

Si la musique contemporaine dérouté, c'est que notre cerveau n'y est pas habitué. Une écoute répétée de ce type de musique permettrait de nous familiariser – sans que nous n'en ayons conscience – avec la façon dont cette musique est construite. Apprécierons-nous autant Stockhausen dans quelques années, que nous aimons écouter Mozart aujourd'hui ?

## Comportement

# Musique contemporaine : un défi pour le cerveau

Philippe LALITTE et Emmanuel BIGAND

**P**our la plupart d'entre nous, la musique est un magnifique divertissement qui agrmente nos activités quotidiennes et nos relations sociales. Se réduit-elle pour autant à cela ? Il semble que notre époque ait oublié les vertus mobilisatrices de la musique pour l'intellect au profit de ses seuls aspects hédonistes. Pourtant, dès l'Antiquité, les Grecs accordaient à la musique une valeur formatrice. Elle faisait partie de l'idéal éducatif de tout homme libre. Cette relation entre musique et intellect s'est poursuivie d'une façon ou d'une autre pendant toute l'histoire de la culture occidentale. L'essor des sciences du cerveau nous permet-il aujourd'hui de mieux éclairer ces relations entre musique et esprit ?

Il est avéré que la musique modifie l'organisation cérébrale de ceux qui l'écoutent et la pratiquent intensément, et que cette modification entraîne des effets positifs pour l'acquisition de nombreuses aptitudes cognitives fondamentales. Toutes les musiques ont-elles pour autant le même pouvoir stimulant pour les activités intellectuelles ? Il ne s'agit pas bien sûr d'entrer ici dans un débat normatif qui séparerait la « bonne » de la « mauvaise » musique, mais d'essayer de comprendre les relations entre musique et compétence cognitive, entre musique et cerveau.

Le cas de la musique contemporaine semble particulièrement intéressant. Cette musique est si déroutante pour nos habitudes d'écoute, qu'on la dit dépasser l'entendement humain. En prenant à revers le sens commun, elle lance un défi au cerveau, défi

dont certains doutent qu'il puisse jamais être relevé. Peut-on imaginer que l'on écoutera Boulez et Stockhausen dans quelques décennies avec autant d'aisance que nous écoutons Mozart et Ravel ? Si tel devait être le cas, que se serait-il passé dans notre cerveau qui rende compte de ce changement ? C'est ce que nous allons examiner.

## Comment passer de Bach à Stockhausen ?

On désigne couramment par musique contemporaine, la musique savante (par opposition à la musique populaire) composée depuis 1945. La musique née de l'avant-garde des années 1950 a longtemps marqué les esprits parce qu'elle rompait totalement avec le passé. Après la Seconde Guerre mondiale, les compositeurs ont ressenti le besoin d'un langage musical neuf. Ils ont donc rejeté une bonne partie des principes qui gouvernaient la composition depuis le XVII<sup>e</sup> siècle, notamment la présence d'une mélodie identifiable, la régularité rythmique et l'organisation des sons par des tonalités (*do* majeur, *la* mineur, etc.). C'est tout d'abord en reprenant et en radicalisant le système sériel que des musiciens tels Pierre Boulez, Karlheinz Stockhausen, Henri Pousseur ou Luigi Nono ont renouvelé les concepts de base de la musique occidentale (*voir l'encadré page ??*).

Dans les années 1920, c'est le compositeur autrichien Arnold Schönberg (1874-1951) qui, après



une période de composition libre, a défini le système sériel. Ce système ordonne les 12 notes de la gamme chromatique (*do, do dièse, ré, ré dièse, etc. jusqu'à si*) sans faire appel à une hiérarchie entre les sons, contrairement à la musique tonale (dans la tonalité de *do* majeur, *do* et *sol* ont plus de poids que les autres notes). Les notes sont ordonnées en fonction d'intervalles choisis au préalable par le compositeur. Cette série de 12 notes et ses transformations servent de matériau de base à la pièce.

