

Les fondamentaux de la
colorimétrie et de la perception
de la couleur



Chapitre 1

Introduction

Qu'est-ce que la couleur ?

Nous vivons dans un monde riche en expériences sensorielles générées par la vue, l'odorat, le goût et le toucher et que nous analysons en permanence. Notre système visuel est un outil extraordinaire. Nous utilisons notre capacité à détecter les différences de couleur, qu'elles soient importantes ou subtiles, afin de traiter et distinguer des millions de couleurs différentes. Notre système visuel est à la base de l'apprentissage de la forme, la taille et la disposition des objets dans le monde qui nous entoure et nous comptons sur lui pour nous déplacer dans notre environnement.

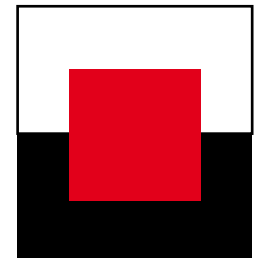
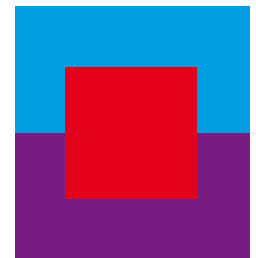
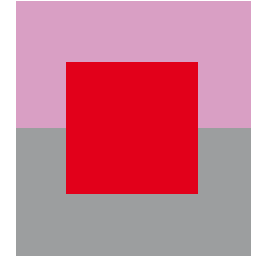
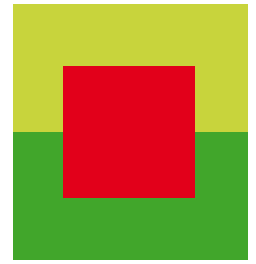
Notre perception de la couleur ne se fait pas au moment où nous voyons l'objet. Notre expérience de la couleur est créée grâce aux informations échangées entre notre œil et notre cerveau. Le cerveau reçoit les données sensorielles par le biais de récepteurs tapissés dans le fond de l'œil et traite ces informations en appliquant un système de classification extrêmement complexe. Le processus est instantané et fonctionne en permanence.

Couleur et apparence

Ce que nous appelons l'influence de la couleur est, à son tour, influencée par l'aspect des objets qui nous entourent. La texture, la brillance, l'opacité – l'apparence générale d'une surface

– et l'éclairage contribuent aux nuances de couleur que nous percevons. Nous avons toutefois tendance à séparer ces attributs d'apparence comme des éléments indépendants des matériaux qui colorent un objet. Par exemple, l'apparence d'un verre en plastique peut être modifiée en ajoutant une texture en relief sur sa surface lisse. Dans certaines conditions d'éclairage, la modification peut transformer radicalement la couleur du verre. Ce mécanisme est très différent de la création d'un changement de couleur en modifiant la composition des colorants ou pigments utilisés pour fabriquer le verre en plastique.

