

27 mai 2024

Workshop laser
**Spacepole
d'Uccle**

27 mai 2024

Assemblée
Générale
UCCLE



Novembre
2024

janvier 2024

Conseil d'
Administration
UCLouvain

10 et 14 février 2025

Formation
Sécurité laser
GOSSELIES

NEWSLETTER 7 - Il n'y a pas de couleur sans lumière ... mais il y a couleurs ... et couleurs

Il y a une dizaine d'années, dans le cadre de « 2015, Année internationale de la lumière et des techniques utilisant la Lumière » organisée par l'UNESCO, j'écrivais ...

« **La couleur, une question simple ?** »

... aujourd'hui, je crois savoir pourquoi je terminais ce titre par un point d'interrogation !

Des années de recherche et d'enseignement de l'optique et de la photonique, particulièrement sur la perception, l'enregistrement et la reproduction des formes, des volumes (3D, stéréoscopie, holographie...) et des couleurs (radiométrie, photocolorimétrie...) m'avaient entraîné à estimer (croire ?) que j'en avais « fait le tour ».

Et pourtant ... !

Depuis quelques années, la fréquentation d'expositions commentées m'a interpellé : la manière de traiter « la couleur » par les scientifiques et par les artistes seraient-elles différentes ¹ ?

Il importe de rappeler que **la couleur n'est pas une grandeur physique**, elle ne peut pas être quantifiée par un nombre suivi d'une unité : **c'est une sensation créée par notre cerveau** ².

La difficulté à l'appréhender empêcha longtemps d'en faire la base d'un art et le dessin prévalut jusqu'à ce que **Isaac Newton** (1642-1727) établît au début du 17^e siècle **que la lumière blanche n'est pas homogène** mais peut être décomposée continûment **en un ensemble de couleurs visibles, celles du spectre** (du violet au rouge via le bleu, le vert, le jaune et l'orangé) ³.

Sur le plan artistique, le milieu du 19^e siècle marque un tournant essentiel lorsque **Michel-Eugène Chevreul** (1786-1889) établit une loi générale qui régit la perception des rapports entre couleurs contiguës : **la loi du contraste simultané** (1839) ⁴. *L'exploitation des idées de Chevreul*, même si elle ne fut pas théoriquement évidente, conduisit à l'abolition des tons gris, à une luminosité des tableaux toujours plus grande et à une expression picturale reposant sur les contrastes colorés. Une revalorisation de la couleur s'en suivit qui a exercé une influence considérable, quoique indirecte, sur plusieurs générations de peintres, **Delacroix** ⁵, des impressionnistes et post-impressionnistes ⁶ (**Van Gogh, Gauguin, Cézanne, Seurat, Signac**), les symbolistes, les futuristes et **Delaunay** ⁷.

1. Bernard Sohet, conférencier – historien de l'art, *L'impressionnisme, une nouvelle liberté artistique*, « Paris 1874 : révolution dans l'art », Musée Wallraf – Cologne, 23/03/2024 ; *Le musée Kröller – Müller : Vincent van Gogh, Claude Monet, Georges Seurat, Pablo Picasso, Paul Gauguin, Kandinsky et Piet Mondrian*, Utrecht, 18/05/2024.

2. Yvon Renotte, *La couleur : perception et reproduction*, leçon donnée à l'U3A - Liège (Université du Troisième Âge) le 3 mai 2016, <https://hdl.handle.net/2268/258726>. *La couleur, une question simple ?*, exposé donné le 19 juin 2015 à l'Université de Strasbourg (France) dans le cadre « 2015 année internationale de la lumière et des techniques utilisant la lumière – UNESCO » : "iCube en Lumière", Campus CNRS de Cronenbourg - iCube / CNRS, 89 slides.

3. Isaac Newton, *Optick : a treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light*, L'ouvrage a donné lieu à quatre éditions de 1704 à 1730, présentant de légères évolutions du texte, et l'ajout progressif de questions ouvertes à la fin de l'ouvrage, printed by S. Smith & B. Walford, printers of the Royal Society.

4. Michel-Eugène Chevreul, *De la loi du contraste simultané des couleurs et de l'assortiment des objets colorés considérés d'après cette loi dans ses rapports avec la peinture, les tapisseries des Gobelins, les tapisseries de Beauvais pour meubles, les tapis, la mosaïque, les vitraux colorés, l'impression des étoffes, l'imprimerie, l'enluminure, la décoration des édifices, l'habillement et l'horticulture*, Paris, Pitois-Levrault (1839) ; réédité par son fils « *De la loi du contraste simultané des couleurs* » (1889).