De violentes critiques se sont élevées pour dénoncer l'opacité perceptive des structures produites par un tel système. Avait-on vraiment dépassé les limites de la perception en créant des structures sonores d'une complexité telle que même les plus grands experts ne pouvaient plus différencier l'organisé de l'aléatoire ? Le psychologue français Robert Francès a fait, dans les années 1960, une étude expérimentale surprenante montrant que si l'on composait une œuvre de musique contemporaine sérielle dans laquelle on plaçait volontairement des extraits d'une autre œuvre sérielle, on ne créait aucun sentiment d'incongruité chez les auditeurs. Qui plus est, les spécialistes de ce style de musique ne distinguaient pas mieux ces extraits incongrus que les auditeurs sans aucune formation musicale. En 1990, R. Francès a refait cette expérience avec des auditeurs qui avaient eu le temps d'assimiler le langage de la musique sérielle. Les résultats furent identiques, suggérant que le temps n'avait rien fait à l'affaire. Le psychologue en conclut qu'une musique composée en dépit de

certaines contraintes fondamentales, propres au fonctionnement du cerveau humain, reste pour toujours en dehors de l'entendement.

## Jouer avec les ambiguïtés

En un demi-siècle, le paysage de la musique contemporaine s'est diversifié. Aujourd'hui, des esthétiques opposées cohabitent dans des univers plus ou moins perméables tant et si bien qu'on ne peut plus parler de la musique contemporaine, mais des musiques contemporaines. Les champs d'innovation et les univers sonores sont multiples : intégration de modèles mathématiques pour la composition, nouveaux modes de jeux instrumentaux, projection du son dans l'espace, instruments acoustiques traditionnels mêlés aux instruments électriques et électroniques, aux sons enregistrés ou synthétisés par ordinateurs, etc. Toutes ces innovations, ces nouvelles sonorités, ces nouveaux systèmes déroutent nos habitudes d'écoute. De nombreux compositeurs, sensibles aux aspects perceptifs de la musique, intègrent dans leurs systèmes de composition certaines contraintes cognitives et « manipulent » le cerveau musical. Ils tirent parti des ambiguïtés de la perception en jouant, par exemple, sur les phénomènes de périodicité et d'apériodicité. Ainsi, la pièce pour clavecin *Continuum* (1968) de György Ligeti n'est écrite qu'avec une seule valeur rythmique répétée régulièrement à un tempo extrêmement rapide (voir la figure 2). Cependant les changements de

1. Peut-on écouter la musique contemporaine avec la même aisance que celle de Mozart ou de Beethoven ? Apparemment, notre cerveau en intègre les structures avec le temps.

hauteurs introduits de façon imprévisible suggèrent à notre perception des groupements par deux, trois ou quatre notes qui contredisent la régularité rythmique réelle. Comme ces changements ne sont pas effectués au même moment à la main droite et à la main gauche, il en résulte des accents qui brisent la périodicité. Ce processus, varié tout au long de la pièce et modulé par des changements de registres, produit des illusions auditives dont le résultat esthétique est indiscutable.

Jean-Claude Risset, qui a reçu la médaille d'or du CNRS en 1999, a synthétisé des sons qui semblent monter ou descendre indéfiniment à la façon de l'escalier d'Escher. Le compositeur a montré que l'on crée de telles ambiguïtés perceptives lorsque l'on synthétise le son en faisant varier de façon inverse la hauteur tonale (la note définie par sa fréquence fondamentale) et la hauteur spectrale (la brillance du son qui donne l'illusion qu'une même note jouée par un cor est plus haute que si elle est jouée par un trombone). Il ne s'agit cependant pas de simples effets sonores destinés à impressionner l'auditeur. Les paradoxes sonores introduits par J.-Cl. Risset dans ses pièces le sont toujours en fonction de nécessités esthétiques. Il a ainsi réalisé des sons hybrides (par exemple un chant d'oiseau hybridé avec un carillon de métal). Dans son œuvre *Sud* (1985), il nous fait pénétrer dans un univers où se mêlent oiseaux de métal, grillons de bois et vagues musiciennes.

Ces exemples ont montré comment les compositeurs conjuguent innovations stylistiques et jeux perceptifs. Cependant, comment les auditeurs perçoivent-ils ces innovations ? La question a été et reste débattue par les musicologues, les critiques et les spécialistes de la cognition. Depuis les premières études de R. Francès, la psychologie de la musique s'est considérablement développée et il existe aujourd'hui suffisamment d'études comportementales sur la perception de la musique contemporaine pour tenter une ébauche de réponse à cette question. Deux domaines ont été particulièrement étudiés : la perception de la syntaxe (l'organisation des hauteurs) et de la forme (l'enchaînement des structures temporelles).