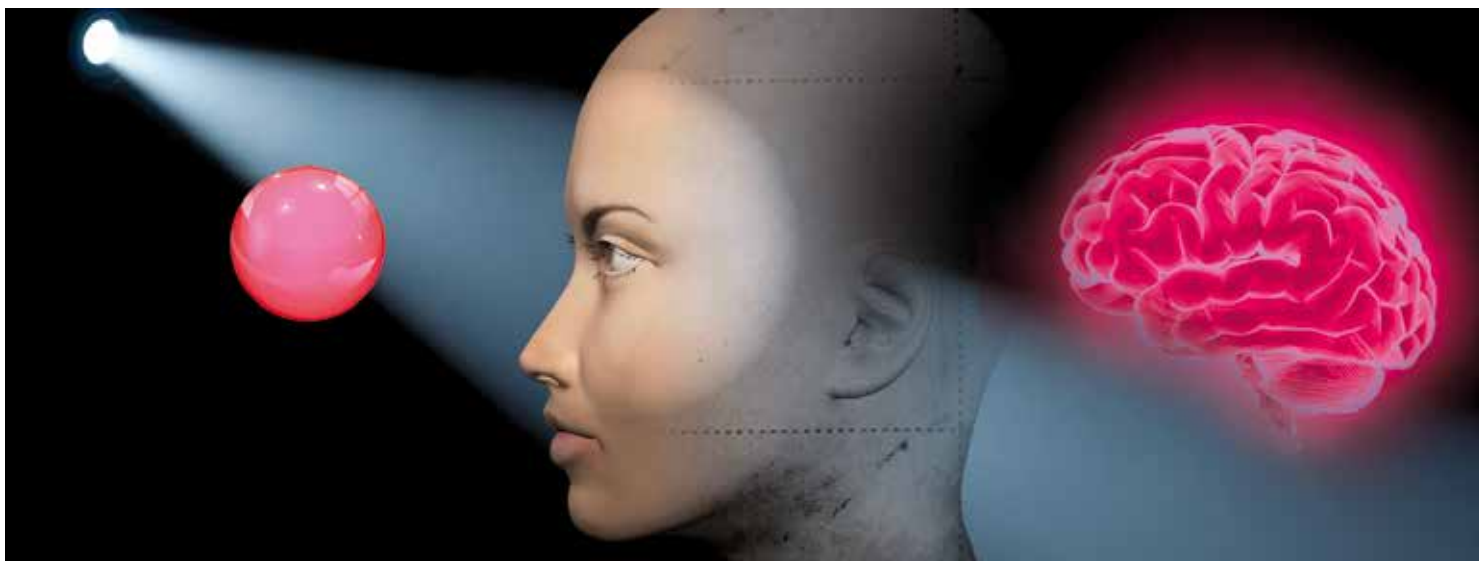
L'association œil/cerveau est de loin supérieure à toute interface instrument/ordinateur en ce qui concerne l'intégration des informations visuelles reçues. Les systèmes d'évaluation colorimétrique instrumentaux ne sont pas encore en mesure de traiter avec précision les propriétés d'apparence et de couleurs. Cependant, ils peuvent analyser avec exactitude la couleur d'un objet et sont devenus des outils de travail incontournables dans la spécification, la production et le contrôle des produits commerciaux.



Couleur rouge dans des environnements différents



Couleur rouge sous des éclairages



Les couleurs des objets

Les objets qui nous entourent obtiennent leur couleur en absorbant certains rayons et en réfléchissant d'autres (en fonction du matériau). Par exemple, l'eau absorbe nettement mieux la lumière à grande longueur d'onde que la lumière à courte longueur d'onde. La partie rouge de la lumière solaire est ainsi absorbée dès les premiers mètres sous la surface de l'eau. À mesure que la lumière pénètre dans les profondeurs, l'orange, le jaune et le vert sont absorbés et disparaissent l'un après l'autre. Par contre, le bleu est la dernière couleur absorbée et la plus réfractée ; le bleu est donc réfléchi à la surface de l'eau, c'est pourquoi nos mers sont bleues. Le riche spectre des couleurs offert par la nature n'est donc rien d'autre que des composants de notre lumière solaire absorbés et réfléchis différemment. Lorsque nous voyons la couleur, nous voyons essentiellement une lumière colorée qui a d'abord été déviée de la surface d'un objet.

Le système visuel

Nos yeux contiennent deux types de cellules appelées photorécepteurs, qui permettent notre vision des couleurs. Ces photorécepteurs sont situés sur la rétine.

- Les bâtonnets sont sensibles à l'intensité lumineuse générale mais ne détectent pas la teinte. Si les bâtonnets étaient le seul type de récepteurs présents dans notre rétine, nous vivrions dans un monde en noir et blanc.
- Les cônes assurent la détection des teintes. Il existe trois types différents de cônes. Chaque type est sensible à une plage de longueurs d'onde.

Nous savons également que notre acuité visuelle en matière de couleur dépend du niveau de luminosité global. En plein jour, les cônes et les bâtonnets travaillent ensemble afin de produire une image détaillée de la scène que nous observons, offrant des niveaux de couleurs et de luminosité complets. Lorsque la lumière faiblit, seuls les bâtonnets reçoivent une stimulation suffisante et la perception des teintes devient de plus en plus limitée. À mesure que le niveau de luminosité global diminue, nous discernons des ombres et des formes, mais nous ne voyons plus les couleurs.

