



Collégium arts, lettres, langues  
*Faculté des arts, département de musique*

Yiran Ma  
N° étudiant: 21915056

**Production stylistique de musique de film : explorer  
l'application de la théorie néo-riemannienne à la  
production de musique de film en prenant l'exemple  
d'Alice in Wonderland**

**Mémoire en vue de l'obtention du master mention  
Musicologie, parcours Écoute critique et Production en  
musiques actuelles**

Préparé sous la direction de M. Moreno Andreatta

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2023-2024



## SOMMAIRE

### Introduction

#### 1. Présentation du contexte

1.1 État de l'art sur la musique de film

1.2 Présentation des outils computationnels

1.3 Caractéristiques des films fantastiques et sa classification de style

#### 2. Analyse harmonique d'Alice in Wonderland à travers le Tonnetz

2.1 Scène fantastique/événement fantastique

2.2 Scène de mystère

2.3 Ennemis dangereux / Atmosphère dangereuse / Evasion

2.4 Scènes de poursuite/combat

2.5 Thème héroïque

2.6 Le thème d'amour et d'émotion

2.7 Thème final

#### 3. Outils de production stylisée existants pour la production musicale par ordinateur

3.1 L'évolution de musique assistée par ordinateur

3.2 Musique de film et musique assistée par ordinateur

3.3 Outils de production stylistique dans les VSTi

3.4 De la musique algorithmique à la composition musicale par intelligence artificielle

#### 4. Application de la NRT à la composition et production en musique de film

4.1 Les opérateurs de la NRT dans la composition stylistique

4.2 L'application pratique en production

4.3 Perspectives critiques sur l'utilisation de la NRT dans la production

### Conclusion

### Bibliographie



## Introduction

Le cinéma hollywoodien existe et évolue depuis plus de cent ans, et l'industrie cinématographique hollywoodienne a suivi les progrès de la technologie et de la société. Discipline que Bernard Herrmann<sup>1</sup> considérait autrefois comme négligée dans la recherche universitaire, l'étude musicologique en relation avec la musique de film devient aujourd'hui de plus en plus diversifiée et ouverte.

Avec l'industrialisation de la musique de film, une multitude de thèmes ont émergé, s'accumulant au fil du temps dans divers styles et genres tels que la science-fiction, l'aventure, le fantastique, les films de guerre, etc. La combinaison du cinéma et de la musique offre au public des expériences émotionnelles variées selon les genres de films, laissant des impressions diverses quant à l'interconnexion des sens visuels et auditifs. Par exemple, dans un film fantastique, la musique a le pouvoir de nous transporter dans une expérience magique, associant des images correspondantes dans l'esprit des spectateurs.

Aujourd'hui, des dizaines de milliers de films hollywoodiens ont peuplé de nombreuses étiquettes, chacune ayant ses propres caractéristiques stylistiques, reflétant l'industrialisation et la diversité des productions cinématographiques. De même, la musique de film possède ses propres compositions stylistiques, destinées non seulement à un film en particulier, mais souvent à chaque scène. Bien que devenir un maître en la matière demande un niveau d'étude et de pratique approfondi, la composition stylistique est essentielle pour les compositeurs qui cherchent à maîtriser tous les aspects de la musique de film et à en avoir un contrôle total.

Avec l'avènement de la production musicale par ordinateur et des home studios, le paysage musical hollywoodien a subi une transformation remarquable, transcendant les limites des grands projets de production. Désormais, même les musiques de film à grande échelle peuvent être conçues sur un simple ordinateur. Bien que les instruments virtuels (VSTi) aient encore du mal à reproduire fidèlement le son d'un orchestre enregistré en direct, les avancées dans ce domaine ont rendu les musiques de film produites par MAO tout à fait acceptables pour les projets plus modestes, grâce aux efforts des fabricants de VSTi.

---

<sup>1</sup> HUVET (Chloé), « La Musicologie du cinéma : enjeux disciplinaires et problèmes méthodologiques », *Intersections*. 2016, vol. 36, n° 1, p. 53-84.

Grâce à des techniques d'échantillonnage plus sophistiquées, les fournisseurs de VSTi ont réussi à simuler de manière convaincante le son des instruments. Aujourd'hui, une pléthore de VSTi offrent des phrases générées, comme Action Strings de Native Instruments, qui propose une variété de motifs et de textures basés sur des cordes échantillonnées, ajustables en tonalité et en tempo selon les besoins du compositeur. Des outils similaires comme Action Strikes pour les percussions et Action Woodwinds pour les instruments à vent sont également disponibles, facilitant la création musicale pour les compositeurs de tous niveaux.

Cependant, la composition ne se limite pas à la manipulation des sons instrumentaux et des textures ; la génération de progressions harmoniques pourrait représenter la prochaine frontière dans l'assistance aux compositeurs. Bien que cette approche soit déjà utilisée dans la musique électronique, son adaptation aux musiques de film pourrait être envisageable grâce à l'application de la théorie néo-riemannienne. Dans le cadre de mon mémoire, j'ai choisi d'analyser de manière approfondie les musiques de film fantastique de Danny Elfman comme exemples de cette exploration.

Elfman est né le 29 mai 1953 à Los Angeles. Il n'a pas reçu de formation musicale formelle, mais a appris en autodidacte les bases de la notation musicale. Ses premières expériences musicales se concentrent autour de deux troupes de théâtre fondées par son frère Richard Elfman dans les années 1970 : Le Grande Magic Circus et The Mystic Knights of the Oingo Boingo, cette dernière devenant le groupe de rock Oingo-Boingo. Danny Elfman, chanteur, guitariste et compositeur, entame progressivement une carrière dans la musique de film. Bien que principalement orchestral, le cœur du rock and roll n'a jamais été loin de son esprit. Son style musical est toujours empreint de fantaisie, de mystère et de folie, et le style gothique est également sa marque de fabrique<sup>2</sup>.

À sa manière, la musique de film de Danny a toujours été aussi bizarre et merveilleuse qu'un costume d'Halloween, et elle a toujours comporté de nombreux éléments liés à la fantaisie, dont beaucoup sont parfois sombres, bizarres, ludiques et effrayants. Ce style est devenu l'une de ses marques de fabrique dans les musiques de film, et bien que son travail soit devenu de plus en plus commercial depuis 2010, ses éléments fantastiques uniques l'ont toujours distingué des autres compositeurs. C'est pourquoi j'ai décidé de faire des recherches à ce sujet afin de mieux caractériser son style.

Ce style de musique lui a également permis de se lier d'amitié avec le réalisateur Tim Burton, qui était lui aussi un fan de Oingo Boingo. L'imagination des deux hommes était étroitement liée, le style

---

<sup>2</sup> Pour plus de détails, voir COOKE (Mervyn), « State of the art: film music since the new hollywood », *A history of film music*. Cambridge University Press, 2008, p. 454-510.

cinématographique du réalisateur rappelant toujours la musique de Danny Elfman, et la musique de ce dernier rappelant les scènes de film du réalisateur. Les deux hommes ont collaboré sur près de vingt films à ce jour, dont *Batman*, *Edward Scissorhands*, *Wednesday*, *Alice in Wonderland*, *Charlie And The Chocolate Factory* et bien d'autres encore.

Comment la théorie néo-riemannienne peut-elle être appliquée à l'analyse stylistique de la musique de film ? Comment Danny Elfman stylise-t-il ses films fantastiques en fonction des différentes scènes ? Comment cela s'exprime-t-il à travers la théorie néo-riemannienne ? Quels sont les outils de type MAO qui existent pour les compositions stylistiques ? Dans mon mémoire, je discuterai de ces problématiques. Grâce à certains outils computationnels, je me concentrerai sur l'analyse harmonique. Ainsi, après la présentation du contexte, avec l'état de l'art et la description des outils computationnels, je présenterai mes analyses autour de l'harmonie, ce qui constitue une des parties principales de mon mémoire. Ensuite, je discuterai des outils de production stylisés existants ainsi que basés sur l'IA, pour aboutir à une analyse de l'application de la théorie néo-riemannienne à la production de musique de film.

# I Présentation du contexte

## 1.1 État de l'art sur la musique de film

Dans L'article d'Alexandre Popoff « Neo-Riemannian examples in music »<sup>3</sup>, l'auteur identifie plusieurs liens entre des points communs dans les bandes sonores et les harmonies des films hollywoodiens et les explique à travers la théorie néo-riemannienne (NRT). Dans son texte, il trouve d'abord la progression harmonique de « Dark Mood » habituelle dans les films hollywoodiens, à savoir la transition T6. Il trouve des exemples correspondants dans les films « 007 Skyfall » et « Dune ». Dans les scènes de propriétés surnaturelles ou magiques dans les films, il trouve que l'utilisation de la transformation SLIDE est à la fois particulière et courante. Pour les représentations renvoyant à la magie, les objets noirs ou les personnes méchantes, il observe la transformation LP « Tarnhelm ». Pour suggérer l'inquiétude, généralement dans des contextes magiques ou liés à la mort, l'application du concept de « pôle hexagonal » est courante.

Le livre de Frank Lehman, *Hollywood Harmony: Musical Wonder and the Wound of Cinema*<sup>4</sup>, utilise également la théorie néo-riemannienne pour examiner les harmonies des musiques de film. Le troisième chapitre de cet ouvrage, intitulé « Neo-Riemannian Theory at the Movies », utilise entièrement la théorie néo-riemannienne pour expliquer l'harmonie cinématographique. Dans ce chapitre, l'auteur explique la théorie néo-riemannienne et son approche analytique, y compris son histoire, son contexte et présente un tableau riche et bien détaillé des transformations de la théorie néo-riemannienne, dont il explique les fondements théoriques. Il fait le lien entre la NRT et l'analyse de la musique de film. Il mentionne notamment l'utilisation particulière des deux transformations harmoniques T6 et SLIDE dans la musique de film, en choisissant comme cas d'étude « Waltz With Bashir » et « Batman : Masque du Phantasme ». Dans le cas de l'analyse basée sur le Tonnetz, l'auteur utilise également comme exemples « The Da Vinci Code » et « Scott of The Antarctic »

---

<sup>3</sup> POPOFF (Alexandre), *Neo-riemannian examples in music* [en ligne], 2021. URL: <https://alpoof.wordpress.com/2021/10/09/neo-riemannian-examples-in-music/>.

<sup>4</sup> LEHMAN (Frank), *Hollywood harmony : musical wonder and the sound of cinema*. USA, Oxford University Press, 2018.



Ces deux références combinent la théorie néo-riemannienne et l'analyse de l'harmonie de la musique de film, associées à différents exemples, pour donner des réponses à l'application de la NRT dans les musiques de film. En même temps, l'analyse des deux textes montre la prévalence des applications T6 et SLIDE dans les musiques de film. Outre ces deux textes, il existe de nombreuses analyses connexes telles que « Transformational analysis and the representation of genius in film music »<sup>5</sup> de Frank Lehman, où l'auteur utilise une fois de plus la boîte à outils néo-riemannienne pour analyser les harmonies du film *A Beautiful Mind*. Outre les références combinant les deux, ma première grande catégorie de références bibliographiques appartient à la phase actuelle de recherche et d'exploration de la théorie néo-riemannienne.

Parmi les études qui traitent de la théorie néo-riemannienne, l'article de Richard Cohn « Introduction to neo-riemannian theory : a survey and a historical perspective »<sup>6</sup> donne un aperçu des origines et de l'histoire de la théorie néo-riemannienne. Depuis la construction de la théorie néo-riemannienne de David Lewin jusqu'à la présentation par Cohn d'une structure modèle avec sa propre perspective, en passant par de nombreuses analyses des généralisations de la recherche du vingtième siècle, y compris les liens entre plusieurs autres types de théorie musicale et la pratique évolutive de la critique post-structuraliste, le livre présente la théorie néo-riemannienne en termes de développement historique et de critique.

Une autre étude importante est la révision par Dmitri Tymoczko du modèle visuel d'harmonie de NRT, qui combine un modèle géométrique basé sur les notes avec un modèle géométrique basé sur les accords pour fournir une vue d'ensemble unifiée des modèles harmoniques d'un point de vue mathématique et musical qui incorpore les modèles précédents de Brower, Callender, Cohn, Douthett, Gollin, O'Connell, Quinn, Steinbach et d'autres théoriciens. Il introduit de nouveaux modèles de « conduite des voix » (*Voice Leading*), y compris un modèle octaédrique de Tonnetz à trois notes et un modèle tétraédrique diatonique à quatre notes.

Outre les deux principaux articles sur la recherche en NRT mentionnés ci-dessus, une contribution importante est donnée par la thèse de doctorat de Mattia Giuseppe Bergomi intitulée *Dynamical and topological tools for (modern) music analysis*<sup>7</sup>. Un modèle à la croisée des chemins entre l'analyse du signal et l'analyse symbolique de la musique utilise l'alignement de

---

<sup>5</sup> LEHMAN (Frank) « Transformational analysis and the representation of genius in film music ». *Music theory spectrum*, vol. 35, n° 5, p.1-22.

<sup>6</sup> COHN (Richard), « Introduction to neo-riemannian theory: a survey and a historical perspective », *Journal of music theory*. 1998, vol. 42, n° 2, p. 167-180.

<sup>7</sup> BERGOMI (Mattia Giuseppe), « Dynamical and topological tools for (modern) music analysis », thèse de doctorat, dir. HAUS (Goffredo) et ANDREATTA (Moreno), Università degli Studi di Milano et Université Pierre et Marie Curie, 2015.

séquences multiples pour fournir un point de vue global et nouveau sur le transfert de l'inspiration musicale entre des compositions appartenant à des artistes, des genres et des époques différents.

Une autre contribution est donnée dans l'article de Sonia Cannas et Moreno Andreatta intitulé « A generalized dual of the Tonnetz for seventh chords : mathematical, computational and compositional aspects »<sup>8</sup>, dans laquelle les auteurs proposent un modèle NRT pour la connexion harmonique entre les accords de septième. C'est l'un des résultats du développement de la théorie néo-riemannienne dans la recherche actuelle et fait partie de la boîte à outils pour l'analyse harmonique.

En ce qui concerne le cinéma, la bibliographie utilisée concerne surtout la relation entre les films et les bandes sonores des films entre 1980 et 2000, une période généralement connue sous le nom de « Nouvel Hollywood ». Les chercheurs observent presque toujours le retour de la musique classique au cours de cette période et commencent à discuter de manière critique de la relation entre le son et l'image. Par exemple, dans l'ouvrage d'Annette Davison intitulé *Hollywood theory, non-hollywood practice : cinema soundtracks in the 1980s and 1990s*<sup>9</sup>, l'auteur prend l'exemple du film *The Garden* de Derek Jarman pour illustrer la façon dont le son et l'image sont liés. Dans le livre de Emilio Audissino *John Williams's film music : Jaws, Star Wars, Raiders of the Lost Ark, and the return of the classical hollywood music style*<sup>10</sup>, le retour du style musical hollywoodien classique est également examiné. En se concentrant sur la musique de John Williams, l'auteur soutient que la musique de ce maître de la musique de film a été un point de repère dans le développement de la musique de film et du cinéma. En s'appuyant sur les exemples des *Dents de la mer*, *de La Guerre des étoiles* et des *Aventuriers de l'arche perdue*, l'auteur explique avec précision le retour au classicisme opéré par John Williams.

