

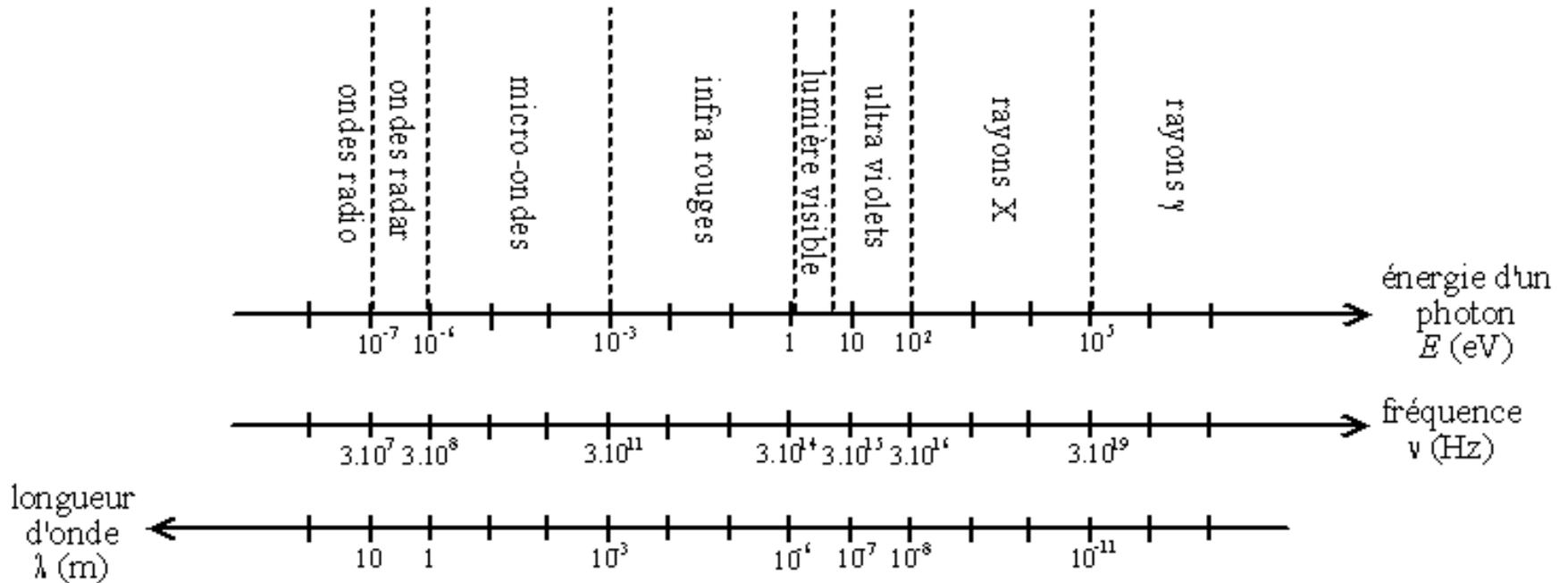
Modèles, Palettes, Harmonies, Contrastes

COULEURS

Le phénomène physique

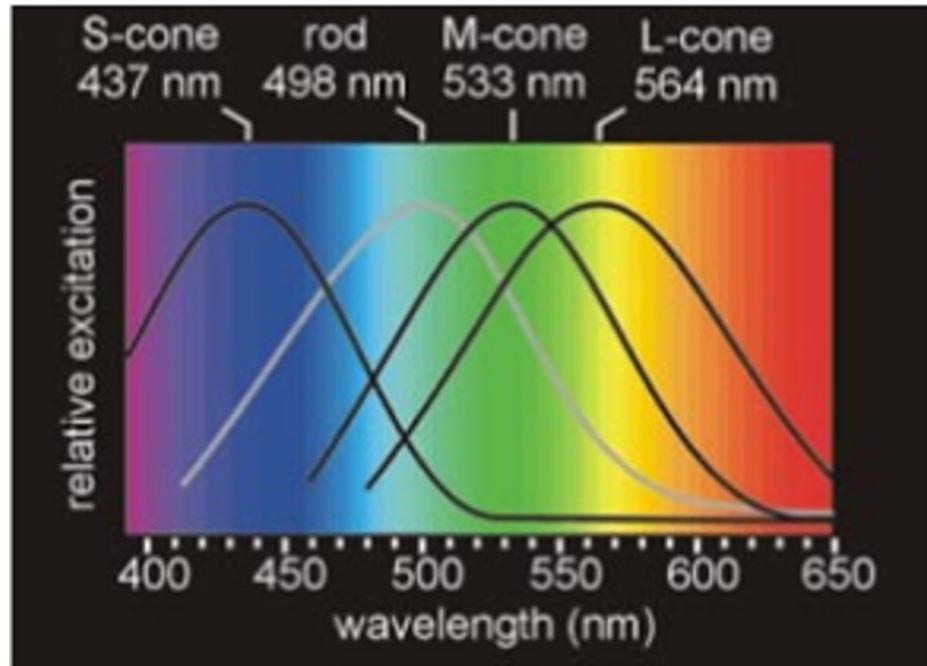
- Définition physique de la lumière
 - La lumière est issue d'une onde électromagnétique perceptible par l'œil humain
 - Deux caractérisations du spectre électromagnétique de cette onde peuvent être utiles
 - Corpusculaire: énergie des photons
 - Ondulatoire: longueur d'onde ou fréquence