La compréhension des mécanismes de la vision des couleurs a contribué à développer une méthode permettant de mesurer la réaction de l'œil aux stimuli de couleur.

Œil et cerveau, une équipe efficace

La couleur ne se trouve donc pas simplement là. Elle est générée uniquement au moment de la vision. Notre perception de la couleur s'effectue grâce à la coopération entre l'œil et le cerveau. Le cerveau reçoit et traite les impulsions de luminosité et de clarté selon un système de classification extrêmement complexe, mieux que n'importe quel ordinateur au monde. À chaque moment, notre vision est traitée et réinterprétée sans cesse, ce qui nous permet donc de percevoir les couleurs.



Forme de l'apparence et couleur

La première revendication pour un produit

Nos yeux fournissent des informations sensorielles sur les objets qui nous entourent et leurs propriétés, telles que la couleur, la brillance, la forme, la texture et la transparence. Cependant, ils ne traduisent pas directement les données reçues en connaissance. Avant de créer une perception consciente, le cerveau analyse et traite ces signaux sensoriels. Les expériences vécues par l'observateur avec des objets et des scènes similaires ainsi que l'éclairage influent sur notre interprétation des choses. **Notre humeur, notre âge et notre condition physique affectent nos jugements.** Les processus psychologiques/neurologiques transforment les données sensorielles en expérience et évaluation subjectives. La couleur est un phénomène psychophysique. La perception de la couleur s'étend au-delà de la reconnaissance des objets à leur degré de favorabilité : agréables ou désagréables, attirants ou repoussants ou de bonne ou de mauvaise qualité.

L'importance de l'apparence du produit

La composante psychologique de la perception joue un rôle particulier dans la conception et la fabrication des produits commerciaux. Les fabricants savent que les observateurs associent l'apparence d'un produit à un but et une durée de vie spécifiques. Si le produit est attirant, les acheteurs potentiels évalueront également de façon positive la performance, l'usage et la durabilité du produit.

En plus d'évaluer l'attrait global, l'homogénéité des couleurs est souvent un élément important pour les acheteurs pour juger la qualité d'un produit. Que ce soit pour des paquets de café, des tablettes de chocolat, des piles de chemises ou des rangées de voitures, les consommateurs s'attendent à ce que les produits de marque exposés soient identiques. Dans un groupe, l'élément qui diffère en apparence est jugé inférieur, ancien ou défectueux. Une apparence uniforme augmente la confiance des acheteurs envers le produit en termes d'attentes liées à la valeur et la performance constante. Compte tenu des choix dont ils disposent, les acheteurs sélectionnent le produit perçu comme supérieur et familier. La demande pour une homogénéité des couleurs va du produit à son emballage et merchandising. Une



couleur incohérente représente un puissant facteur dissuasif concernant la sélection des produits.

Pour garantir une couleur de produit cohérente, les fabricants adoptent des spécifications techniques objectives afin d'évaluer leurs produits. Des spécifications chromatiques précises font désormais partie intégrante de la conception, la fabrication et le contrôle de presque **tous les produits commerciaux.** Ces spécifications ont été établies en fonction des principes de la colorimétrie. Les discussions qui suivent donneront des précisions sur les principes fondamentaux de la science de la mesure de la couleur ; ils sont essentiels à la spécification et l'évaluation des produits colorés. Ils tiennent compte des considérations relatives à l'application pratique de ces principes dans les applications de mise en couleur commerciales.