Dans les trois ouvrages *A history of film music*<sup>11</sup> de Mervyn Cooke, le livre *Film music : a very short introduction* de Kathryn Kalinak<sup>12</sup> et *Sound :*

---

<sup>8</sup> CANNAS (Sonia) et ANDREATTA (Moreno), « A generalized dual of the Tonnetz for seventh chords: mathematical, computational and compositional aspects » *Proceedings of Bridges 2018: mathematics, art, music, architecture, education, culture*. Stockholm, Sweden, 2018, p.301-308.

<sup>9</sup> DAVISON (Annette), *Hollywood theory, non-hollywood practice: cinema soundtracks in the 1980s and 1990s*. Aldershot: Ashgate, 2004.

<sup>10</sup> AUDISSINO (Emilio). *John Williams's film music: Jaws, Star Wars, Raiders of the Lost Ark, and the return of the classical hollywood music style*. Wisconsin: University of Wisconsin Press, 2014.

<sup>11</sup> COOKE (Mervyn), « The mainstream divides: post-war horizons in hollywood », *A history of film music*. Cambridge University Press, 2008, p. 183-225.

<sup>12</sup> KALINAK (Kathryn), *Film music: a very short introduction*. Oxford Academic, 2013.

*dialogue, music, and effects*<sup>13</sup> édité par Kathryn Kalinak, les deux auteurs adoptent une perspective historique sur le développement d'Hollywood et divisent l'histoire du cinéma hollywoodien en différentes phases, présentent les caractéristiques musicales de chaque phase et discutent de l'ontologie de la musique de film d'un point de vue critique. Parmi les thèmes abordés: l'évolution du rôle de la musique dans l'audiovisuel pour s'adapter au développement initial de l'industrie cinématographique et à l'émergence de nouvelles technologies ; la perte de fraîcheur liée à l'uniformisation du cinéma en période de dépression économique ; l'émergence de la comédie musicale ; la diversification des styles musicaux dans l'après-guerre avec le retour des différentes technologies et l'émergence de la musique rock, pop, électronique, ainsi que musique du monde; le retour de la musique classique... Nous constatons que le développement de la musique de film a été difficile et tortueux. Mais en même temps, la musique de film de 1960 à nos jours s'est progressivement diversifiée.

Dans le livre *Musical communication*<sup>14</sup>, le chapitre « The role of music communication in cinema » de Scott D.Lipscomb et David E.Tolchinsky, les deux auteurs mènent une étude expérimentale sur la relation entre les images cinématographiques, la musique et le public d'un point de vue cognitif. Dans le livre de David Neumeyer: *The Oxford handbook of film music studies*, de même, la musique de film a été analysée du point de vue de la perception musicale et présentée dans la représentation visuelle. La musique des comédies musicales et des films d'animation est également analysée et élaborée.

Dans l'article « Fantasy music: epic soundtracks, magical instruments, musical metaphysics »<sup>15</sup> de Isabella van Elferen et « Source music, background music, fantasy and reality in early sound film »<sup>16</sup> de David Neumeyer, les deux auteurs font la lumière sur la musique fantastique et les musiques apparentées.

Le livre *The work of Tim Burton: margins to mainstream*<sup>17</sup> édité par Jeffrey Andrew Weinstock, et l'article « The film music of Danny Elfman: A

---

<sup>13</sup> KALINAK (Kathryn), *Sound: dialogue, music, and effects*. Rutgers University Press, 2015.

<sup>14</sup> MIELL (Dorothy), MACDONALD (Raymond), et J. HARGREAVES (David), *Musical communication*. Oxford Academic, 2012.

<sup>15</sup> VAN ELFEREN (Isabella), « Epic soundtracks, magical instruments, musical metaphysics », *Journal of the fantastic in the arts*. 2013, vol. 24, n° 1, p. 4-24.

<sup>16</sup> NEUMEYER (David), « Source music, background music, fantasy and reality in early sound film », *College Music Symposium*. 1997, vol. 37, p. 13-20.

<sup>17</sup> WEINSTOCK (Jeffrey Andrew), *The works of Tim Burton: margins to mainstream*. Palgrave Macmillan, New York, 2013.

selective discography »<sup>18</sup> racontent la carrière de Danny Elfman, y compris ses œuvres classiques, et son expérience de travail avec Tim Burton.

En conclusion, nous pouvons voir dans la littérature disponible que les analyses de la musique de film et de son histoire ne sont pas rares, et qu'il existe aussi des articles qui utilisent la boîte à outils néo-riemannienne pour étudier la musique de film et l'harmonie. Par ailleurs, des analyses stylisées d'un compositeur de films particulier apparaissent souvent dans les mémoires de maîtrise. Cependant, les analyses de compositions de films pour des œuvres de fantaisie et d'aventure, ou de films mettant en scène Danny Elfman, sont plus rares. Ainsi j'analyserai ce point de manière aussi complète que possible dans mon mémoire.

## 1.2 Présentation des outils computationnels

Afin d'analyser les extraits de musique de film que j'ai mentionnés, j'ai sélectionné un certain nombre d'outils informatiques, parmi lesquels on trouve le Tonnetz, qui sera mon point de départ, basé sur la théorie néo-riemannienne, pour analyser les harmonies.

Le Tonnetz a connu plusieurs modifications dans son développement, donnant lieu à plusieurs variantes. Ce modèle basé sur la théorie néo-riemannienne combine la théorie mathématique et la théorie musicale et est utilisé pour étudier les liens entre les harmonies musicales. Euler a mentionné pour la première fois les réseaux harmoniques dans son livre *Tentamen novae theoriae musicae*<sup>19</sup> en 1739, où il a utilisé la relation entre les quintes pures et les tierces majeures pour dériver un réseau tonal simple. En 1774, Euler a proposé dans son livre *De harmoniae veris principiis per speculum musicum repraesentatis*<sup>20</sup> le « Speculum musicum » (voir Figure 1), un des premiers modèles de Tonnetz.

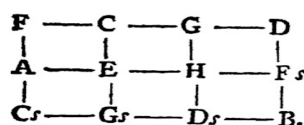


FIG. 1. Le « Speculum musicum »<sup>21</sup>.

<sup>18</sup> WRIGHT (H. Steven), « The film music of Danny Elfman: a selective discography », *Notes*, 2006, Second Series, vol. 62, n° 4, p. 1030-1042.

<sup>19</sup> EULER (Leonhard), *Tentamen novae theoriae musicae*. St. Petersburg: Imperial Academy of Sciences. 1739.

<sup>20</sup> EULER (Leonhard), *De harmoniae veris principiis per speculum musicum repraesentatis*. Novi Commentarii academiae scientiarum Petropolitanae. 1774.

<sup>21</sup> Ibid.

Ce réseau a été à nouveau étudié au XIX<sup>e</sup> siècle par le musicologue Hugo Riemann, qui a remplacé la grille précédente de relations tonales par une relation purement métrique de quintes pures entre deux accords, produisant une séquence cyclique telle que F-C-G-D-A-E-B-F#-C#(Db)-Ab-Eb-Bb-F-C- à des fins d'analyse. Au XX<sup>e</sup> siècle, la théorie néo-riemannienne, élaborée par David Lewin, a poursuivi le développement de la recherche précédente. Le théoricien a identifié six concepts : la transformation triadique, la maximisation de la consonance, la symétrie des voix, les inversions « en miroir » ou « doubles », l'équivalence harmonique et les « tableaux de relations tonales<sup>22</sup> ».

En 1989, Brian Hyer a cependant développé à nouveau la théorie, en élaborant un nouveau modèle (voir Figure 2) et en l'analysant à l'aide des trois relations de transformation Leading-tone Exchange (L), Parallel (P) et Relative (R). L'opérateur L fait référence à la transformation des accords en déplaçant la fondamentale des accords d'un intervalle de tierce, comme dans Do majeur et Mi mineur ; Parallel fait référence à la transformation entre les accords de la même fondamentale, comme dans Do majeur et Do mineur ; Relative fait référence à la transformation entre les tonalités relatives, comme dans Do majeur et La mineur. Il y a aussi D (pour la dominante), en transposant un triangle au triangle adjacent à son sommet gauche. Ici le do mineur transpose en fa mineur.

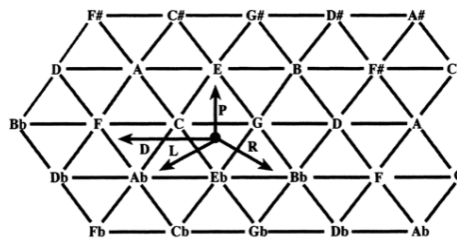


FIG. 2. *Le Tonnetz dans la représentation de Brian Hyer.*

Toujours dans la théorie néo-riemannienne, les théoriciens ont exploré les cycles dans une autre direction, sur la base de recherches antérieures, à savoir sur la base des gammes tempérées et de l'intonation juste, en utilisant l'équivalence homophonique hétéronome, obtenant ainsi une structure toroïdale du réseau tonal. En outre, au fur et à mesure que les théoriciens continuaient à travailler sur Tonnetz, plusieurs variantes et modèles dérivés sont apparus tels que le système Hyper Hexatonique (Richard Cohn), le Cube

<sup>22</sup> COHN (Richard), « Introduction to neo-riemannian theory: a survey and a historical perspective », *Journal of music theory*. 1998, vol. 42, p. 167-180.

Dance (Jack Douthett), Planet-4D (Gilles Baroin), etc. Tous ces modèles ont trouvé des applications dans le domaine analytique.

Les théories néo-riemanniennes sortent du cadre traditionnel de l'analyse harmonique fonctionnelle en analysant les relations entre les harmonies indépendamment de leur tonalité.

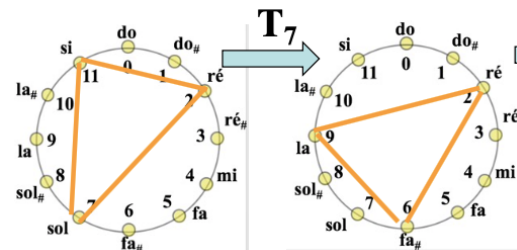


FIG. 3. *Transposition d'une triade dans la représentation circulaire*<sup>23</sup>.

Pour trouver le lien entre les accords de tiers, il est possible de les analyser en utilisant les cercles du schéma ci-dessus (voir Figure 3). Si le premier accord est Sol Majeur, les trois points 2, 7 et 11 seront marqués sur le cercle pour former un triangle ; si le deuxième accord est Re Majeur, les trois points 2, 6 et 9 seront marqués sur le cercle pour former un triangle. Le deuxième accord est Ré Majeur. En analysant ces deux triangles, on constate que le triangle qui est en fait Sol Majeur est tourné de sept points dans le sens des aiguilles d'une montre pour nous donner le deuxième accord, que l'on définit donc comme Transposition, ou T en abrégé :

$$T7(G) = T7(\{2,7,11\}) = \{2+7, 7+7, 11+7\} = \{9,14,18\} \text{ modulo } 12 = \{9,2,6\} = \{2,6,9\} = D$$

Supposons que le premier accord soit La majeur, alors le triangle est obtenu en marquant 1, 4, 9 sur le cercle (voir Figure 4), et supposons que le deuxième accord soit Si mineur, alors le triangle est obtenu en marquant 2, 6, 11 sur le cercle. Les deux triangles sont en fait la figure symétrique du cercle avec comme axe le point entre 1 et 2 et le point entre 7 et 8. Nous pouvons ensuite découper le cercle en prenant la distance entre le point médian de chacun des deux tons et l'un des tons comme échelle minimale et en l'utilisant comme axe, ce qui nous donne 12 axes de symétrie. En comptant dans l'ordre, l'exemple ci-dessus correspond à l'inversion  $I_k$  avec  $k=3$

<sup>23</sup> Les figures sont extraites du cours de Moreno Andreatta sur les modèles mathématiques et computationnels dans la chanson. Disponible en ligne à l'adresse : <http://repmus.ircam.fr/moreno/chanson>

$$I_3(A) = I_3(\{1,4,9\}) = \{3-1,3-4,3-9\} = \{2,-1,-6\} \text{ modulo } 12 = \{2,11,6\} = \{2,6,11\} = b$$

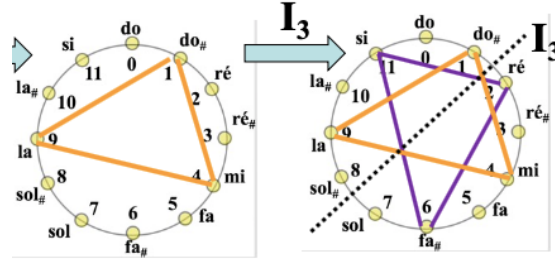


FIG. 4. Inversion des accords dans un cercle chromatique<sup>24</sup>.

À partir de ce cercle, nous partons des mêmes relations de transformation Leading, Parallel, Relative, c'est-à-dire L, P, R dans le Tonnetz, qui peuvent être appliquées à la grille de la figure ci-dessous pour analyser les harmonies. En plus, Frank Lehman avait aussi résumé un tableau de toutes les transformations avec exemples. Au-delà des transformations basiques (P, L, R), il y a aussi le Slide (indiqué par S), le *Nebenverwandt* ou « Near Fifth » (indiqué par N), le « Far fifth » (indiqué par F), le pôle hexatonique (indiqué par H) et la relation de dominante (indiquée par D). Ces transformations sont représentées en Figure 5.

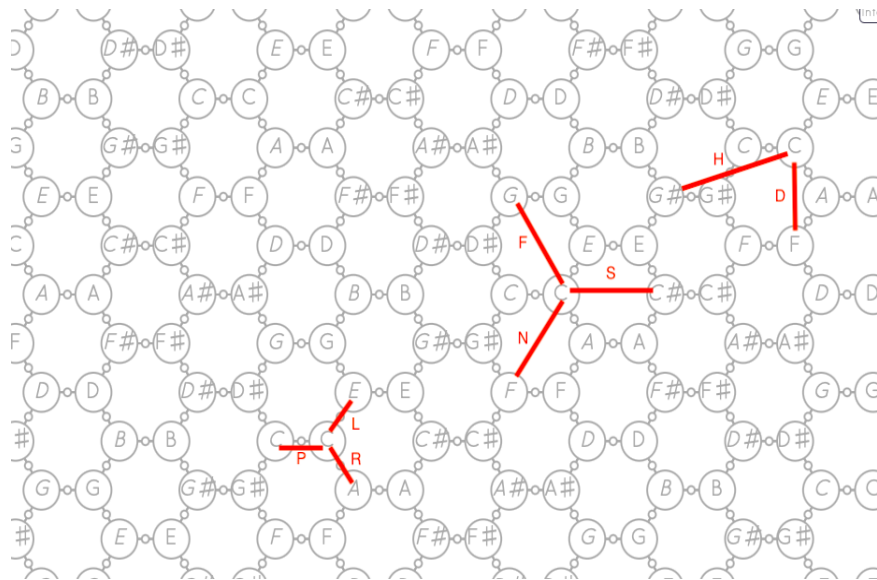


FIG. 5. Tonnetz avec les transformations.

<sup>24</sup> Ibid.

### 1.3 Caractéristiques des films fantastiques et sa classification

Le mot « Fantasy » est apparu pour la première fois au début du XIV<sup>e</sup> siècle, à l'époque médiévale de l'Europe, signifiant présentation illusoire. En grec ancien, le mot « Phantasia » désigne une image fabriquée. L'écrivain américain Lance Olson suggère qu'une autre étymologie de la fantaisie est phantasticus, également du grec phantastikos, qui signifie « ce qui n'existe que dans l'esprit, symbolique, esthétique, irréel »<sup>25</sup>.

