

Couleurs et sons : de la science à l'expression artistique

Bernard VALEUR
Conservatoire national des arts et métiers
bernard.valeur@cnam.fr

Est-il possible d'établir des correspondances entre sons et couleurs ? Objectivement, non, au regard de considérations physiques et physiologiques. Pourtant, une sensation de couleur est effectivement associée par certains individus à la perception d'un son. Ce phénomène subjectif et intrigant est un cas particulier de synesthésie. Objet de recherches en neurosciences, il est également source d'imagination artistique. Ainsi, synesthètes ou non, nombre de compositeurs et de peintres en particulier conjuguent sons et couleurs pour enrichir leur langage et leurs créations.

Peut-on associer une couleur à un son ?

L'idée de comparer les sons et couleurs est très ancienne. Dans l'Antiquité, cette question a préoccupé les Grecs chez qui les nombres jouaient un rôle primordial dans l'Univers. S'inspirant des études des pythagoriciens sur les sons émis par les cordes vibrantes, Aristote écrivait : « *Les couleurs peuvent avoir les mêmes rapports réciproques que les accords musicaux, car leurs plus agréables combinaisons ont les proportions de ces accords* ». L'harmonie des couleurs serait-elle donc régie par des relations simples entre nombres, de la même façon que des sons harmonieux sont produits par des cordes vibrantes dont les longueurs sont dans des rapports simples ?

Par la suite, diverses propositions de mise en parallèle de l'harmonie musicale et de celle des couleurs seront présentées au cours des siècles. Celle de Marin Cureau de la Chambre publiée en 1650 dans *Nouvelles observations et conjectures de l'iris* et celle du Père Kirscher dans son *Musurgia universalis* en sont deux exemples notables.

Le point de vue de Newton

Si on vous a appris qu'il y avait sept couleurs (violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge) dans l'arc-en-ciel, c'est à cause du grand Isaac Newton (1642-1727) qui avait mis en correspondance ces sept couleurs avec les sept notes de la gamme diatonique : do, ré, mi, fa, sol, la, si. Lors de ses premiers travaux sur les couleurs avec des prismes (1669-1671), le physicien avait d'abord recensé cinq couleurs principales (violet, bleu, vert, jaune, rouge), puis en 1672, il ajouta l'indigo et l'orangé. Alors, les longueurs des bandes colorées que produit la décomposition de la lumière blanche du Soleil par un prisme sont, selon lui, dans des rapports harmonieux et peuvent être mises en relation avec les longueurs des cordes vibrantes pour chaque note de la gamme (*figure 1*). C'est donc essentiellement pour des raisons d'esthétique et d'harmonie que le savant anglais dénombre sept couleurs dites « primitives ». En réalité, du fait de la continuité du spectre de la lumière solaire, il est impossible de préciser les frontières de bandes colorées distinctes. Newton reconnaissait lui-même avoir des difficultés à séparer les sept couleurs ! Ainsi,



Vous pouvez
compter sur nos
**ASSEMBLAGES
DE
FIBRES OPTIQUES**



- Fibres Optiques pour $\lambda = 190 - 2000 \text{ nm}$
- Diamètre de Coeur: 50 - 2000 μm
- Assemblages de Fibres
- Assemblages de Fibres Médicales
- Assemblages de Fibres Fortes Puissances
- Avec Traitements AR

www.lasercomponents.fr

l'existence de sept couleurs est une idée préconçue de Newton qui est devenue une idée reçue, encore bien ancrée dans notre imaginaire collectif!

Rappelons que Newton défendait la conception corpusculaire de la lumière et resta toute sa vie farouchement opposé à la conception ondulatoire. Il fit pourtant l'analogie entre les sensations de couleurs et celles de sons en termes de vibrations : « *Les rayons hétérogènes ne produisent-ils pas des vibrations de grandeurs différentes, et ces vibrations n'excitent-elles pas les sensations des différentes couleurs ; à peu près de la même manière que les vibrations de l'air causent, à raison de leurs grandeurs différentes, les sensations des différents sons ?* », écrit-il dans son ouvrage *Opticks* (1704).