Chapitre 3

The La classification naturelle des couleurs

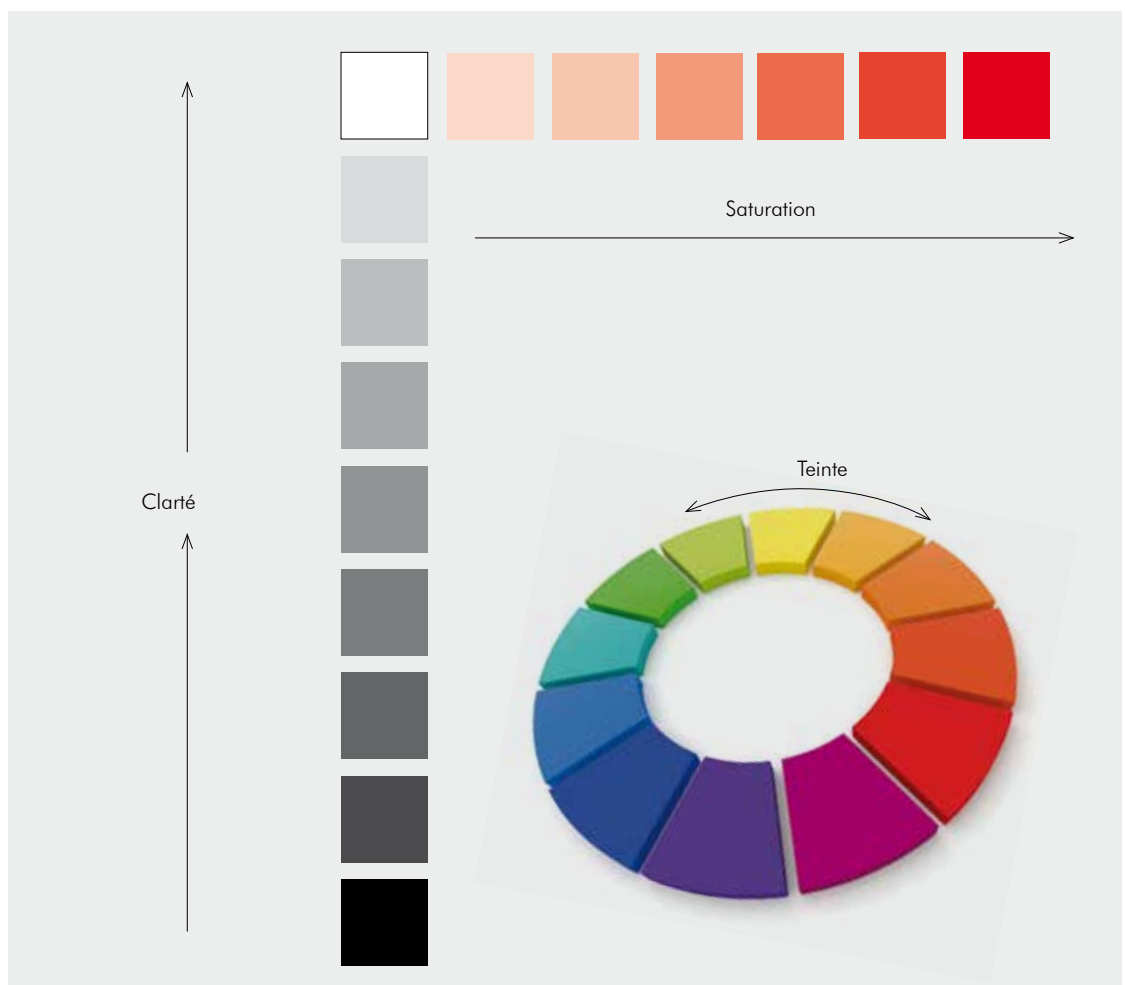
Qu'est-ce que la couleur ?

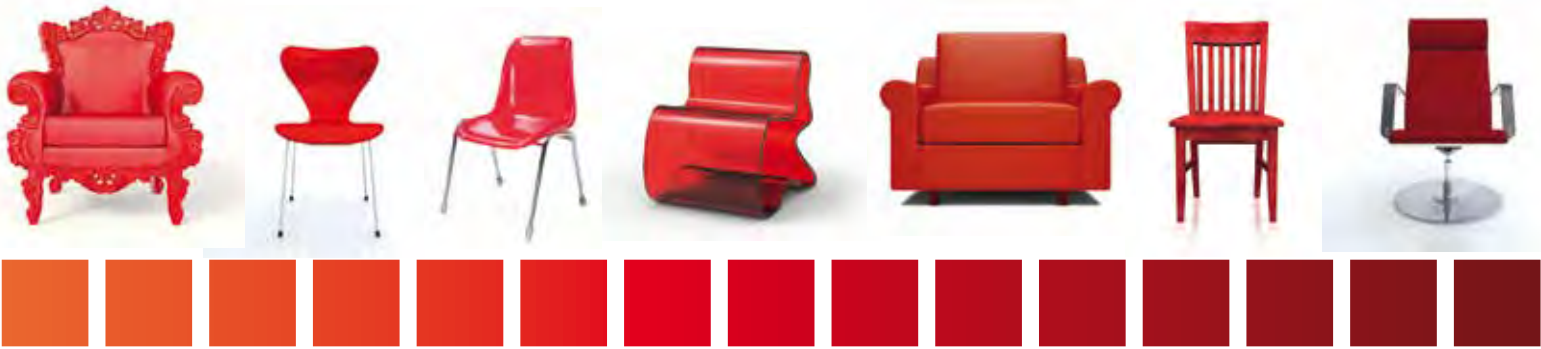
Description de la perception sensorielle