Par conséquent, la chose irréelle dans l'imagination peut être considérée comme une généralisation importante du mot Fantasy. Dans les films ou les fictions, les récits modernes à thème fantastique se caractérisent généralement par trois aspects : l'histoire se déroule dans un autre monde reconstitué, la pensée mythologique est utilisée comme esprit créatif de base, et les thèmes sont généralement l'aventure et le duel entre le bien et le mal.

Les auteurs de littérature ou de films fantastiques utilisent la réalité comme matériau de base pour construire un monde complètement différent de la réalité, et les personnages et les événements sont généralement ceux qui n'apparaîtront pas dans la vie réelle. Dans les films fantastiques, les personnages sont souvent très clairement divisés entre le bien et le mal, et le protagoniste vit une aventure. L'environnement naturel et la vision du monde étant reconstitués, le film, en tant qu'œuvre audiovisuelle, crée également une atmosphère particulière pour montrer les caractéristiques de la fantaisie. En ce qui concerne l'école Poudlard de Harry Potter, l'aspect visuel des décors, des modèles, de la végétation et des personnages s'attache à avoir un style unifié, et l'aspect auditif de la musique de John Williams confère au style un caractère plus fantaisiste. Dans les scènes d'*Alice in Wonderland* telles que la grotte du Long Arbre, le jardin, etc., l'auteur accentue également les niveaux visuel et auditif.

Chaque film que l'on peut qualifier de fantastique peut avoir sa propre vision du monde, et leur caractéristique commune est le monde fantastique. Cependant, les films fantastiques d'aujourd'hui, le fantastique reste une catégorie large avec de nombreux sous-genres. L'ouvrage *Dictionnaire de l'art cinématographique* de XU Nanming, FU Lan et CUI Junyan<sup>26</sup> classe les films fantastiques comme suit :

---

<sup>25</sup> YANG (Xiaona), *Histoire et esprit : une analyse narratologique des films fantastiques*, mémoire de master, dir. LI (Xianjie). Université normale de Chine centrale (CCNU), 2012 (en chinois).

<sup>26</sup> XU (Nanming), FU (Lan), et CUI (Junyan), *Dictionnaire de l'art cinématographique*. Presse cinématographique chinoise, 1986, p. 562 (en chinois).



Film historique : Le film historique appartient au genre assez hétérogène de la biographie historique. Les films historiques appartiennent au concept assez hétérogène des biographies historiques, qui s'intéressent davantage au contexte historique que les biographies historiques habituelles. Ils sont généralement basés sur des événements majeurs de l'histoire et impliquent des personnages historiques importants. La création du film exige une fidélité à l'histoire, mais autorise également un certain degré de fiction artistique.

Les films mythologiques : ils sont des longs métrages basés sur des mythes ou des légendes. Les personnages principaux sont généralement des dieux, des diables, des fées, des démons et des figures humanisées. Ils reflètent souvent la vie sociale des êtres humains d'une manière tordue à travers des histoires fantastiques, bizarres ou étranges. Le contenu exprime souvent la lutte de l'homme contre les forces de la nature et la poursuite d'idéaux. Ils sont souvent caractérisés par la vie particulière de la région et du groupe ethnique d'où provient le mythe original. Les films de science-fiction sont conçus pour exprimer le pouvoir des dieux et de la magie et leurs actions en constante évolution.

Science-fiction : un film de science-fiction est un long métrage dont le contenu relève de la science-fiction. Sa principale caractéristique est de partir des principes et des réalisations scientifiques connus aujourd'hui, puis de décrire le monde du futur ou d'un passé lointain de manière fantaisiste. Le contenu du film ne doit pas violer les principes scientifiques et ne doit pas se limiter à la réalité scientifique déjà acquise, mais les créateurs peuvent développer pleinement leur propre imagination. Un film fantastique ou mythologique moderne qui viole les principes scientifiques de base n'est pas un film fantastique scientifique.

Films de contes de fées : les films de contes de fées sont des longs métrages basés sur des contes de fées. Ils reflètent la vie d'une manière tordue à travers des situations et des images créées par la fantaisie, divertissent les enfants, les inspirent et les éduquent. Outre des personnes réelles, les personnages principaux sont souvent des surhommes ou des objets anthropomorphes (animaux, plantes et objets inanimés) dotés de compétences spéciales par l'auteur. Le contenu de l'histoire est symbolique et allégorique. Les films de contes de fées sont principalement destinés aux enfants et sont donc généralement adaptés à leurs caractéristiques intellectuelles et psychologiques.

De plus, dans l'ouvrage *Fantasy literature: a core collection* de Marshall B. Thym, Robert H. Boyer et Kenneth J. Zahorski<sup>27</sup>, les films fantastiques sont classés en high fantasy et low fantasy. Les films de high fantasy sont entièrement basés sur un monde imaginaire (comme *Le Seigneur des anneaux*), tandis que les films de low fantasy sont basés à moitié sur un monde imaginaire et à moitié sur un monde normal (comme *Le Monde de Narnia*).

L'exemple que j'ai choisi pour ce mémoire est *Alice in Wonderland*. En utilisant la classification ci-dessus, ce film peut être classé comme un conte de fées fantastique.

---

<sup>27</sup> MARSHALL (B. Thym), ROBERT (H. Boyer) et KENNETH (J. Zahorski), *Fantasy literature : a core collection*. R. R. Bowker Company, 1979, p. 320.

## 2 Analyse harmonique d'*Alice in Wonderland* à travers le Tonnetz

Parmi toutes les musiques de film de Danny Elfman, celles composées pour les films *Alice in Wonderland*, *Edward Scissorhand* et *The Nightmare Before Christmas* sont les œuvres les plus typiques du style fantastique. J'ai sélectionné quelques extraits de ces œuvres pour les analyser. À l'aide de l'approche néo-riemannienne.

La bande sonore d'*Alice in Wonderland* exploite pleinement les divers rôles que peuvent jouer les bandes sonores en relation avec le film. On retrouve une importante quantité de musique non-diégétique offscreen, où la musique reste en arrière-plan sans source apparente dans le film. Il y a également de la musique diégétique, telle que la bande sonore jouée lors d'une scène de mariage. Dans ce film, la musique non-diégétique joue un rôle bien plus significatif, contribuant à l'atmosphère fantastique que le compositeur a su créer. Dans le cadre non-diégétique, Danny Elfman utilise partiellement de la musique d'ambiance, tandis que l'autre partie recourt à la technique du « mickey mousing », s'harmonisant avec la musique et l'humeur du personnage, en fonction de leurs dialogues, et ainsi de suite, pour marquer des points de synchronisation. Dans cette section, j'analyserai comment Danny Elfman réalise ces synchronisations dans le film, en examinant les harmonies et les différentes couleurs harmoniques utilisées dans les plusieurs scènes.

### 2.1 Scène fantastique/événement fantastique

Dans *Alice in Wonderland*, la première pièce « Alice's Theme », apparaît à de nombreuses reprises dans différentes scènes du film. Lorsque le film s'ouvre, le château de nuit est présenté à l'écran sur le thème musical d'Alice. Toute une partie du thème musical, composée de cordes et de chœurs, donne le ton de l'atmosphère du film. La musique est ici une musique d'ambiance, qui n'est pas spécifiquement synchronisée avec le son et l'image, mais qui est essentielle à l'atmosphère.

Le morceau commence dans la tonalité de Gm, la première phrase restant stable sous l'accord de sol. La deuxième phrase commence toujours en sol, mais se termine par une brève modulation qui crée un espace d'instabilité. La progression de Gm à C, puis à Bbadd4, et enfin de nouveau à Gm peut être bien expliquée par la NRT : de Gm à C subit une transformation de Quinte

proche (F), et de C à Bbadd4 à nouveau une transformation de Quinte proche (F), et de Bbadd4 à Gm subit une transformation de Relative (R). Interprétées du point de vue de la représentation circulaire, leurs transformations sont I2, T10, I12 (voir Figure 6).

$$\begin{array}{cccc} & F & F & R \\ Gm \rightarrow C \rightarrow Bb \rightarrow Gm \\ I2 & T10 & I12 & \end{array}$$



FIG. 6. Représentation du premier passage de l'Alice's Theme.

Dans la phrase qui suit immédiatement, nous voyons que l'harmonie tourne en boucle entre l'accord de Eb et celui de C, alors que la chanson répète « Alice ». Avec la NRT, ce processus cyclique est représenté dans la grille de Tonnetz comme suit (voir Figure 7) :

$$\begin{array}{cccc} D & RP & PR & RP \\ Bb \rightarrow Eb \rightarrow C \rightarrow Eb \rightarrow C \\ T5 & T9 & T3 & T9 \end{array}$$

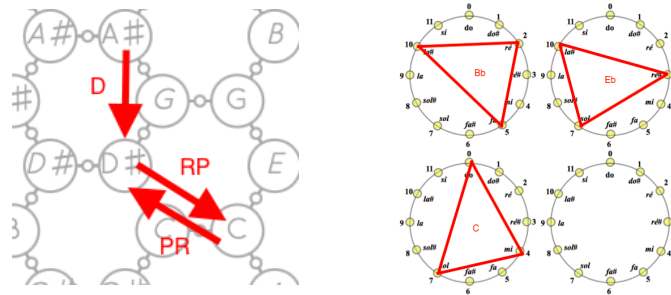
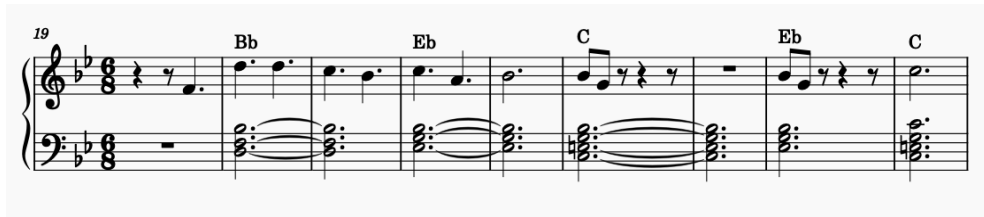


FIG. 7. Représentation du deuxième passage de Alice's Theme.

À 1:44 de la chanson, l'air passe à une nouvelle section, qui commence à nouveau par l'accord de Gm, toujours en oscillant entre les accords Bb, C et Eb, mais avec des connexions harmoniques différentes qui se combinent pour créer une expérience d'écoute différente de la précédente (voir figure 8).

R    RF   PR  
 Gm → Bb → C → Eb  
 I12   T2   T3

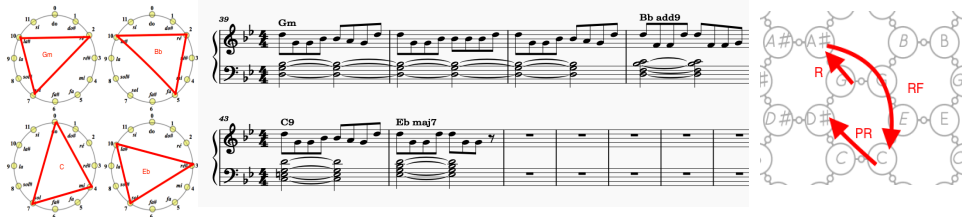


FIG. 8. Représentation ue troisième passage de l'Alice's Theme.

Une progression harmonique revient tout au long de l'œuvre, à savoir la connexion des accords par la transformation composée RP. Tout à l'heure nous avons la transformation de Eb à C, ici nous avons la transformation de Ab à F. Le refrain est une mélodie très belle et cette connexion accompagne le refrain de E à F, ce qui donne une expérience d'écoute fantastique et exaltante. Il existe des similitudes avec la progression harmonique précédente,

qui peut toujours être représentée comme une connexion RP dans la grille du Tonnetz et serait représentée comme T9 dans le cercle chromatique (voir Figure 9).

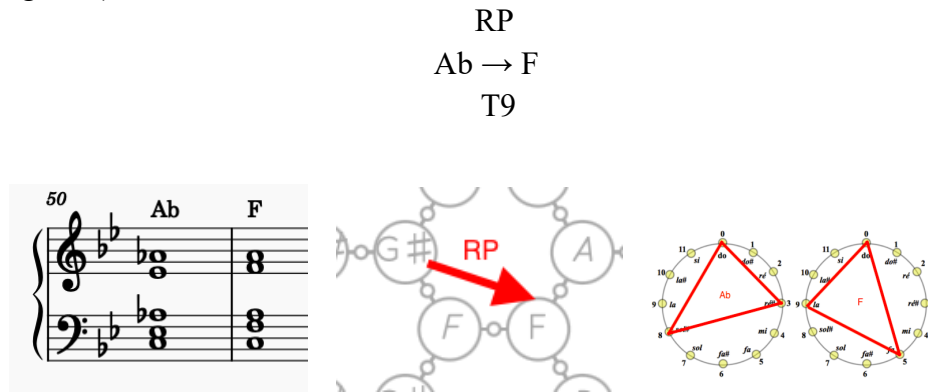


FIG. 9. Représentation de quatrième passage de l’Alice’s Theme.

Une scène fantastique commence à 0:17:00 dans le film, l’espace à l’intérieur de la mystérieuse maison de campagne changeant jusqu’à ce qu’Alice ouvre la porte et entre dans le jardin. Les instruments à vent créent une atmosphère sinistre et fantastique. Dans la mélodie qui suit, « Into the garden », Danny Elfman exprime la scène du mystérieux jardin fantastique reflétant les yeux d’Alice à travers ses accords qui montent progressivement, ce qui fait parfaitement écho à l’image et est plein d’un sens de la fantaisie, permettant à l’auditeur de s’immerger dans le jardin mystérieux.

Dans la pièce « Into the Garden », le fragment choisi pour l’analyse commence sur Em et passe par un certain nombre de progressions harmoniques non-tonales, pour finalement aller jusqu’à C#, et de telles progressions harmoniques non conventionnelles apportent un autre type d’effet chimérique. Sur le Tonnetz, Em subit deux transformations de type dominante (D) pour atteindre F#m, suivies d’une progression par un groupe de l’opérateur LR jusqu’à Bm, puis PR jusqu’à G#m, une progression représentée par l’opérateur Leading jusqu’à E après cela, et enfin une progression par RP jusqu’à C#. Les progressions obtenues par l’analyse du Cercle chromatique sont T2, T5, T9, I7, T9. La musique de cette section appartient à un développement continu de fragments de progression harmonique, constituant une pièce de musique soutenue synchronisée avec le jardin (voir Figure 10).

|    |       |      |       |          |
|----|-------|------|-------|----------|
| DD | LR    | PR   | L     | RP       |
| Em | → F#m | → Bm | → G#m | → E → C# |
| T2 | T5    | T9   | I7    | T9       |

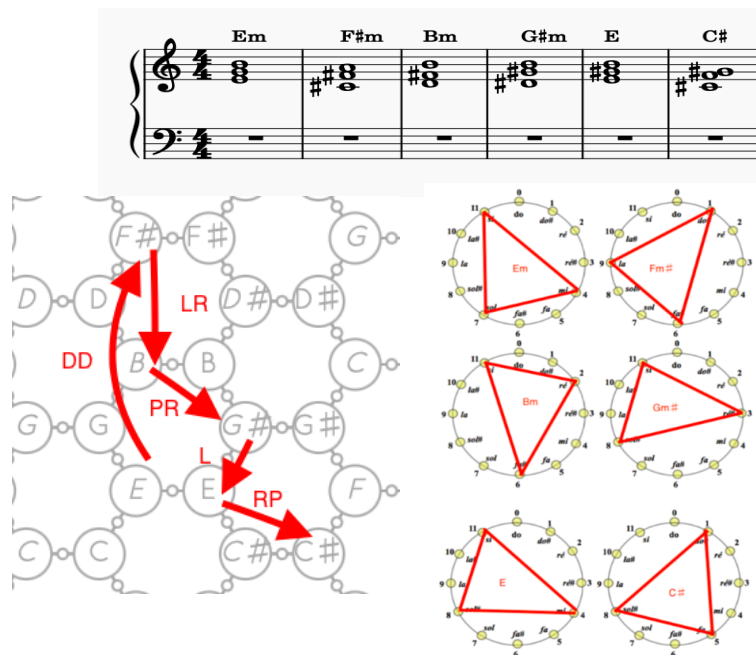


FIG. 10. Représentation du passage de « Into the Garden ».

