

GÉOMÉTRIE ET MUSIQUE POP

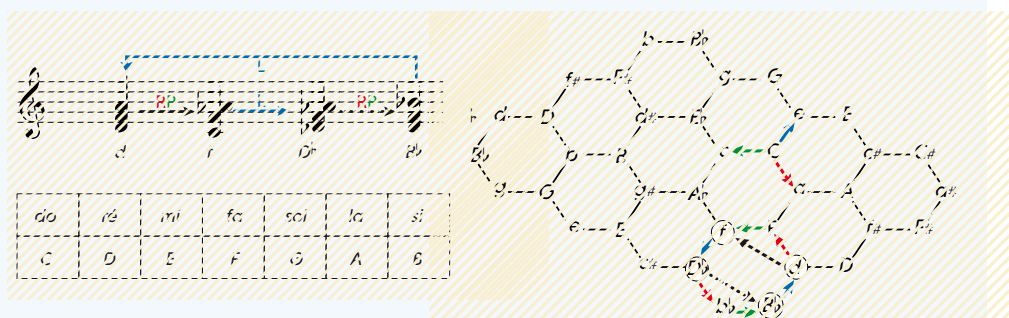
Qu'ont en commun *Madeleine* de Paolo Conte, *Easy Meat* de Frank Zappa et *Shake the Disease* de Depeche Mode? Étonnamment, ces pièces partagent une même préoccupation quant à l'organisation harmonique ou, plus exactement, l'utilisation des symétries dans le déploiement des accords consonants majeurs et mineurs dans l'espace tonal. Pour mettre en évidence ces similitudes, nous pouvons utiliser la représentation circulaire, mais aussi une représentation géométrique dont les origines remontent à Euler : le Tonnetz (ou « réseau des notes »).

Au XVIII^e siècle, ce mathématicien suisse a proposé de considérer les notes et les tonalités comme des points d'un espace bidimensionnel, une représentation géométrique qu'il nomme le *speculum musicum*. Dans la tradition analytique américaine, le Tonnetz correspond à une triangulation de l'espace bidimensionnel où chaque triangle représente un accord

majeur ou mineur, les deux types d'accords étant reliés par trois symétries : le « parallèle » (P), le « relatif » (R) et le « *leading tone* » (L). On peut les représenter dans un espace où chaque triangle est remplacé par un point. Le « dual » ainsi obtenu (voir la figure) est un maillage hexagonal, chaque sommet indiquant un accord majeur ou mineur (ici représenté dans la notation américaine, avec des lettres en majuscule pour les

accords majeurs et en minuscule pour les mineurs). Avec ce procédé, chaque côté de l'hexagone correspond à l'une des trois symétries R, P et L. Le refrain de *Shake the Disease* est constitué de quatre accords qui se répètent cycliquement en déployant diverses symétries. Une première (en noir) est celle reliant deux accords (ré mineur et fa mineur) et obtenue en composant les symétries R (flèche rouge) et P (flèche

verte). Une transformation similaire est celle (en pointillé noir), reliant les deux accords majeurs (ré bémol et si bémol). La transformation entre le deuxième et le troisième accord, ainsi que celle clôturant le cycle, change la nature de l'accord (on passe de fa mineur à ré bémol majeur et de si bémol majeur à ré mineur). Elle correspond à la troisième symétrie du maillage hexagonal, la symétrie L (flèche bleue).



Transformations géométriques à la base du refrain de *Shake the Disease*, de Depeche Mode. La progression harmonique, constituée de quatre accords, est représentée dans le Tonnetz à l'aide d'un maillage hexagonal où les transformations P, R et L permettent de passer d'un accord majeur à un autre mineur, les deux

ayant deux notes en commun. On distingue des symétries miroir entre le premier et le dernier accord, ainsi qu'entre le deuxième et le troisième (transformation L, en bleu). Les premier et deuxième accords ainsi que les troisième et quatrième sont reliés par une composition des symétries miroirs R et P.

BIBLIOGRAPHIE

M. ANDREATTA, *Math'n pop : géométrie et symétrie au service de la chanson*, *Hors-Série Tangente*, n° 51, pp. 92-97, 2013.

L. BIGO, *Représentations symboliques musicales et calcul spatial*, thèse, Université Paris Est, Ircam, 2013.

Y. CAO ET AL., *The perception and learning of contextually-defined inversion operators in transformational pitch patterns*, 5th International Conference of Students of Systematic Musicology, Montreal, 2012.

M. ANDREATTA ET AL., *Autour de la Set Theory. Rencontre Musicologique Franco-Américaine*, Collection «Musique/Sciences», Ircam-Delatour, 2008.

à des considérations d'ordre perceptif. On a vu plusieurs exemples d'utilisation musicale de la symétrie axiale généralisée et d'invariance par rapport à l'action d'un groupe sur un ensemble. Certains compositeurs, tel Elliott Carter, ont utilisé intuitivement le paradigme diédral.