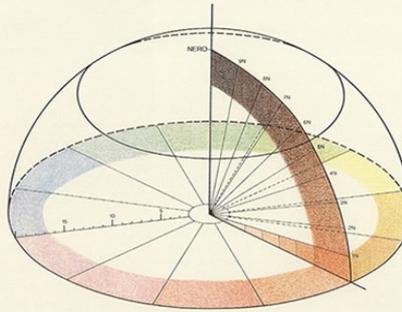
5. https://fr.wikipedia.org/wiki/Eug%C3%A8ne_Delacroix

6. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Impressionnisme>

7. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Simultan%C3%A9isme>

Membre de l'EOS (European Optical Society)

Le changement de paradigme ouvre sur la conquête des voies propres de la couleur qui conduiront la peinture jusqu'à l'abstraction⁸.



Espace hémisphérique de Chevreul

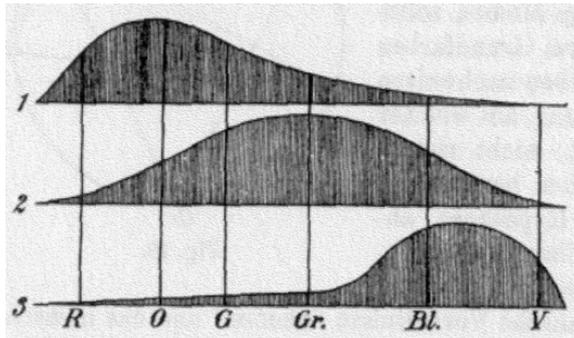


Cercle chromatique « des couleurs franches » mis au point pour les manufactures nationales de tapisseries et de tapis

Sur le plan scientifique, c'est **Thomas Young** (1773-1829) qui permettra à la lumière de se présenter sous une forme continue de fréquences « tout au long » du spectre. **Il a révolutionné la compréhension de la lumière en établissant la théorie des trois couleurs primaires**⁹.

Théorie de Young-Helmholtz

Les trois courbes de réponse (hypothétiques) pour les trois « ensembles distincts de fibres nerveuses »



Sensibilité des trois différents récepteurs : R (rouge), O (orangé), G (jaune), Gr (vert), Bl (bleu), V (violet)
Selon la théorie trichromatique de la vision des couleurs, il y a trois récepteurs dans la rétine qui sont responsables de la perception des couleurs. Un récepteur est sensible à la couleur verte, un autre à la couleur bleue et un troisième à la couleur rouge. Les combinaisons de ces trois couleurs produisent toutes les couleurs que nous sommes capables de percevoir. Les photorécepteurs ont également des niveaux de sensibilité différents. Les récepteurs bleus sont les plus sensibles et les rouges les moins sensibles. La capacité à percevoir les couleurs nécessite une interaction entre au moins deux types de photorécepteurs. Les trois couleurs peuvent ensuite être combinées pour former n'importe quelle couleur visible.

La théorie physique de la couleur prend son essor à partir du milieu du 19^e siècle grâce aux travaux exceptionnels de **James C. Maxwell** (1831-1879)¹⁰ sur la nature électromagnétique de la lumière (1857), et de **Hermann von Helmholtz** (1821-1894)¹¹, sensibilisés aux travaux de Young par ses publications.

8. <https://www.lumni.fr/article/le-cubisme-orphique-1914-1920#:~:text=Le%20cubisme%20orphique%20ou%20la%20sensation%20voire%20le%20l'yrisme.>

9. Thomas Young, *The Bakerian lecture : On the theory of light and colours*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 92 (1802), 12-48 ; *An account of some cases of the production of colours, not hitherto described*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 92 (1802), 387-397 ; *Experiments and Calculations relative to Physical Optics*, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 94 (1804), 1-16.

10. James Clerk Maxwell, *On the Theory of Colours in Relation to Colour Blindness*, Edinb. Transactions of the Royal Scottish Society of Arts, 4 (1856), 394-400 ; https://clerkmaxwellfoundation.org/PUBLISHED_SCIENTIFIC_PAPERS.pdf

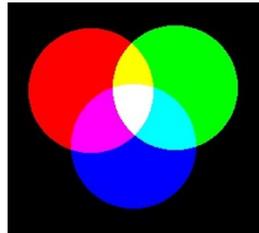
11. Hermann von Helmholtz, *Handbuch der physiologischen Optik*, (1867) ; Traduction française : *Optique Physiologique*, Émile Javal et N. Th. Klein, Victor Masson - Paris (1867).

