

**Jean-Paul Haton - La couleur dans le monde réel
et dans le monde numérique**

Plan

1. La synthèse soustractive

Le monde réel des objets éclairés, de la peinture, de l'imprimerie

La synthèse soustractive

Le système CMYK, quadrichromie

2. La synthèse additive

Le monde virtuel des faisceaux lumineux et des écrans

La synthèse additive

Pourquoi RGB ?

3. Le codage des couleurs

Le codage RGB 24 bits

Le système HLS

Autres systèmes

Fausses couleurs

4. Quelques compléments

Exemple «des couleurs» indigo

Synthèse du chocolat au lait

Une couleur jugée horrible

5. Combien de couleurs ?

Annonce de l'exposé suivant.

1. La synthèse soustractive
Le monde réel des objets éclairés, de
la peinture, de l'imprimerie

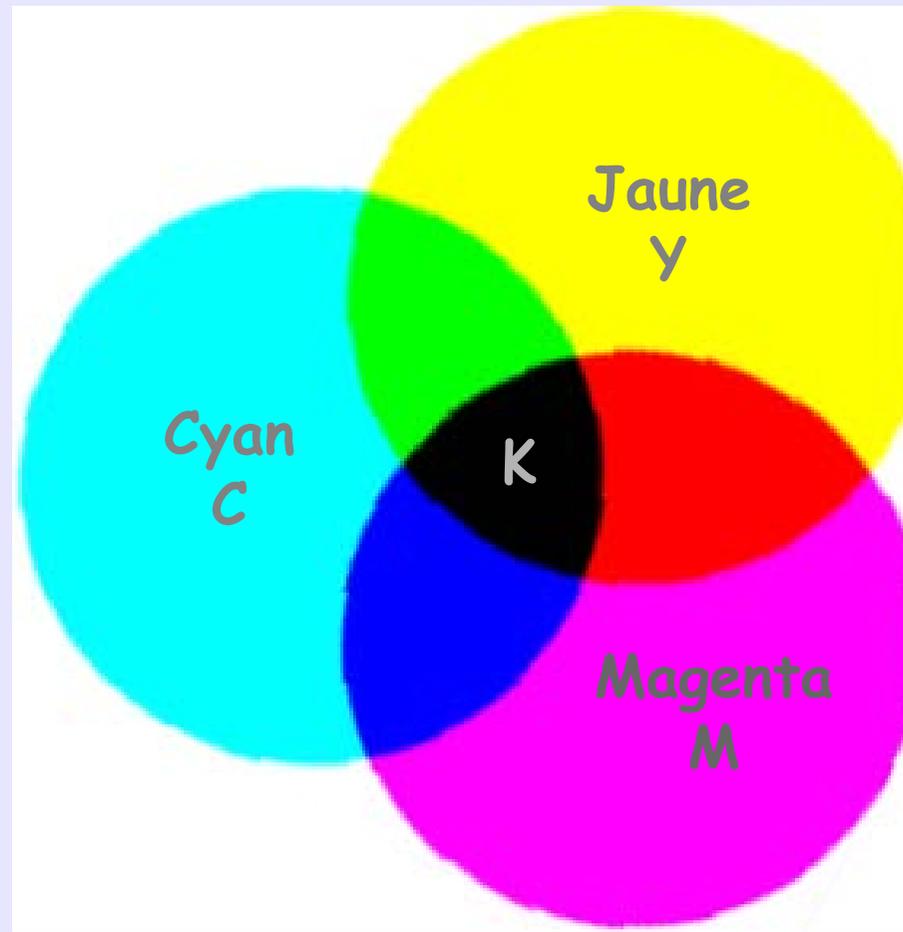
La synthèse soustractive - Principe

- Composition d'une couleur par **soustraction de lumière** (principe de filtres colorés posés sur une surface blanche).

L'aquarelle, la peinture artistique, la peinture, la photographie avec filtres, l'impression couleur, la projection de diapositives sur un écran blanc, les affiches publicitaires sur papier... relèvent de la synthèse soustractive.

- On se réfère (à notre époque) à :
 - * trois couleurs primaires : **cyan, magenta, jaune.**
 - * trois couleurs secondaires qui sont leurs complémentaires : **rouge, vert, bleu.**
- La superposition des trois couleurs primaires donne du **noir.**
- Le **blanc** est l'absence de couleur.