Le phénomène physique



Le phénomène perçu

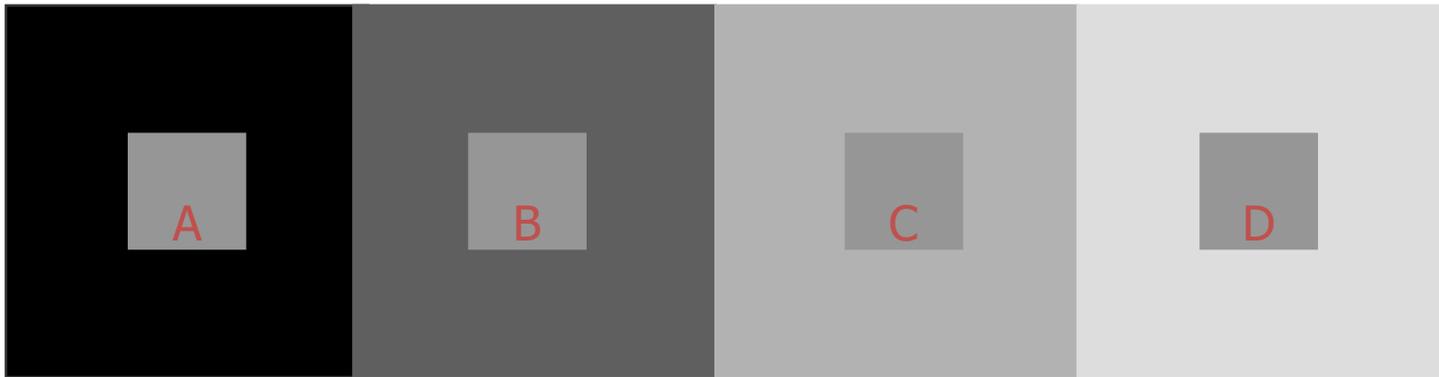
- Bâtonnets (rod)
 - Vision nocturne
 - Monochromatique
 - Faible intensité lumineuse
- Cônes (cone)
 - Vision diurne
 - Couleur
 - Forte intensité lumineuse
 - Trois types
 - L,M,S



Extrait de Dowling (1987). "The Retina: an approachable part of the brain." The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge

Le phénomène interprété

- Quelques effets célèbres:



Quel est le plus sombre ou le plus brillant: A, B, C, D ?

Réponses:

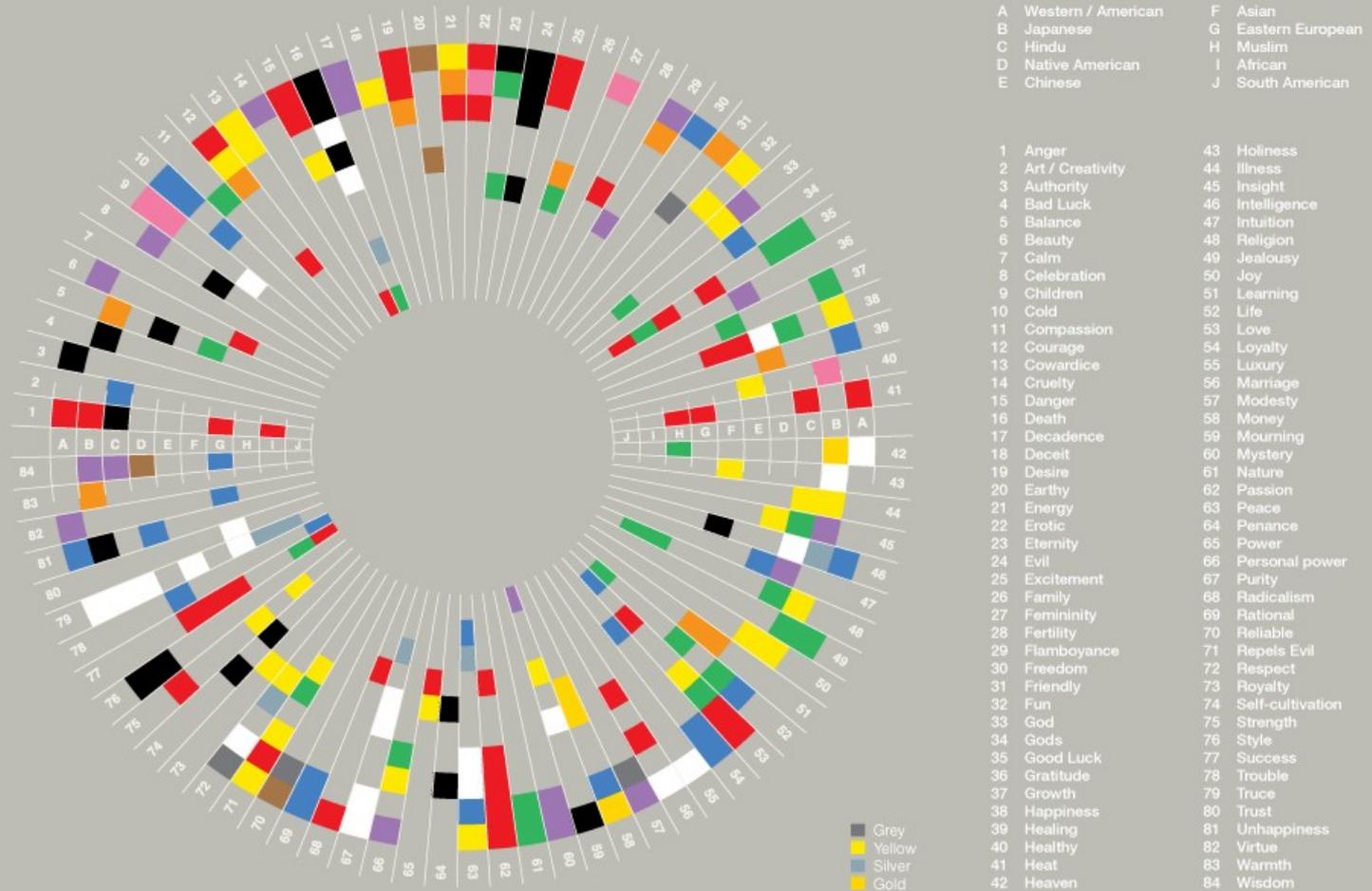
physique → aucun

perception physiologique → aucun ?

interprétation → A est le plus brillant et D le plus sombre

Le phénomène socio-culturel

Colours In Culture



Le phénomène socio-temporel

PANTONE® FASHION COLOR REPORT FALL 2015



COLORS

DESIGNERS

INFLUENCERS

WORKSPACES

SOCIAL

DOWNLOADS

SURVEY



Fall 2015: An Evolving Color Landscape

This season displays an umbrella of accord that weaves earthy neutrals with a range of bold color statements and patterns to reflect a landscape of hope, fun, fantasy and all things natural.



PANTONE 18-4726 Biscay Bay

A lush and elegant teal, PANTONE 18-4726, Biscay Bay splashes up against more heated tones with its cool touch. Combining the serene qualities of blue with the invigorating aspects of green, the cool and confident Biscay Bay inspires thoughts of soothing, tropical waters, taking us to a place that is pleasant and inviting.

