

suggèrent que les deux hémisphères ne contribueraient pas de façon identique aux émotions musicales: l'hémisphère gauche semble plus actif lors de l'écoute de musique gaie, et l'hémisphère droit, lors de l'écoute de musique triste. Toutefois, même si l'imagerie cérébrale nous permet de localiser les aires impliquées dans l'émotion musicale, et la chorégraphie de leur activation, cela ne nous suffit pas pour comprendre comment naît une expérience émotionnelle et en quoi elle consiste. Dès lors, il faut avoir recours à la psychologie expérimentale.

Quatre grandes catégories d'émotions semblent prédominer en musique: la gaieté, la colère (ou la peur), la tristesse et la sérénité, qui seraient identifiées sans difficulté dès l'âge de cinq ans. La musique peut-elle déclencher des émotions plus subtiles? Tout mélomane sera tenté de répondre oui, et l'on pourrait même penser que la musique suscite des émotions spécifiques – mais cela n'est pas démontré. En 2005, en collaboration avec l'équipe de Stephen McAdams, de l'Ircam, nous avons voulu tester diverses méthodes pour approfondir cette question. Une des méthodes, déjà évoquée, consiste à présenter sur un écran d'ordinateur un ensemble de vingt-sept extraits musicaux, suffisamment longs pour installer un climat expressif précis, et suffisamment courts pour que ce climat reste stable tout au long de l'extrait.

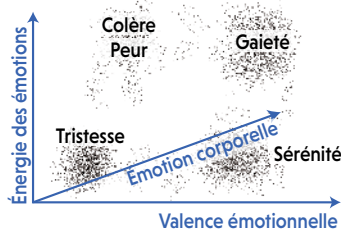
Ces extraits étaient choisis en collaboration avec le musicologue François Madurell, à Sorbonne-Université, à Paris, pour représenter une large variété de styles musicaux, de formations instrumentales et d'expressions. Le dispositif expérimental permettait aux sujets d'écouter ces extraits autant de fois qu'ils le voulaient; ils devaient ensuite grouper par deux, trois ou davantage ceux qui, selon eux, évoquaient une même émotion. Une fois réalisée avec un nombre suffisant de sujets, l'expérience fournissait une matrice de co-occurrence, qui indiquait combien de fois tel ou tel morceau avait déclenché la même émotion. C'est une matrice dite de proximité émotionnelle des extraits.

DES ÉMOTIONS EN TROIS DIMENSIONS

Cette démarche est facile à réaliser, plaisante pour les sujets, et n'exige pas de formuler ses émotions. Elle permet d'identifier les dimensions psychologiques qui organisent les distances émotionnelles entre les différents extraits. Si, par exemple, la matrice contenait les distances en kilomètres séparant différentes villes de France (à la place des morceaux de musique), l'analyse statistique permettrait d'extraire les dimensions physiques qui structurent l'espace des distances entre les villes. Trois dimensions seraient nécessaires, correspondant aux axes nord-sud, est-ouest, et à l'altitude. De même, l'analyse des matrices

DES EXTRAITS MUSICAUX

sont diffusés à des sujets qui doivent dire s'ils les trouvent gais, tristes, sereins ou inquiétants. L'analyse des résultats montre qu'on peut les décomposer selon trois paramètres: la valence émotionnelle, l'émotion corporelle (ou corporalité) et l'énergie. On constate que les extraits sont regroupés en quatre zones que l'on associe à la tristesse (valence négative, corporalité faible et énergie faible), la sérénité (valence positive, corporalité faible et énergie faible), la gaieté (valence positive, corporalité élevée et énergie élevée) et la colère ou la peur (valence négative, corporalité élevée et énergie élevée).