La synthèse soustractive - Les couleurs primaires et leur superposition



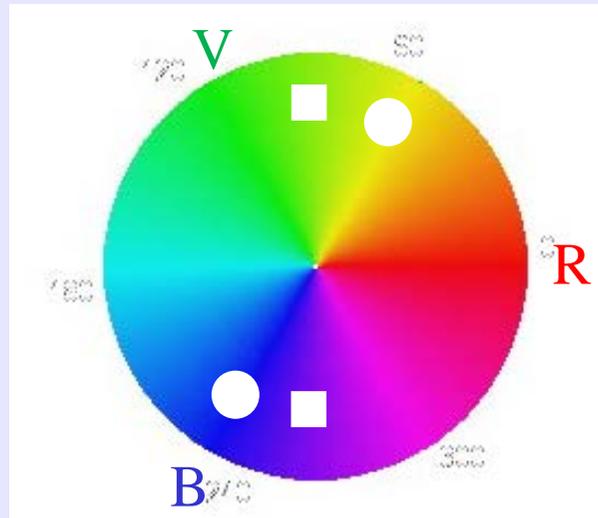
Si vous possédez une imprimante couleur,
les quatre lettres CMYK vous font penser à quelque chose...

Notion de couleur complémentaire

Une couleur est la **complémentaire** d'une autre si la superposition des deux donne du noir en synthèse soustractive.

Exemples:

- * couleur complémentaire du blanc : noir
- * couleur complémentaire du jaune : bleu
- * couleur complémentaire du violet : un jaune-vert



Le cercle chromatique,
notation angulaire conventionnelle

Le système CMYK, quadrichromie

Conçu pour l'impression sur papier où la combinaison de couleurs répond à une synthèse soustractive.

Une couleur est éclatée en ses composantes cyan (C), magenta (M) et jaune (Y).

Le noir (*black*) est ajouté pour obtenir des tons sombres soutenus sans trop utiliser d'encres de couleur.

Ce sont les quatre cartouches d'encre de nos imprimantes couleur.

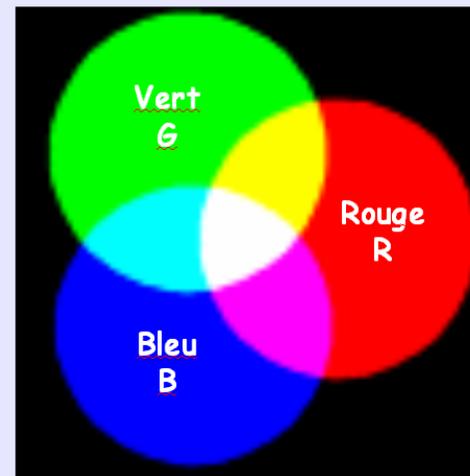
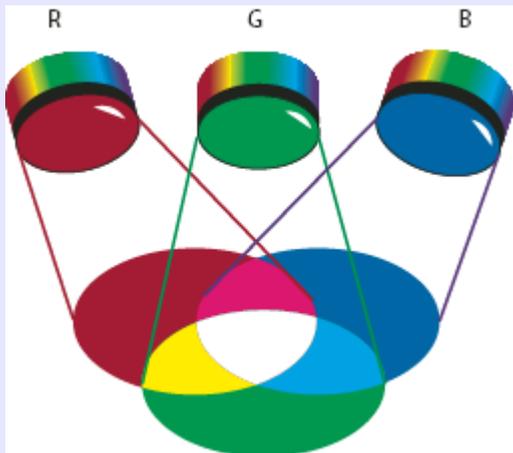
Quatre images monochromes se superposent à l'impression : c'est la quadrichromie.

Pour obtenir des nuances, on fait appel au tramage (*dithering*).

2. La synthèse additive
Le monde virtuel des faisceaux
lumineux et des écrans

La synthèse additive - Principe

- Composition d'une couleur par **addition de lumière** (principe de spots colorés projetant une tache de lumière sur un fond noir).
- La télévision, les moniteurs, les faisceaux lumineux des salles de spectacle... relèvent de la synthèse additive.
- Trois couleurs primaires : **rouge, vert, bleu**.
- Trois couleurs secondaires qui sont leurs complémentaires : **cyan, magenta, jaune**.



