Stabilité structurelle dans l'harmonie

Benoît Virole

benoit.virole@wanadoo.fr

2020-2022-2023

≪ Il m'arrive souvent d'hésiter entre deux notes avant de me décider ≫

Thelonious Monk

Résumé

Nous proposons une interprétation morphodynamique de l'harmonie tonale. En le réduisant à sa structure cadentielle de base, le discours musical est sous-tendu par l'opposition paradigmatique entre deux pôles attractifs en compétition d'existence, la tonique, stable, et la dominante dont les rapports harmoniques *internes* sont instables (triton). Mais toute tonique, de par le réseau de ses harmoniques, active également deux tonalités voisines, correspondant à la dominante et à la sous dominante qui exercent sur elle une double tension attractante. Nous proposons de considérer la ligne mélodique comme une actualisation de la dynamique présente à l'état virtuel entre ces tonalités attractantes. L'effet esthétique serait alors lié au différentiel entre l'attente harmonique de la réalisation et l'inattendu de l'actualisation. Nous montrons s deux exemples musicaux : le prélude N ° 1 du clavier bien tempéré de Jean-Sébastien Bach et le thème de Jazz '*Round Midnight* du compositeur et pianiste Thelonious Monk.

Mots-clefs

Harmonie Théorie des catastrophes J.S. Bach Thelonious Monk

Définition de l'harmonie

L'harmonie est la science des relations entre les sons. Ces relations sont déterminées en partie par une base naturelle liée à l'existence des rapports mathématiques entre les fréquences des sons consonants et en partie par une acceptation esthétique variant selon les époques et les cultures. Pour la Grèce antique, l'harmonie est la disposition des sons contenus dans l'octave, entre deux sons consonants. Cette disposition est le *mode*, soit la succession caractéristique des intervalles inégaux qui les séparent. La musique grecque classique avait effectué une sélection de sept sons établie en fonction des intervalles obtenus en divisant une corde vibrante par parties (moitié, tiers, quart). Parmi ces échelles – ces modes - l'une a eu une fortune particulière dans la musique occidentale, la gamme diatonique définissant alors le système tonal.

Au Moyen Age, le mot harmonie change de signification et s'applique à la simultanéité des sons, à la suite de l'enchevêtrement des lignes mélodiques du contrepoint générant des consonances stabilisatrices. Des agrégations de sons simultanés sont alors perçues comme une plénitude agréable[1]. L'histoire de l'harmonie, et donc l'histoire de la musique occidentale, a été interprétée comme l'acceptation progressive des différents rapports harmoniques établis

1. Barraud H., ≪ Harmonie ≫, *Encyclopédia Universalis*, 2002 , Tome XI, p. 108-112.

par les résonnances naturelles d'un son fondamental. Pour autant, cette acceptation progressive ne lève pas les inconnues sur l'essence du fait musical.

Problématiques philosophiques de l'harmonie

L'existence de la musique pose deux problèmes principaux sur le plan philosophique. Le premier est d'ordre sémiotique. La musique est un discours signifiant sans signifié. Elle ne signifie rien par elle même. Elle peut certes arriver à signifier analogiquement un objet ou un sentiment. Par exemple, dans le *Cygne* de Saint-Saëns, l'envol majestueux de l'animal est clairement évoqué par une montée régulière en croches allant jusqu'à une note longue en finale s'estompant progressivement et symbolisant l'éloignement dans le lointain. L'effet évocateur est flagrant. De même, certaines mélodies expriment la tristesse, d'autres l'allégresse, la peur, la vitesse, l'enthousiasme... Ces significations sont construites subjectivement par l'auditeur qui perçoit l'intention descriptive du compositeur parfois explicitée dans le titre de l'œuvre. Mais ces éléments descriptifs, figuratifs ou expressifs, de la musique, ne peuvent pas suffire à la définir.

Le compositeur produit des objets sonores qui valent pour eux-mêmes, et sont des réalités nouvelles qui s'ajoutent au monde et ne se bornent pas à y renvoyer[2]. Au-delà des moments expressifs, la musique déploie des structures mélodiques, rythmiques et harmoniques, qui existent par elles-mêmes, pour elles-mêmes, sans aucun arrière plan de significations. La question posée est alors celle de la nature de ce pur signifiant musical.

La seconde question est d'ordre métaphysique. Elle découle de la présence dans l'harmonie d'une organisation naturelle préexistante, relevant d'un ordre mathématique structurant la résonnance. L'importance philosophique de cet ordre mathématique dans la musique a été portée à son extrême par l'astronome Jean Kepler (1571-1630)[3]. Pour Kepler, les proportions géométriques étaient des archétypes de l'ordre universel d'où dérivent les lois planétaires *et* l'harmonie musicale. Ces proportions géométriques sont des pures harmonies qui ont guidé Dieu dans son œuvre de création.

Les harmonies sensibles que nous percevons dans les consonances musicales ne sont que des échos de l'œuvre divine. Elles sont portées par des proportions mathématiques[4]. Pour les pythagoriciens, l'octave vient du rapport entre 1 et 2 entre les longueurs des cordes en vibrations. La quinte est d'un rapport entre 2 et 3, la quarte d'un rapport entre 3 et 4. Mais si le rapport entre 3 et 5 donne une consonance et que le rapport entre 3 et 7 une dissonance, comment expliquer cette différence ? Ces deux rapports sont en effet arithmétiquement comparables.Pour Kepler, l'explication est de nature géométrique et non arithmétique. Pour le prouver, il imagine le dispositif suivant. On réunit les extrémités d'une corde vibrante produisant les sons de façon à former un cercle. Si l'on place une figure symétrique à l'intérieur de ce cercle, on le divise donc en des parties. En plaçant un pentagone dans la circonférence on obtient des parties complémentaires qui sont au cercle comme de 1/5 et 4/5, soit deux accords fait de consonances. Par contre, si l'on place dans la circonférence un heptagone on obtient des rapports de 1/7 et 6/7 qui sont dissonants. Cette dissonance est liée, selon Kepler, au fait que l'heptagone ne peut pas être réalisée géométriquement à la règle et au compas, à la différence du pentagone. Le compas et la règle sont les seuls outils permis en géométrie classique. Or, la géométrie est le seul langage qui nous permet de comprendre les ressorts de l'esprit humain. Il existe donc des formes pures, des pures harmonies archétypales, dont l'harmonie musicale est une réalisation. Ce sont des polygones réguliers, constructibles, tandis que les polygones arithmétiques non réalisables au compas produisent des sons discordants. Pour Kepler, aux cinq solides parfaits s'ajoutent les polygones parfaits. Les premiers sont les corps à trois dimensions pouvant être inscrits dans une sphère, les secondes des figures à deux dimensions inscrites pareillement dans

2. Muller., *Philosophie de la musique*, p. 49.
3. Kepler J., *Le secret du monde*, 1596, Gallimard, 1984.
4. Cf. Koestler A., *Les somnambules, Essai sur l'histoire des conceptions de l'univers*, 1958, Les belles lettres, 2010., p. 385-386.

le cercle. La sphère est pour Kepler le symbole de la Sainte-Trinité. Le plan à deux dimensions symbolise le monde matériel . Le cercle est à l'intersection de la sphère et du plan, et symbolise la double nature de l'homme, corps et esprit. La musique est l'art des harmonies géométriques et elle nous est donnée comme empreinte cachée de la création divine. Durant tout l'âge classique, la musique possèdera le privilège d'être entre tous les arts celui qui dispose d'une matière première singulière :

> ≪ Ainsi la musique est le seul art qui dispose d'une matière première qui serait déjà en elle-même à ce point porteuse d'esprit céleste. ≫[5]