L'hypothèse d'une articulation entre progressions et réseaux transformationnels que nous avons décrite dans le cas de l'analyse par David Lewin du *Klavierstück III*, de Stockhausen, conduit à proposer une alternative aux approches traditionnelles de l'analyse des formes temporelles.

L'analyse transformationnelle implique, d'une part, la « construction » d'un réseau, mais aussi, d'autre part, l'« utilisation » de cette architecture formelle pour dégager des critères de pertinence pour la réception de l'œuvre et pour son interprétation. Autrement dit, l'intérêt de construire un réseau transformationnel réside dans la possibilité de l'utiliser, à la fois pour « structurer » l'écoute et pour

établir des critères formels utiles à son interprétation. En effet, la construction d'un réseau transformationnel s'appuie sur une volonté implicite de rendre « intelligible » une logique musicale à l'œuvre dans la pièce analysée.

Cette démarche analytique a probablement des implications théoriques inédites pour les sciences cognitives. Ainsi, l'approche transformationnelle non seulement représenterait un tournant en théorie et analyse musicales, mais elle déterminerait aussi une position singulière dans les rapports entre mathématiques, musique et cognition.

En somme, le concept de groupe est loin d'être simplement un outil technique de calcul. Souvenons-nous de ce que disait le mathématicien Henri Poincaré : « Le concept général de groupe préexiste dans notre esprit. Il s'est imposé à nous, non pas comme une forme de notre sensibilité, mais comme une forme de notre entendement. » C'est à nous, un siècle après, d'en tirer toutes les conséquences en musique. ■

Sur un air d'évolution

Les émotions musicales sont reconnues instantanément, aussi vite qu'un signal de danger. D'où sa valeur adaptative : la musique favorise la cohésion sociale. Au point d'adoucir les mœurs ?

Q

ui n'a jamais ressenti de frissons en écoutant un morceau de musique? Que ce soit le *Requiem*, de Mozart, *La Jeune Fille et la Mort*, de Schubert, une ritournelle bien trébuchée, un tube soul des années 1970, la musique exerce un effet profond sur l'être humain bien au-delà des sphères restreintes des mélomanes cultivés. Selon des statistiques économiques, la musique représenterait l'un des marchés les plus développés, bien avant l'industrie pharmaceutique. Les pratiques musicales ont une importance notable tant dans les sociétés industrialisées que dans les sociétés non occidentales. Ainsi, dans certaines cultures traditionnelles, on consacre plus de temps aux activités musicales qu'à celles dont dépend la tribu, la chasse notamment. Pourquoi la musique a-t-elle un tel impact? C'est aujourd'hui un important objet d'études en neurosciences et en psychologie cognitive.

Les processus cognitifs impliqués dans la perception musicale (comment le cerveau

traite-t-il les informations musicales?) sont étudiés depuis longtemps, alors que les réponses affectives à la musique (comment la musique déclenche-t-elle des émotions?) ont été négligées jusqu'à présent. Pourtant, si nous écoutons de la musique, ce n'est pas pour le plaisir d'entendre des structures sonores bien construites, que notre cerveau redéploierait lors de l'écoute, même si cette conception très formaliste correspond sans doute à une réalité pour certains mélomanes érudits.

ANALYSE ET ÉMOTIONS

Pour beaucoup de compositeurs et pour la plupart des auditeurs, le propre de la musique est d'être expressive. La musique renvoie à autre chose qu'aux sons et aux architectures sonores qui la composent: elle nous plonge dans des états psychologique et physiologique spécifiques, qui ne se confondent pas avec l'excitation sensorielle produite par les signaux acoustiques et qui se différencient clairement de l'état psychologique déclenché par les autres stimulations sonores de l'environnement.

L'étude de la perception de la musique auprès des enfants malentendants en est une démonstration. Lorsque le signal acoustique, tout appauvri qu'il soit par la surdité, est perçu comme une production musicale, l'émotion devient manifeste dans le regard de celui qui l'écoute. Ce n'est d'ailleurs pas un hasard si le second souhait le plus fréquemment exprimé par les personnes atteintes d'une surdité profonde est de pouvoir retrouver la perception de la musique (juste après celui de mieux comprendre le langage). La musique ouvre sur un monde sensible où émotions, expressions et sentiments se côtoient.

Les sciences des activités mentales ont longtemps dominé les sciences de l'affectivité, y compris dans le domaine de la musique. À l'image

© Alvaro Dapollonio / EyeEm / Gettyimages



L'ESSENTIEL

● La musique déclenche un état psychologique et un état physiologique que n'entraînent pas les sons non musicaux.

● Toutes les émotions musicales sont constituées à des degrés divers des quatre émotions fondamentales: la colère, la sérénité, le désespoir et la gaieté.

● On reconnaît qu'une musique est triste ou gaie aussi vite que l'on identifie un stimulus biologiquement pertinent, par exemple un signal de danger.

● On en déduit que la musique a un statut bien spécifique pour l'espèce humaine et qu'elle a des vertus adaptatives.