## 2.2 Scène de mystère

Le passage commence à 0:14:30 sur le thème de l'exploration, Alice explore les portes, les fenêtres et les placards de la pièce, pleine de mystère et de curiosité, mais pas purement sombre et négative. Comme dans l'extrait précédent, l'auteur écrit selon une approche modale, avec de multiples phrases parallèles formant la underground score, et la progression harmonique de chaque phrase est présentée de la même manière dans le Tonnetz.

Dans cette progression harmonique, le Tonnetz nous permet de voir qu'il y a beaucoup de progression SP/PS et de progression LP/PL, ce qui est la voie classique du style fantastique de Danny Elfman. Grâce à l'analyse du Tonnetz, les relations SP/PS sont toutes des accords de progression entièrement chromatiques, comme la progression de Dm à C#m qui est un demi-ton descendant global. La dissonance des intervalles chromatiques est également responsable de la construction de cet effet particulier (voir Figure 11).

|      |       |      |       |      |      |       |
|------|-------|------|-------|------|------|-------|
| SP   | PS    | SP   | RP    | LP   | FS   | SP    |
| Dm → | C#m → | Dm → | C#m → | Em → | Cm → | F#m → |
| T11  | T1    | T11  | T3    | T8   | T6   | T11   |

LP    SP    PS    PSP    L    PL  
 Fm → C#m → Cm → C#m → D → F#m → Bbm  
 T8    T11    T1    I10    I3    T4

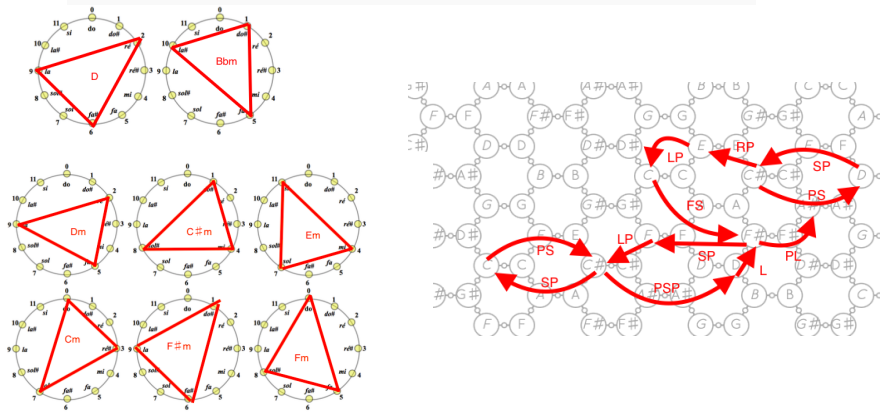
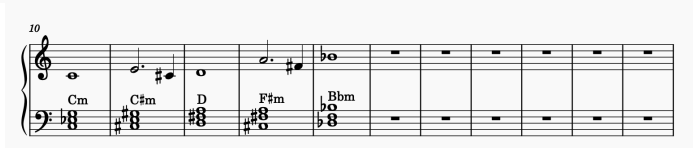
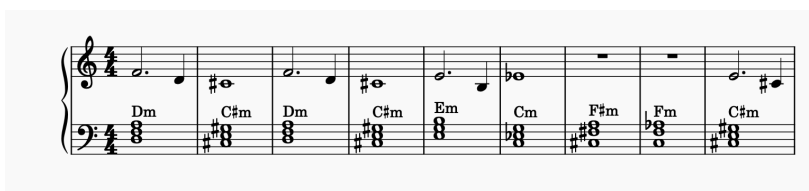


FIG. 11. Représentation du passage à 0:14:30.

Dans le même extrait appelé « Doors », il y a encore un autre fragment qui mérite d'être noté. Il est clair que cette relation harmonique est importante dans une scène comme celle-ci, et que la répétition d'un certain type de progression harmonique est un facteur important dans le développement de la production stylistique (voir Figure 12).

PL    RF    PL  
 Dm → F#m → Em → G#m  
 T4    T10    T4

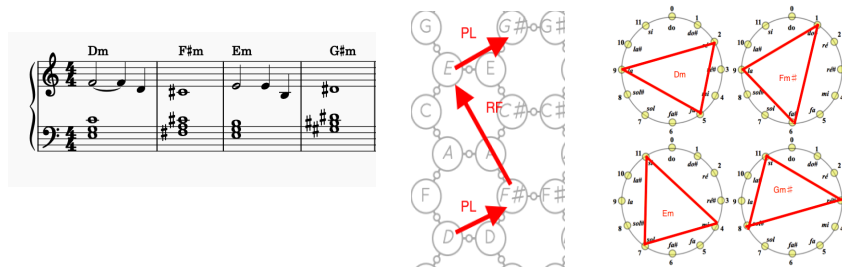


FIG. 12. Représentation du passage de « Doors ».

### 2.3 Ennemis dangereux / Atmosphère dangereuse / Evasion

À partir de 0:34:06, l'armée du mal apparaît et la musique passe immédiatement à une atmosphère qui lui correspond. Toujours plusieurs connexions harmoniques sont combinées pour former une atmosphère adaptée, et sous les harmonies maléfiques, Danny Elfman choisit toujours des cuivres (en particulier le cor et le tuba).

Comme le montre l'analyse du Tonnetz, l'étendue de Em à F# est relativement importante, passant par la relation DN pour y parvenir. Et cela est suivi une fois de plus par la relation harmonique SP, comme elle est apparue dans les scènes précédentes, dans tout ce qui implique une intrigue négative telle que le danger et le mal (voir Figure 13).

DN RPR SP  
 Em → F# → Cm → Bm  
 I5 I1 T11

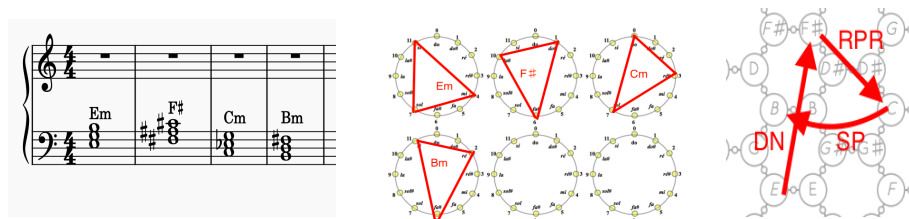


FIG. 13. Représentation du passage à partir de 0:34:06.



## 2.4 Scènes de poursuite/combat

La séquence commençant à 1:28:46 est une scène dans laquelle les armées des deux camps s'engagent dans une scène de bataille, qui est un élément nécessaire de l'intrigue dans un film fantastique. Dans ce film, les scènes de bataille peuvent généralement être réalisées de deux manières, soit sous forme de variations sur le thème musical, au cours desquelles les motifs et les thèmes reviennent et évoluent sous forme de variations synchronisées avec les séquences du film. D'autre part, il s'agit d'un fragment musical basé sur le rythme, sans changements harmoniques évidents, avec souvent le staccato des cordes et des percussions, et la mélodie du thème apparaît de temps à autre sans changements de tonalité évidents. Le but d'un tel fragment musical est d'ajouter de la tension en utilisant un tempo rapide, et il est également utilisé dans les poursuites en plus des scènes de combat. Ces deux techniques différentes sont parfois combinées pour correspondre aux images. La scène à 1:28:46 est la première technique, faisant avancer l'intrigue grâce à des variations de la mélodie du thème. Il y a de nombreuses variations dans les images, et la musique est découpée en plusieurs sous-parties pour constituer ce clip audiovisuel synchronisé.

Dans cet extrait, nous pouvons voir que Danny Elfman répète encore deux combinaisons d'accords, cette fois Gm et Eb (en relation L) suivis de l'accord de Cm (en relation de relative R avec l'accord qui le précède, celui de Eb), puis la transformation D de Dominante (pour le passage de Cm à Fm), et enfin la transformation P de Parallèle entre Fm et F. Cela donne un chemin d'accords très tendu avec une orchestration et une texture spécifique (voir Figure 14).

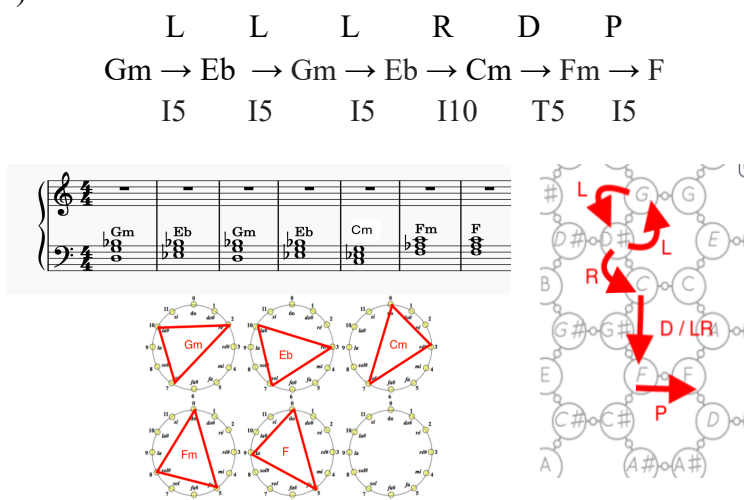


FIG. 14. Représentation du passage à partir de 1:28:46.

La deuxième technique commence à 0:24:00, lorsque le protagoniste rencontre le monstre. On y trouve, une musique de poursuite sans changements harmoniques excessifs, avec le cor qui joue plusieurs harmonies successives synchronisées avec le rugissement de l'énorme et dangereux monstre dans le cadre. Il s'agit d'un segment essentiel d'un film fantastique incarnant un ennemi dangereux.

## 2.5 Thème héroïque

Dans les films fantastiques, le thème héroïque est généralement représenté comme le moment où le protagoniste vainc le monstre ou le méchant, et le compositeur choisit de le faire de deux manières. La première est le thème du héros, comme dans les autres films hollywoodiens, caractérisé par une harmonie en tonalité majeure, généralement avec des cuivres et des chœurs. La seconde est une réexposition de la mélodie du thème du film, généralement orchestrée différemment pour mettre en valeur l'intrigue triomphante, l'harmonie ne changeant pas beaucoup par rapport à la musique du thème utilisée ailleurs.

À partir de 1:31:25 on assiste à la fin progressive de la bataille et on voit Alice qui coupe la tête du dragon. Alice jette la tête du dragon et se tient debout sur les marches comme une héroïne. Les harmonies du thème du héros apparaissent ici, passant également de la tonalité mineure précédente à une tonalité majeure, puis à la mélodie du thème jouée par les cors avec les mêmes harmonies majeures.

La progression harmonique est ici un changement de majeure à mineure de la même tonalité, ne différant que d'un demi-ton, et la transformation harmonique entre Ebm et Eb correspond à la relation P de Parallel dans le Tonnetz. Une telle relation harmonique égaye immédiatement l'écoute et la synchronise ainsi avec l'intrigue de l'apparition du héros ou de son triomphe (voir Figure 15).

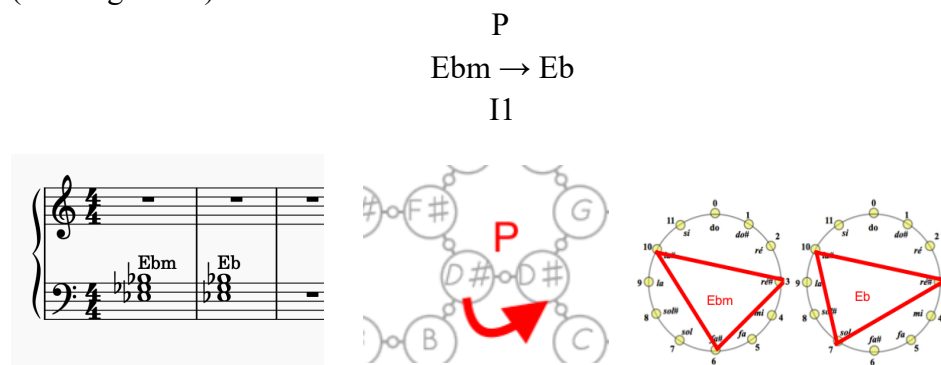


FIG.15. Représentation du passage à partir de 1:31:25.

Les forces d'Iracebeth cessent de suivre ses ordres et la couronne et le pouvoir sont remis à la Reine Blanche dans une autre séquence triomphale qui peut également être interprétée comme un moment héroïque dans un film fantastique. Voici la deuxième technique, qui utilise les mêmes harmonies que le thème fantastique, mais en modifiant l'orchestration et la texture.

## 2.6 Le thème d'amour et d'émotion

Dans ce film, les moments d'amour et d'émotion dans les films fantastiques seront réalisés de deux manières également : la première n'est pas distinctive et est la même que les moments d'émotion dans la plupart des films, juste dans une narration lente, avec des harmonies qui n'accentuent pas le thème fantastique évident ; la seconde est une version plus lente du thème fantastique, partageant les harmonies du thème fantastique, plus apaisante dans le style d'écriture et orchestrée avec des cordes. Il n'est donc pas nécessaire de l'analyser ici.

## 2.7 Thème final

Dans ce film, souvent, la scène finale est harmonisée sans grand changement, mais l'orchestration et la texture seront différentes, généralement plus apaisantes pour souligner la paix et la chaleur qui suivent une aventure fantastique. Par exemple, la scène à 1:39:50, qui est la fin du film, où Alice monte à bord du navire et se prépare à partir, est la fin du film et une recreation du thème fantastique comme thème de fin.

Cependant, la scène de 1:35:04 est une exception à cette règle, dans la mesure où le dialogue de la Reine Blanche avec Alice est la première scène de la fin. Les harmonies ne sont pas distinctives pendant le dialogue entre les deux parties, juste une déclaration lente, mais les harmonies changent lorsque la Reine Blanche donne la potion à Alice.