Pour Rameau, compositeur et premier vrai premier théoricien de l'harmonie, la nature offre dans la musique la possibilité d'un accès direct à la mathématisation du réel :

> ≪ C'est dans la musique que la nature semble nous assigner le principe physique de ces premières notions purement mathématiques sur lesquelles roulent toutes les sciences, je veux dire, les proportions, harmonique, arithmétique, géométrique, d'où suivent les progressions de même genre et qui se manifestent au premier instant que résonne un corps sonore, soit dans son tiers et son cinquième qui résonnent avec lui, et qu'il fait frémir dans d'autres corps sonores accords à l'unisson de ce tiers et de ce cinquième, soit dans son triple et son quintuple, qu'il fait également frémir dans d'autres corps sonores accordés à l'unisson de ce triple et de quintuple sans parler des octaves, qui ne sont que des répliques. ≫[6]

Ce qui fera écrire à Schopenhauer, bien plus tard et dans un autre contexte épistémique encore marquée par le romantisme des formes naturelles, que la musique est placée tout à fait en dehors des autres arts. On ne peut y trouver ni la copie, ni la reproduction de l'idée de l'être tel qu'il se manifeste dans le monde. Nous ne pouvons donc plus nous contenter de considérer la musique ainsi que l'écrivait Leibniz, comme ≪ un exercice d'arithmétique inconscient dans lequel l'esprit ne sait pas qu'il compte ≫[7] mais il faut écrire ≪ la musique est un exercice de métaphysique inconscient dans lequel l'esprit ne sait pas qu'il fait de la philosophie ≫[8]. Car dans la musique, il existe non pas une ressemblance directe mais un parallélisme entre la musique et les idées, dont les phénomènes multiples et imparfaits forment le monde visible[9]. Pour Schopenhauer, les sons les plus graves de l'échelle musicale sont comparables à la matière inorganique d'où la volonté déploiera la masse planétaire[10]. La musique est un espace dans lequel se déploient des interactions dynamiques entre des puissances *en devenir*. Or, ces puissances en devenir sont contenues dans les accords. Ces accords peuvent être considérés comme de véritable accumulateurs d'électricité positive ou négative. Ils ont une valeur sonore en soi, mais plus encore un *potentiel* qui apparaît dans les mouvements qu'ils engendrent dans l'espace et le temps. Pour Schopenhauer, l'harmonie des accords est le ≪ devenir des choses ≫[11].

La composition harmonique

Aujourd'hui, la conception d'une organisation naturelle des sons relevant d'un ordre mathématique s'explique scientifiquement par leur composition en harmoniques. Les sons résultent de l'ébranlement périodique des molécules d'air. Cet ébranlement périodique relève des lois physiques et peut être modélisé mathématiquement. Selon le théorème de Fourier, tout mouvement périodique de fréquence f peut être considéré comme la somme algébrique d'un terme constant et de fonctions sinusoïdales

5. WackendRoder, W.H. (1773-1798), Fantaisies sur l'art par un religieux ami de l'art, in *Philosophie de la musique*, p.174.
6. Rameau J.P. ; préface à la *démonstration du principe de l'harmonie*, p. VII.
7. ≪ *Exercitium arithmeticae occultum nescientis se numerare animi* ≫Leibniz, *Lettres*, Collection Kortholt, lettre 154.
8. ≪ *Exercitium metaphysices occultum nescientis se philosophari animi* ≫, Schopenhauer A., *Le monde comme volonté et représentation*, Puf, 1966, p.329.
9. Schopenhauer A., *Le monde comme volonté et représentation*, Puf, 1966, p.329.
10. Schopenhauer A., *Le monde comme volonté et représentation,* Puf, 1966, p.330-338.
11. Barraud H., ≪ Harmonie ≫, *Encyclopedia Universalis*, 2002, tome XI, p. 109.

de fréquences *f, 2f, 3f*... dont il suffit de choisir convenablement le nombre, les amplitudes (a) et les phases(ϕ).

$$f(\mathrm{t}) = \mathrm{a}_0 + \mathrm{a}_1 \sin(\omega \mathrm{t} + \phi_1) + \mathrm{a}_2 \sin(2\,\omega \mathrm{t} + \phi_2) + \ldots \\ \mathrm{a}_n \sin(\mathrm{n}\omega \mathrm{t} + \phi_n)$$

$\omega = 2\pi f$, $2\,\omega = 4\pi f$,... sont les pulsations

Une harmonique est une grandeur sinusoïdale dont la fréquence est un *multiple entier* de la fréquence fondamentale. Les sons dont les fréquences diffèrent des multiples exacts de la fréquence fondamentale sont des *partiels*. Les harmoniques sont liées au fondamental par cette relation mathématique et la perception des sons suit cette même loi. La perception d'harmoniques induit celle du fondamental, comme le soulignait fort bien le compositeur Pierre Schaeffer :

> « L'oreille apprécie à peu près toujours la hauteur en référence avec le fondamental que celui-ci soit physiquement, intense ou faible, comme si elle remontait à une sorte de *raison première* des données spectrales. Il faudrait donc en conclure que l'oreille n'entend pas le fondamental mais conclut au fondamental, par la perception du réseau harmonique, c'est-à-dire de ses corrélations internes. »[12]

On a cherché à mettre en rapport ces phénomènes de perception harmonique aves les propriétés du fonctionnement de l'oreille. On sait aujourd'hui que la perception de la hauteur tonale résulte d'un couplage entre la spatialisation du son le long de la membrane basilaire de la cochlée – obéissant à une *tonotopie* – et de processus neurocognitifs complexes d'intégration de la sensation tonale. Le vieux modèle de Helmholtz assimilant l'oreille à un série de résonateurs physiologiques est certes simpliste mais il rend compte néanmoins d'une réalité. L'oreille interne a évolué en développant la cochlée à partir du limaçon primitif (vestibule) en déployant une morphologie spatiale permettant à une membrane souple de se déformer en rapport avec la périodicité du son. Déformation spatiale guère éloignée de celle d'une corde vibrante

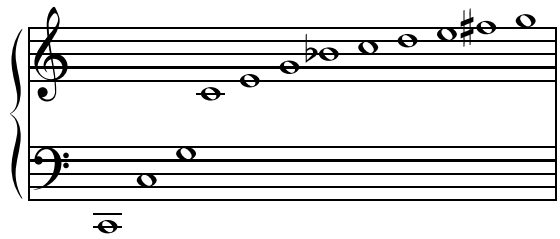

Figure 1 – Ordre des douze premières harmoniques naturelles sur la fondamentale do.

avec ses nœuds et ses ventres. Sur cette base spatiale, l'évolution a développé des structures neuronales intégratives permettant l'analyse des sons complexes. Mais il existe bien un couplage entre la structure arithmétique des sons et la configuration cochléaire. De la même façon que la rétine est une surface adaptée à l'encodage des images, la cochlée est adaptée à encodage de la périodicité temporelle des sons. Sur cette base physiologique minimale, la psycho acoustique a établi toutes sortes de faits et de processus complexes d'intégration[13]. Un de ces faits concerne la forte variabilité interindividuelle dans les compétences de perception des sons musicaux, un autre concerne la possibilité d'un apprentissage progressif de la discrimination des harmoniques au cours de l'expérience musicale.