L'hypothèse d'Euler

Une quarantaine d'années après la mort de Newton, le célèbre mathématicien et physicien suisse Leonhard Euler émet une hypothèse audacieuse dans une de ses *Lettres à une princesse d'Allemagne* (parues en 1768-1772) : « *Ce que sont par rapport à l'ouïe les divers sons dans la musique, les diverses couleurs le sont par rapport à la vue... La nature de chaque son est déterminée par un certain nombre qui marque les vibrations rendues en une seconde... chaque couleur est astreinte à un certain nombre de vibrations qui agissent sur l'organe de la vision* ». En d'autres termes, on peut attribuer un nombre de vibrations par seconde, donc une fréquence, aussi bien à une note de musique qu'à une couleur. Cela sous-entend que la lumière est de nature vibratoire, autrement dit qu'elle est onde, ce qu'avait prédit Christiaan Huygens en 1690 et ce que Thomas Young confirmera avec sa célèbre expérience sur les interférences. Young sera le premier, en 1802, à calculer les fréquences correspondant à chaque couleur et ne se privera pas de critiquer l'analogie couleurs-notes de musique de Newton jusqu'à la qualifier de « purement imaginaire » !

Et aujourd'hui ?

Sur la base de nos connaissances actuelles, peut-on justifier rationnellement des correspondances entre couleurs et sons ? Voyons d'abord le problème du point de vue de la physique en examinant

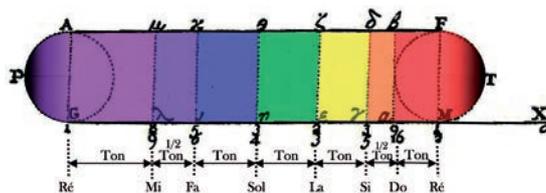


Figure 1. Schéma extrait de l'ouvrage de Newton, *Opticks* (1704), montrant la division en segments de la tache colorée projetée sur un écran après dispersion de la lumière solaire par un prisme. Les couleurs ont été ajoutées, ainsi que les notes et les intervalles par ton et demi-ton de la gamme diatonique. Les fractions indiquées par Newton (1, 8/9, 5/6, 3/4, 2/3, 3/5, 9/16, 1/2) représentent les rapports des longueurs des cordes vibrantes (qui sont dans le rapport des fréquences de vibration). Les intervalles musicaux correspondants sont le ton, la tierce mineure, la quarte, la quinte, la sixte majeure, la septième et l'octave.

les caractéristiques des ondes sonores et lumineuses. Il n'existe aucun recouvrement entre les domaines de fréquences des sons audibles par l'oreille humaine (de 20 à 20 000 Hz) et des ondes lumineuses visibles par l'œil humain (de 4.10^{14} à 8.10^{14} Hz). Il en est de même des domaines de longueurs d'onde : de 1,7 cm à 17 m pour les ondes sonores dans l'air, et de 400 à 750 nm environ pour la lumière. Alors, une transposition d'un domaine à l'autre par un facteur multiplicatif est-elle envisageable ? Non, parce que, en termes de fréquences, sachant qu'un intervalle d'une octave correspond au doublement de la fréquence, les fréquences sonores audibles couvrent plus de 10 octaves, alors que le domaine de fréquences lumineuses visibles s'étend sur moins d'une octave !

Examinons maintenant le problème sous l'angle de la physiologie. À une longueur d'onde donnée de la lumière, notre système visuel associe une couleur, mais l'inverse n'est pas toujours vrai. Par exemple, nous avons la sensation de jaune lorsque notre œil reçoit une lumière à 580 nm mais nous avons également la sensation de jaune s'il reçoit simultanément deux lumières, l'une à 530 nm et l'autre à 700 nm, alors que ces dernières procurent séparément des sensations de vert et de rouge respectivement. Il n'y a donc pas de relation bi-univoque entre couleur perçue et longueur d'onde (ou fréquence). En revanche, grâce aux 15 000 cellules

ciliées situées dans la cochlée de l'oreille, notre ouïe permet de distinguer un son pur (une seule fréquence) et un son complexe (plusieurs fréquences), et en particulier reconnaître plusieurs notes dans un accord.

Pour toutes ces raisons, il est impossible d'établir des correspondances entre sons et couleurs sur des bases rationnelles. Et pourtant...