La progression harmonique est basée sur l'utilisation des relations R, P et D. En effet, deux relations harmoniques se retrouvent autant de fois dans la scène susmentionnée, et ici en finale, RP et D apportent une écoute sublimée qui s'accorde bien avec la scène finale du film (voir Figure 16).

$$\begin{array}{ccc} \text{RP} & \text{D} & \\ \text{Gb} \rightarrow \text{Eb} \rightarrow \text{Bb} & & \\ \text{T9} & \text{T7} & \end{array}$$

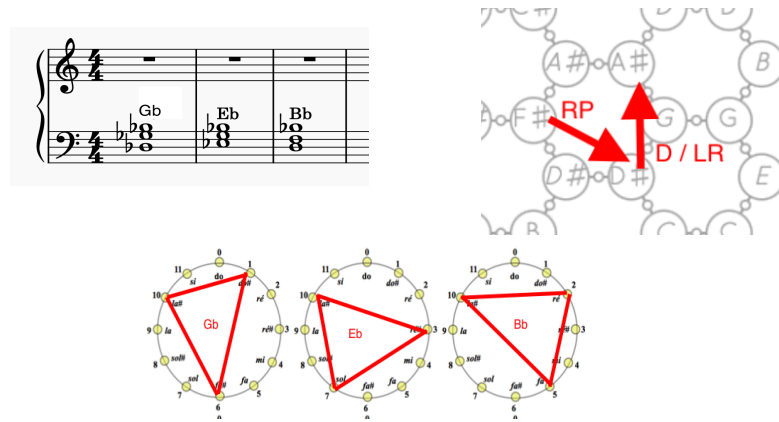


FIG. 16. Représentation du passage à partir de 1:35:04.

## 3 Outils de production stylisée existants pour la composition musicale assistée par ordinateur

### 3.1 L'évolution de la musique assistée par ordinateur

La musique assistée par ordinateur est le fruit de la combinaison de l'art musical et de la technologie informatique, évoluant à partir de la musique électronique. Cela a commencé avec Pierre Henri Marie Schaeffer, qui a transformé et déformé des sons naturels tels que des bruits de trains, de voitures, etc., pour créer un nouveau type de musique. Puis, à la fin des années 50, est apparu le premier synthétiseur et le synthétiseur modulaire inventé par Moog, marquant une démocratisation croissante de la production musicale en dehors des instruments acoustiques traditionnels.

Dans l'article L'utilisation de plug-ins d'effets audio logiciels dans la production musicale assistée par ordinateur de Zhu Ziyu, l'auteur décrit l'évolution de la musique assistée par ordinateur en trois phases :

La première phase a vu l'utilisation d'appareils matériels tels que des synthétiseurs, des séquenceurs et des synthétiseurs matériels, mais avec des interfaces d'édition trop petites, un encombrement important et une manipulation peu pratique ;

La deuxième phase a été marquée par le développement de la technologie informatique, donnant naissance à des logiciels de production musicale offrant des écrans d'ordinateur plus grands, des interfaces plus claires et une manipulation plus pratique. Toutefois, en raison des limitations des performances informatiques, les fonctionnalités des logiciels de production musicale étaient encore principalement axées sur la création MIDI ;

La troisième phase est celle des plug-ins, avec l'amélioration des performances informatiques. Les logiciels de production musicale sur ordinateur se sont continuellement améliorés et actualisés, offrant des fonctionnalités plus riches et une utilisation plus conviviale. Des exemples incluent Cubase, Nuendo, Logic, Sonar, FL Studio, etc.<sup>28</sup>

Les plug-ins sont utilisés sous forme de processeurs audio et d'instruments virtuels (VSTi) dans des logiciels hôtes. Les enregistrements audio peuvent être traités à l'aide de plug-ins audio, offrant des fonctionnalités telles que l'égalisation, la réverbération, la compression, etc. Les fabricants de plug-ins

---

<sup>28</sup> ZHU (Ziyu), « L'utilisation de plug-ins d'effets audio logiciels dans la production musicale assistée par ordinateur », *L'esthétique et l'époque*, 2021, vol. 9, p.82-84 (en chinois).

s'efforcent également de développer des plug-ins plus avancés et plus complets, parfois intégrant même l'intelligence artificielle pour aider au traitement audio.

Lors de l'entrée de notes MIDI, des plug-ins VSTi peuvent être utilisés pour générer une variété de timbres instrumentaux. La présence des VSTi offre une plus grande diversité de sons et une approche plus intégrée. Comparé aux méthodes d'enregistrement traditionnelles, les VSTi permettent de modifier et d'embellir les sons à l'aide de plug-ins audio, et permettent également la création de sons électroniques plus variés grâce à l'échantillonnage.

En plus de la musique électronique, les techniques d'échantillonnage de plus en plus avancées permettent aux VSTi d'échantillonner une grande variété d'instruments acoustiques, facilitant ainsi l'utilisation de logiciels par les musiciens pour la création musicale. Ces instruments acoustiques vont du piano, de la guitare et de la basse aux instruments à cordes, à vent et à cuivre, offrant une grande diversité de sons. D'innombrables fabricants de VSTi s'efforcent de produire des logiciels offrant la meilleure restitution possible des instruments acoustiques.

Il existe une grande variété de VSTi, comprenant des instruments à clavier tels que Keyscape et The Noire, des instruments à cordes tels que Berlin Orchestra et Lass Orchestra, des instruments à guitare tels que Ample Guitar, des instruments à basse comme Trilian, des instruments de percussion comme Stylus RMX et Addictive Drums d'XLN Audio, ainsi que des synthétiseurs électroniques comme Massive et Serum.

Que ce soit pour les VSTi ou les plug-ins audio, différents fabricants sont impliqués. Certains fabricants sont devenus des géants incontournables de l'industrie, comme Native Instruments. Leur échantillonneur Kontakt est une passerelle importante pour les instruments VST vers les logiciels hôtes, et le développement de nombreux instruments VST est basé sur l'échantillonneur Kontakt.

### **3.2 Musique de film et musique assistée par ordinateur**

Dans la production de musique de film d'aujourd'hui, la diversité des outils et des approches est devenue la norme pour la création musicale. Contrairement aux méthodes traditionnelles de composition qui se concentraient principalement sur les partitions pour de véritables orchestres symphoniques, la composition actuelle utilise de plus en plus la musique assistée par ordinateur (MAO), tout comme d'autres formes de production depuis le 21<sup>ème</sup> siècle.

En effet, que ce soit pour les grands compositeurs (travaillant sur des gros budgets de production) ou pour des compositeurs moins connus (œuvrant sur des budgets plus modestes), les outils électroniques de la musique assistée par ordinateur sont indispensables. Pour les compositeurs de renom, ils utilisent des moyens électroniques (ou M.A.O) pour créer des maquettes, facilitant ainsi les échanges avec les réalisateurs ou les producteurs. Traditionnellement, ils jouaient des mélodies au piano pour exprimer leurs idées, mais cela pouvait être difficile à interpréter pour des non-musiciens qui ne pouvaient pas comprendre comment ces mélodies sonneraient réellement sur différents instruments. Par conséquent, la démonstration à l'aide d'outils électroniques, combinée à des sonorités de plus en plus sophistiquées, est très appréciée par les producteurs et réalisateurs. Dans la pratique, chaque compositeur a sa propre approche de l'utilisation des outils électroniques. Certains restent fidèles à la méthode traditionnelle de démonstration au piano, mais dans le livre *On the track* de KARLIN Fred, et WRIGHT Rayburn<sup>29</sup>, l'auteur mentionne que James Newton Howard considère la création de maquettes de partitions avec des moyens électroniques comme extrêmement pratique et nécessaire.

« La création de la maquette pour *Vertical Limit* (2000) a été très chronophage et laborieuse pour moi. J'avais le choix entre me concentrer pleinement sur la création, la séquence et l'orchestration de la maquette, ou prendre un crayon et passer quatre semaines à créer une partition orchestrale, ce qui serait une perte de temps et incroyablement difficile à faire. Ainsi, à ce stade, je préfère créer une démo. »

Dans la création de maquettes, de nombreux compositeurs réalisent eux-mêmes ou engagent des assistants éditoriaux spécialisés pour effectuer cette tâche, s'efforçant de rendre les maquettes aussi réalistes et crédibles que possible. En parlant de la composition musicale, Christophe Beck souligne : « Vous ne pouvez pas composer pour un orchestre symphonique et ensuite utiliser des moyens électroniques pour créer la maquette. Vous devez composer en fonction des limites de vos ressources sonores disponibles. »<sup>30</sup>

Parce que toutes les VSTi ne sont pas suffisamment détaillées, cela limite leur utilisation, mais des techniques doivent être utilisées pour obtenir les sons souhaités. Par exemple, les échantillons de cor et les trompettes synthétisées sonnent puissants et réalistes, mais les bibliothèques de sons pour trompettes et trombones ne sont pas aussi impressionnantes, donc utiliser un cor à la place serait un choix judicieux. De plus, s'ils fonctionnent bien dans l'ensemble, ils doivent être utilisés en dehors de leur registre d'origine. De plus, l'utilisation des automatisations en expression ou modulation est essentielle

---

<sup>29</sup> KARLIN (Fred), et WRIGHT (Rayburn), *On the track: a guide to contemporary film scoring*. Routledge, New York, 2003.

<sup>30</sup> Ibid., p. 105.

pour imiter la respiration naturelle des instruments et ne pas quantifier les notes MIDI. En ce qui concerne le traitement audio, James Newton Howard souligne l'importance de réduire le gain de sortie des échantillonneurs pour masquer leur nature échantillonnée, et il porte une attention particulière à la réverbération dans le traitement post-production :

« La recherche de qualités environnementales de haute qualité est essentielle pour créer un son uniforme. Par conséquent, il envoie tous les échantillons non traités dans deux réverbérations Lexicon 480L, appliquant des effets de réverbération de type Hall et Room. »<sup>31</sup>

Ainsi, les compositeurs s'efforcent toujours de rendre les maquettes créées par ordinateur aussi réalistes et crédibles que possible pour maximiser leur efficacité dans le processus de collaboration avec les réalisateurs. Parfois, les réalisateurs expriment leur satisfaction en disant : « Wow, ne pouvons-nous pas simplement utiliser cela tel quel pour la bande-son du film ? »<sup>32</sup> Réflexion du réalisateur M. Night Shyamalan lors d'une conversation avec James Newton Howard. Cela met en lumière le rôle crucial que joue la production électronique dans le flux de travail des grands compositeurs et les avantages des outils de plus en plus sophistiqués.

Cependant, quel que soit le cas, pour les films à gros budget, les compositeurs ne livrent généralement pas directement une maquette électronique comme produit final aux réalisateurs et aux producteurs, même si la maquette est de grande qualité. L'industrie attache une grande importance à l'enregistrement d'instruments acoustiques authentiques. En revanche, pour les films à petit budget, la situation est différente. Selon Gary Lemel<sup>33</sup>, le budget moyen pour la composition orchestrale d'un long métrage à faible budget (en 2002) se situe entre 200 000 et 300 000 dollars, tandis que pour un budget moyen, il est d'environ 1,2 million de dollars (hors chansons, paroles et frais de licence). En fait, selon John Tempereau<sup>34</sup>, 80 % des contrats de musique de films indépendants sont compris entre 35 000 et 130 000 dollars. Cela montre clairement la différence dans la production de musique de film entre les gros et petits budgets. Dans ces petits budgets de film, il est impossible d'avoir suffisamment de fonds pour enregistrer un orchestre symphonique complet, ce qui fait que la production musicale assistée par ordinateur, accompagnée d'un enregistrement minimal d'instruments acoustiques, est la norme. Ainsi, la production de musique assistée par ordinateur joue un rôle crucial dans les films à petit budget.

---

<sup>31</sup> Ibid., p. 106.

<sup>32</sup> Ibid., p. 107.

<sup>33</sup> Ibid.

<sup>34</sup> Ibid.



### 3.3 Outils de production stylistique dans les VSTi

Avec le développement des instruments VST, les sociétés de développement ne se contentent plus de créer les sonorités les plus réalistes pour les musiciens, mais se tournent également vers des outils de composition simplifiés. Les instruments virtuels sur ordinateur peuvent produire le son d'instruments réels et être joués au clavier, mais cela reste au niveau sonore, tandis que les développeurs de VSTi explorent des possibilités plus avancées pour la composition.

Dans la musique de film ou la musique à l'image, un style courant est celui de la musique de combat. Avant le 21<sup>e</sup> siècle, l'évolution des styles de musique de film était marquée par des compositeurs comme John Williams qui ont ramené les styles symphoniques traditionnels sur grand écran. Cependant, au 21<sup>e</sup> siècle, les instruments électroniques sont entrés dans la composition cinématographique, suivis par Hans Zimmer qui a fusionné l'orchestration symphonique traditionnelle avec des éléments de musique électronique moderne, adaptée à de nombreux films commerciaux hollywoodiens contemporains contenant des éléments de combat<sup>35</sup>.

Dans la composition de musique de combat, en plus de l'orchestre symphonique, une technique d'orchestration très commune est d'intégrer des percussions, principalement centrées sur les gros tambours, qui sont ensuite traitées électroniquement pour obtenir plus d'ampleur et d'impact, mettant ainsi en avant les caractéristiques des tambours de guerre. Dans les scènes de combat ou de poursuite, bien que certains endroits nécessitent une synchronisation audiovisuelle, la musique de cette scène se poursuivra pendant un certain temps et l'écriture pour les percussions n'aura pas de variations majeures au sein des paragraphes. Ainsi, dans la composition de style combat, les parties de percussions sont généralement réalisées en bouclant un motif rythmique fixe.

Pour les développeurs de VSTi, ce type de boucle rythmique fixe offre de nouvelles opportunités de développement de nouveaux instruments, c'est-à-dire en enregistrant des échantillons de batteries avec différents rythmes et timbres, puis en enregistrant la batterie en un seul clic selon la vitesse de l'hôte logiciel. Un exemple est l'instrument Action Strikes développé par Native Instruments. Action Strikes propose des motifs rythmiques prédéfinis et utilise des scripts Kontakt personnalisés pour les générer à l'intérieur. Il n'utilise pas directement de boucles audio, donc les motifs rythmiques peuvent être appliqués à n'importe quel tempo dans le logiciel hôte.

---

<sup>35</sup> LEI (Wei), « The new music development tendency of hollywood commercial films », *Contemporary cinema*. 2015, vol. 7, p. 150-154.

ACTION STRIKES poursuit là où ACTION STRINGS s'est arrêté, offrant un ensemble similaire d'outils conçus spécifiquement pour les grandes productions cinématographiques d'action et de suspense, mais cette fois en mettant l'accent sur la percussion cinématographique, incluant : la percussion orchestrale, les toms de concert, les tambours taiko et d'autres instruments de percussion ethnique<sup>36</sup>.

Action Strikes propose également de nombreux timbres de batteries préconfigurés avec des définitions stylisées. Par exemple, le timbre Lost Culture intègre davantage de percussions asiatiques, le timbre War Ensemble est plus lourd et rappelle les tambours de guerre, tandis que le timbre Dark City est plus sombre. Il s'agit en fait d'une correspondance entre l'imagination du musicien et les timbres, une stylisation clairement acceptée par les deux parties.

Cet outil de production stylistique consiste à regrouper et classer les rythmes et timbres couramment utilisés dans un style spécifique, puis à les reproduire via un instrument VST. Cela permet aux compositeurs de trouver plus d'inspiration et de commencer à produire plus facilement.