Leatrice Eiseman
Executive Director, Pantone Color Institute™

Designers using Biscay Bay



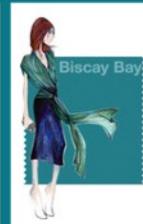
Christian Siriano



Cynthia Steffe



Daniel Silverstain



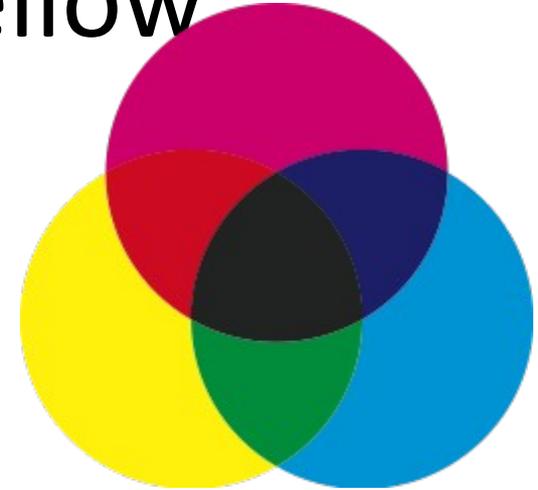
Monique Lhuillier



Modèles colorimétriques

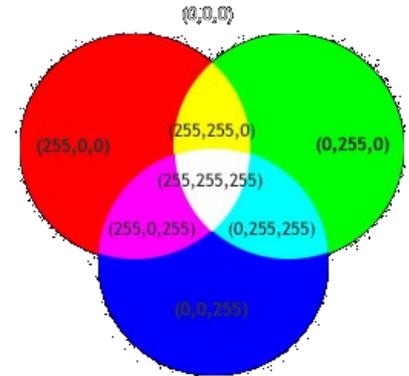
Modèle CMY : Cyan/Magenta/Yellow

- Modèle de l'imprimeur
 - Orienté pigment
- Synthèse soustractive
 - Ajout de couleur conduit au noir
- Chaque pigment absorbe l'une des trois portions du spectre de la lumière visible.
- La couleur du pigment résulte des couleurs qu'il réfléchit



Modèles RVB – CIE 1920

- Modèle de l'image d'écran
 - Orienté émission de lumière
- Synthèse additive
 - l'ajout de couleurs conduit au blanc
- Chaque composante émet de la lumière dans sa longueur d'onde
- Modèle inspiré d'études de la CIE sur l'œil humain
 - R, V, B correspondraient aux teintes auxquelles les récepteurs rétiniens seraient les plus sensibles
- Existe dans différentes variantes
 - sRVB



Conclusion: Limites de RVB et CMY

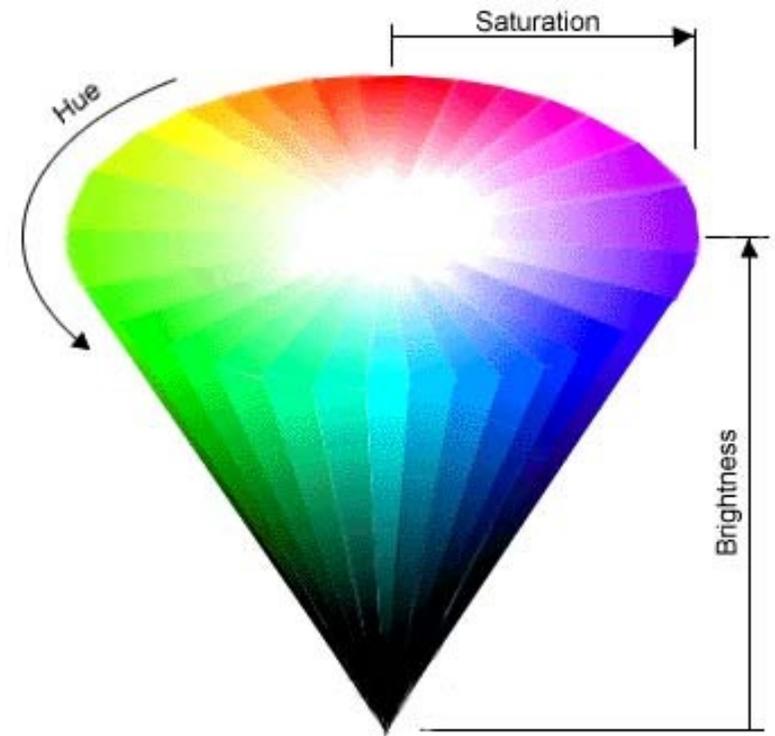
- Représentation de l'espace colorimétrique orienté matériel
- Modèle éloigné des besoins des designers
 - Définition des contrastes, des harmonies
 - Différences significatives
 - Contrôle de la brillance
 - Contrôle de la teinte
 - Roue des couleurs
- Alternatives à RVB et CMY
 - HSL ou HSV
 - CIE XYZ
 - CIE L*U*V

Brillance, luminance, luminosité

- Chaque domaine donne ses définitions
 - Pas toujours cohérentes avec les autres
- Proposition
 - Brillance
 - Intensité lumineuse perçue
 - ~ « Mesurable » subjectivement et contextuellement
 - Perspective perception/design
 - Luminance
 - Intensité lumineuse émise ou réfléchie
 - ~ Mesurable objectivement
 - Perspective physique électronique
 - Luminosité
 - ~ brillance
 - Très polysémique