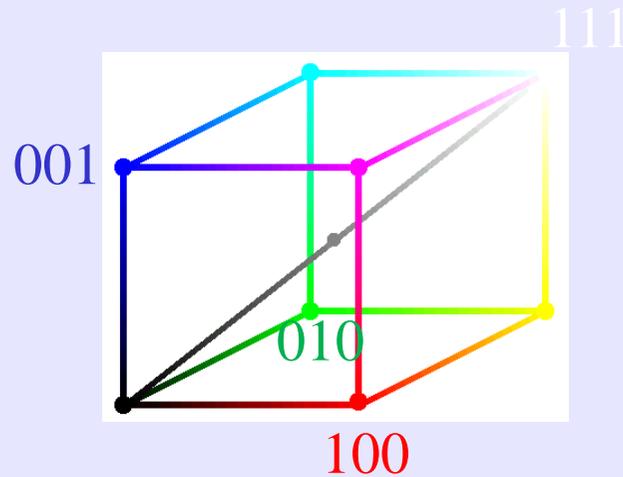
Pour rappel,
synthèse
soustractive



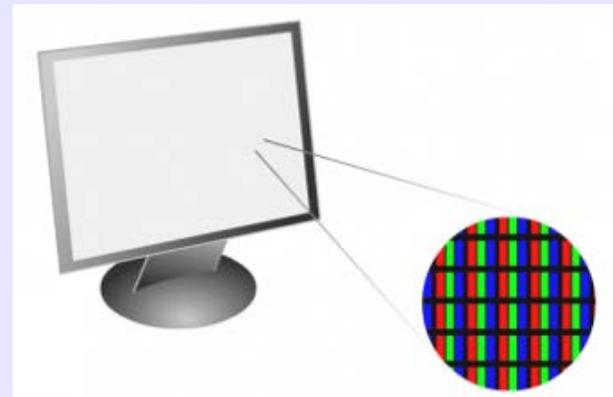
Espace RGB

Codage mis au point par la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE).

L'espace des couleurs est construit à partir de trois rayonnements monochromatiques :