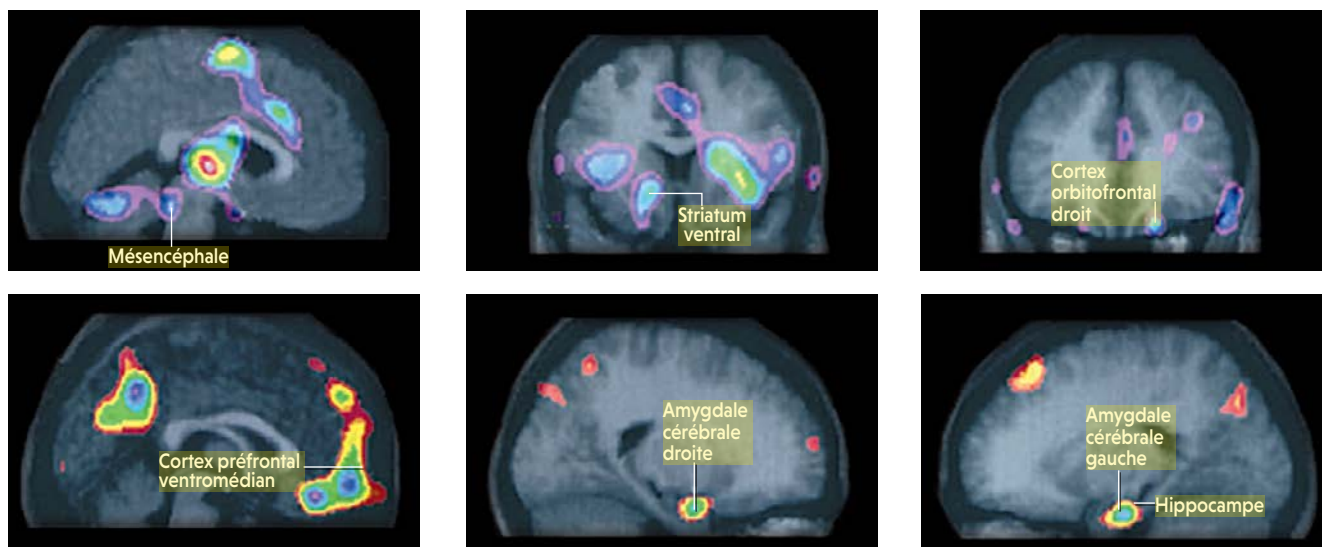
émotionnelles permet d'isoler les dimensions psychologiques qui structurent l'espace de nos émotions musicales. Trois dimensions principales ont été observées: l'axe de l'énergie des émotions ressenties, l'axe de valence émotionnelle et l'axe de la dynamique (voir ci-contre).

L'axe de l'énergie des émotions ressenties va des émotions de grande énergie, intenses (gaieté, colère) à des émotions de faible énergie, reposantes (dépression, sérénité). Le second axe oppose des émotions positives (gaieté ou sérénité) aux émotions négatives (colère ou désespoir). Cet axe ne retrace pas le caractère agréable, généralement rapporté dans les études sur les émotions. En effet, l'une des spécificités de la musique est de pouvoir être jugée plaisante même si l'émotion induite est triste, c'est-à-dire même si elle a une valence négative. Enfin, nous avons pu dégager un dernier axe qui est lié au mouvement corporel induit par la musique, l'axe de l'émotion corporelle ou corporalité.

Comme l'avait noté le psychologue Robert Francis dès 1956, la musique réveille des schémas sensorimoteurs qui renforcent l'expérience affective du sujet: il y a une interaction entre les schémas purement cognitifs, l'affect et le corps. L'émotion ressentie par l'auditeur active des schémas moteurs – des mouvements – mémorisés qui, en retour, agissent sur la perception de la musique écoutée. Autrement dit, cette troisième dimension indique que nos émotions musicales ne sont pas purement intellectuelles: elles puisent dans l'ensemble des affects liés aux expériences corporelles que le sujet a déjà vécues. Dans notre étude, cette dimension de l'espace oppose des œuvres dont le processus musical est continu (par la forme de la courbe mélodique, le rythme, ou le type de progression harmonique) à des œuvres dont les processus sont plus fragmentés (arpèges brisés, rythme irrégulier, modulations subites).

Les œuvres que nous écoutons engendrent des émotions qui prennent des positions spécifiques sur ces dimensions d'énergie, de valence et de corporalité, en fonction de leurs caractéristiques structurelles. Ces dimensions étant continues, il y a une infinité de façons de combiner ces valeurs, laissant ainsi place à un nombre quasi infini d'émotions subtilement différentes. Cette approche rend mieux compte de la complexité et de la richesse des émotions en musique qu'une approche sous forme de catégories.