Ce deuxième fait a été utilisé comme argument pour défendre une conception de l'histoire de la musique comme étant celle de la découverte progressive de la consonance des harmoniques. Pour Jacques Chailley, l'histoire de la musique est celle de l'acceptation progressive, au cours des siècles, de nouveaux rapports qui semblaient auparavant discordants et qui deviennent progressivement consonants, c'est-à-dire acceptés comme étant des rapports harmonieux. La musique primitive ne connaissait que la fondamentale. La Grèce antique découvre l'octave et au Moyen-âge, la quinte est utilisée. À cette époque, la tierce était utilisée indifféremment comme intervalle majeur ou

12. Schaeffer P., *Traité des objets musicaux*, Seuil, 1966 p. 180. (souligné par nous)

13. Botte M.C. et coll., *Psycho acoustique et perception auditive*, INSERM/SFA/CENT , les éditions INSERM, 1988.

mineur. À la renaissance, les intervalles de tierce sont utilisés couramment. Du XVII^{e} siècle à Beethoven, la septième harmonique est utilisée (si bémol sur le fondamental do). Puis de Wagner à Debussy, la neuvième est incorporée à l'harmonie. De Raval à Messiaen, les onzième et douzièmes harmonies sont exploitées. Selon Chailley, la musique contemporaine explore empiriquement l'ultra chromatisme des harmoniques très éloignées et négligent volontairement les premières harmoniques du système tonal[14]. Pour Schoenberg aussi, l'histoire de musique est le déploiement du son originel :

> « Ce qui nous apparaît aujourd'hui éloigné peut demain nous sembler proche ; il s'agit seulement pour nous d'être en mesure de se rapprocher. Le développement de la musique a suivi un chemin qui l'a toujours – et de plus en plus – conduit à transposer dans le domaine des moyens artistiques les possibilités de simultanéité sonore *virtuellement* établies par le *son originel*. »[15]

Si l'évolution de la musique suit l'évolution individuelle d'un sujet, il est donc compréhensible qu'un enfant reste étranger au langage de Debussy alors qu'il le trouvera consonant plus tard dans sa vie. L'éducation de « l'oreille » ne serait pas autre chose que la récapitulation à l'échelle de l'ontogénèse d'un long processus d'acceptation de la consonance des harmoniques. Cette linéarité de l'évolution musicale par familiarisation progressive des unités de la série des harmoniques ne fait pas l'unanimité des théoriciens de la musique. Pour Eveline Andréani, auteur d'un original *anti-traité d'harmonie*, l'évolution de la musique est liée à la mise en avant dans la composition par les degrés, justement, non consonants :

> « Ce ne sont pas, à l'évidence, les consonances de base, donc les degrés forts, mais les degrés faibles, degrés mobiles subissant l'attraction, qui ont permis l'évolution, (comme on sait, ce sont souvent les minorités qui transforment lentement et profondément, ou brisent les structures du pouvoir…). »[16]

Préparation et résolution des dissonances

Quoi qu'il en soit, du point de vue physique comme mathématique, les nombres par lesquels on peut exprimer les sons et leurs harmoniques ne sont rationnellement pas réductibles. Pour dissimuler les dissonances qui lui sont par essence, inhérentes, l'harmonie les répartit entre les différents degrés de la gamme tempérée. L'introduction progressive des harmoniques supérieures génère des dissonances qui entraînent la nécessité de leur préparation de façon à ce qu'elles soient acceptables à l'oreille. La dissonance doit être acclimatée. Car, comme le dit poétiquement Schoenberg, elle est obstacle au libre déroulement du « flot harmonique » :

> « Ainsi, que survienne dans le flot harmonique une dissonance créant un ralentissement un peu semblable à un barrage sur un ruisseau, cette sorte d'arrêt devrait provoquer une accumulation de forces que l'obstacle capte pour ainsi dire 'dans leur élan'. »[17]

La dissonance est ici fort proche de la notion de « préprogramme » chère à René Thom : un obstacle discontinu placé devant un flux réalise les morphologies archétypiques de la naissance, de la disparition, de la scission et de la confluence. Un préprogramme est une forme saillante plongée dans l'écoulement d'un fluide, dont le mouvement peut provoquer dans l'écoulement une ou plusieurs morphologies archétypes[18]. Une dissonance, générant un effet d'instabilité, doit être préparée et résolue pour qu'elle puisse être acceptée :

> « Préparer une dissonance, c'est faire entendre la note dangereuse dans un premier accord où elle est

14. Chailley J., *Traité historique d'analyse harmonique*, Alphonse Leduc, éditions musicales, p.23.
15. Schoenberg A., *Traité d'harmonie*, 1992, JC Lattès, 1983, p.40. (souligné par nous)
16. Andréani E., *Anti-traité d'harmonie*, 10/18, 1979, p. 257.
17. Schoenberg A., *Traité d'harmonie*, 1992, JC Lattès, 1983, p.76.
18. Thom R., *Esquisse d'une sémiophysique*, InterEditions, 1988, p. 60.

> consonante, puis, tout en la maintenant en place, changer cet accord pour un autre où elle fait subversion. Résoudre la dissonance c'est la faire glisser de cette position instable sur un son qui rétablit l'équilibre consonnant. La dissonance a créé un tension au sein d'un complexe statique. Toute la musique basée sur l'harmonie repose sur ce principe dynamique. ≫[19]

La ligne mélodique, et les voix intermédiaires, sont utilisées pour préparer la préparation et la résolution de ces dissonances.

> ≪ . . . les deux manières les plus simples d'exprimer la tonalité et de formuler une conclusion sont d'une part l'unique I^{er}degré et que d'autre part les I^{er} et V^{ème} degrés (cadence simple). (. . .) Dans un plus long morceau on rencontrera aussi des successions d'accords polarisés par la dominante. D'où la nécessité d'*éliminer* cette dernière par un élément mélodique impérieux : le fa. Harmoniquement ce seront donc les accords de IV^{ème} II^{ème} et VI^{ème} degrés qui assumeront cette tâche. Le fait que l'on requière aussi le VII^{ème} degré (si ré fa la) pour *lutter* contre la sous-dominante autant que contre la dominante pourrait le désigner comme l'accord idéal et propriétaire de la *lutte* sur les deux fronts. ≫[20]

L'harmonie comme champ de bataille

Le déploiement des harmoniques d'un son présente un phénomène fondamental qui est à la base de la générativité musicale. Lorsqu'on émet un do grave, on entend le déploiement des harmoniques de rang supérieur, et donc parmi elles, la seconde harmonique correspondant à un do à l'octave. Or ce do est aussi la troisième harmonique du fa. Il en est sa quinte supérieure et à ce titre, en vertu de la loi que tout réseau d'harmonique appelle son fondamental, ce do aigu issu du déploiement des harmoniques du

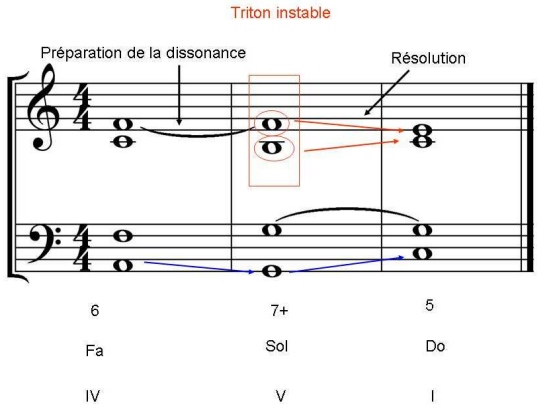

Figure 2 – Préparation et résolution d'une dissonance présente dans l'accord de dominante. Le si et le fa de l'accord de sol constituent un intervalle de quinte diminuée (ou de quarte augmentée), soit trois tons entiers, fortement dissonant à l'oreille et exigeant perceptivement une résolution. Le fa descend au mi de l'accord de résolution (Do) et le si montre à la fondamentale de l'accord de tonique, le do.

do grave appelle *aussi* un fa grave. Schoenberg décrit cet appel comme une vocation :

> ≪ . . . c'est la *vocation* de chaque son fondamental de se laisser dominer et vaincre par une autre fondamentale située à une quinte inférieure. ≫[21]

Il tend à établir la tonalité de Fa, générant un conflit latent entre les deux tonalités (Do et Fa)[22]. Ce n'est pas tout. La troisième harmonique du do grave est sa quinte, donc sol, qui déploie par lui-même ses propres harmoniques. Ainsi, le do grave déployant sa tonalité génère, par son existence, la virtualité de deux autres tonalités, dites voisines, celle de Fa et de Sol, et qui sont comparables à deux attracteurs cherchant à supplanter la tonalité de Do.