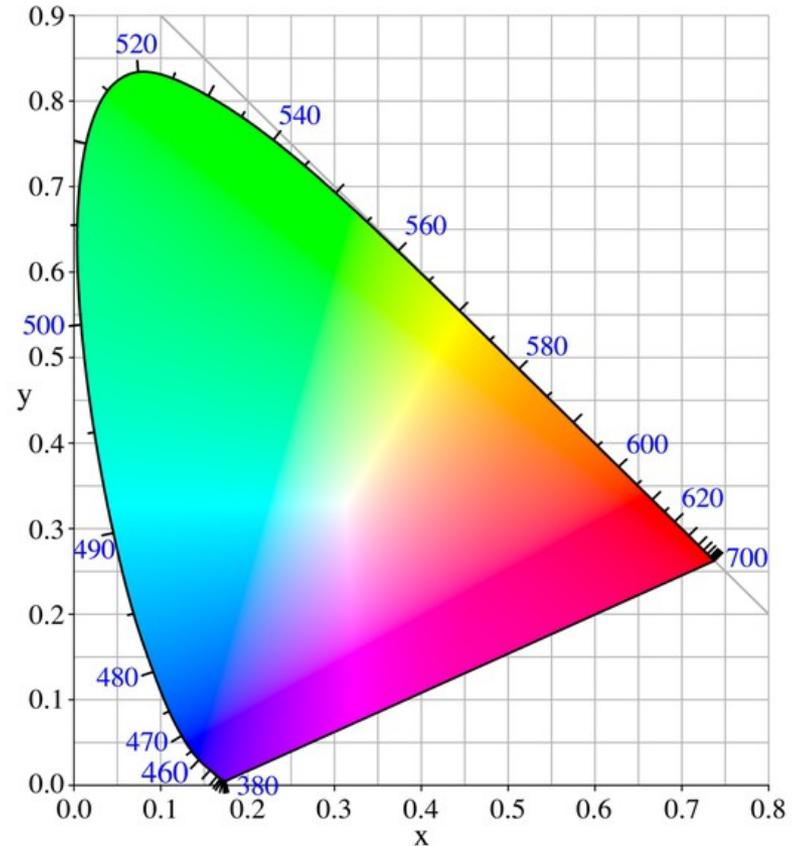
HSB: Hue, Saturation, Brightness

- Aussi appelé HSV (V=Value)
- Hue: teinte
 - ~ la longueur d'onde
- Saturation: pureté
 - À quel point la couleur est mélangée à d'autre:
 - 0 -> blanc, max -> couleur saturée ou pure (à éviter)
- Brightness / Value
 - Intensité lumineuse:
 - 0 -> noir.



Modèle XYZ – CIE 1930

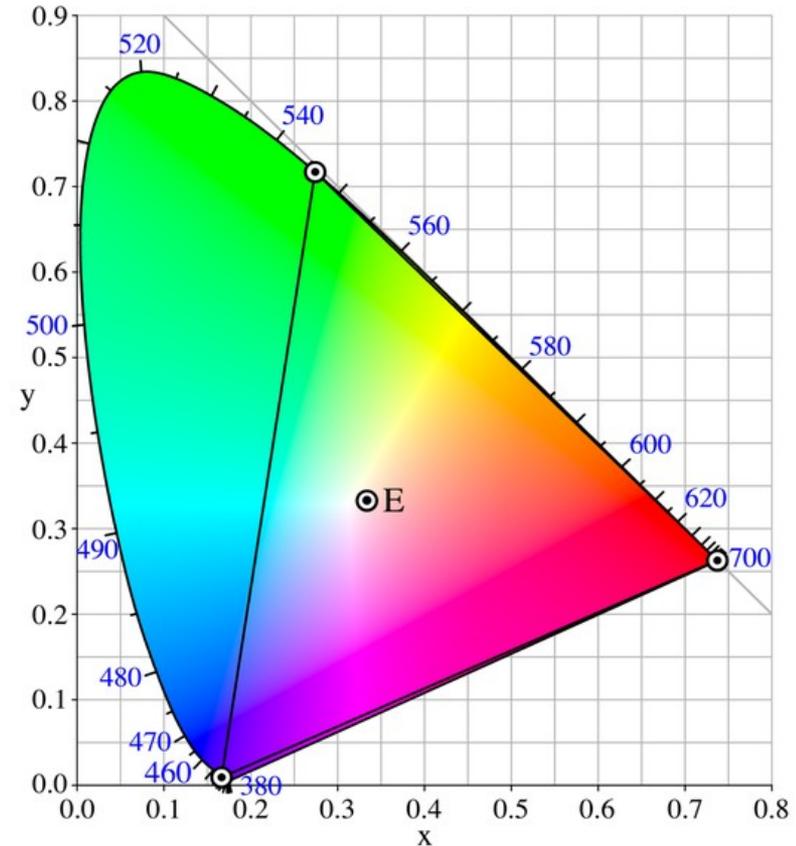
- Espace XYZ
 - $C = X+Y+Z$
 - Où Y est censé suivre la fonction d'efficacité de l'œil
 - Sensibilité exacerbée sur les verts
 - Prend en compte perception
- Espace chromatique CIE
 - $x = X / (X + Y + Z)$
 - $y = Y / (X + Y + Z)$
 - Diagramme fer à cheval
- Propriétés
 - Les couleurs pures ou saturées
 - Situées sur périphérie de la courbe sur le fer à cheval
 - Longueur d'onde mentionnées en bleu
 - Limite du visible ultraviolet et infrarouge
 - Situées sur segment de droite qui ferme le fer à cheval



Espace chromatique CIE xy

Espace chromatique CIE XYZ

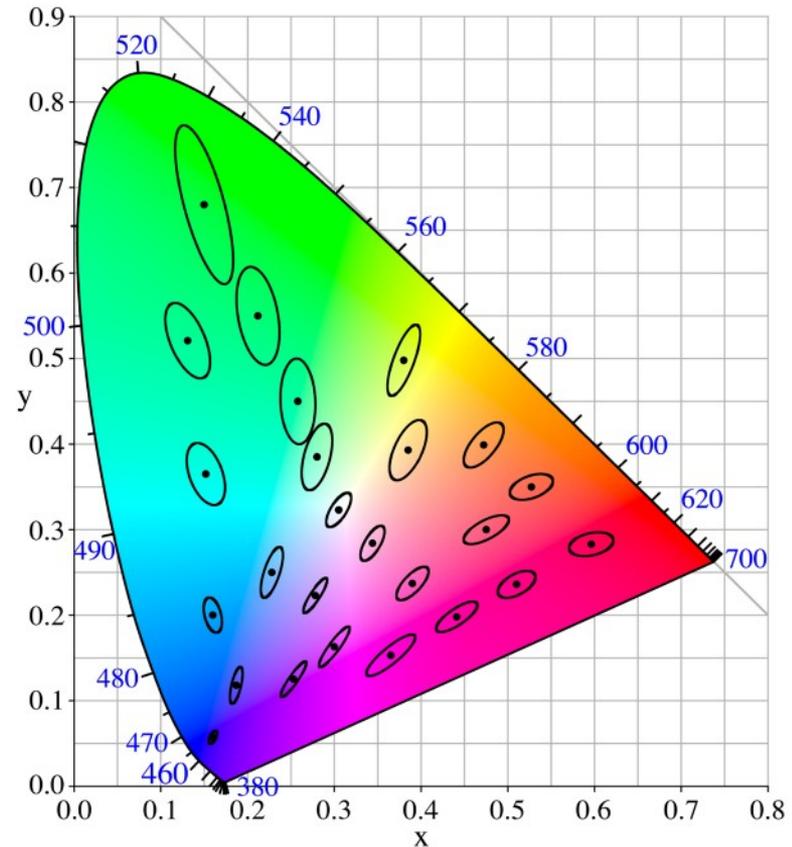
- Spectre des couleurs visibles perceptibles avec x et $y > 0$
 - Conversions avec RVB
- Représentation et comparaison de gamut
 - Le gamut \sim triangle dans espace chromatique
 - Gamut = sous ensemble des couleurs qu'un dispositif matériel (écran, projecteur) permet de produire
 - E \sim blanc