Les très jeunes enfants détectent et identifient une grande variété de couleurs. De nombreux enfants sont en mesure de nommer des couleurs peu après avoir appris à parler. Cependant, bien que nous disposons d'une large palette de couleurs et que nous.

Comment les couleurs sont-elles définies et organisées ?

Des scientifiques ont procédé à divers essais indépendants afin de déterminer si les humains partagent un système inné pour classer les couleurs. Lors de chacune de ces expériences, on a présenté au sujet un large échantillon de couleurs. Les échantillons étaient de texture similaire mais couvraient une large gamme de couleurs. Malgré l'ensemble des échantillons utilisés, une série de caractéristiques de classement communes est apparue





à de multiples reprises dans ces expériences. Tous les échantillons ont été classés par les observateurs en fonction de 3 propriétés fondamentales :

- La couleur dominante (teinte)
- L'intensité de la couleur (saturation)
- La clarté de la couleur (luminosité)

La nuance de la couleur (teinte) décrit ce que nous appelons généralement la couleur. Bien qu'une couleur perçue soit composée de plusieurs couleurs, elle est généralement concentrée dans une gamme de longueurs d'onde particulière du spectre visible. Il s'agit des couleurs dominantes : le violet, le bleu, le vert, le jaune, l'orange, le rouge, le pourpre, etc. Les teintes de base du spectre visible sont représentées graphiquement sous la forme d'un cercle, appelé roue chromatique.

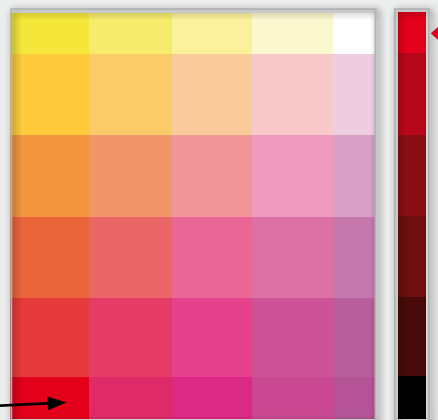
La saturation exprime la pureté d'une couleur. Elle décrit l'intensité de la couleur. Une couleur ayant une saturation élevée produit une couleur intense, tandis qu'une couleur à faible saturation est perçue comme une couleur terne. Les termes « plus vif » et « plus terne » sont généralement associés à cet attribut.

La saturation est indépendante de la teinte. Elle est définie le long du rayon de la roue chromatique. À mesure que la saturation de la couleur augmente, la couleur se déplace vers les bords de la roue chromatique.

La clarté positionne la couleur le long d'un continuum général de tons clairs/foncés, du blanc en haut au noir en bas. Elle décrit la quantité de lumière globale provenant de l'objet. La clarté est indépendante de la teinte et de la saturation.

Ce système tridimensionnel de classification et d'organisation des couleurs fait désormais partie intégrante des modèles d'espaces colorimétriques, d'équations de calcul des différences de couleur et des systèmes de tolérance colorimétrique largement utilisés aujourd'hui.

La couleur est caractérisée par les 3 facteurs de la perception visuelle : teinte (rouge), saturation/coloration (éclat) et clarté (luminosité)



Système de classification basé sur des échantillons physiques

Diagrammes de chromaticité et atlas des couleurs

Les diagrammes de chromaticité aident à visualiser une couleur. Ils servent principalement à représenter et classer les couleurs et permettent donc un dialogue moins subjectif que l'utilisation classique du langage.