Entendre en couleurs

La perception d'un son produit une sensation colorée chez certains individus. C'est le phénomène d'audition colorée (le terme médical étant synopsie). Il s'agit d'un cas particulier de synesthésie, mode de perception selon lequel des sensations correspondant à un sens évoquent spontanément, chez certains individus, des sensations liées à un autre sens. En d'autres termes, il s'agit de l'association spontanée et involontaire de modalités sensorielles différentes. Il n'y a pas que les sons qui engendrent des sensations colorées : il y a aussi les lettres de l'alphabet, les chiffres et les odeurs. En outre, les sons ne donnent pas seulement des sensations colorées, ils peuvent aussi procurer des sensations d'odeur ou de goût.

La synesthésie qui touche environ une personne sur 2000, dont six fois plus de femmes que d'hommes, fit l'objet d'un engouement à la fin du XIX^e siècle, comme en témoignent les nombreux articles rédigés sur le sujet, notamment par d'éminents psychologues. Ce phénomène inspira également divers poètes. « *Les parfums, les couleurs et les sons se répondent* », écrivit Baudelaire dans son poème qui porte précisément le nom de *Correspondances*, extrait des *Fleurs du mal* (1857). Le poème *Voyelles* de Rimbaud (1872) est également bien connu : « *A noir, E blanc, I rouge, U vert, O bleu, voyelles, Je dirai quelque jour vos naissances latentes...* » Toutefois, ni Baudelaire, ni Rimbaud n'étaient synesthètes !

L'intérêt suscité par la synesthésie déclina après le premier tiers du XX^e siècle. Il a fallu attendre le début des années 2000 pour que des chercheurs en psychologie et neurosciences entreprennent des

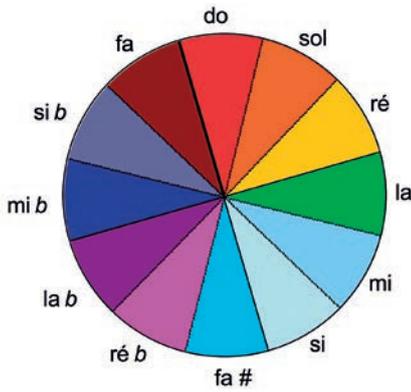


Figure 2. Correspondances entre notes et couleurs selon Scriabine qui, étant synesthète, percevait des couleurs lorsqu'il entendait des sons.

études approfondies grâce à l'IRM fonctionnelle (l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle) qui permet de déterminer les zones d'activité du cerveau. Chez les patients pour lesquels les sons évoquent des couleurs, on a pu ainsi déceler l'existence d'une connexion neuronale entre la perception auditive et la perception visuelle, bien que les régions cérébrales impliquées (le cortex auditif et la région V_4 où les couleurs sont analysées) soient éloignées l'une de l'autre.

Des compositeurs à la recherche de correspondances sons-couleurs

Parmi les compositeurs qui ont approfondi les correspondances entre sons musicaux et couleurs, il faut citer principalement Alexandre Scriabine (1873-1915), Arnold Schoenberg (1874-1951) et Olivier Messiaen (1908-1992).

Scriabine mérite une attention particulière car il était synesthète et de ce fait, chaque note de musique qu'il entendait lui donnait une sensation colorée précise (figure 2). Sur la partition de son poème symphonique *Prométhée, Le Poème du Feu*, le compositeur a indiqué sur une portée, *Luce* (Lumière), les couleurs qui doivent être projetées en phase avec la musique. Lors de la création de l'œuvre en 1915 au Carnegie Hall, un clavier à couleur, appelé *chromola*, fabriqué spécialement pour l'occasion par Preston Millar, un ingénieur des laboratoires Bell, commandait la projection de lumières colorées sur un écran.

La frappe d'une touche de ce clavier déclenchait, via un circuit électrique, l'allumage d'une lampe de couleur déterminée (selon les correspondances notes-couleurs indiquées à la figure 2).

D'une façon analogue, dans *La Main heureuse*, « drame avec musique » en un acte, achevé par Schoenberg en 1913, il est prévu des projections de lumières colorées accompagnant la représentation de cette œuvre. Schoenberg associait, sans pourtant être synesthète, des couleurs à des timbres d'instruments : vert pour les solos de violon, violet pour le hautbois, la clarinette et le basson, vermillon pour le tuba, rouge plus clair pour la fanfare de trombones, jaune pour les trompettes.