19. Barraud H., ≪ Harmonie ≫, *Encyclopedia Universalis*, 2002, tome XI, p. 109.
20. Schoenberg A., *Traité d'harmonie*, 1992, JC Lattès, 1983, p.77.
21. Schoenberg A., *Traité d'harmonie*, 1992, JC Lattès, 1983, p.77.
22. Nous mettrons une majuscule aux tonalités comme aux accords pour les distinguer des notes écrites avec une minuscule.

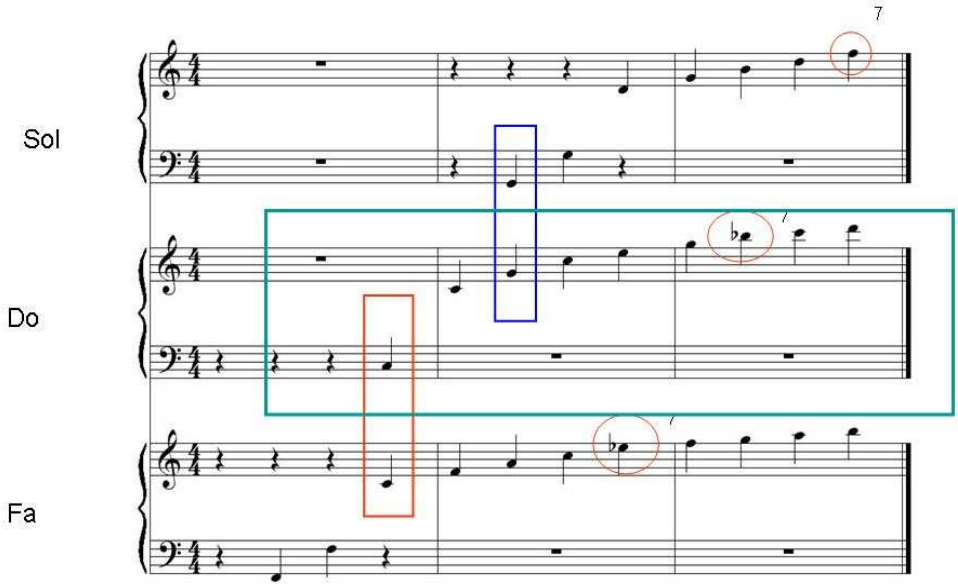

Figure 3 – Correspondances entre les séries harmoniques. Les harmoniques du do activent les séries harmoniques du dol et du fa de par leurs notes communes. Les trois tonalités correspondantes Do, Sol et Fa, deviennent alors concurrentielles.

L'harmonie est comparable à un champ de bataille où s'affrontent les tonalités concurrentes. L'auteur, et compositeur, le plus explicite sur cette dimension conflictuelle de l'harmonie est Arnold Schoenberg. Son traité d'harmonie est un ouvrage étonnant, plein de digressions et de métaphores pour expliciter les dynamiques conflictuelles de l'harmonie. Une de ces métaphores est devenue célèbre :

> ≪ Et si la tonique suit la dominante, c'est un peu à la manière d'un roi qui se fait précéder de ses vassaux, maître de cérémonie et autres officiers de détachement qui annoncent et préparent ainsi son entrée. Mais le vassal n'est là que par suite de la présence du roi et pas le contraire. ≫[23]

Elle a même fait l'objet d'une étude sur sa dimension politique :

> ≪ *L'Harmonie lehre* d'Arnold Schoenberg, publié pour la première fois en 1911, est un manuel, et son origine et son propos sont d'ordre pédagogique. En même temps, son anti-académisme déclaré explique une certaine liberté du style qui, par endroits, rend le texte presque baroque, habité par un réseau de métaphores trop important et systématique pour être réduit à une simple anecdote. Or, l'analogie la

23. Schoenberg A., *Traité d'harmonie*, 1992, JC Lattès, 1983, p.57.

> plus consistante, la plus développée du livre est une métaphore politique. La tonalité est pour Schoenberg un système comparable à un État, où la tonique est un Roi, et chaque accord, un acteur qui cherche en permanence à prendre le pouvoir, c'est-à-dire à devenir, à son tour, une tonique . ≫[24]

L'analogie politique, probablement inconsciente, est certes présente chez Schoenberg mais ce qui nous semble le plus saillant est son souci de décrire la simultanéité des puissances latentes qui s'exercent sur la tonalité de base. Dans le langage morphodynamique, on pourrait parler d'attracteurs en compétition, dans le langage du structuralisme, de positions virtuelles dans une structure. La métaphore courante de Schoenberg est celle de forces attractives :

> ≪ Que l'on considère maintenant la situation de *do* comme un point central exerçant deux forces attractives, l'une descendant vers le fa, l'autre ascendant vers le sol. La descendance du sol par rapport au do – laquelle s'exerce en somme dans le même sens, comme la force attractive de fa – ressemble à la force d'un homme qui se retient à la poutre en opposant ainsi avec son corps une force contraire à celle de la pesanteur. ≫[25]

Cette tension dynamique entre les puissances attractantes est pour le mouvement générateur de la musique :

> ≪ C'est ainsi que le rapport de ces deux degrés le V et le IV avec le I – l'un son lumineux passé et l'autre son obscur avenir – ce rapport sol/do = do/fa est en fait le 'nombre d'or'. Le sol modeste et révolu par rapport au do imposant et présent ; le do imposant et présent par rapport à la plénitude du fa futur. On pourrait croire qu'à partir de la tonique seule et de son rapport avec ses deux astres ainsi que du rapport de ceux-ci entre eux devrait pouvoir naître un *mouvement générateur* de musique. ≫[26]

L'harmonie est initiée par le sons fondamentaux qui, même s'ils sont absents de l'exécution musicale, sont irrémédiablement évoqués par les harmoniques éloignées :

> ≪ ... du rayonnement acoustique d'un son fondamental jamais rien ne se perd. (...) Si les sons harmoniques éloignés n'accèdent pas à la conscience de l'oreille analytique, ils n'en demeurent pas moins perçus comme timbres, ce qui revient à dire que si l'oreille musicale renonce à une tentative d'analyse exacte, elle garde cependant de tout cela une impression. Enregistrés par l'inconscient, les harmoniques éloignés sont ensuite – s'ils parviennent à la conscience – analysés et leur rapport au phénomène sonore global établi. ≫[27]

Un exemple d'analyse harmonique

Le thème *Round Midnight* a été ébauché en 1939 par le pianiste Thelonious Monk qui en a composé la première partie. D'après le biographe de Monk, Yves Bouin, Cootie Williams a écrit la seconde partie, le pont et Dizzy Gillepsie aurait écrit l'introduction, très fréquemment jouée, et la Coda. Le thème est célébrissime, très fréquemment joué par de nombreux jazzmen. La personnalité de Monk, proche de ce qu'on peut sans doute appeler aujourd'hui des configurations péri autistiques, est une source d'intérêt pour l'étude de la créativité en particulier sur le lien entre temps et espace. Ce thème se prête bien à l'analyse car sa structure formelle est simple et les phrases bien individuées sont séparées par des silences. Le silence n'étant pas uniquement une ponctuation mais bien un énoncé musical à part entière. C'est particulièrement vrai dans la musique de Monk, utilisant souvent des brisures de mélodies et de rythmes.