La méthode de classification la plus simple consiste en une simple palette de couleurs. Elle est encore utilisée de nos jours pour des produits spéciaux, par exemple, pour le raffinement du sucre, pour déterminer le degré de maturité des fruits, etc. Cette palette de couleurs existe généralement sous forme solide (échelle de couleurs) ou liquide (dans un tube à essai) et est numérotée de façon aléatoire.

Pour représenter un large spectre de couleurs, nous comptons sur la trivariance visuelle, c'est-à-dire des méthodes de représentation tridimensionnelle sous forme d'atlas des couleurs (également appelés catalogues de couleurs).

Les atlas de couleurs contiennent des échantillons physiques qui reproduisent des couleurs différentes. Chaque couleur est désignée par un échantillon de matériau (p. ex. une impression, du plastique) auquel on attribue une étiquette. Ces systèmes sont souvent associés à des noms de couleurs comparatifs. Des systèmes de classification des couleurs de ce type permettent de visualiser de façon matérielle des couleurs qui peuvent être produites avec la technologie représentée. Il s'agit d'un moyen simple d'évaluer visuellement les couleurs.

Les systèmes de classification des couleurs doivent répondre à certaines conditions :

- Les échantillons de couleurs sont en majorité classés par type de paramètres perçus, tels que la nuance (teinte), la saturation et la clarté.
- Il faut obtenir le plus grand nombre possible d'échantillons de couleurs physiques. 20 à 40 nuances de couleurs avec cinq à dix niveaux de clarté et de saturation dans chaque cas génèrent une gamme de 500 à 4 000 échantillons de couleur.
- Les échantillons de couleur doivent être présentés sur une échelle uniforme au niveau visuel.

- Ils doivent également être identifiés numériquement ou alphanumériquement sous la forme de composantes trichromatiques ou à l'aide de tables de classification. Il existe actuellement divers atlas de couleurs basés sur des approches différentes, mais presque tous s'appuient sur deux principes fondamentaux :

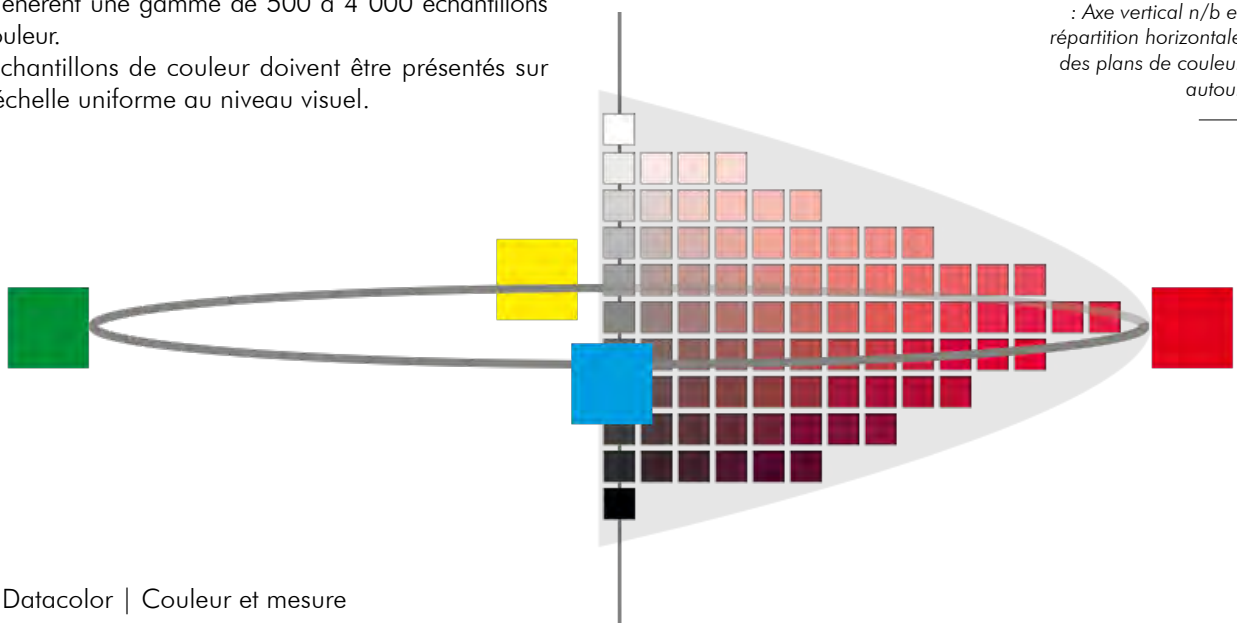
- Un axe vertical représentant la clarté (du noir au blanc)
- La répartition circulaire des couleurs dominantes (ou teintes) autour de cet axe