Espace chromatique CIE xy et gamut

Bilan espace chromatique CIE XYZ

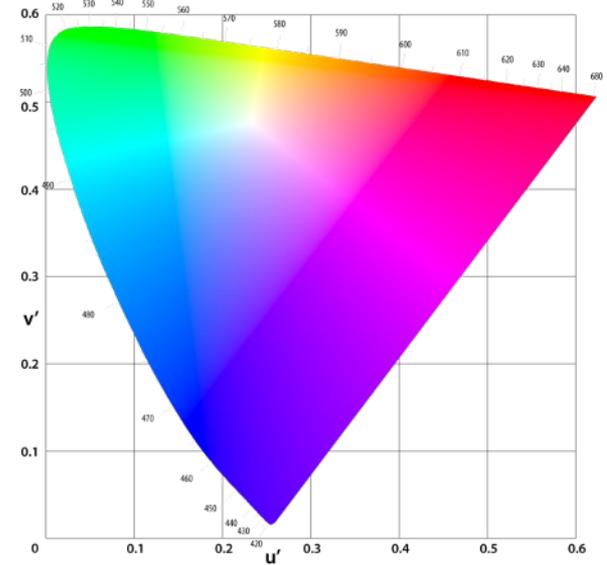
- Aspect positif
 - Couvre l'espace chromatique visible
 - avec seulement deux coordonnées positives
- Aspect négatif
 - Modèle non uniforme
 - Diagramme de Mac Adam
- Alternatives
 - Modèles CIELUV
 - Modèle CIELAB



Espace chromatique CIE xy et diagramme de Mac Adam

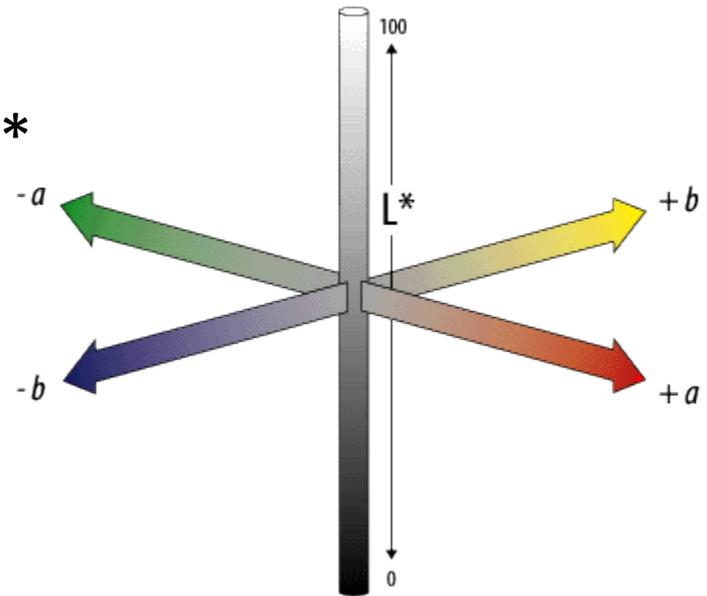
Modèle CIELUV

- Trois composantes
 - l, u, v ou $l^*u^*v^*$
 - $l \sim$ brillance
 - u et $v \sim x$ et y
 - De sorte à ce que l'espace colorimétrique soit uniforme
- Espace colorimétrique uniforme
 - Le distance euclidienne en deux couleurs représente la distance perçue



Modèle CIELAB

- Utilise des oppositions de couleurs
 - Vert – Rouge (a)
 - Bleu – Jaune (b)
- Trois composantes l, a, b ou l^*, a^*, b^*
 - $l \sim$ brillance (idem cieluv)
 - $a \sim$ distance entre vert et rouge
 - Min = vert (-300)
 - Max = rouge (299)
 - $b \sim$ distance entre bleu au jaune
 - Min = bleu (-300)
 - Max = jaune (299)



Palettes de couleurs

Objectifs et questions

- Des palettes pour quoi faire?
 - => codage et transmission des informations
- Comment les construire ?
 - Palettes adhoc
 - Créées par des auteurs
 - Palettes génériques à création semi-automatique
 - des stratégies différentes en fonction
 - du type des données à visualiser
 - des contextes d'usages