Membre de l'EOS (European Optical Society)

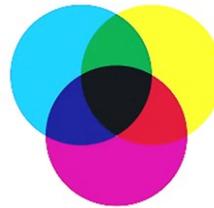
Novembre
2024

L'ensemble des observations ont été unifiées et expliquées par une théorie unique connue sous le nom de *théorie de la vision des couleurs de Young-Helmholtz* qu'il serait sans doute mieux approprié d'appeler « *théorie de Young-Helmholtz-Maxwell* » en raison de la contribution essentielle de ce dernier. En résumé, les études menées du 18^e au 20^e siècle ont montré qu'il est possible de préciser très exactement une teinte à l'aide de trois paramètres : c'est le *principe de la trichromie*¹². Sur base de ce principe, la CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) a défini plusieurs systèmes (notamment CIE 1931 et 1976) permettant de définir et reproduire une couleur avec de plus en plus de précision et de « finesse »¹³.

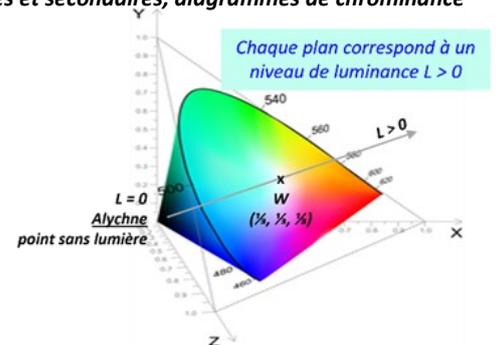
Synthèses additive et soustractive : teintes primaires et secondaires, diagrammes de chrominance



La synthèse additive R, G, B : on superpose trois faisceaux de lumières colorées : les teintes primaires rouge, vert et bleu



La synthèse soustractive : on superpose trois filtres colorés dans un faisceau de lumière blanche qui traverse l'ensemble jaune, cyan et magenta



Représentation vectorielle de l'espace colorimétrique
Les pourpres n'ont pas de λ , ils sont désignés par celle de leur teinte complémentaire exposée λ

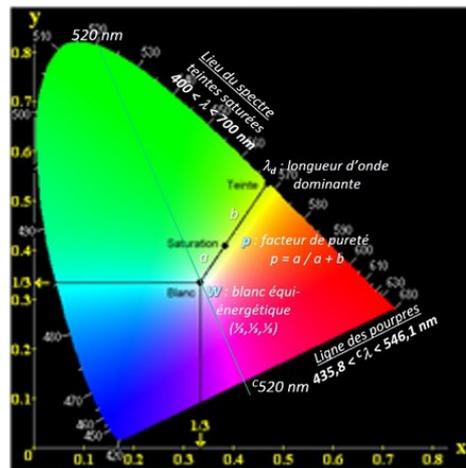


Diagramme de chromaticité CIE Standard 1931-1964

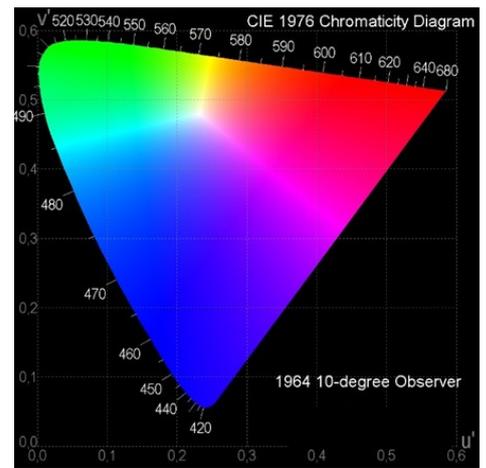


Diagramme de chromaticité CIE 1976

Au regard des considérations précédentes, on peut raisonnablement se demander si les approches scientifiques et artistiques sont compatibles ou exclusives ? Elles procèdent évidemment de schémas de pensées (très) différents mais sont-elles pour autant nécessairement incompatibles ni inconciliables ? De nombreux éléments plaident en faveur d'une complémentarité salutaire tant pour l'Art que pour la Science. Il n'est donc pas question de les opposer mais bien d'en rechercher et dégager les éléments qui leur permettent de s'épauler et de se renforcer dans un souci d'émulation et de complémentarité mutuelles.

Le texte complet de l'article est disponible via l'URL <https://hdl.handle.net/2268/323862>

Yvon Renotte, Dr Sci., enseignant-chercheur honoraire de l'Université de Liège. Past-prof invité, co-fondateur du HOLOLAB, Département AGO (Astrophysique, Géophysique et Océanographie)

12. Paul Kowaliski, *Vision et mesure de la couleur*, Masson éd., Physique fondamentale et appliquée – 2e édition actualisée par Françoise Viénot et Robert Sève (1990) ; CIE 1931 et 1976, id Chapitre IV et pp.240-244

13. Op cit, pp.48-49 et 240-244 ; <https://cie.co.at/publications/colorimetry-3rd-edition>

Membre de l'EOS (European Optical Society)

Novembre
2024