L'un des travaux les plus importants est l'atlas de Munsell (mis au point en 1905 et publié en 1915). Le système Munsell est l'un des premiers systèmes complets de classification des couleurs. Ce système colorimétrique, première standardisation des couleurs reconnue internationalement, est encore utilisé de nos jours sous une forme perfectionnée dans de nombreux domaines, notamment pour la détermination des couleurs de surface. Le système d'identification des couleurs Munsell peut également être considéré comme un précurseur de l'actuelle standardisation des couleurs, le système colorimétrique CIE.

En tant que peintre et professeur d'art, A. H. Munsell était intéressé par la classification des couleurs. Pour son arbre de couleur tridimensionnel, il a produit des échantillons (pastilles) qui présentent l'écart de couleur visuelle la plus constante et la plus régulière.

Principe de l'atlas des couleurs NCS (Natural Color System) : Axe vertical n/b et répartition horizontale des plans de couleur autour



Les systèmes de classification des couleurs suivants sont également bien connus du secteur :

- La table des normes DIN (Deutsches Institut für Normung, Institut allemand de normalisation)
- Le système des couleurs OSA (Optical Society of America, Société d'optique américaine)
- L'atlas NCS (Natural Color System, Système des couleurs naturelles)
- Le système des couleurs RAL pour la conception décorative (ReichsAusschuss für Lieferbedingungen, Comité impérial pour les conditions de livraison)

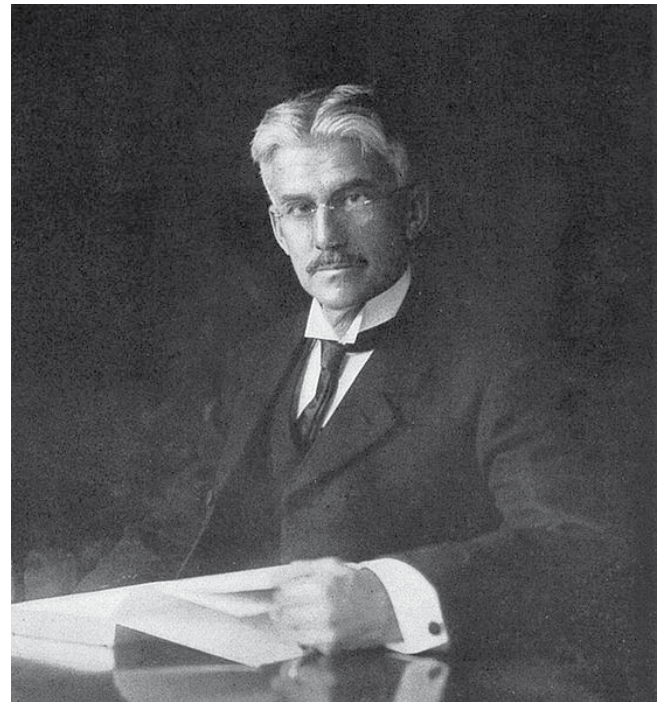
Pour exploiter de manière optimale les diagrammes de chromaticité, vous devez connaître leurs limites et inconvénients précis. Seuls les pigments disponibles sur le marché limitent la faisabilité physique des échantillons. La solidité et la stabilité des couleurs sont également tributaires du temps et sont sensibles au vieillissement. Les produits utilisés sont rarement garantis plus de 5 ans. Les écarts colorimétriques entre chaque échantillon sont souvent trop élevés au bord de l'espace colorimétrique et trop faibles vers le centre.