## Le cerveau à la découverte de l'inouï

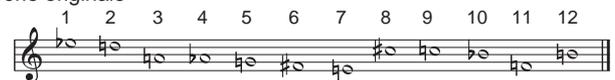
Parmi les différents systèmes de musique contemporaine, le système sériel semble bien être celui qui a poussé le plus loin le défi lancé au cerveau humain. Bien que ce système ne soit plus aujourd'hui le seul employé par les compositeurs, c'est celui qui a été le plus étudié par les psychologues. Les œuvres musicales sérielles sont souvent perçues, de prime abord, comme chaotiques. Pouvons-nous nous frayer un chemin dans un tel environnement sonore ? En 1987, une étude a apporté des éléments

## Le système sériel

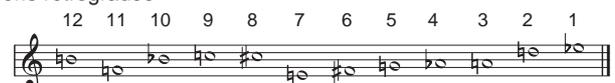
Le système sériel permet d'organiser les 12 sons de la gamme chromatique (*do, do dièse, ré, ré dièse, etc.*) sans hiérarchie entre les sons (toutes les notes ont la même importance). Une série est une succession de hauteurs et d'intervalles. Il existe, en principe, 48 variantes pour chaque série : la série originale, la rétrogradation (la série lue de 12 à 1), le renversement (les intervalles montants deviennent descendants et *vice versa*), la rétrogradation du renversement et les 12 transpositions de ces quatre formes. La première transposition de la série est obtenue en abaissant chaque note d'un demi-ton. La deuxième transposition est obtenue en abaissant chaque note de la première transposition d'un demi-ton (soit en abaissant chaque note de la série initiale d'un ton), etc.

Dans l'exemple ci-contre, la série est celle employée par Boulez dans *Structures pour deux pianos* (1956, révisé en 1961). La première portée correspond à la série originale ; la deuxième à la rétrogradation ; la troisième à la première transposition de cette série, un demi-ton plus bas. Ainsi la note 1 (*mi* bémol) devient un *ré* bécarré (2), la 2 (*ré* bécarré) devient un *do* dièse (8), la 3 (*la* bécarré) un *sol* dièse (4), le *la* bémol (4) un *sol* bécarré (5), etc. La quatrième portée correspond à la deuxième transposition de la série, un ton plus bas (ou un demi-ton plus bas que la première transposition), la cinquième est le renversement, la sixième la rétrogradation du renversement et la septième, la première transposition de la série renversée. On peut ainsi construire 48 variations de la série d'origine (y compris la série elle-même). On peut représenter toutes ces séries sous forme de matrices, après avoir attribué un chiffre à chaque note et passer aisément d'une transformation à l'autre.

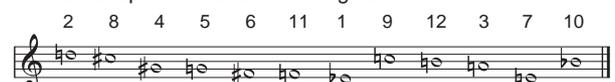
Série originale



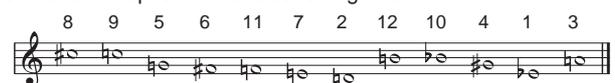
Série rétrogradée



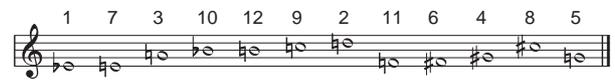
Première transposition de la série originale



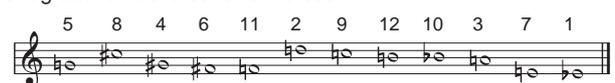
Deuxième transposition de la série originale



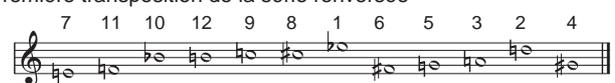
Série renversée



Rétrogradation de la série renversée



Première transposition de la série renversée



en faveur de la pertinence psychologique des règles de la musique sérielle. Les expériences ont été réalisées avec des stimulus simplifiés tirés du *Quintette à vent* opus 26 et du *Quatuor à cordes* opus 37 de Schönberg. Les sujets (des musiciens) ont réussi, après avoir été longuement exposés à la série originale, à discriminer ses transformations, avec 60 à 85 pour cent de réponses correctes.