Le thème est formé de 32 mesures de forme $AA\ BA$, avec huit mesures par parties. Comme les parties A se répètent, de façon quasi identique, l'analyse du thème se réduit à 16 mesures, huit pour le A, huit pour le B. En haut le chiffrage des accords en notation américaine, en bas la tonalité correspondant aux accords, généralement des II V. Les numéros correspondent aux mesures. De 1 à 8, c'est la partie A du thème, de 17 à 24 la partie B. Le

24. Buch E., *Métaphores politiques dans le Traité d'harmonie de Schoenberg*, Société d'études soréliennes, 2003/1 n ° 21, p. 55-76.
25. Schoenberg A., *Traité d'harmonie*, 1992, JC Lattès, 1983, p.43.
26. Schoenberg A., *Traité d'harmonie*, 1992, JC Lattès, 1983, p.179.
27. Schoenberg A., *Traité d'harmonie*, 1992, JC Lattès, 1983, p.178.

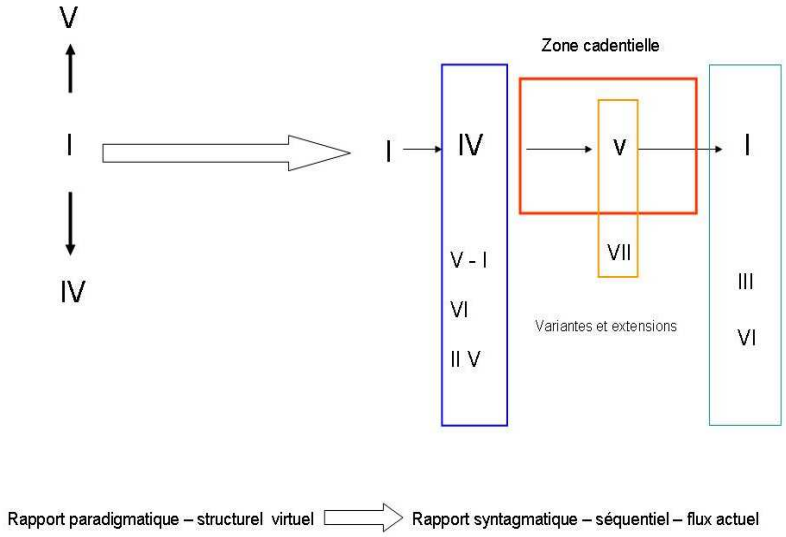

Figure 4 – Renversement du rapport de simultanéité des tonalités attractantes dans le flux temporel harmonique. Les chiffres correspondent aux degrés. La zone cadentielle est la zone d'instabilité. Elle est préparée par des accords permettant l'acclimatation de la dissonance. Il existe des variantes et des extensions de ce schéma de base (cf. Andréani).

codage des accords est celui utilisé par les musiciens de Jazz, le chiffrage des accords correspond au fonction.

La tonalité de départ est Mi bémol mineur naturelle. Elle correspond au second degré de Ré bémol majeur, tonalité affichée à la clé (I), et aussi à celle du relatif Sol bémol majeur (VI degré). Le thème parcourt ces trois tonalités. Une descente chromatique est effectuée à la mesure 4 avec La majeur puis La bémol majeur (V) et à la mesure 7 une excursion est réalisée en Si bémol mineur avant de retourner en début de grille sur Mi bémol mineur ou de finir sur Mi bémol majeur (grande cadence finale en majeur). La tonalité de Eb mineur sert de tonalité instable de bifurcation entre Ré bémol (I) et Sol bémol (IV), la tonalité attendue (V) La bémol est suggérée à la mesure 4 ainsi que par la présence du Sib mineur sur le pont (II degré de La bémol), mais elle reste en virtualité. L'indécision tonale est l'une des dimensions remarquables de ce thème complexe mais l'on retrouve néanmoins les trois tonalités attractantes[28] .

Quelques perspectives

Cette conception de l'harmonie comme étant un système de forces en interaction est fortement suggestive sur le plan morphodynamique et autorise un essai de modélisation en cherchant par abduction quelle est la dynamique interne pouvant engendrer les dynamiques externes observables Trois précautions préalables doivent être posées :

28. ≪ Il m'arrive souvent d'hésiter entre deux notes avant de me décider ≫, Interview Thelonious Monk, François Postif, *Jazz Hot* N ° 186, avril, 1963, cité dans Réda J., *L'improviste*, Gallimard, 1980 p.129.

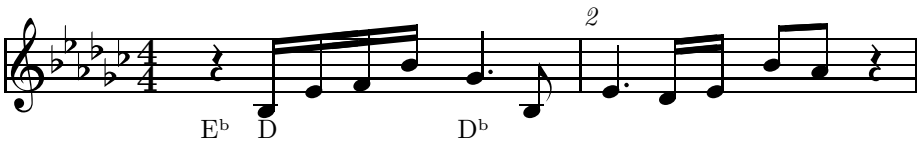

Figure 5 – Première phrase du thème *Round'Midnight* de Thelonious Monk

1. Il va de soi qu'il s'agit d'une réduction à un élément minimal de l'harmonie tonale. Elle ne dit rien sur l'essence de la créativité musicale et du génie des compositeurs.Si ce n'est, peut-être, que souligner que toute création musicale opère dans un espace à la fois fermé par la contrainte des consonances naturelles et la possibilité de son affranchissement, de sa subversion, voire de la création d'un néo-système comme dans le dodécaphonisme de Schoenberg.
2. L'harmonie tonale déploie des structures bien plus complexes que celle ici décrite. Par exemple, les modulations aux tons éloignés, les coexistences de plusieurs tonalités, les harmonies en miroir, etc.
3. Tout musique n'est pas faite d'harmonie tonale et donc ne sont pas construite sur le système de la basse fondamentale. Une thèse récente en phénoménologie a même mis en question le caractère objectif de la basse fondamentale dans le système tonal : ≪ L'investigation phénoménologique ne peut donc pas attribuer au système de la basse fondamentale le caractère de nécessité que Rameau voulait lui donner à l'aide d'arguments physico-mathématiques. Il en découle évidemment que d'autres systèmes musicaux sont possibles, et que rien n'interdit de penser que parmi eux, certains présentent autant ou plus d'intérêt que celui de la basse fondamentale ≫[29]. Les musiques modales, indifférentes aux rapports verticaux, des sons sont légions tant dans la musique dite ≪ ethnique ≫ que dans le Jazz et les musiques populaires, et elles inspirent aussi des pratiques de musique savante contemporaine.

En considérant que toute tonalité est instable car soumise aux pressions de substitution des deux tonalité voisines, on peut représenter l'ensemble sous la forme d'une catastrophe de type *fronce* en positionnant sur la surface de réponse les trois états attractants possibles, à savoir les tonalités de Do, de Sol, et de Fa[30]. Les deux facteurs de contrôle correspondent aux échelles de notes dont chacune peut être altérée d'un demi ton (soit bémolisée, sot diésée). L'espace des états est celui des tonalités en concurrence. Le point générique O est la fondamentale do. La nappe intermédiaire de la fronce correspond à la tonalité de Do, état structurel d'instabilité car étant amené à bifurquer sur les deux états concurrentiels, les tonalités de Fa et de Sol.