L'AUTEUR



EMMANUEL BIGAND
professeur de psychologie cognitive, directeur du laboratoire d'étude et de l'apprentissage et du développement, à l'université de Bourgogne, à Dijon.

La ferveur commune ressentie par cette foule assistant à un concert a peut-être des origines profondes dans l'histoire évolutive de l'humanité.

➤ d'un ordinateur qui traiterait froidement les informations du monde extérieur, l'auditeur est le plus souvent présenté comme un « analyseur » de signaux acoustiques mettant en œuvre des méthodes précises. On ne songe pas à s'intéresser à ses réactions sensibles ni à l'influence de ces réactions sur sa façon d'écouter la musique.

Il est vrai qu'il est plus facile de trouver des indicateurs comportementaux et neurophysiologiques des traitements de l'information qu'effectue le cerveau que de trouver des paramètres associés aux réactions émotionnelles. Ainsi, on mesure des temps de réponse, on analyse des mouvements oculaires, on enregistre une activité cérébrale, mais on n'a pas identifié de paramètres fiables de mesure des réactions émotionnelles. Autrement dit, en quoi les paramètres « objectifs » nous renseignent-ils sur l'état émotionnel, sur le ressenti de l'auditeur ?

Ces difficultés n'ont pas empêché la psychologie des émotions de se développer dans de nombreux domaines, mais elles ont longtemps paru insurmontables dans le cas de la musique. Contrairement à certains sons qui peuvent évoquer un danger (un sifflement de serpent, un aboiement de chien...), la musique n'a pas de conséquences immédiates : la survie d'un individu ne dépend pas de sa sensibilité à la musique. Nous écoutons de la musique pour le plaisir qu'elle nous procure, mais ce plaisir est libre de prendre des formes variées, lesquelles dépendent seulement du vécu de l'auditeur et de son état au moment de l'écoute. La situation a changé !

Aujourd'hui, les émotions musicales sont au cœur de nombreuses recherches. Les résultats obtenus sont souvent surprenants et contribuent à mieux comprendre la place de la musique dans les sociétés humaines. Plusieurs idées reçues ont ainsi été remises en question. C'est par exemple le cas de celle voulant que les réponses émotionnelles à la musique soient uniquement subjectives.

DES ÉMOTIONS COMMUNES

Certes, les émotions suscitées par certaines œuvres peuvent être déterminées par des éléments non musicaux, par exemple des événements associés « accidentellement » à l'œuvre. Ainsi, telle œuvre évoquera la tristesse pour une personne, car elle est associée à la disparition d'un être cher, et à la gaieté pour une autre parce qu'elle évoque la rencontre de l'être aimé. Ces associations émotionnelles extramusicales existent, mais ne représentent qu'une part minime de nos expériences. Si l'émotion dépendait uniquement des contextes d'écoute, une œuvre donnée évoquerait autant d'expressions différentes qu'il y a d'auditeurs et chacun en aurait une expérience particulière. Lors d'un concert, son voisin de droite pleurerait, tandis que celui de gauche se délecterait joyeusement de la soirée. Or il est évident que cela ne se

produit jamais. Les œuvres musicales ont une structure expressive suffisamment puissante pour imposer des états émotionnels communs à un grand nombre d'auditeurs. La musique peut mettre à l'unisson émotionnel une foule entière.

Ce pouvoir lui confère une force de cohésion sociale essentielle dans la plupart des cultures du monde. Il s'exerce déjà chez le nourrisson par l'intermédiaire des comptines qui lui sont chantées. Le bébé est d'ailleurs plus fasciné par la voix de sa mère quand elle chante que quand elle parle. Le choix approprié des comptines permet de moduler ses états émotionnels, et il existe manifestement des universaux expressifs puisque les comptines du monde entier partagent de nombreux traits structuraux (voir *La musique est-elle universelle?*, par B. Tillmann, page 16).

La fonction de cohésion sociale s'exerce ensuite tout au long de la vie, et plus particulièrement au moment de l'adolescence. À ce stade, la musique traduit les états émotionnels traversés par les adolescents, ce qui facilite les regroupements par affinité. Les réponses émotionnelles à

UN BÉBÉ PRÉFÈRE LA VOIX DE SA MÈRE QUAND ELLE CHANTE PLUTÔT QUE QUAND ELLE PARLE.

la musique sont également plus stables que l'on pouvait imaginer pour un auditeur donné. L'émotion que procure une œuvre diffère sans doute d'un jour à l'autre, en fonction de l'humeur et du contexte, et elle évolue tout au long de la vie. Une telle variété est souhaitable, sinon l'expérience musicale deviendrait très vite répétitive.

Toutefois, ces variations restent centrées autour d'une même expérience émotionnelle. S'il n'en était ainsi, choisir un disque dans sa discothèque relèverait plus du jeu de hasard que d'un choix volontaire. Or il est rare que nous fassions de nombreux essais avant de trouver le morceau qui correspond à l'émotion recherchée. Lorsque