Avant Action Strikes, Native Instruments avait déjà développé Action Strings pour une création stylisée similaire. Son fonctionnement est similaire à celui d'Action Strikes, mais il collecte une grande variété de lignes de jeu et de motifs rythmiques de cordes couramment utilisés dans les musiques de films commerciaux hollywoodiens, en intégrant plusieurs techniques de jeu de cordes pour offrir un outil d'inspiration authentique pour ces lignes de cordes. Cependant, les cordes sont différentes des percussions, chaque motif dans Action Strings nécessitant une considération de tonalité et de tonalité lors du déclenchement. Par exemple, appuyer sur une touche Do sur le clavier MIDI déclenchera une mélodie qui commence par Do.

En 2023, le fabricant SONOKINETIC a développé Fantasy, un outil similaire à Action Strikes mais axé sur le style fantastique, regroupant de nombreuses mélodies et motifs thématiques ou adaptés à ce style fantastique courant dans les musiques de films.

Dans Fantasy, le fabricant a élargi les options de performances de phrases et capturé des variations complémentaires qui peuvent être déclenchées instantanément par des raccourcis clavier. Avec une simple pression sur une touche, nous pouvons substituer une phrase en cours de lecture par une variation inspirante, après quoi le moteur reviendra automatiquement à la phrase originale. À chaque nouvelle note que vous jouez, la phrase recommencera à partir du début<sup>37</sup>.

---

<sup>36</sup> Pour plus de détails, voir HANLEY (Adam), « Action strikes manuel », *Native instruments manual*. 2011.

<sup>37</sup> Pour plus de détails, voir SONOKINETIC, « Fantasy : orchestral wizardry », *Sonokinetic fantasy reference manual*. 2023.

Fantasy synthétise de nombreuses caractéristiques musicales du style fantastique, différemment des instruments mentionnés précédemment, en combinant divers instruments à cordes, à vent, à cuivre et à percussions, ce qui permet une imitation plus complète de la musique fantastique du point de vue de l'orchestration.

Également sorti en 2023, The Score développé par Best Service & Sonuscore est un instrument virtuel plus sophistiqué basé sur Fantasy, intégrant également des cordes, des bois, des cuivres, des percussions et d'autres instruments couramment utilisés dans les musiques de films. En termes de production stylistique, The Score offre une variété plus importante de choix d'orchestration et de motifs pour s'adapter à une gamme plus étendue de styles, proposant également plus d'instruments électroniques et du monde pour répondre à un plus large éventail de styles.

L'Ensemble Engine est le cœur de la bibliothèque. Le fabricant laisse un grand espace pour combiner plusieurs instruments avec des temps de chargement minimaux et les jouer ensemble. Il y a dix instruments dans des emplacements indépendants, qui peuvent être transposés et même animés avec leurs arpégiateurs et enveloppes indépendants. Cet instrument a été conçu à la fois pour inspirer les compositions originales et pour donner rapidement ce dont vous avez besoin pour compléter arrangements.<sup>38</sup>

Dans ses options de style, The Score propose directement une sélection de genres à l'écran d'accueil, tels que Action, Fantasy, Adventure, Uplifting, Trailer, Mystery, Thriller, World, etc., offrant une granularité suffisante pour répondre aux besoins directionnels des compositeurs. De plus, en dehors des genres, il existe d'autres options de styles disponibles comme Emotional, Melodious, Percussive, Rhythmic, Orchestral, etc., facilitant ainsi le réglage du contenu musical par les compositeurs (voir Figure 17).

---

<sup>38</sup> Pour plus de détails, voir BEST SERVICE & SONUSCORE, « The Score manual », 2023.

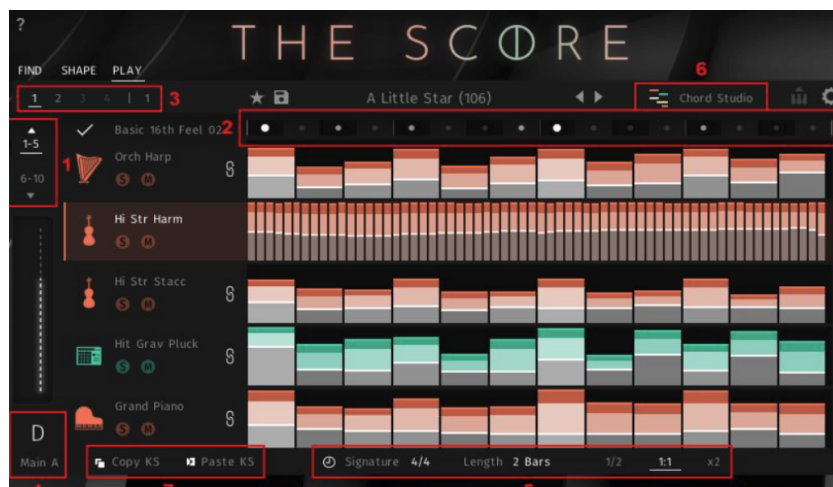


FIG. 17. *Interface de The Score.*

Ce qui rend The Score encore plus sophistiqué dans sa stylisation, c'est qu'il ne se limite pas à offrir des choix de styles de film et de musique, mais propose également une option Story. Un même style de scène peut être exprimé de différentes manières musicales ; même en sélectionnant simultanément Action et Percussive, des motifs communs différents seront disponibles. Les développeurs de The Score ont classé tous les motifs courants et leur ont donné un nom correspondant à une scène spécifique, comme Bad Boys, A Little Star, Acoustic Dreams, etc. Tout comme les autres presets d'instruments virtuels, ces descriptions textuelles facilitent la communication entre le compositeur et l'instrument virtuel.<sup>39</sup>

Ainsi, on peut voir que The Score analyse une grande quantité de musiques de films pour trouver les motifs et les approches d'orchestration les plus courants, voire crée des fragments musicaux préfabriqués pour chaque scène afin de faciliter le collage de morceaux par les compositeurs. Bien sûr, The Score offre plus qu'un simple collage de morceaux ; il fournit un cadre musical personnalisable. Par exemple, les timbres peuvent être modifiés, les rythmes et les notes à jouer restent éditables (voir Figure 18).

<sup>39</sup> Pour plus de détails, voir BEST SERVICE & SONUSCORE, « The Score manual », 2023.

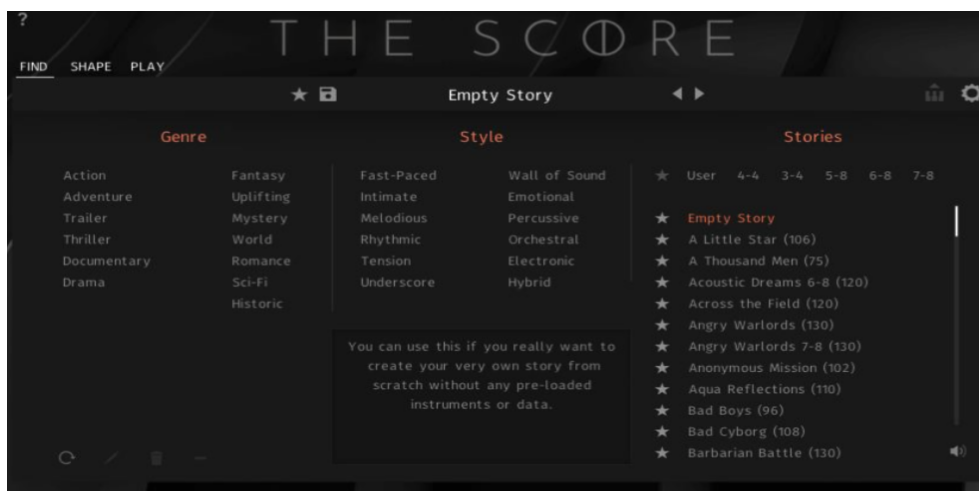


FIG. 18. *Interface de The Score.*

Il s'agit d'une approche de production musicale électronique appliquée aux instruments virtuels de composition de musique de film. En utilisant un séquenceur, les compositeurs peuvent personnaliser les sons et déterminer le moment de leur apparition, tout en conservant une approche d'orchestration prédéfinie pour chaque scénario. Cela donne aux compositeurs plus de liberté créative que de simplement assembler des fragments musicaux de manière puzzle.

Ainsi, on constate que les instruments VST actuels explorent les plugins orientés vers la production stylisée de musique et des plugins plus automatisés et conviviaux. Ces instruments partagent tous le même principe consistant à résumer les motifs et rythmes courants d'un style donné en pré-réglages, offrant aux compositeurs des phrases musicales prêtes à l'emploi déclenchées par des touches MIDI et offrant des possibilités de personnalisation. Du point de vue de la stylisation, les instruments virtuels classent de plus en plus clairement les styles de composition musicale de film. En termes d'automatisation, la tendance actuelle des plugins consiste à fournir des pré-réglages de motifs et de rythmes sous forme de phrases musicales pour inspirer les compositeurs dans l'écriture.

### 3.4 De la musique algorithmique à la composition musicale par intelligence artificielle

Les performances époustouflantes de l'intelligence artificielle dans divers domaines ne passent pas inaperçues dans le domaine de la musique. Cependant, la musique générée par IA n'est pas un concept nouveau. Avant

même l'avènement de la musique générée par intelligence artificielle, le concept de composition algorithmique avait déjà émergé. Le terme algorithme tire son origine du nom du mathématicien arabe Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi, qui a introduit les concepts de numération indo-arabe et d'algèbre dans les mathématiques européennes. Un algorithme peut être interprété comme un ensemble d'instructions prédéfinies pour résoudre un problème donné en un nombre fini d'étapes. À partir de ce concept fondamental, les algorithmes peuvent être appliqués à des opérations arithmétiques simples ainsi qu'à des programmes informatiques complexes. Aujourd'hui, les algorithmes sont largement utilisés dans les œuvres artistiques.

En revenant sur l'histoire de la composition algorithmique, dans *Musica enchiriadis* (vers 895), Hucbald de Saint-Amand décrit une méthode consistant à créer une deuxième voix improvisée pour un chant grégorien donné en chantant des intervalles de quarte et de quinte parallèles, une pratique appelée Organum, qui préfigure les canons, où de nouvelles compositions sont créées en suivant une règle musicale établie. Wolfgang Amadeus Mozart a également composé une série de morceaux dans ce style. Dans *Musikalisches Würfelspiel* (Jeux de dés musicaux, KV Anh. 294d, 1787), chaque mesure de la petite danse a été composée en 11 versions différentes. Ces mesures pouvaient être combinées de manière aléatoire en lançant deux dés, offrant de nombreuses possibilités de combinaisons musicales. Il s'agit là des prémices de la composition algorithmique basée sur le hasard. Par la suite, de nombreux compositeurs ont élaboré différentes règles de composition musicale et ont combiné ces règles pour générer du contenu musical. Ces approches peuvent être classées comme des méthodes de composition semi-automatiques basées sur des règles<sup>40</sup>.

Dans l'article « Exploring the Future : From Computer-assisted Composition to AI Composition »<sup>41</sup>, l'auteur mentionne que la composition algorithmique est un processus par lequel un créateur utilise une forme de processus formalisé, comme la programmation, pour générer de la musique. La composition algorithmique peut être divisée en deux catégories : la composition assistée par ordinateur et la composition réalisée de manière indépendante par l'ordinateur, cette dernière représentant les prémices de la composition par intelligence artificielle.

---

<sup>40</sup> Pour plus de détails, voir ESSL (Karlheinz), « Algorithmic composition », *The cambridge companion to electronic music*. Cambridge University Press, 2017, p. 104-122.

<sup>41</sup> Pour plus de détails, voir GIOTI (Artemi-Maria), « From artificial to extended intelligence in music composition », *Organised sound*. 2020, vol. 25, n° 1, p. 25-32.

Dès les années 1950, des œuvres musicales composées par ordinateur sont apparues, comme *la Suite Illiac* par Lejaren Hiller et Leonard Isaacson.

Le quatrième mouvement de la Suite Illiac est principalement composé en utilisant des chaînes de Markov et des tableaux, où des tables de probabilités sont utilisées pour contrôler la répartition des intervalles dans les quatre parties de violon, les motifs fixes étant définis en tant que croches, l'ordinateur étant utilisé uniquement pour décider de la hauteur des croches.

En France, de nombreux théoriciens ont également mené des recherches théoriques dans le domaine des algorithmes et ont produit des concerts de composition algorithmique. Dans ses recherches, Michel Philippot a introduit le concept de « Machines à manipuler l'information », créant des diagrammes fonctionnels pour le traitement de l'information par les machines. Dans les recherches de Pierre Barbaud et André Riotte, centrées sur la formalisation mathématique, les auteurs ont créé différents modèles algorithmiques pour la composition ou l'analyse des œuvres.<sup>42</sup>

L'expérience EMI (Experiments in Musical Intelligence) de David Cope est l'un des systèmes de composition automatique les plus célèbres conçus pour la composition musicale. Il analyse les œuvres stockées au format MIDI, puis génère de nouvelles œuvres à l'aide de réseaux de transition augmentés (ATN), avant de les comparer avec des échantillons. David Cope a publié *Experiments in Musical Intelligence* en 1991, introduisant les concepts de composition automatique et de programmes de composition. De plus, dans sa critique de ce livre, Angelo Bello mentionne que la philosophie de Cope diffère des autres outils de composition algorithmique tels que MAX ou Symbolic Composer, qui ne sont que des ensembles d'outils, tandis que l'EMI associe philosophie et outils, considérant que la composition musicale consiste principalement en la réorganisation de motifs musicaux. L'analyse de l'EMI se divise en deux parties :

(i) l'analyse des phrases musicales selon une hiérarchie basée sur Schenker, et (ii) une analyse basée sur la recherche de motifs des dites « signatures » (c'est-à-dire des motifs musicaux récurrents, qui semblent identifier le style d'un compositeur).<sup>43</sup>

L'auteur soutient que Cope a découvert le concept de « signature », selon lequel chaque œuvre possède non seulement des caractéristiques stylistiques générales, mais également des motifs musicaux récurrents. Lorsque ces motifs récurrents, ou « signatures », apparaissent à plusieurs reprises, la reconnaissance stylistique de l'œuvre est considérablement renforcée.

---

<sup>42</sup> Ces aspects sont discutés dans ANDREATTA (Moreno), « Musique algorithmique », *Théorie de la composition musicale au XXe siècle*. Symétrie, 2013, p. 1239-1268.

<sup>43</sup> BELLO (Angelo), « Experiments in musical intelligence », *Organised sound*. 1997, vol. 2, n° 1, p. 57-60.

À l'ère de l'intelligence artificielle, les ordinateurs peuvent analyser et étudier une base de données à l'aide de *l'apprentissage automatique*. Les termes « apprentissage supervisé » et « *apprentissage non supervisé* » sont au cœur de cette logique. L'apprentissage non supervisé consiste à analyser une base de données pour en déduire des modèles, sans avoir à rendre compte des résultats, résumant simplement les tendances. *L'apprentissage supervisé* permet à la machine d'extraire des données avec une réponse donnée, puis d'obtenir une fonction pour prédire les résultats, fournissant ainsi une réponse. Après *l'apprentissage automatique*, les compositeurs peuvent restreindre la hauteur et la position de chaque note mélodique et générer des mélodies aléatoires à l'aide de probabilités et de paramètres aléatoires. C'est là le principal mode de génération de musique par intelligence artificielle.