Le tableau 2 montre le début du premier Prélude de Jean-Sébastien Bach du premier livre du Clavier bien tempéré de Jean-Sébastien Bach (1722 - BWV 846) . Le prélude en Do majeur est tout en arpèges permettant de bien voir le déploiement par accords de la structure harmonique et l'actualisation des deux tonalités voisines concurrentes du Do, la tonalité de Sol et de Fa. Les accords diminués servent d'instabilités pour amorcer les bifurcations.

Comme il est plus aisé d'aller de Do à Fa - car (1) la tierce majeure de la tonalité de Do (mi) est la sensible de la tonalité de Fa et (2) que tout son fondamental a tendance à aller à sa quinte inférieure – que d'aller de Do à Sol, ce qui suppose l'instauration claire d'une altération $fa^{\#}$, brutale même si elle est la onzième harmonique de do, mais moins aisée que d'aller de Do

29. Straehli B., *La basse fondamentale de Jean-Philippe Rameau et son objectivité : une approche phénoménologique*, thèse de philosophie, université Charles de Gaulle - Lille III, 2015.

30. Nous utilisons la référence à la tonalité de Do mais le modèle proposé s'étend évidemment à l'ensemble des tonalités.

à Fa, le système est bien orienté par un gradient harmonique descendant le long du cycle des quintes. La tonalité de Fa est située sur la nappe inférieure. Les notes fa et si sont deux notes critiques générant des bifurcations de tonalité. En augmentant d'un demi ton la note fa, le système bifurque vers la tonalité de Sol, en baissant le si d'un demi-ton, le système bifurque vers la tonalité de Fa. Ces choix relèvent de l'intention du compositeur donc d'une instance de sélection de trajectoires sur la surface de réponse. Le génie créateur du compositeur (ou de l'improvisateur) réside dans la choix des trajectoires sur la surface de réponse de la fronce, induisant des bifurcations, les mettant en ordre, ou au contraire les retenant, les répétant, les annulant, (etc.).

Cette représentation par la catastrophe fronce (figure 6) est imparfaite car les facteurs de contrôle, correspondant aux notes des échelles diatoniques, ne sont pas des grandeurs continues mais des séries itératives de valeurs discrètes. Le continu des fréquences acoustiques est en effet déjà discrétisé par l'imposition d'une métrie correspondant aux échelles tonales. Mais ce qui est en jeu sont bien des intervalles consonants ou dissonants entre deux notes, et la bi dimensionnalité de l'espace de contrôle est justifiée. Elle présente l'intérêt de modéliser la coexistence virtuelle des tonalités attractantes et de poser les lignes critiques dont le franchissement aboutit à un changement de tonalité.

Considérer l'établissement de la tonalité comme une lutte constante pour maintenir une stabilité – ce qui impose pour chaque tonalité la présence ou le rappel de son accord de septième de dominante (Sol7 pou la tonalité de Do) – offre l'intérêt d'aborder rapport entre le mouvement harmonique et le mouvement mélodique. Ainsi, tout motif - toute phrase musicale - est soumise aux tensions entre ces attracteurs en compétition. Chaque note ne prend sa valeur que dans son rapport syntagmatique aux notes qui l'environnent et dans son rapport paradigmatique à l'accord harmonique auquel elle est liée, soit explicitement (note structurelle) soit implicitement (note de transition). La ligne mélodique actualise la dynamique présente à l'état virtuel entre les tonalités attractantes. La virtualisation de ces tonalités voisines exerce une tension dynamique sur toute mélodie. Les phrases musicales peuvent être considérées comme des contours de forme présentant des singularités critiques liées aux bifurcations harmoniques.

L'analogie entre une phrase musicale et un contour morphologique est magnifiquement évoquée chez Proust à l'évocation de la petite phrase de Vinteuil. D'après les commentateurs de la *Recherche*, elle aurait été inspirée à Proust par la première sonate pour piano et violon de Saint-Saëns, mais d'autres évoquent la Ballade de Gabriel Fauré, le quatuor de César Frank. . .. Jean Petitot a écrit un texte passionnant sur la petite phrase à qui il attribue pas moins de 14 rôles différents. Pour lui, elle serait un dispositif morpho-sémiotique remontant jusqu'aux niveaux cognitifs et métapsychologiques les plus élevés des processus de sémiotisation[31]. Proust la décrit avec des métaphores géographiques :

> ≪ Sous l'agitation des trémolos de violon qui la protégeaient de leur tenue frémissante à deux octaves de là – et comme dans un pays de montagne, derrière l'immobilité apparente et vertigineuse d'une cascade, on aperçoit, deux cents pieds plus bas, la forme minuscule d'une promeneuse - la petite phrase venait d'apparaître, lointaine, gracieuse, protégée par le long déferlement du rideau transparent, incessant et sonore. ≫[32]

Sous la phrase musicale, véritable contour apparent d'une forme cachée, agit l'efficace du mouvement harmonique, moins saillant que le contour, mais pourtant prégnante :

> ≪ Mais à un moment donné, sans pouvoir nettement distinguer un contour, donner un nom à ce qui lui plaisir, charmé tout d'un coup, il avait cherché à recueillir la phrase ou l'harmonie – il ne savait lui-même – qui passait et qui lui avait ouvert plus lar-

31. Petitot J., ≪ Les 14 rôles de la phrase de Vinteuil dans un amour de Swann ≫, *Morphologie et Esthétique*, Maisonneuve et Larose, 2004, p 176.
32. Proust M., *À la recherche du temps perdu*, ≪ Du coté de chez Swann ≫, La Pléiade, Gallimard, tome I, p. 264.

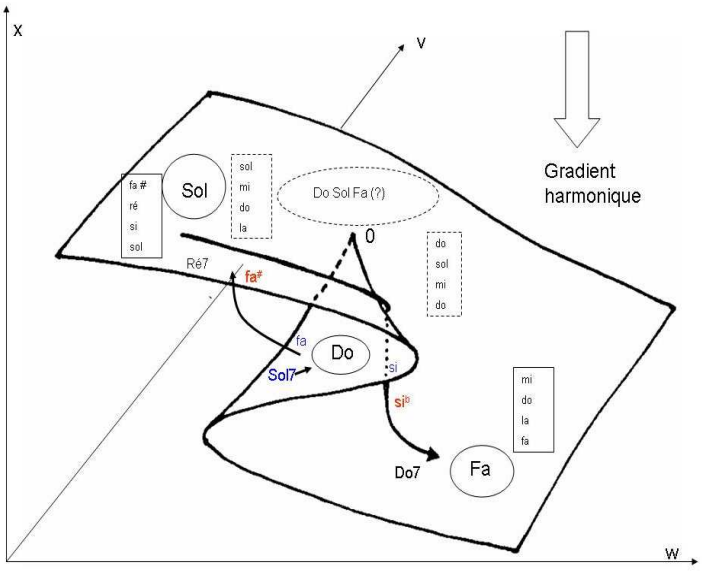

Figure 6 – Représentation des trois tonalités, Sol, Do, Fa, en compétition. La tonalité de Do est en position instable sur la nappe intermédiaire de la fronce. Les deux axes v et w correspondent aux échelles tonales, répartition des séries de notes, dont l'intersection définit des intervalles, x est l'axe des états, correspondants aux trois tonalités.

> gement l'âme, comme certaines odeurs de roses circulant dans l'air humide du soir ont la propriété de dilater nos narines. ≫[33]

En tant que formes, les phrases musicales peuvent subir des anamorphoses, des translations, des inversions (etc.), mais elles n'en restent pas moins organisées en vue de la présence (ou de l'absence) de notes à valeur critique permettant (ou empêchant) les bifurcations harmoniques. Ce que Schoenberg appelait le *principe générateur* de la musique est bien une sorte de dialectique, d'une part entre la dynamique lente du mouvement harmonique et la dynamique rapide des mouvements mélodiques, et d'autre part entre le latent des attracteurs harmoniques et leur actualisation. Car même dans une mélodie diatonique, sans modulation, les tonalités concurrentes restent bien influentes, *efficaces* au sens de l'efficacité structurale, bien que non actualisées.