La question de la perception de la musique sérielle a été abordée récemment par le biais de l'apprentissage implicite, c'est-à-dire de notre capacité d'apprendre, sans que nous n'en soyons conscients, des informations complexes. L'apprentissage implicite se fait à l'insu du sujet et la connaissance acquise est difficilement exprimable. Plusieurs études d'apprentissage implicite de la musique ont été rapportées. Ainsi, Zoltán Dienes et Christopher Longuet-Higgins, de l'Université du Sussex, ont testé la capacité à apprendre implicitement les transformations d'une série de 12 sons. Durant une phase d'apprentissage, les sujets ont écouté 50 séquences correspondant à un seul type de transformation (par exemple, une inversion). Dans la phase de test, les sujets ont entendu 50 nouvelles séquences dont la moitié ne correspondait à aucune des transformations entendues dans la phase d'apprentissage. Les sujets non musiciens n'ont pas été capables de distinguer, de façon significative, les transformations. Les sujets musiciens en ont reconnu certaines. L'expérience a été renouvelée avec un expert (un interprète familier de cette musique) à qui l'on a explicité la nature des transformations, c'est-à-dire qu'on lui a indiqué le type de transformations à repérer. Les résultats obtenus, cette fois-ci, ont été largement supérieurs au hasard : les participants sans formation spécialisée à cette musique ne réussissent pas à apprendre implicitement les structures de la musique sérielle ; les participants ayant déjà été exposés à cette musique (sans être experts) perçoivent implicitement certaines transformations ; les sujets experts identifient toutes les transformations.

L'équipe de l'un d'entre nous (Emmanuel Bigand) a étudié la nature implicite ou explicite aussi bien que la teneur abstraite de la connaissance acquise lors d'un apprentissage de pièces sérielles par des sujets experts ou non. Les stimulus étaient constitués de courtes pièces pour piano composées spécialement par le compositeur Daniel d'Adamo. À la différence de l'étude précédente, les stimulus étaient de réelles pièces de musique, pas simplement des suites de notes régulièrement espacées. Après une phase d'apprentissage (écoute de 20 pièces), les sujets ont dû différencier deux ensembles de pièces construites sur le même patron rythmique, mais dont les séries étaient différentes. Les sujets – musiciens et non musiciens – ont réussi le test, sans différence, avec des performances supérieures à celles du hasard. Une deuxième expérience a confirmé ces résultats et montré la nature implicite de l'apprentissage. L'étude révèle également que ces auditeurs entendent implicitement certaines transformations effectuées sur les œuvres sérielles. Cela tend à prouver que l'esprit humain a la capacité d'apprendre, sous certaines conditions, des grammaires sérielles. Le point sans doute le plus important est que cet apprentissage s'effectue implicitement. Autrement dit, l'oreille et le cerveau musical s'adaptent progres-

2. **Continuum pour clavecin** (1968) de György Ligeti. Au début, la main droite et la main gauche jouent des croches par groupes de deux notes (a). Cette régularité est brisée lorsque la main gauche (b, la clé de *fa*) introduit un groupe de trois notes, puis retrouvée lorsque la main droite (c, la clé de *sol*) introduit, elle aussi, un groupe de trois notes, et ainsi de suite : la main droite introduira des groupes de quatre croches, puis sera rattrapé par la gauche.

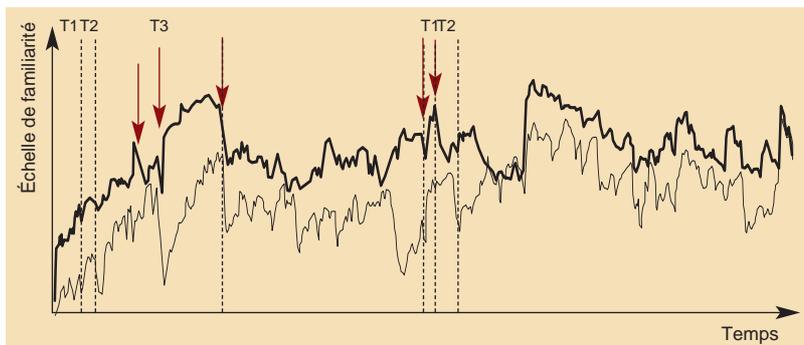
sivement aux structures de la musique contemporaine, même aux structures complexes du système sériel, mais sans en avoir conscience. Ainsi, même si l'auditeur est très désorienté par cette musique, son cerveau en intègre les organisations et, de fait, modifie ses habitudes d'écoute.