Cependant, au cours des dernières années, la composition musicale par intelligence artificielle s'est encore perfectionnée. En 2019, une entreprise nommée Jukedeck a proposé gratuitement des pistes AI personnalisées en ligne pour le grand public. La création de Jukedeck repose entièrement sur la technologie de *l'apprentissage automatique*. Son intelligence artificielle sélectionne des notes et des accords spécifiques via un réseau neuronal, créant ainsi une partition similaire à une partition conceptuelle. Cette partition est ensuite synthétisée pour produire un fichier audio. Jukedeck a transformé une partie de la musique de bases de données telles que la Nottingham Music Database en un système de partitions textuelles basés sur la machine d'apprentissage, ces textes devenant la base de données pour *l'apprentissage automatique*<sup>44</sup>.

Par la suite, Suno AI, la dernière avancée en matière de logiciel de composition par intelligence artificielle, est devenue l'une des plus puissantes. Tout comme d'autres logiciels d'IA, Suno AI est extrêmement simple à utiliser, il suffit de saisir des mots-clés dans la section « instructions » tels que « genre musical, style musical, émotion, instruments, thème ou scène, description vocale », pour décrire la musique souhaitée, et en peu de temps, une musique complète et réaliste est générée, comprenant des chansons et de la musique instrumentale.

Suno AI peut générer une musique dans le style demandé par l'utilisateur en fonction des entrées de ce dernier. De même, si l'utilisateur souhaite obtenir le style musical d'un compositeur spécifique, Suno AI peut également le faire. Ainsi, Suno AI peut apprendre avec précision un style donné et produire une œuvre fortement stylistique, grâce à *l'apprentissage automatique* de l'IA.

---

<sup>44</sup> Pour une instruction de l'IA en musique, voir COLE (Ross), « The problem with AI music: song and cyborg creativity in the digital age », *Popular music*. University of Cambridge, 2020, vol. 39, n° 2.



Au fil du développement de la musique par intelligence artificielle et de la logique de création qui la sous-tend, une conclusion peut être tirée : la musique par intelligence artificielle est basée sur l'analyse, l'étude et la synthèse des motifs tirés de bases de données musicales existantes. De même, l'apprentissage des styles musicaux est une force de l'IA, qui, en étudiant les motifs mélodiques, harmoniques et autres éléments musicaux, peut produire des œuvres similaires grâce à la programmation. Un apprentissage et un entraînement considérables ont rendu l'IA de plus en plus sophistiquée, et l'apparition de Suno AI aujourd'hui est devenue une conséquence naturelle. Qu'il s'agisse de logiciels de composition ou d'outils d'assistance à la composition, ils peuvent fournir des performances satisfaisantes.

## **4 Application de la NRT à la composition et production en musique de film**

### **4.1 Les opérateurs de la NRT dans la composition stylistique**

L'évolution du style de la musique de film n'est pas seulement déterminée par les compositeurs, mais aussi par l'évolution des genres cinématographiques. Tout en assurant une qualité de base, les films produits industriellement ont tendance à avoir des structures narratives similaires dans un même style, ce qui détermine davantage la stylisation des films. Pour répondre à cette caractéristique, la production stylistique de la musique de film est devenue une tendance. Bien que l'existence de la musique stylistique mérite toujours une discussion esthétique, elle existe en raison d'une forte demande et de sa commodité. Cette demande existe non seulement dans la production de musique de film à gros budget, mais également dans la production de films de petit budget, ainsi que dans d'autres domaines tels que la musique de jeux vidéo et d'animation, où toute musique à l'image nécessite une stylisation.

Lors de l'analyse de la musique stylistique, nous regroupons des musiques similaires sous un même style et explorons les caractéristiques et les règles de composition communes qui les sous-tendent, afin de les étudier, de les appliquer et de développer davantage de variantes, tout en enrichissant leur style interne avec les techniques de la composition.

Dans les parties précédentes, j'ai discuté de la musique stylistique en sélectionnant le style « conte de fées fantastique » comme exemple, avec la composition d'Alice in Wonderland de Danny Elfman, que j'ai analysée à l'aide du Tonnetz pour les musiques de scène. Grâce à cette analyse, j'ai identifié de nombreuses techniques harmoniques couramment utilisées par Danny Elfman, représentées par les opérateurs ou leurs combinaisons dans le Tonnetz.

Notre hypothèse est que dans la musique de film, la formation d'un style particulier est indissociable des connexions harmoniques qui le sous-tendent. En d'autres termes, dans un certain contexte de style, une accumulation de combinaisons harmoniques crée une sensation d'écoute similaire qui définit ce style.

Dans la musique de film, les connexions harmoniques ne suivent pas nécessairement la logique des tonalités, et souvent, elles s'éloignent des contraintes tonales pour permettre des combinaisons quelconques entre les

accords. Ainsi, à travers le réseau Tonnetz, nous pouvons voir clairement les liens directs entre deux harmonies, représentés par les opérateurs, qui peuvent être appliqués à n'importe quel endroit du réseau pour obtenir d'autres connexions harmoniques produisant une sensation d'écoute similaire.

Comme indiqué dans l'analyse ci-dessus, nous voyons une utilisation importante des mouvements par demi-tons (SP). Par exemple, un mouvement harmonique demi-ton de F#m à Fm peut créer une tension intense, adaptée aux scènes de poursuite ou fantastiques. De même, n'importe quel accord dans le Tonnetz peut être transformé en un autre accord par un mouvement de demi-ton, comme de Cm à Bm, pour obtenir une sensation d'écoute similaire. Dans les compositions de Danny Elfman, nous constatons que le compositeur utilise souvent plusieurs mouvements par demi-tons à la suite pour créer des passages avec une sensation auditive spécifique, formant ainsi une musique stylistique particulière (voir Figure 19).

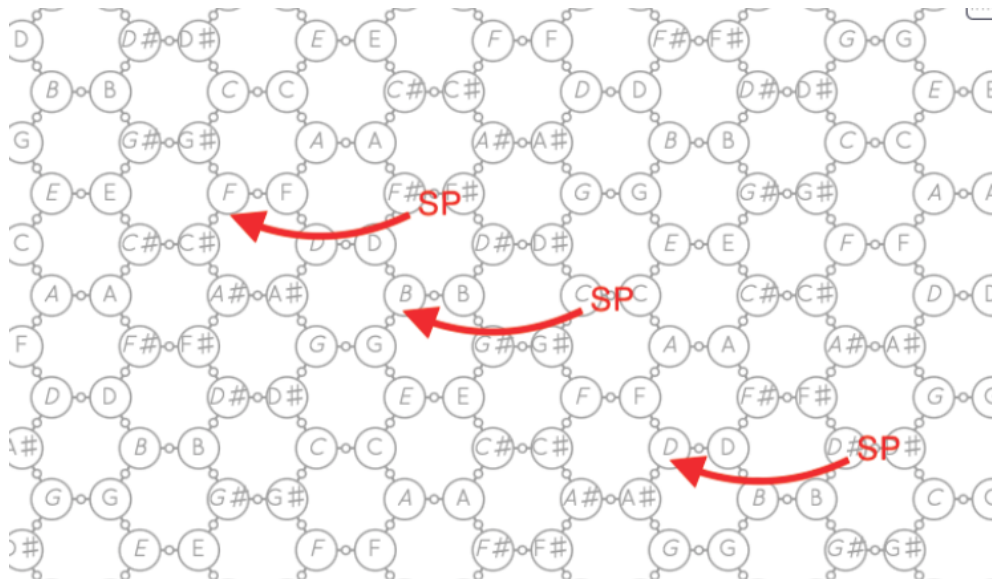


FIG. 19. L'utilisation de transformation SP (Slide-Parallèle) dans le Tonnetz.

Par exemple, à travers le Tonnetz, nous pouvons également observer les modulations fréquemment utilisées par les compositeurs. Si nous abandonnons l'approche traditionnelle d'analyse tonale et considérons la modulation simplement comme une connexion harmonique entre deux accords quelconques, elle peut être vue comme une composition de plusieurs opérateurs, par exemple, PL-RF-PL. Cette série de transformation peut être appliquée aux connexions harmoniques de F#m-A#m-G#m-Cm, et peut également être utilisée pour trouver d'autres connexions harmoniques dans le Tonnetz, comme Gm-Bm-Am-C#m ou A#m-Dm-Cm-Em. De cette manière,

nous pouvons obtenir de nombreuses connexions harmoniques produisant une sensation d'écoute similaire (voir Figure 20).

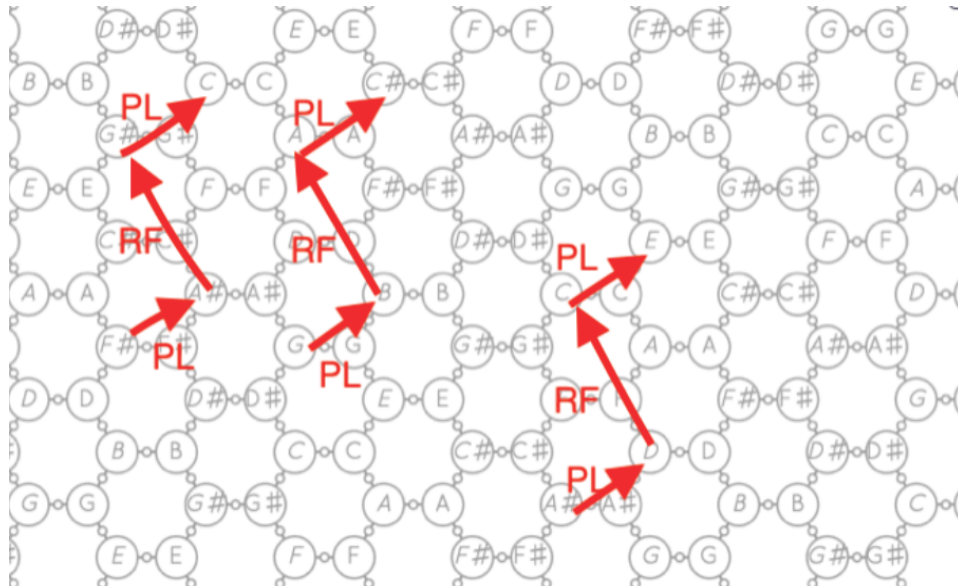


FIG. 20. La série de transformation PL-RF-PL appliqué à 3 accords (F#m, Gm, A#m) dans le Tonnetz.

Par conséquent, l'application de la NRT dans la composition musicale de films présente un grand potentiel de développement, car la clé réside dans le fait que l'analyse harmonique dans la composition musicale de films peut être considérée comme une liberté de connexion harmonique abandonnant les méthodes traditionnelles, c'est-à-dire rompre avec les contraintes tonales pour discuter directement des relations harmoniques. À travers ce processus, la NRT pourra effectuer une analyse harmonique plus rapide et plus claire, et proposer des règles applicables à n'importe quelle connexion harmonique.

Nous avons déjà identifié, grâce à l'analyse des compositions de Danny Elfman, plusieurs exemples de l'utilisation de progression harmonique qui caractérisent son style. Certains de ces cas sont des connexions harmoniques extrêmement courantes dans son style, tandis que d'autres sont plus rares mais toujours efficaces pour créer une sensation auditive spécifique. Ces connexions harmoniques sont représentées par les opérateurs et leurs combinaisons dans le Tonnetz, ce qui nous permet, de manière similaire à l'apprentissage non supervisé de l'IA, d'identifier clairement une série de règles harmoniques. En appliquant ces règles harmoniques à la composition musicale de films, il est tout à fait envisageable de créer des motifs harmoniques stylistiques.

Lorsque nous parlons de NRT, nous ne parlons pas seulement de l'opérateur dans le tonnetz, mais, comme nous l'avons écrit dans le chapitre 2, tout en discutant du tonnetz, nous analysons également les harmonies dans le cercle chromatique. Grâce à cette analyse, nous avons obtenu un certain nombre de transitions comme T11 et T9 qui ont une application récurrente, et qui peuvent être considérées comme ayant un rôle similaire dans l'application de la NRT.

Bien entendu, *Alice in Wonderland* de Danny Elfman n'est qu'un exemple d'analyse de cas, démontrant que la NRT peut être utilisée pour analyser l'harmonie dans la composition musicale de films et identifier des règles. De même, cette méthode peut être appliquée à diverses œuvres de composition musicale de films pour une analyse harmonique stylistique. C'est là que réside l'application de la NRT dans l'analyse harmonique.

## **4.2 L'application pratique en production**

Après avoir discuté de l'application de l'analyse harmonique, nous aborderons maintenant son application pratique dans le processus de production musicale.

Dans le chapitre précédent, j'ai discuté des outils de production stylistique existants, en les divisant en deux catégories : les instruments VST et les outils de composition musicale assistée par IA. Dans le domaine des instruments VST, nous constatons que certains fabricants de sources sonores essaient d'intégrer des fonctionnalités de composition semi-automatique dans leurs logiciels, dans le but d'aider les compositeurs à composer plus rapidement et à trouver l'inspiration en générant des motifs musicaux à l'aide d'une simple pression sur une touche. Dans ces instruments VST semi-automatiques existants, la plupart se concentrent sur les motifs mélodiques et rythmiques, en permettant de générer des phrases musicales préétablies en appuyant sur les touches correspondantes, ce qui aide à structurer la composition et l'orchestration et offre un espace d'automatisation. Leur principe repose principalement sur la pré-crédation de structures musicales et l'analyse de motifs stylistiques, utilisant la génération MIDI de Kontakt pour créer des mélodies personnalisées. C'est la garantie, la cohérence et l'applicabilité des phrases musicales (utilisables sur d'autres touches pour générer d'autres phrases harmoniques).

Cependant, nous constatons également que ces instruments à génération automatique ne peuvent générer que des phrases harmoniques dans une seule tonalité, et ne peuvent pas produire des phrases complètes avec des changements harmoniques. Ainsi, en ce qui concerne l'harmonie, la NRT offre un potentiel de développement.

De la même manière que le fonctionnement des outils semi-automatiques existants, une analyse et une étude approfondies de la musique stylistique à l'aide de la NRT permettront de créer des combinaisons d'opérateurs qui serviront de logique pour les options de connexion harmonique dans le VSTi. Ces combinaisons seront semblables à des préréglages dans les outils existants. Les nombreuses combinaisons d'opérateurs utilisées dans un certain style musical offriront de nombreuses options pour ce même style, facilitant ainsi la création stylistique.

D'autre part, la NRT peut également être utilisée dans les outils de composition assistée par IA, qui sont des outils d'automatisation. Dans la composition assistée par IA, il est évident que la création de musique stylistique est aujourd'hui une des spécialités de l'IA, car elle apprend les caractéristiques mélodiques, harmoniques, structurelles et d'orchestration des œuvres existantes et les synthétise dans une démarche générative. En appliquant une analyse et une étude similaires à la NRT, nous pouvons également comprendre l'harmonie d'une manière nouvelle et plus efficace. Ainsi, dans la composition assistée par IA, la NRT offre encore des possibilités de développement.

En comprenant le fonctionnement des outils de composition automatisée par IA et des instruments VST semi-automatiques, nous pensons que l'analyse de la NRT sur la musique stylistique, ainsi que la manière dont elle tire des conclusions, sont similaires sur le plan logique. Ainsi, en utilisant la même approche de *découverte de règles, création de préréglages et application de conditions de contrainte*, la NRT peut jouer un rôle majeur dans les outils de composition stylistique.