Enfin, la représentation par la fronce permet de visualiser la possibilité de mouvements mélodiques qui n'induisent pas de mouvements harmoniques. En effet, il existe sur la fronce la possibilité de trajectoires qui contournent le point 0. Ces trajectoires parcourent des zones d'incertitude tonale qui génèrent – quand l'effet est réussi – une attention auditive, une mise en alerte, associé à une affect esthétique particulier d'incertitude et d'expectative (si cela ne dure pas trop longtemps !). L'effet esthétique est lié au différentiel entre l'attente harmonique de la réalisation et l'inattendu de son actualisation. Lisons Proust, encore une fois :

> ≪ C'est que le violon était monté à des notes hautes où il restait comme une attente, une *attente* qui se prolongeait sans qu'il cessât de les tenir, dans l'exaltation où il était d'apercevoir déjà l'objet de son *at-*

33. Proust M., *À la recherche du temps perdu*, ≪ Du coté de chez Swann ≫, La Pléiade, Gallimard, tome I, p. 208.

> *tente* qui s'approchait, et avec un effort désespéré pour tâcher de durer jusqu'à son arrivée, de l'accueillir avant d'expirer, de lui maintenir encore un moment de toutes ses dernières forces le chemin ouvert pour qu'il pût passer, comme on soutient une porte qui sans cela retomberait. ≫[34]

On est ici proche des modèles cognitifs de l'émotion qui la considère dans ses rapports au prédictif. Par exemple, le modèle cognitif de Gray (1982) est bâti sur l'existence d'un générateur de prédictions qui jauge les décalages entre ce qui est attendu et ce qui arrive effectivement. Le comparateur reçoit les informations sur l'état du monde extérieur, et il enregistre les décalages. Dans le cas d'un désaccord, un système d'alerte se déclenche en déclenchant une émotion. L'affect musical serait associé au renversement du paradigme vertical harmonique – c'est-à-dire la coexistence virtuelle des tonalités en compétition – en un syntagme horizontal correspond au flux temporel du discours musical. Ce renversement met en suspens des quanta énergétiques qui sont ressentis au moment de l'actualisation dans le discours musical.

Pour conclure, ces quelques considérations s'appuient certes sur une reformulation dans le langage morphodynamique de faits bien connus de l'harmonie. Elle permet cependant de déployer une strate d'intelligibilité qui pourrait susciter des réflexions nouvelles sur l'énigme du signifiant musical. Son signifié ne serait ni une émotion convenue et définissable, ni une représentation fixée dans un lexique sémiotique, il serait le processus dynamique interne même, c'est-à-dire au fond la projection de l'espace virtuel des consonances harmoniques sur le temporalité de l'énonciation musicale.

Références

Andréani E., *Anti traité d'harmonie*, 10/18, 1979

Barraud H., ≪ Harmonie ≫, *Encyclopedia Universalis*, 2002 , Tome XI, p. 108-112.

Botte M.C. et coll., *Psycho acoustique et perception auditive*, INSERM/SFA/CENT , les éditions INSERM, 1988.

Buin Y., *Thelonious Monk*, POL, 1988.

Buch E., *Métaphores politiques dans le Traité d'harmonie de Schoenberg*, Société d'études soréliennes, 2003/1 n ° 21, p. 55-76.

Chailley J., *Traité historique d'analyse harm*onique, Alphonse Leduc, 1955, 1977.

Didier A., *Physique appliquée à la reproduction des sons et des images*, Masson, 1964.

Gray J.A., *The Neuropsychology of Anxiety,* Oxford Psychology Series, 1982.

Kepler J., *Le secret du monde*, 1596, Gallimard, 1984,

Koestler A., *Les somnambules, Essai sur l'histoire des conceptions de l'univers*, 1958, Les belles lettres, 2010.

Leipp E., *Acoustique et musique*, Masson, 1980,

Muller R., Fabre F., *Philosophie de la musique*, textes réunis et présentés, Vrin, 2013.

Petitot J., ≪ Les 14 rôles de la phrase de Vinteuil dans un amour de Swann ≫, *Morphologie et Esthétique*, Maisonneuve et Larose, 2004.

Proust M., *À la recherche du temps perdu*, ≪ Du coté de chez Swann ≫, La Pléiade, Gallimard, tome I, p. 264.

Rameau J.P., *Démonstration du principe de l'harmonie servant de base à tout l'art musical théorique et pratique*, (1750), Hachette livre BNF,

Réda J., *L'improviste, une lecture du jazz*, Gallimard, 1980.

Schaeffer P., *Traité des objets musicaux*, Seuil, 1966

Schoenberg A.*, Traité d'harmonie*, 1922, JC. Lattès, 1983.

Schopenhauer A.*, Le monde comme volonté et représentation*, Puf, 1966.

Straehli B., La basse fondamentale de Jean-Philippe Rameau et son objectivité : une approche phénoménologique, thèse de philosophie, université Charles de Gaulle - Lille III, 2015.

Thom R., *Esquisse d'une sémiophysique*, *Physique aristotélicienne et théorie des catastrophes,* InterEditions, Paris, 1988.

34. Proust M., *À la recherche du temps perdu*, ≪ Du coté de chez Swann ≫, La Pléiade, Gallimard, tome I, p. 345. (souligné par nous).