Olivier Messiaen est certainement le musicien qui a le plus approfondi les rapports sons-couleurs en musique alors que, contrairement à une idée reçue, il n'était pas, lui non plus, synesthète : « *Sans être atteint de synesthésie physiologique, lorsque j'entends, ou lorsque je lis une partition en l'entendant intérieurement, je vois intellectuellement des couleurs correspondantes qui tournent, bougent, se mélangent* », disait-il. Selon lui, il est puéril de vouloir faire correspondre une couleur à chaque note, car ce sont les accords ou, plus généralement, les « complexes de sons » qui engendrent chez lui des couleurs : « *La musique est un perpétuel dialogue entre l'espace et le temps, entre le son et la couleur, dialogue qui aboutit à une unification : le temps est un espace, le son est une couleur, l'espace est un complexe de temps superposés, les complexes de sons existent simultanément comme complexes de couleurs* ». À chaque complexe de sons correspond une couleur bien définie qui devient plus claire lors de la transposition à des octaves supérieures et plus sombre pour des octaves plus graves. En revanche, une transposition d'un accord de demi-ton en demi-ton provoque à chaque fois un changement de couleur.

Le regard des peintres sur la musique

Nombreux furent les peintres du début du XX^e siècle qui trouvèrent leur inspiration dans la musique, donnant ainsi un élan nouveau à la peinture abstraite.

UN UNIVERS DE PRÉCISION

Solutions complètes pour la mesure de LED

- **Gamme de Spectromètres**
Mesure des grandeurs photométriques : Eclairage (lux), Flux (lumen), IRC, Luminance (Cd/m²), T° de Couleur, Courbes spectrales, Coordonnées chromatiques...
- **Gamme de Goniophotomètres**
Mesure de la distribution lumineuse : Mesure en champ proche ou lointain, Instruments adaptés à des sources < 50 gr jusqu'à > 50 kg, Fichiers aux formats IES ou LDT (DIALux)

Spectromètres portables et autonomes

Sphères intégrantes de 48 mm à 2000 mm

Spectre source LED

Goniophotomètre champ lointain

Mesure de LED individuelle

opsira

Photometric Solutions International®

THE ONLY AUTHORIZED DISTRIBUTOR IN FRANCE

GL OPTIC

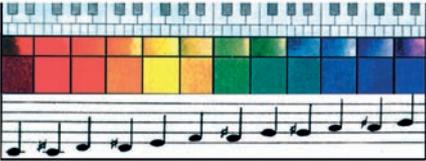
Trioptics France

76 rue d'Alsace
69100 Villeurbanne
Téll. 07 72 44 02 03
Fax : 04 72 44 05 06
www.trioptics.fr

MEMBRE



a



b

Figure 3. Les douze couleurs du cercle chromatique du peintre Itten (a) : trois couleurs primaires (rouge, bleu, jaune représentées au centre), trois couleurs secondaires (résultant de la combinaison de deux des couleurs primaires). Elles sont représentées accolées au triangle tricolore central, et six couleurs tertiaires (résultant de la combinaison des primaires et des secondaires). (b) : Association subjective des douze notes de la gamme chromatique à douze couleurs que A.W. Rimington produisait avec son orgue à couleurs (1894).

Bien que peu connu, le peintre Charles Blanc-Gatti (1890-1966) mérite d'être cité en premier car il était synesthète : il voyait des couleurs et des formes lorsqu'il entendait de la musique. Ses tableaux expriment ses visions colorées de la musique. Il fut le chef de file des *Artistes musicalistes*, et on lui donna le surnom de « peintre des sons ».

Beaucoup plus connu est le peintre Wassily Kandinsky (1866-1944), l'un des fondateurs de l'art abstrait. Il affirmait pouvoir associer les couleurs à des instruments précis : jaune pour la trompette, orange pour l'alto, rouge pour le tuba, etc. Il appréciait tout particulièrement la musique de Schoenberg, avec qui il eut de nombreux échanges. Fortement impressionné par les œuvres de ce compositeur, il peignit un tableau intitulé *Impression III (Konzert)* juste après avoir assisté à un concert en janvier 1911. Kandinsky, pour qui la musique était une source constante d'inspiration, a largement développé le parallèle entre teinte et sonorité. Il créa en 1909 un « opéra couleur-lumière » en un acte en collaboration avec un compositeur, Thomas de Hartmann.