Choropleth, isopleth et autres visualisations

DES COULEURS POUR DES CARTES

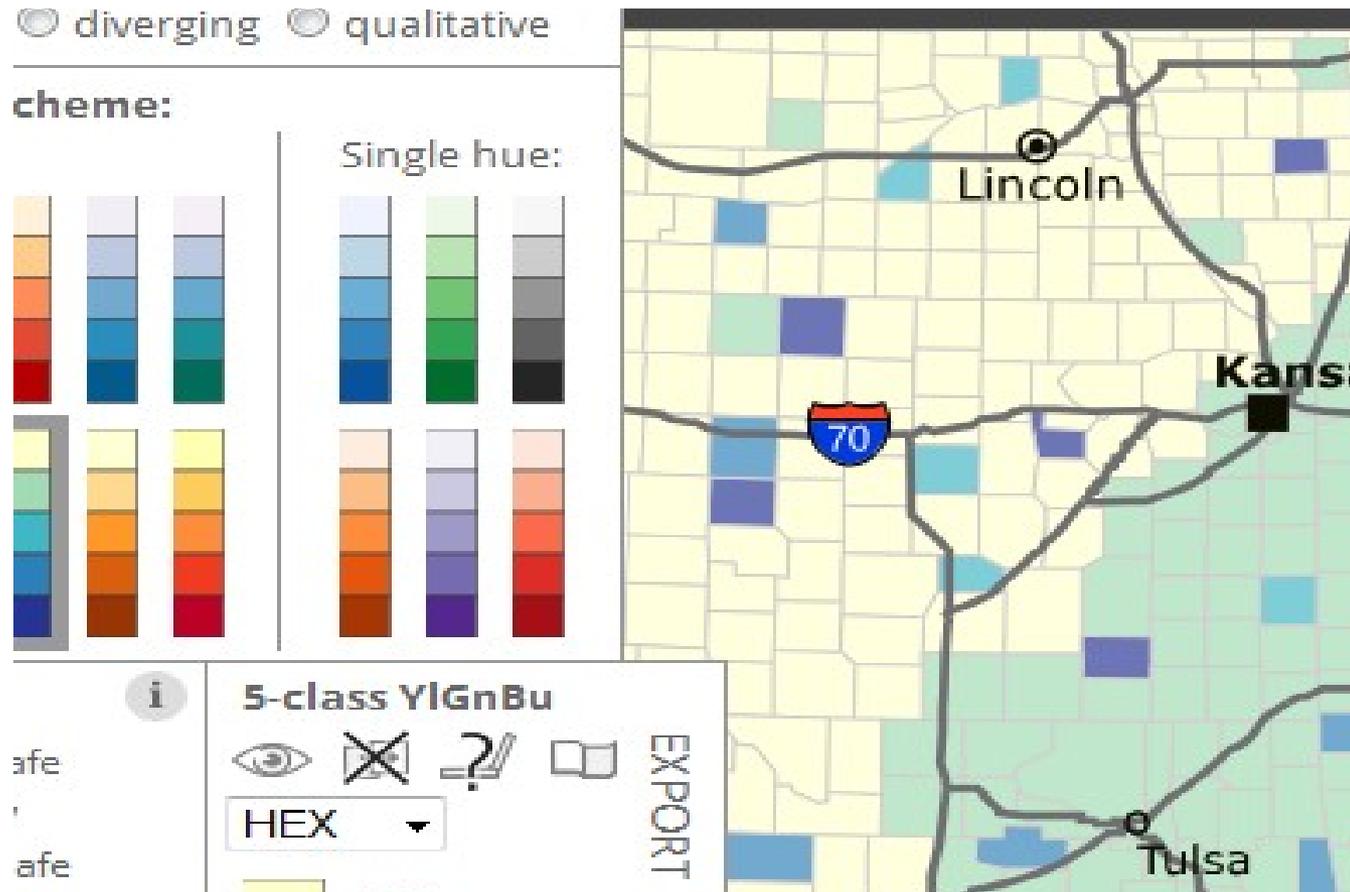
Choropleth maps

- représentent des données associées à des régions **disjointes**.
- la couleur de chaque région dépend des données
- le codage couleur peut être
 - relatif: les couleurs représentent des intensités, ou proportions qui relativisent les valeurs en tenant compte de la surface occupée.
 - absolu: les couleurs représentent les valeurs brutes (sans tenir compte de la surface occupée).
 - sauf exception, le codage absolu est déconseillé car il est source d'erreurs d'interprétation

Isopleth maps

- représentent des données éparées
- une ligne connecte les points de même valeur
 - courbes de niveau → les points de même altitude
 - isochrones → les points situés à même distance (mesurée en temps de transport) depuis une localité
 - isohyets → les points de même niveau de précipitation
 - ...
- les couleurs sont associées aux intervalles de valeurs représentées entre deux lignes voisines

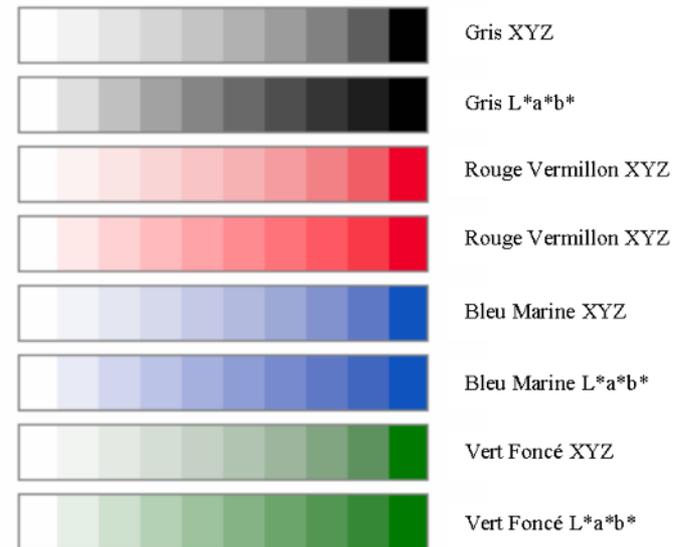
Les palettes de ColorBrewer



Extrait de ColorBrewer - <https://colorbrewer2.org/>

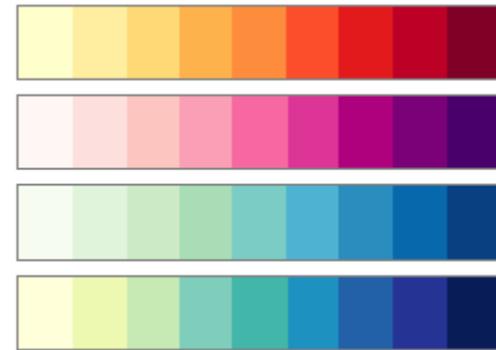
Palettes séquentielles (1/2)

- Monochromatique
 - Min = blanc
 - Max = la couleur saturée
 - C = Interpolation linéaire
 - dans modèle XYZ
 - ou $L^*a^*b^*$
 - entre Min et Max
- Types des données
 - ordinales



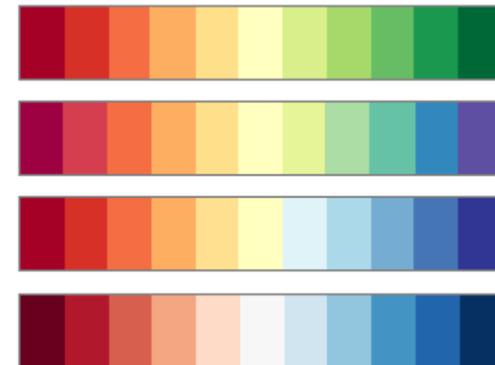
Palettes séquentielles (2/2)

- Polychromatique
 - intervalles prédéfinis
 - Du Jaune au Rouge
 - Du Rouge au Pourpre
 - Du Vert au Bleu
 - Du Jaune au Vert au Bleu
 - brillance décroissante
- Types des données
 - ordinales