## Peut-on percevoir la structure des pièces contemporaines ?

L'apprentissage implicite de la musique ne se limite pas aux aspects syntaxiques (la combinaison des sons à petite échelle de temps), mais porte également sur les principes qui coordonnent les différentes parties de l'œuvre. Les structures à grande échelle (l'organisation des phrases musicales, par exemple) de la musique occidentale, du XVII<sup>e</sup> siècle au début du XX<sup>e</sup>, étaient étroitement liées à la tonalité : les différentes parties d'une œuvre étaient marquées par des changements de tonalité, et des contrastes naissaient de l'éloignement à la tonalité initiale. En l'absence de tonalité, comment les structures à grande échelle de la musique contemporaine peuvent-elles être perçues ? Plusieurs études ont montré que ces structures ne sont plus portées par la tonalité, mais, par exemple, par le degré de dissonance, la densité de sons, les changements de dynamique, de registre ou de tempo. Selon la psychologue belge Irène Deliège, cette perception s'appuie sur les traits les plus saillants (par exemple un contraste d'intensité), sur les silences ou sur les figures les plus caractéristiques (par exemple un motif mélodique

### Bibliographie

- P. LALITTE et al., *The perceptual structure of materials in The Angel of Death*, in *Music Perception, Special issue Creation and Perception of a Contemporary Musical Work : The Angel Project*, vol. 22, n° 2, 2005.
- Z. DIENES et C. LONGUET-HOGGINS, *Can musical transformations be implicitly learned?*, in *Cognitive Science*, vol. 28, pp. 531-558, 2004.



**3. Les réactions des auditeurs à la pièce de Roger Reynolds *The Angel of Death*** ont été enregistrées en temps réel pendant un concert à Paris (*trait épais*) et à San Diego (*trait fin*). On leur demandait d'indiquer au moyen d'un curseur leur sentiment de familiarité vis-à-vis de l'œuvre écoutée, c'est-à-dire s'ils reconnaissaient des fragments déjà entendus. Ce profil de familiarité révèle les moments où les auditeurs sont déroutés par un nouveau thème. À chaque apparition d'un nouvel élément thématique (*les flèches*), le profil s'infléchit, ce qui indique que les auditeurs se sentent moins familiers avec la musique. Le profil de la deuxième partie de la pièce (lorsque les éléments T1, T2, etc., reviennent) est globalement plus élevé, indiquant que les auditeurs se sont familiarisés avec les thèmes. Les résultats des deux expériences sont proches, malgré les différences de salles, de public et d'interprètes.

court facilement mémorisable). D'après ses études, musiciens et non-musiciens perçoivent ces structures temporelles d'une façon très semblable.

R. Reynolds a composé *The Angel of Death* (1998-2001), une pièce pour piano, ensemble instrumental et sons produits par ordinateur, qui, en plus des objectifs purement artistiques, a permis aux chercheurs d'avoir des stimulus réellement musicaux et inconnus des sujets. La pièce repose sur cinq longs thèmes, lesquels sont repris avec des modifications, dans la deuxième partie de la pièce, afin de tester la sensibilité des auditeurs à la similarité et aux variations (par exemple un changement d'instrumentation).

Nous avons étudié comment les auditeurs perçoivent la structure des thèmes, c'est-à-dire comment ils identifient les différentes phrases en suivant la progression musicale. Globalement, les structures perçues correspondent à celles indiquées par le compositeur sur la partition. Cependant, les sujets ont rencontré des difficultés lorsque la tâche était plus abstraite. Lorsqu'on leur a demandé de comparer des paires d'extraits et de dire s'ils appartenaient au même thème, ils ont eu des difficultés (surtout les non-musiciens). Juger si tel extrait apparaît au début ou à la fin du thème semble encore plus difficile. La perception de la structure temporelle de chaque thème semble requérir des capacités de mémorisation importantes, et la tâche n'en est que plus difficile lorsque les thèmes sont longs, mais cela n'est pas spécifique de la musique contemporaine.

