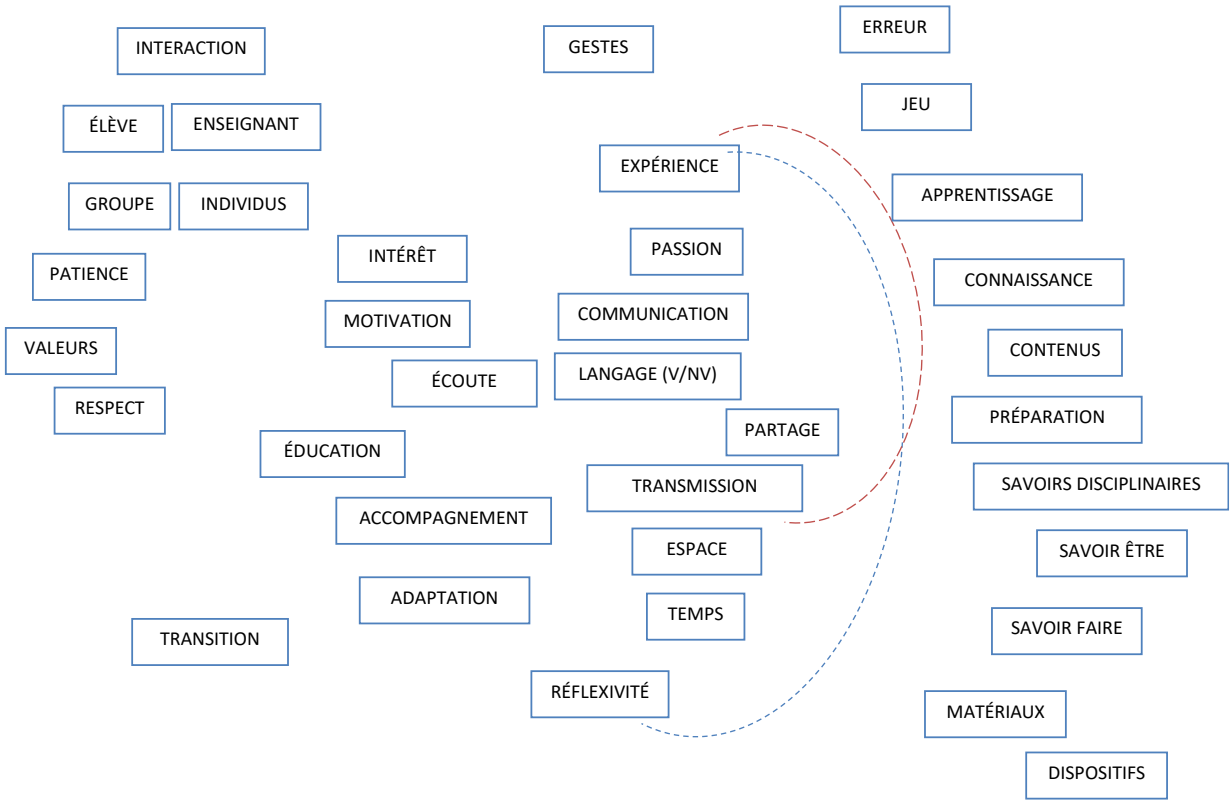
- Evaluation diagnostique sous forme de discussion autour de l'irrégularité

- Note de participation orale

- Note de réalisation du projet musical : Netteté et précision de la production, c'est-à-dire si la cellule rythmique ait correctement mise en place, avec les accents au bon endroit

Annexe 4

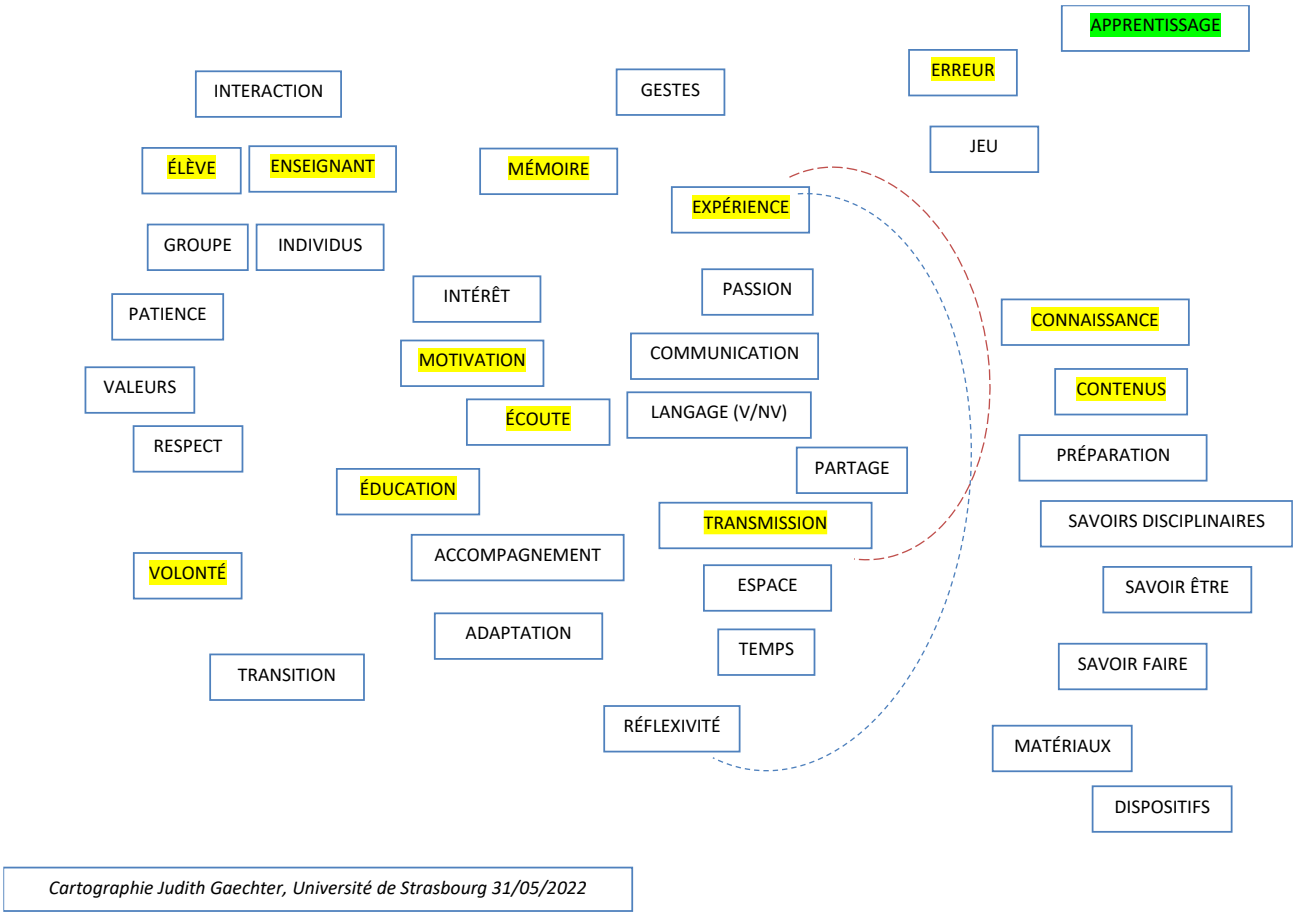
CARTOGRAPHIE ELEVES M1



Cartographie élèves du master 1, Université de Strasbourg 8/9/2021

Annexe 5

CARTOGRAPHIE JUDITH GAECHTER APPRENTISSAGE



Cartographie Judith Gaechter, Université de Strasbourg 31/05/2022