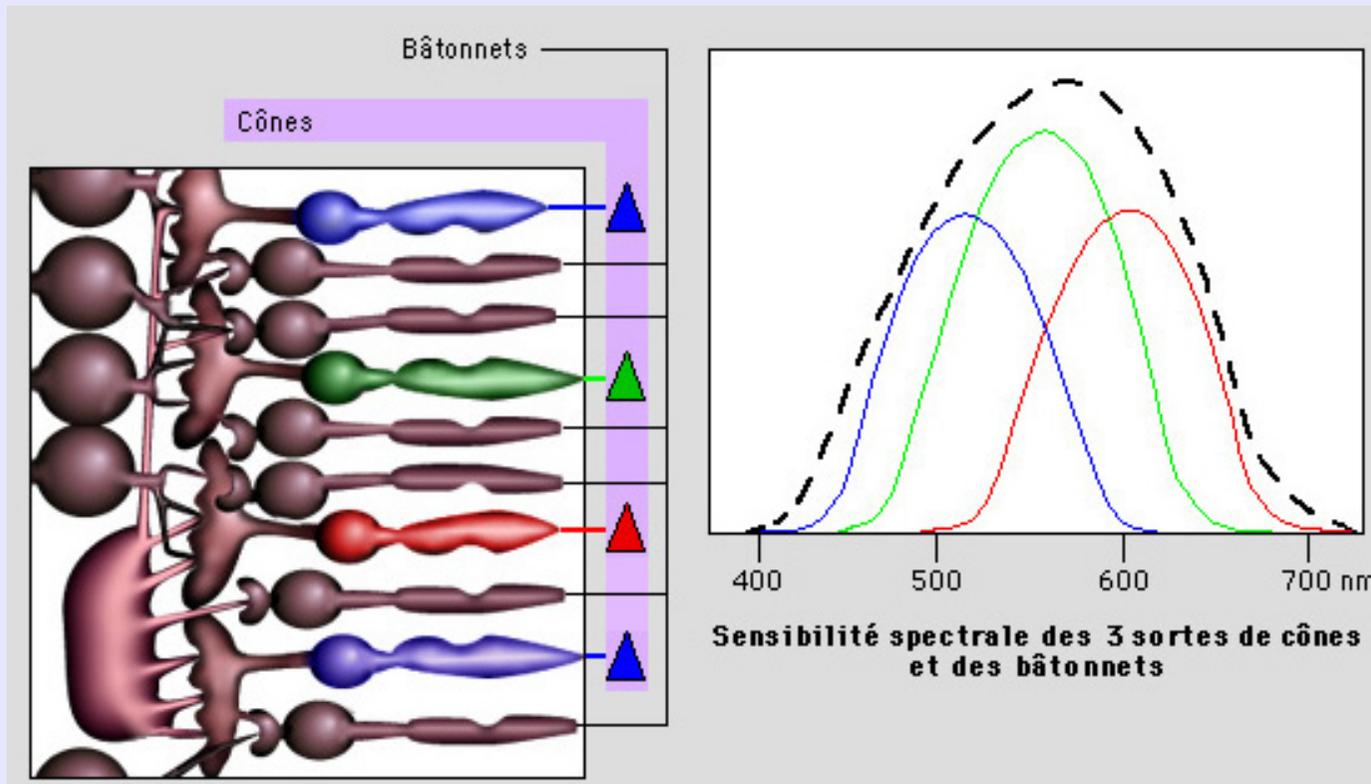


Les écrans traditionnels restituent les couleurs de cette façon : chaque pixel est composé de trois sous-pixels.



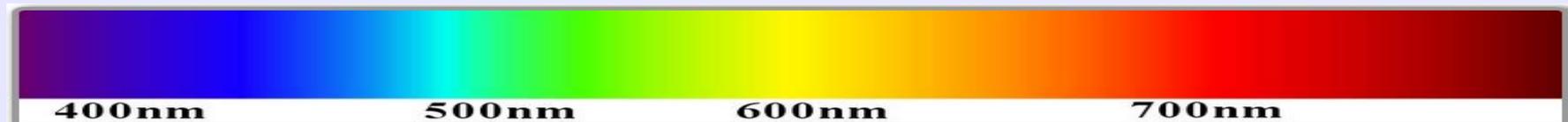
Perception humaine - les cellules de la rétine

<http://tecfa.unige.ch>



Bâtonnets : vision nocturne
(réponse photométrique)
Avec un maximum de sensibilité
vers 510 nm.

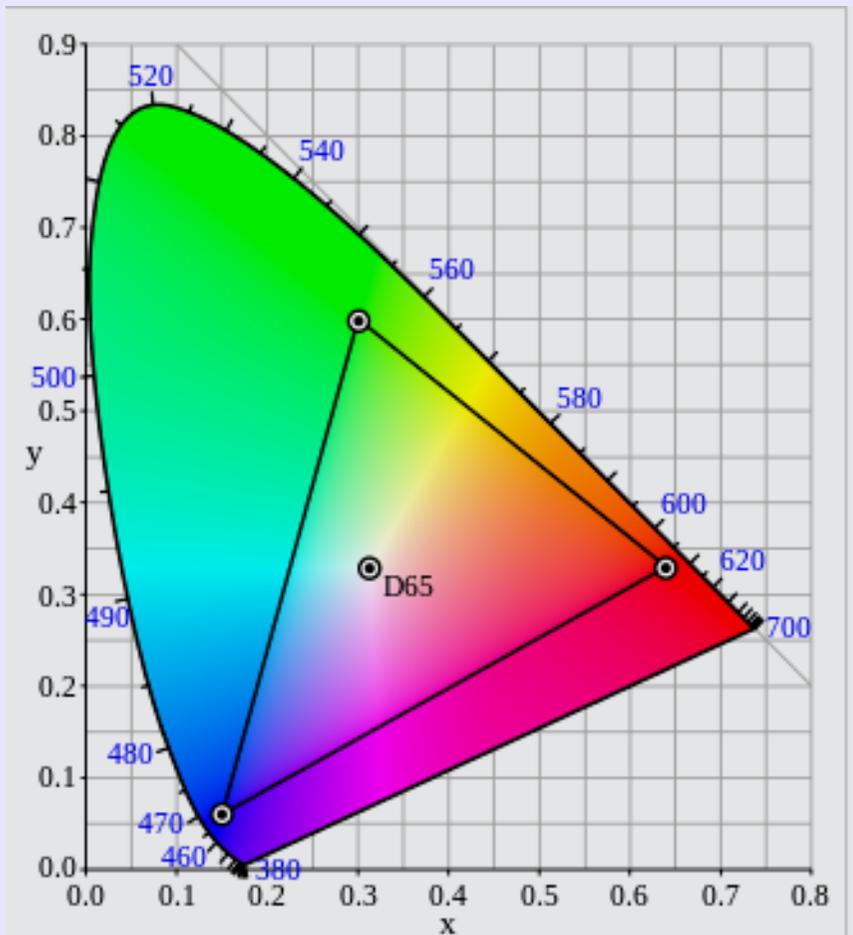
Cônes : réponse photométrique
et chromatique grâce à des pigments
dont les maximums d'absorption
se situent dans
le bleu, le vert ou le rouge.