L'un des travaux les plus importants est l'atlas de Munsell (mis au point en 1905 et publié en 1915). Le système Munsell est l'un des premiers systèmes complets de classification des couleurs. Ce système colorimétrique, première standardisation des couleurs reconnue internationalement, est encore utilisé de nos jours sous une forme perfectionnée dans de nombreux domaines, notamment pour la détermination des couleurs de surface. Le système d'identification des couleurs Munsell peut également être considéré comme un précurseur de l'actuelle standardisation des couleurs, le système colorimétrique CIE.

En tant que peintre et professeur d'art, A. H. Munsell était intéressé par la classification des couleurs. Pour son arbre de couleur tridimensionnel, il a produit des échantillons (pastilles) qui présentent l'écart de couleur visuelle la plus constante et la plus régulière.

Les systèmes de classification des couleurs suivants sont également bien connus du secteur :

- La table des normes DIN (Deutsches Institut für Normung, Institut allemand de normalisation)
- Le système des couleurs OSA (Optical Society of America, Société d'optique américaine)
- L'atlas NCS (Natural Color System, Système des couleurs naturelles)
- Le système des couleurs RAL pour la conception décorative (ReichsAusschuss für Lieferbedingungen, Comité impérial pour les conditions de livraison)
- Pour exploiter de manière optimale les diagrammes de chromaticité, vous devez connaître leurs limites et inconvénients précis. Seuls les pigments disponibles sur le marché limitent la faisabilité physique des échantillons. La solidité et la stabilité des couleurs sont également



Principe de l'atlas des couleurs MUNSSELL



Le métamérisme (*) joue également un rôle. Pour le supprimer, les diagrammes de chromaticité doivent être visualisés dans des conditions d'éclairage reproductibles, connues et normalisées, telles que celles trouvées dans les boîtes à lumières. En plus des systèmes de classification, il existe également des collections de couleurs, telles que RAL ou Pantone, qui n'ont pas été réunies à partir d'un système de classification, mais compilent des couleurs couramment utilisées dans l'industrie.

(*) Pour plus de détails sur le « métamérisme », consultez le chapitre 11, page 52.

Liste de références

- Farbe sehen, Corinna Watschke, 01.2009 [www.planet-wissen.de],
- Farbmanagement in der Digitalfotografie (ISBN 3-8266-1645-6), 2006, Redline GmbH, Heidelberg
- Beschreibung und Ordnung von Farben, Farbmétriek, Farbmodelle, DMA Digital Media for Artists – Archiv 2006-2011, Kunstuniversität Linz, Gerhard Funk
- Messen – Kontrollieren – Rezeptieren, Dr. Ludwig Gall [www.farbmétriek-gall.de]
- Farbabstandsformeln, 2012, Fogra Forschungsgesellschaft Druck e.V. [www.fogra.org]
- Wikipedia, divers articles sur la couleur et la mesure de la couleur [<http://de.wikipedia.org/wiki/Farbe>]
- Diverses représentations de modèles de couleurs et d'espaces de couleurs [http://www.chemie-schule.de/chemieWiki_120]
- Praktische Farbmessung, Anni Berger-Schunn, 2. überarbeitete Auflage, 1994, Muster-Schmidt Verlag, Göttingen – Zürich
- Farbabstandsformeln in der Praxis, SIP 01.2011
- Schläpfer, K.: Farbmétriek in der grafischen Industrie, 3. Aufl. St. Gallen; UGRA 2002 (Tabelle S. 48)

Données de publication:

Editeur:

Datacolor, Inc. 5 Princess Road, Lawrenceville, NJ 08648, USA

Téléphone: 1-800-982-6497 | Fax: 609-895-7472 | marketing@datacolor.com | www.datacolor.com

Texte:

Gabriele Hiller, Hiller Direct Marketing, Stühren 41, 27211 Bassum, Allemagne

www.hiller-direct-marketing.de

Août 2019

© Copyright Datacolor. Tous les droits sont réservés

EUROPE

Datacolor AG Europe

6343 Rotkreuz

Téléphone: +41 44.835.3800

AMERICA

Datacolor Headquarters

Lawrenceville, NJ

Téléphone: +1 609.924.2189

ASIA

Datacolor Asia Pacific Limited

Hong Kong

Téléphone: +852 24208283