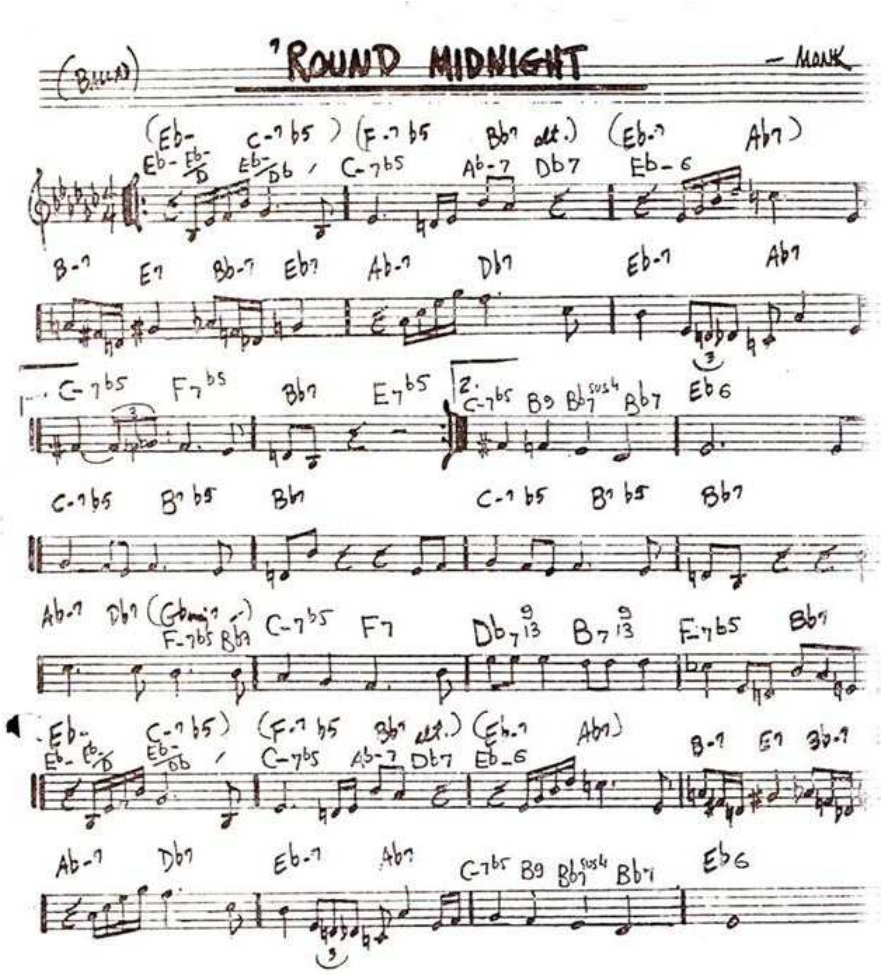

Figure 7 – *Round Midnight* (partition *Real book*

Addendum - Janvier 2022

Je viens de lire dans la revue *Tangente* de 2005, sur le thème ≪ musique et mathématique ≫, HS, 11 ; ISSSN 0987-0806, un article de Jacques Sélama consacré au compositeur Jean-Philippe Fontanille qui a mis en musique le nombe π en le transformant en base 7 pour générer les notes de la gamme. L'article mentionne une réaction de René Thom à l'écoute de cette composition :

> Ce qui m'a le plus étonné, c'est sur un fond de neutralité ≪ aléatoire ≫, l'émergence sporadique de thèmes très agréables qui, après quelques mesures, se débandent et disparaissent. Je sais qu'on a recherché des segments périodiques dans le développement décimal de π, mais je ne pensais pas qu'il en existât assez pour les rendres musicaux.
>
> (Hors série, 11, *Tangente*, 2005, p. 81.

1	**2**	**3**	**4**
Ebm **Cm**^{75b} I	Fm^{75b} Bb^{7}	Ebm^{7} Ab7	Bm^{7} E^{7} Bbm^{7} Eb^{7}
Mi bémol mineur *VI degré de sol bémol* *II degré de Ré bémol*	*Ré bémol majeur* *Mi bémol mineur* *Sol bémol majeur*	*Ré bémol majeur* *Mi bémol mineur mél.*	*La majeur La bémol majeur*
5	**6**	**7**	**8**
Abm^{7} Db^{7}	Ebm^{7} Ab^{7}	**Cm**^{75b} F7	Bb^{7} **(E**^{75b}**) Do**^{b} **IV**
Sol bémol majeur	*Ré bémol majeur* V degré de Sol bémol	*Si bémol mineur* *III degré Sol bémol* *VI degré de Ré bémol*	*Mi bémol (majeur ou mineur)* *III degré de Sol bémol* *VI degré de Ré bémol*
17	**18**	**19**	**20**
Cm^{75b}F^{79b}	Bb^{7}	**Cm**^{75b}F^{79b}	Bb^{7}
Si bémol mineur *III degré Sol bémol* *VI degré de Ré bémol*	*( ) > Mi bémol*	*Si bémol mineur* *III degré Sol bémol* *VI degré de Ré bémol*	*( ) Mi bémol*
21	**22**	**23**	**24**
Abm^{7} Db^{7}	**Cm**^{75b}F^{79b} II V	Db^{7} Cb^{7} V IV *Sol bémol (blues)*	Fm^{75b} Bb^{7} II V > Eb
Sol bémol majeur	*Si bémol mineur* *Mi bémol mineur* *III degré Sol bémol* *VI degré de Ré bémol*	*Sol bémol (blues)*	*> Mi bémol mineur*

Tableau 1 – Analyse harmonique du thème de Jazz *Round Midnight. L'accord diminué* **Cm**^{75b}sert d'accord pivot entre les tonalités attractantes.

]

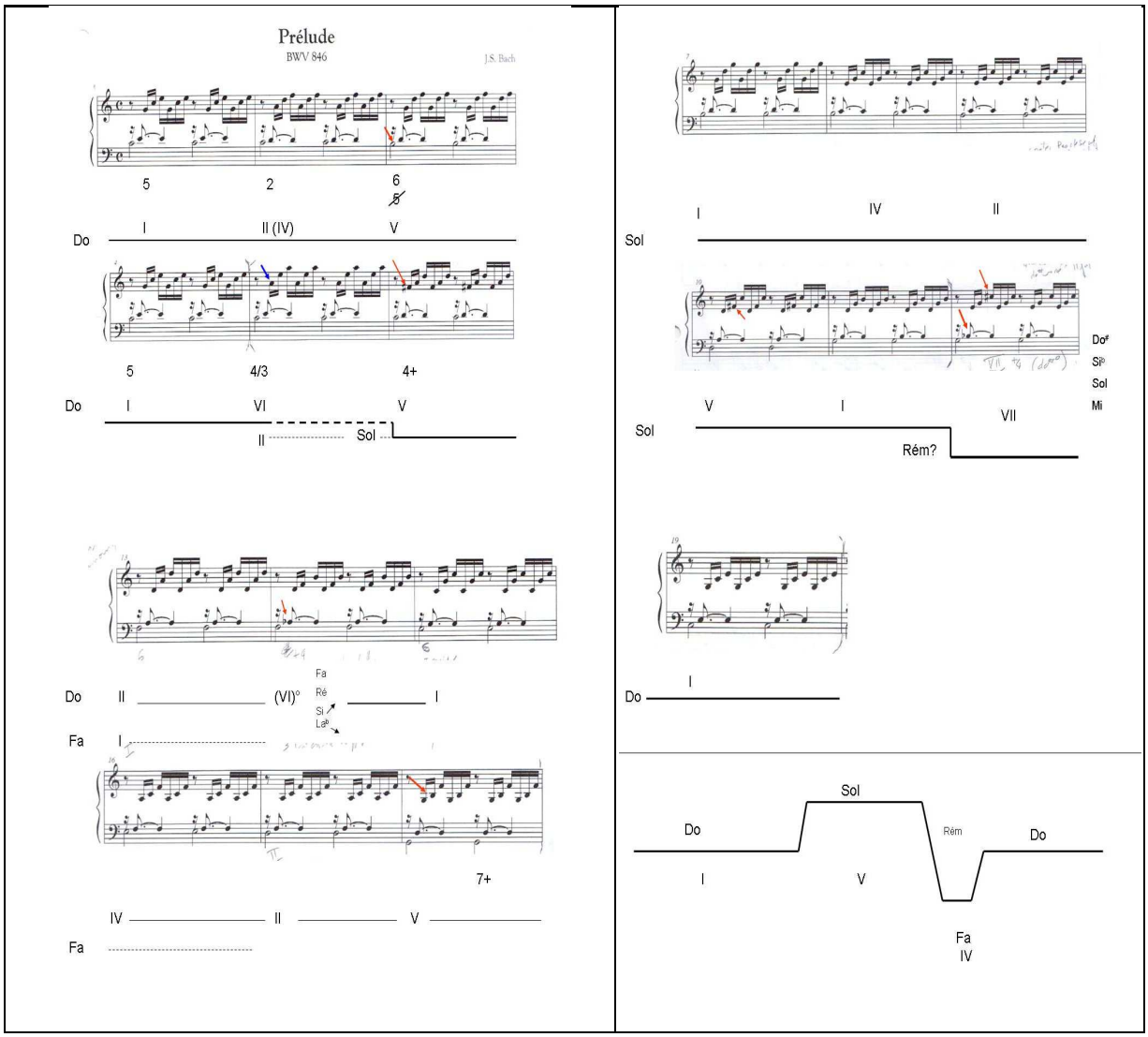

Tableau 2 – Premier prélude de Jean-Sébastien Bach