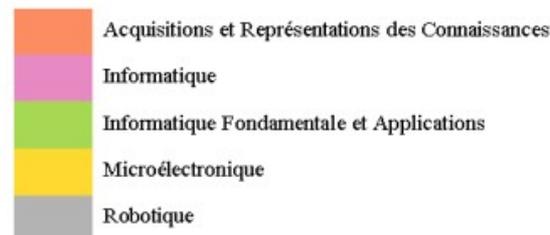
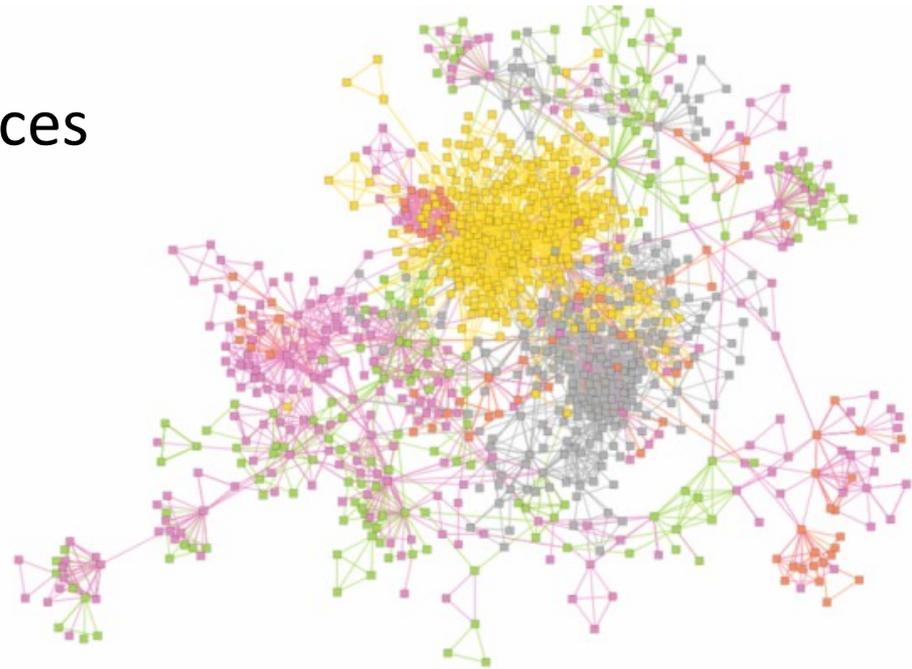
Palettes divergentes

- Pour représenter des données numériques
 - Deux échelles séquentielles concaténées
 - Rouge – Vert
 - Rouge – Violet
 - Spectre complet
 - Rouge - Jaune - Bleu
 - Rouge – Bleu
- Types des données
 - numériques



Palettes Qualitatives

- Objectifs
 - contrôle des distances entre teintes
 - différentiation
 - isobricance
- Exemple
 - Coloration de graphe
- Type des données
 - nominales ou catégorielles



Nombre de couleurs

- Combien de couleurs dans une palette?
 - Expérience de Healey 1996
 - Trouver un élément par sa couleur parmi d'autres éléments de n autres couleurs
 - Couleurs de même brillance
 - Distance entre chaque paire de couleurs choisie et fixée pour être identifiable
 - Nb couleurs varie : 3, 5, 7 et 9
 - Résultats de l'expérience de Healey
 - Si $nbc \leq 5$: processus préattentif (ie $< 200ms$)
 - Ne dépend ni de nb items ni des couleurs
 - Si $nbc = 7$ ou 9 : processus plus complexe
 - Le choix de la couleur cible est déterminant
 - » Cibles vertes donnent les plus mauvais résultats
 - => Plus le nb de couleurs est élevé plus le choix des couleurs est déterminant

L'art de créer des palettes génériques, principes de base

HARMONIES

Harmonie

- Définition globale
 - Ensemble de couleurs équilibrées ou assorties
- Des variations
 - dans les définitions des équilibres et assortiments

Harmonie = nuance, ton, ombre

- Harmonie de type 1
 - Déclinaison d'une couleur
 - Couleur (Hue)
 - Couleur+blanc – Nuance (Tint)
 - Couleur+gris – Ton (Tone)
 - Couleur+noir – Ombre (Shade)



Harmonie = dégradé de couleurs

- Harmonie de type 2

 - ~dégradé de couleur

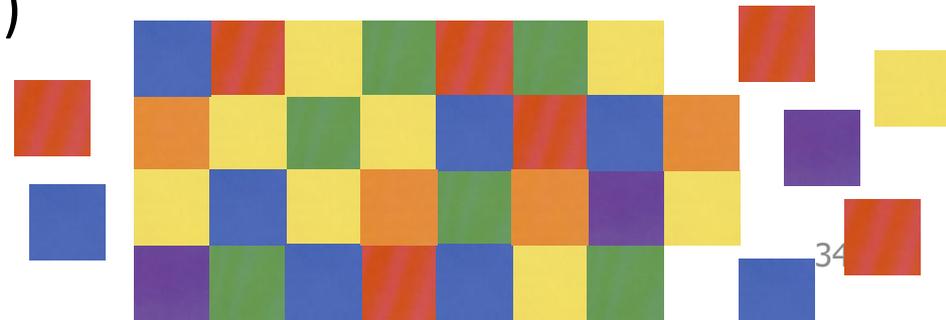
 - Principe de création:

 - modèle HSB
 - deux des composantes restent constantes (ex: S et B)
 - la troisième varie (ex: H)



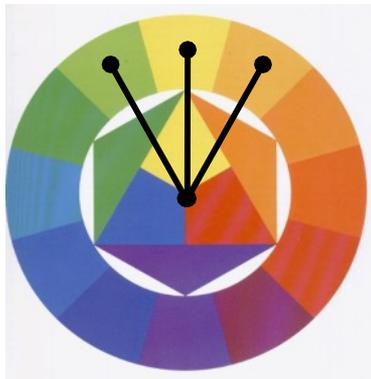
Harmonie = équilibre des forces

- Harmonie de type 3
 - Équilibre des forces
 - Force d'une couleur (d'après Lyons et Moretti, 2010)
 - $F(c) = \text{Saturation}(c) \times \text{Brillance}(c) \times \text{Surface}(c)$
 - NB: d'autres définitions existent
 - Valeurs de lumière établies par Goethe
 - Harmonie de n couleurs c_1, c_2, \dots, c_n
 - pour tout $i, j, F(c_i) = F(c_j)$