Les peintres Frantisek Kupka, Georges Braque, August Macke, Paul Klee et bien d'autres ont également puisé leur inspiration dans la musique. « *L'essence originelle de la couleur est une résonance de rêve, une lumière devenue musique* », disait le peintre Johannes Itten.

Remarquons au passage que les mots ton, tonalité, accords, nuances, harmonie, gammes, etc. sont employés aussi bien dans le vocabulaire musical que dans celui des couleurs. Le mot chromatisme (qui vient du grec *χρῶμα*, « la couleur ») s'utilise aussi bien en peinture (le cercle chromatique) qu'en musique (la gamme chromatique). Le cercle chromatique du peintre Johannes Itten est constitué des trois couleurs primaires, des trois couleurs secondaires, et des six couleurs tertiaires. Il comporte donc douze couleurs, de même que la gamme chromatique possède douze notes séparées par un demi-ton (figure 3).

Produire des couleurs avec des sons

De nombreux instruments ont été conçus pour produire des couleurs en même temps que des sons ou simplement générer des couleurs pour accompagner une œuvre musicale. Depuis le *clavecin oculaire* inventé en 1740 par le Père Castel, près d'une trentaine d'instruments ont été construits dans cette lignée. Parmi eux l'optophone d'Hausman, mis au point en 1922, mérite une mention spéciale car il a été reconstitué par l'artiste Peter Keene en 2004. L'arc électrique (« l'arc chantant ») est remplacé par des diodes électroluminescentes (LED) rouge, bleue, verte dont les projections sur un écran forment une image animée par le son. Les couleurs ainsi créées par superposition sont captées par des photomultiplicateurs. De nouvelles fréquences – et donc de nouveaux sons – sont engendrées via des synthétiseurs analogiques et des haut-parleurs.

Par ailleurs, des logiciels permettent de convertir des sons en couleurs, en particulier le logiciel *Isadora* (Troikatronix) dont voici le principe. Un son capté par un microphone branché sur l'ordinateur est analysé par trois filtres de fréquence dont les bandes passantes sont ajustables

en position et en forme. Les trois signaux issus de ces filtres sont envoyés à un « coloriseur » qui synthétise les couleurs selon le principe de la synthèse additive des couleurs par superposition des trois couleurs primaires rouge, vert, bleu. Ces dernières sont ainsi additionnées dans les proportions des intensités des trois signaux, ce qui produit une succession de couleurs en phase avec la musique. Un son provenant d'un instrument produit alors une couleur qui dépend non seulement de la fréquence fondamentale, mais aussi des fréquences des harmoniques. La palette de couleurs obtenue est donc considérablement plus riche que celle d'un instrument à clavier produisant une couleur selon un code établi à l'avance.

En conclusion, bien que l'association couleurs-sons n'ait pas de fondements physiques et physiologiques, les univers coloré et sonore se rejoignent néanmoins dans la perception humaine via la synesthésie et se conjuguent dans l'expression artistique, « *comme de longs échos qui de loin se confondent* », ajoutait Baudelaire.

Pour en savoir plus

- C. Blanc-Gatti, *Des sons et des couleurs*, Attinger, Neuchâtel, 1934.
- P. Crispini, « *Sons et couleurs. Des noces inachevées* ». Dans : *Voir la musique*, Terrain, n°53 (sept. 2009), pp. 48-65.
- D. Devaux et B. Maitte, « *Newton, les couleurs et la musique* », *Alliage*, n°59 (déc. 2006), pp. 126-138.
- J. Gage, *Couleur et culture*, Thames et Hudson, 2008, pp. 227-246.
- Ph. Junot, « *De l'audition colorée ou du bon usage d'un mythe* ». Dans : *La couleur*, Éditions Le léopard d'or, 1994, pp. 63-82.
- O. Messiaen, *Musique et couleur* (nouveaux entretiens avec Claude Samuel), Belfond, 1986.
- O. Messiaen, *Traité de rythme, de couleur et d'ornithologie*, Tome VII, A. Leduc, 1990-2000.
- B. Valeur, *Sons et lumière*, Belin, 2008, pp. 144-154.
- B. Valeur, *La couleur dans tous ses éclats*, Belin, 2011, pp. 110-113.
- Catalogue de l'exposition *Sons & lumières. Une histoire du son dans l'art du 20^e siècle*, Éditions du Centre Pompidou, Paris, 2004.