### **4.3 Perspectives critiques sur l'utilisation de la NRT dans la production**

Bien sûr, lorsque nous discutons des sujets ci-dessus, la NRT présente des limitations qui se manifestent sous deux aspects : d'une part, la composition musicale pour le cinéma ne nécessite pas toujours des compositions de longues sections, et d'autre part, l'analyse harmonique effectuée par la NRT est basée sur l'analyse d'œuvres existantes et ne permet pas d'apporter directement des innovations.

Pour le premier aspect, bien que dans certains cas, le style de composition de musique de film se concentre souvent sur de longues sections, voire utilise directement des chansons existantes pour la composition, mais les compositeurs hollywoodiens utilisent davantage des instruments

électroniques et d'autres techniques pour créer des ambiances musicales longues sans changements d'harmonie évidents. Par exemple, dans la composition musicale de Hans Zimmer pour le film *The Dark Knight*, la séquence musicale « Why So Serious » associée au Joker est une musique d'une minute basée sur quelques notes invariables, jouées par un violoncelle pré-traité et un synthétiseur. Il s'agit d'une approche visant à créer des sensations sonores et constitue une méthode de composition fréquemment utilisée dans les films hollywoodiens actuels. Comparée à l'approche traditionnelle de la composition axée sur l'harmonie et la mélodie, cette méthode de composition se concentre davantage sur l'orchestration et l'association des timbres, ainsi que sur la synchronisation sonore aux images. Dans ce type de composition musicale, le champ d'application de la NRT serait limité, car il n'y a pas de mouvements harmoniques.

Pour le deuxième aspect, on retrouve les essais d'évaluation esthétique actuelle de la composition musicale par IA. Dans l'article intitulé « From Artificial to Extended Intelligence in Music Composition » de Artemi-Maria Gioti, l'auteur remet en question l'innovation technologique en matière d'intelligence artificielle. En effet, l'IA excelle dans l'étude rapide de la musique à partir de bases de données grâce à l'apprentissage automatique et profond, permettant de trouver des motifs et d'imiter la création, mais elle repose fondamentalement sur des bases de données existantes. L'IA ne serait donc pas performante en matière d'innovation. Les limitations de la NRT dans la création stylistique sont similaires, car bien que l'apprentissage stylistique de la NRT puisse offrir un nouveau point de vue sur l'analyse harmonique, il ne peut étudier que les motifs existants ; pour innover, la NRT doit être utilisée d'une autre manière.

À qui s'adresse donc la création stylistique de la NRT ? Notre hypothèse c'est qu'on peut le comparer à des outils de composition musicale semi-automatiques dont le but est de faciliter la composition et d'inspirer les compositeurs. Manifestement, grâce à l'analyse de la NRT, nous pouvons obtenir de nombreux motifs harmoniques, et la NRT apporte également une capacité à faire des liens harmoniques, en appliquant les opérateurs obtenus sur d'autres harmonies pour obtenir de nouvelles connexions harmoniques offrant des sensations similaires. Ces opérateurs peuvent être considérés comme faisant partie des outils d'assistance à la composition, voire comme des références ou une boîte à outils permettant aux compositeurs de faire des choix. Ainsi, cela peut servir à aider les compositeurs dans la production stylistique.

En utilisant également la capacité de la NRT à faire des liens harmoniques, les opérateurs obtenus peuvent servir d'inspiration aux compositeurs. En d'autres termes, les compositeurs peuvent voir de nombreux liens harmoniques prédéfinis et ensuite les utiliser comme point de départ

pour explorer d'autres parcours harmoniques. Cela ressemble à la raison d'être de nombreux outils de composition musicale semi-automatiques, qui sont conçus pour inspirer. De même, cela ressemble à de nombreux logiciels de production musicale grand public actuels (comme GarageBand), qui offrent de nombreuses fonctionnalités de composition semi-automatiques, comme le fait de choisir un accord et créer une phrase musicale, facilitant ainsi la prise en main des débutants en musique. En outre, l'application de la NRT à la création stylistique s'adresse davantage aux débutants ou aux novices. Nous pensons que, même si la composition par IA est souvent considérée comme référence, le niveau de composition de haute qualité doit avoir quand même des innovations que l'IA ne peut pas nous apporter. Tout en garantissant une qualité de base, il est important d'apporter davantage d'innovation pour élever les normes de la composition musicale pour le cinéma, et ceux qui se trouvent en dessous du niveau de l'IA sont les débutants ou les novices qui sont en phase d'apprentissage. Les débutants peuvent rapidement comprendre certains aspects stylistiques grâce à la création stylistique de la NRT, en utilisant des outils de composition semi-automatiques ou automatiques pour améliorer leurs compétences en production musicale. Il en va de même pour les passionnés de musique sans expérience, ce qui représente également une opportunité d'explorer leur créativité musicale.



## Conclusion

Dans ce document, j'ai discuté de l'application de la NRT dans la production stylisée de musique de film. Je pense que pour s'adapter à l'évolution des styles cinématographiques actuels, la création stylisée de musique de film sera une tendance, et l'apprentissage de la création stylistique est un passage obligé pour les débutants. À partir de là, je crois que la NRT peut jouer un rôle dans la production stylisée de musique de film, et j'ai choisi l'œuvre musicale *Alice in Wonderland* de Danny Elfman comme exemple pour une analyse harmonique assistée par la NRT. Les films fantastiques sont un genre très commun dans le cinéma hollywoodien actuel, avec de nombreuses branches différentes. *Alice in Wonderland* représente de manière emblématique le genre des contes de fées fantastiques, et la musique de Danny Elfman, que ce soit son style musical personnel ou ses caractéristiques stylistiques dans les films, est représentative et peut être analysée comme un cas de production stylistique.

Dans l'analyse harmonique effectuée via le Tonnetz, j'ai découpé les extraits de film en scènes selon la structure narrative commune, et j'ai trouvé des segments musicaux appropriés pour chaque scène, et je les ai représentés à l'aide de combinaisons d'opérateurs du Tonnetz. J'ai découvert de nombreuses combinaisons d'opérateurs communes qui peuvent être considérées comme représentant les caractéristiques harmoniques de ce style. De plus, j'ai également présenté des exemples d'harmonie créative qui reflètent à la fois les caractéristiques personnelles de l'auteur et s'adaptent parfaitement au style et aux scènes fantastiques.

Après l'analyse de cas, j'ai présenté les outils de création stylisée existants. J'ai discuté des besoins des compositeurs en matière d'application de la musique sur ordinateur, puis j'ai abordé les outils de création stylistique dans la production musicale pour le cinéma. Il en existe deux types principaux : les instruments virtuels (VSTi) et les outils de composition par IA. Dans mon étude, j'ai constaté que les caractéristiques des instruments VST stylistiques incluent l'intégration des types de phrases musicales courantes dans le style. Ces phrases sont intégrées comme les préréglages dans Kontakt pour être utilisées comme outils semi-automatiques par les compositeurs. Les outils de composition par IA utilisent l'apprentissage automatique et profond pour imiter les styles musicaux d'une base de données et en extraire les caractéristiques qui peuvent servir à la génération via l'IA.

En analysant les outils de création stylistique, je pense que la méthode d'analyse harmonique de la NRT peut être appliquée aux outils de composition semi-automatiques ou automatiques, car leur principe est similaire. De plus, la NRT, en tant qu'outil qui remet en question les idées traditionnelles d'analyse harmonique, peut s'adapter à une utilisation plus libre de l'harmonie dans la production musicale pour le cinéma contemporain. De plus, la NRT peut servir de générateur d'harmonie pour compenser les lacunes en matière d'harmonie dans la plupart des instruments VST qui ne peuvent générer que des phrases musicales et des motifs rythmiques. Bien que la NRT ait ses propres limites en tant qu'outil de composition musicale pour le cinéma, il peut encore être utile dans l'exploration de progression harmonique également pour débutants et aux amateurs de musique.

À mesure que la production musicale pour le cinéma évolue, de nouvelles façons d'utiliser l'harmonie ou de nouvelles approches de la composition musicale apparaîtront. La musique de film et le cinéma sont indissociables. Comme je l'ai mentionné précédemment, alors que l'IA n'est pas encore capable d'innover massivement en musique, elle peut servir de référence, car elle peut apprendre et imiter précisément la plupart des musiques existantes. L'application de la NRT dans la musique de film continuera à se développer avec l'évolution de l'IA, offrant ainsi de nouvelles possibilités pour la production musicale pour le cinéma.

## Bibliographie

### Livres :

- COHN (Richard), *Audacious euphony: chromatic harmony and the triad's second nature*. USA, Oxford University Press, 2012.
- EULER (Leonhard), *De harmoniae veris principiis per speculum musicum repraesentatis*. Novi Commentarii academiae scientiarum Petropolitanae, 1774.
- Tentamen novae theoriae musicae*. St. Petersburg: Imperial Academy of Sciences, 1739.
- KARLIN (Fred), et WRIGHT (Rayburn), *On the track: A guide to contemporary film scoring*. Routledge, New York, 2003.
- LEHMAN (Frank), *Hollywood harmony : musical wonder and the sound of cinema*. USA, Oxford University Press, 2018.
- MARSHALL (B. Thymm), ROBERT (H. Boyer) et KENNETH (J. Zahorski), *Fantasy literature: a core collection*. R. R. Bowker Company, 1979.
- MIELL (Dorothy), MACDONALD (Raymond) et J. HARGREAVES (David), *Musical communication*. Oxford Academic, 2012.
- NEUMEYER (David), *The Oxford handbook of film music studies*. Oxford Academic, 2013.
- WEINSTOCK (Jeffrey Andrew), *The works of Tim Burton: margins to mainstream*. Palgrave Macmillan, New York, 2013.

### Chapitres d'ouvrages :

- ANDREATTA (Moreno), « Musique algorithmique », dans DONIN (Nicolas) et FENEYROU (Laurent), *Théorie de la composition musicale au XXe siècle*. Symétrie, 2013, p. 1239-1268.
- COOKE (Mervyn), « State of the art: film music since the new hollywood », *A history of film music*. Cambridge University Press, 2008, p. 454-510.

ESSL (Karlheinz), « Algorithmic composition », dans COLLINS (Nick), *The cambridge companion to electronic music*. Cambridge University Press, 2017, p. 104-122.

#### **Thèses et mémoire de master :**

BERGOMI (Mattia Giuseppe), « Dynamical and topological tools for (modern) music analysis », thèse de doctorat, dir. HAUS (Goffredo) et ANDREATTA (Moreno). Università degli Studi di Milano, Université Pierre et Marie Curie, 2015.

YANG (Xiaona), « Histoire et esprit : une analyse narratologique des films fantastiques », mémoire de master, dir. LI (Xianjie). Université normale de Chine centrale (CCNU), 2012 (en chinois).

#### **Articles de revue :**

BELLO (Angelo), « Experiments in musical intelligence », *Organised sound*. 1997, vol. 2, n° 1, p. 57-60.

CARAYOL (Cécile), « La ligne rouge de Hans Zimmer. matrice d'un nouvel hollywood électro-minimaliste et contemplatif », *Revue musicale OICRM*. Observatoire interdisciplinaire de création et recherche en musique, 2018, vol. 5, n° 2, p. 79-102.

COHN (Richard), « Introduction to neo-riemannian theory: a survey and a historical perspective », *Journal of music theory*. 1998, vol. 42, n° 2, p. 167-180.

COLE (Ross), « The problem with AI music: song and cyborg creativity in the digital age », *Popular music*. University of Cambridge, 2020, vol. 39, n° 2, p.332-338.

GIOTI (Artemi-Maria), « From artificial to extended intelligence in music composition ». *Organised sound*. 2020, vol. 25, n° 1, p. 25-32.

HAN (Leng), « Histoire et tendances du développement des films fantastiques dans le monde », *Journal of social science of Harbin Normal University*. 2023, vol. 2, p.146-151 (en chinois).

- HUVET (Chloé), « La musicologie du cinéma : enjeux disciplinaires et problèmes méthodologiques », *Intersections*. 2016, vol. 36, n° 1, p. 53-84.
- LEHMAN (Frank), « Transformational analysis and the representation of genius in film music », *Music theory spectrum*. 2013, vol. 35, n° 1, p. 1-22.
- LEI (Wei), « The new music development tendency of hollywood commercial films », *Contemporary cinema*. 2015, vol. 7, p. 150-154 (en chinois).
- MURPHY (Scott), « The major tritone progression in recent hollywood science fiction films », *Music theory online*. 2006, vol. 12, n° 2, p. 39.
- NEUMEYER (David), « Source music, background music, fantasy and reality in early sound film », *College music symposium*. 1997, vol. 37, p. 13-20.
- QIAN (Feng), « L'utilisation et les tendances de développement des moyens technologiques de production de musique électronique dans la composition de musique de film », *Mudan*. 2023, vol. 22, p. 42-44 (en chinois).
- RODMAN (Ron), « Television genre / musical genre / expressive genre », *American music*. 2019, vol. 37, n° 4, p. 435-457.
- ROSSI (Jérôme), « Essai de caractérisation de l'évolution des musiques super-héroïques de Batman (1989) à The Dark Knight Rises (2012) », *Revue musicale OICRM*. Nantes, Observatoire interdisciplinaire de création et recherche en musique. 2018, vol. 5, n° 2, p. 15-47.
- SHEN (Yaoqi) « Une étude des téléfilms fantastiques basée sur l'approche de l'analyse de contenu : Les téléfilms fantastiques sur la liste de classement IMDB à titre d'exemple », *Jeune journaliste*. 2010, vol. 11, p. 47-48 (en chinois).
- TYMOCZKO (Dmitri), « The generalized Tonnetz », *Journal of music theory*. Yale University, 2012, vol. 56, n° 1, p. 1-56.
- WRIGHT (H. Steven), « The film music of Danny Elfman: a selective discography », *Notes*. 2006, Second Series, vol. 62, n° 4, p. 1030-1042.

VAN ELFEREN (Isabella), « Epic soundtracks, magical instruments, musical metaphysics », *Journal of the fantastic in the arts*. 2013, vol. 24, n° 1, p. 4-24.

ZHOU (Qingping), « Le fantastique comme genre cinématographique », *L'art cinématographique*. 2017, vol. 4, p. 10-15 (en chinois).

ZHU (Ziyu), « L'utilisation de plug-ins d'effets audio logiciels dans la production musicale assistée par ordinateur », *L'esthétique et l'époque*. 2021, vol. 9, p. 82-84 (en chinois).

#### **Autres publications :**

BEST SERVICE & SONUSCORE, « The Score manual », 2023.

CANNAS (Sonia) et ANDREATTA (Moreno). « A generalized dual of the Tonnetz for seventh chords: mathematical, computational and compositional aspects », *Proceedings of Bridges 2018: mathematics, art, music, architecture, education, culture*. Stockholm, Sweden, 2018, p. 301-308.

HANLEY (Adam), « Action strikes manuel », *Native instruments manual*, 2011.

SONOKINETIC, « Fantasy: orchestral wizardry », *Sonokinetic fantasy reference manual*, 2023.

#### **Article en ligne :**

LEOTSAKOS (Stephanie), *A Tonnetz in practice* [en ligne]. Decembre 2020, URL: <https://www.stephanieleotsakos.com/a-tonnetz-in-practice>.

POPOFF (Alexandre), *Neo-riemannian examples in music* [en ligne]. 9 octobre 2021. URL: <https://alpof.wordpress.com/2021/10/09/neo-riemannian-examples-in-music/>.