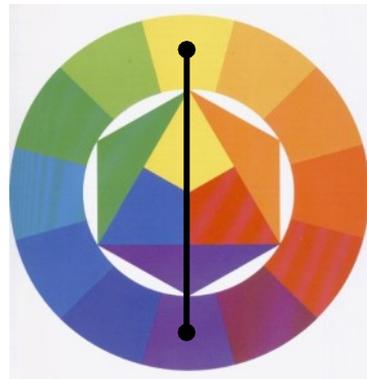


Harmonies – roue des couleurs

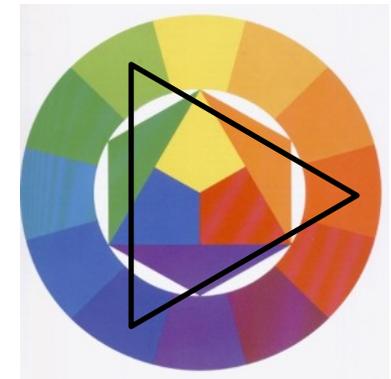
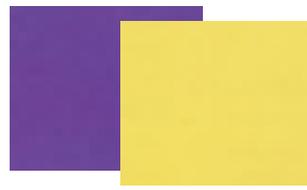
- Harmonies de type 4
 - Schémas théoriques construits à partir de la roue des couleurs
 - Multitude de schémas construits
 - Définissent les relations entre couleurs
 - Par des relations d'angles sur la roue des couleurs
 - Permettent de générer toutes sortes d'harmonie par rotation du schéma



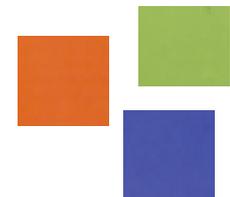
Analogues



Complémentaires

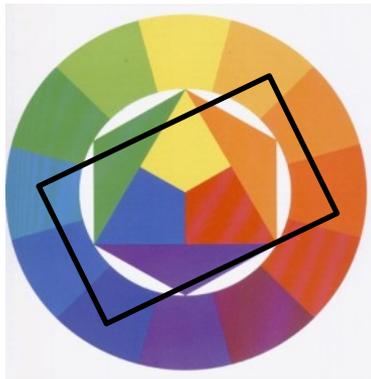


Triade

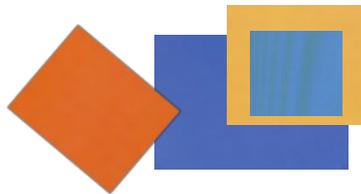


Harmonies (4/4)

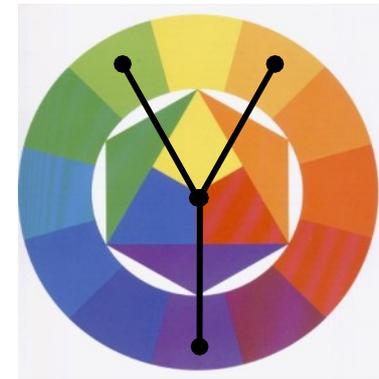
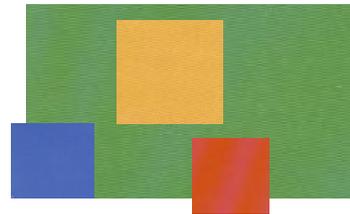
- Schémas harmoniques de type 4 (suite)



Rectangle



Carré



Complémentaire réparti



L'art d'assortir deux couleurs, principes de base

CONTRASTES

Les sept contrastes

- Contraste de brillance
- Contraste de couleurs
- Contraste de température
- Contrastes de qualité
- Contraste de quantité
- Contrastes simultanés
- Contrastes des complémentaires

Définis par Itten, peintre du début du 20^{ième} siècle, dans son livre : *Art de la Couleur*, J. Itten

Contraste de couleurs

- Principes
 - Défini comme la *distance* entre deux couleurs
 - Maximal entre couleurs primaires
 - Calcul possible mais controversé

- Tentative de définition computationnelle:

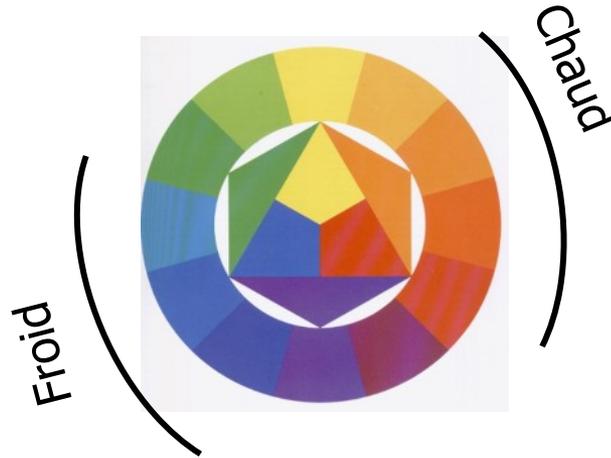
$$\text{contraste}(C1, C2) = |r1-r2| + |v1-v2| + |b1-b2|$$

où C1 and C2 sont deux couleurs définies en RGB par (r1,v1,b1) et (r2,v2,b2) dans [0-255]

- Tentative de norme W3C

le $\text{contraste}(C1, C2) > 500$ est un contraste couleur suffisant pour la lecture

Contrastes de température



- Principes
 - découle de l'aspect énergétique de la lumière
 - se conçoit à partir de la roue des couleurs
- Avantages et limites
 - Facile à calculer en HSB
 - Difficile à utiliser à bon escient

Contrastes de qualité et contraste de quantité

- Contraste de qualité
 - Qualité ~ saturation
 - Contraste de qualité = contraste Mat/brillant
- Contraste de quantité
 - Quantité ~ force de la couleur
 - Valeurs de quantités établies par Goethe

Jaune	Orange	Rouge	Violet	Bleu	Vert
9	8	6	3	4	6

->Dimensions des surfaces pour harmonie selon Goethe

Contraste simultané

- Origine
 - Chaque couleur émise provoque simultanément la perception de sa couleur opposée
 - une surface grise entourée d'une couleur forte peut être perçue dans la couleur complémentaire de la couleur qui l'entoure
 - une cravate à rayure noire et rouge peut facilement paraître verte et rouge.
- Définition du contraste simultané
 - Deux couleurs presque complémentaires juxtaposées et isoluminantes
 - Chaque couleur suggère l'autre
 - Les couleurs suggérées se superposent aux couleurs émises et entraînent une sorte de résonance de dissonances
 - Effet scintillement, fatigue visuelle