Les quatre grands types d'émotions (gaieté, désespoir, sérénité, colère) existent bien, mais ils ne représentent qu'un tout petit aspect de nos émotions. Les pièces musicales « gaies » déclenchent des émotions de grande dynamique et de forte positivité qui sont localisées en haut et à droite de cet espace. Selon que ces pièces ont ou non un caractère dansant (émotion corporelle plus ou moins élevée), elles ont une place différente sur le troisième axe. Les



Ann Blood et Robert Zatorre, PNAS, 2000

pièces colériques suscitent des émotions de forte énergie, mais de valence négative. De même, les pièces tristes ou dépressives se situent dans la région de l'espace émotionnel où la dynamique est faible et la valence négative. Les pièces sereines, telles que les comptines pour enfants, engendrent des émotions de faible dynamique et de valence positive. Cette représentation laisse transparaître la richesse possible des émotions induites par la musique.

UNE PARTITION DANS LA TÊTE

Toutefois, le problème reste entier: comment déterminer ce qui, dans les œuvres, module l'intensité de nos émotions sur chacun de ces axes? Cette question est à l'intersection de la musico-logie, de la psychologie et des neurosciences cognitives. La psychologie isole les traits musicaux porteurs d'expression, les neurosciences cognitives observent comment ces traits affectent l'auditeur. La musique étant un objet de culture, certains éléments ne seront jugés expressifs que par les membres de telle ou telle culture.

Ainsi tout un ensemble d'organisations musicales liées à la tonalité a un pouvoir expressif qui peut être confirmé par des méthodes directes auprès d'auditeurs occidentaux (on demande au sujet d'indiquer quel passage dans un extrait musical lui semble le plus expressif par exemple), ou indirectes (on mesure les modifications physiologiques de l'auditeur qui écoute un trait spécifique). On peut ainsi constater qu'une modulation, c'est-à-dire le passage d'un ton à un autre (de la gamme de *do* à la gamme de *sol*) ou d'un mode à un autre (majeur à mineur) et surtout la vitesse à laquelle cette modulation est réalisée provoquent des réponses émotionnelles.

C'est ce qui a été vérifié lors d'une étude conduite à l'hôpital La Timone, à Marseille, en collaboration avec Catherine Liégeois-Chauvel,

Stéphanie Khalfa, Michel Paindavoine et Charles Delbé. Nous avons enregistré en temps réel, dans différentes aires cérébrales, les réponses émotionnelles d'auditeurs à différents types de musiques très contrastées. Nous avons constaté que, chez certains d'entre eux, la puissance du signal électrophysiologique change en synchronie avec les structures musicales qu'ils écoutent. Par exemple, dans le cas d'une fugue, chaque entrée de voix entraîne une modification de la puissance du signal enregistré dans la quasi-totalité des structures cérébrales.

Les changements sont parfaitement synchronisés avec la structure musicale. Pour certains de ces auditeurs (qui n'étaient pas des musiciens), le signal électrophysiologique prenait des allures de partition musicale!

D'autres changements ont des effets sur les émotions et ce quelle que soit la culture. Ainsi, Simone Dalla Bella et Isabelle Peretz, de l'université de Montréal, au Canada, ont montré que les changements de mode et de tempo ont des effets systématiques sur la valence émotionnelle des morceaux et que ces effets sont perceptibles dans plusieurs cultures. Il ne s'agit bien sûr pas de prétendre que les musiques en mode majeur sont systématiquement perçues comme plus gaies que les musiques en mode mineur, mais un même morceau semblera plus gai lorsqu'il est joué en mode majeur plutôt qu'en mode mineur.

De même, un morceau donné semblera plus gai lorsque son tempo augmente. Le mode et le tempo constituent deux caractéristiques musicales essentielles pour faire varier les émotions selon les dimensions de valence émotionnelle et de dynamique. D'autres paramètres liés aux multiples qualités acoustiques des sons contribuent également à faire varier l'expression des extraits musicaux. La sérénité et la douceur sont généralement déclenchées par des sons joués à faible amplitude, avec des harmonies très

L'IMAGERIE CÉRÉBRALE révèle les aires activées par différents types de musiques (ici, très plaisantes). Le débit sanguin augmente dans le mésencéphale, le striatum et le cortex orbitofrontal droit. Il décroît dans le cortex préfrontal ventromédian, l'amygdale cérébrale et l'hippocampe.