Une autre étude a exploré ce que ressentent les auditeurs à l'écoute de *The Angel of Death* lors de la création de la pièce à Paris, puis à San Diego, en 2001 (*voir la figure 3*). Les participants devaient suivre la progression musicale en indiquant avec le curseur d'un boîtier relié à un ordinateur leur sentiment de familiarité, c'est-à-dire s'ils avaient l'impression de reconnaître des éléments déjà entendus dans la pièce. Les participants d'un autre groupe devaient indiquer comment ils ressen-

taient la force expressive dégagée par la musique. Les résultats montrent que les auditeurs ne réagissent pas de façon précise à la structure de l'œuvre, mais que leurs réponses coïncident avec les moments essentiels de l'œuvre. Ainsi, les moyennes des jugements de familiarité sont plus élevées dans la seconde moitié de la pièce, c'est-à-dire lorsque les auditeurs reconnaissent les thèmes entendus dans la première moitié. Lorsqu'un nouvel élément thématique apparaît dans la première moitié de la pièce, la courbe de familiarité s'infléchit, puis remonte, ce qui indique que les auditeurs ont perçu la nouveauté. Ainsi, les structures temporelles de la musique contemporaine semblent être intégrées implicitement par les auditeurs, même si, explicitement, la pièce leur paraît incompréhensible à la première écoute.

## Le défi relevé ?

Peut-on conclure que le cerveau humain est sur le point de relever le défi lancé par la musique contemporaine ? La réponse est positive au regard des données empiriques qui viennent d'être résumées. Elle l'est aussi si l'on considère comment les révolutions esthétiques engendrées par les compositeurs contemporains modifient l'ensemble des styles musicaux de la musique occidentale et, petit à petit, s'immiscent dans les médias. L'exemple le plus probant est celui du cinéma. Les cinéastes de la nouvelle vague ont collaboré pour la musique de leurs films avec des compositeurs contemporains (par exemple Jean-Claude Eloy pour *La Religieuse* (1966) et *L'Amour fou* (1969) ou Michel Fano pour *L'Immortelle* (1963) d'Alain Robbe-Grillet). Ce fut le cas de la musique si prenante de la fin de *2001 Odyssée de l'espace* de Stanley Kubrick, signée de l'un des plus grands compositeurs vivants : G. Ligeti. On pourrait aussi multiplier les exemples d'influences, directes ou indirectes, de la musique contemporaine sur les musiciens rock, pop, ou techno (des Beatles à Björk, en passant par Zappa, Can, Pink Floyd, Bowie, Dj Spooky, David Shea, etc.).

Cependant, l'habitude à de nouveaux systèmes musicaux demande du temps : Giovanni Maria Artusi n'a-t-il pas qualifié « d'insupportables à l'oreille » les madrigaux de Monteverdi, dans un essai sur *Les imperfections de la musique moderne* (1600-1603) ? Si notre cerveau parvient petit à petit à assimiler les structures sonores qui hier nous semblaient si complexes, voire inaudibles, peut-on dire pour autant que la musique a modifié notre intellect en nous faisant découvrir des horizons sonores nouveaux ? Il est sans doute prématuré de dire aujourd'hui que l'« effet Mozart » sera bientôt complété par un « effet Boulez », mais il y a tout lieu de penser que l'assimilation de ces nouveaux langages musicaux conduit notre intellect vers de nouvelles formes de pensée et de représentation du monde que nous n'aurions pas développées si nous étions restés figés dans nos habitudes perceptives et cognitives. D'ailleurs, l'art n'a-t-il pas pour fonction essentielle de solliciter nos systèmes de perception pour les conduire toujours un peu plus loin, comme si la création artistique était un moteur essentiel de l'évolution du cerveau humain ?

### Emmanuel Bigand

dirige le Laboratoire d'étude de l'apprentissage et du développement, LEAD, UMR 50222, Université de Bourgogne, Dijon, où travaille Philippe Lalitte, musicologue.

Site du LEAD : <http://www.u-bourgogne.fr/LEAD/people/bigand/cogmu.htm>

Un CD-rom de l'IRCAM, contenant l'enregistrement de la pièce et des textes du compositeur, de psychologues et de musicologues, permet de tester sa perception de l'œuvre en faisant les expériences.

<http://www.ircam.fr/cederoms.html>