Perception humaine et diagramme de chromaticité de la Commission internationale de l'éclairage (CIE)



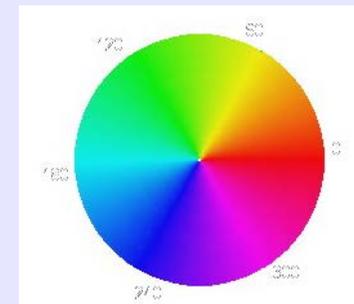
Le diagramme représente les couleurs pures (teintes) de tout le spectre visible. Le fer à cheval correspond aux teintes monochromatiques. Le segment de base correspond aux pourpres.



sRGB (RGB standard, norme CIE 61966-2-1 de 1999) :

Blanc (D65)
Rouge 612 nm
Vert 547 nm
Bleu 464,5 nm

Seules les teintes à l'intérieur et aux limites du triangle RGB sont représentables en synthèse additive.



3. Le codage des couleurs

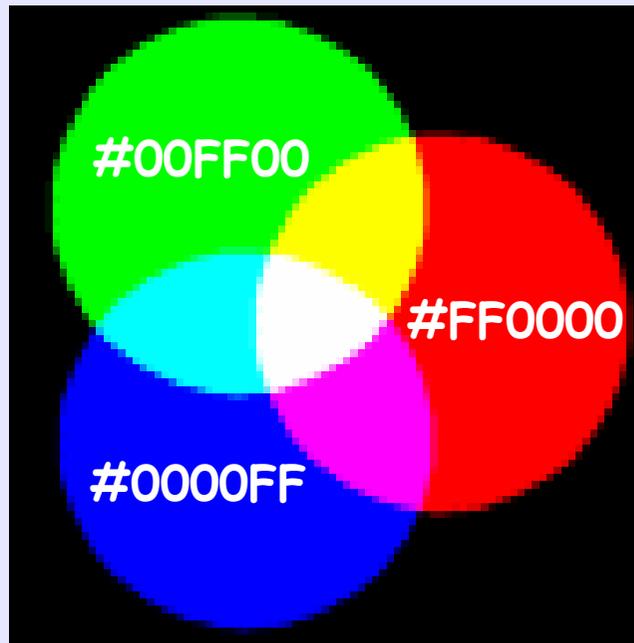
3.1 Le codage RGB 24 bits

Le codage RGB 24 bits permet une restitution directe sur un écran.

Chaque couleur est codée sur un octet (1 *byte* = 8 bits), ce qui permet une échelle de 0 à 255 (valeur comprise entre **#00** et **#FF** en base 16).

Les trois valeurs sont collées l'une à l'autre.

Une image *bitmap* : 3 images R, V et B



Remarque : les codages informatiques traditionnels

Pixel (*Picture element*) : plus petite unité de point écran.

Images en 2 couleurs : 1 bit par pixel,
en 16 couleurs : 4 bits par pixel,
en 256 couleurs : 8 bits par pixel (notion de palette),
en «vraies» couleurs : 24 bits par pixel, un octet pour chaque couleur, rouge, vert et bleu.

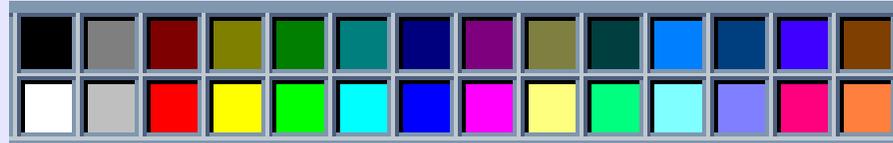
- Certaines cartes graphiques ne peuvent pas afficher plus de 256 couleurs à la fois.

Ces couleurs peuvent être choisies dans une palette 24 bits.

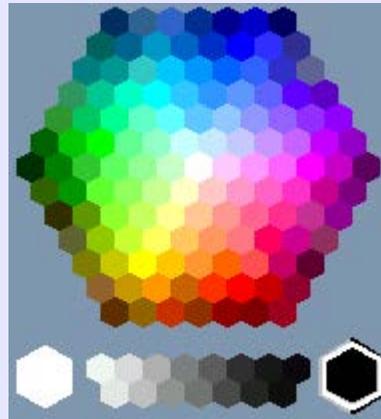
- Les *Web-safe colors* sont les 216 couleurs garanties par tous les navigateurs (soit exactement six niveaux de rouge, de vert et de bleu : $6 \times 6 \times 6 = 216$).

Exemple de palettes prédéfinies

Palette *Paint*



Word



A noter, lorsqu'on envoie une image pdf
à un imprimeur...



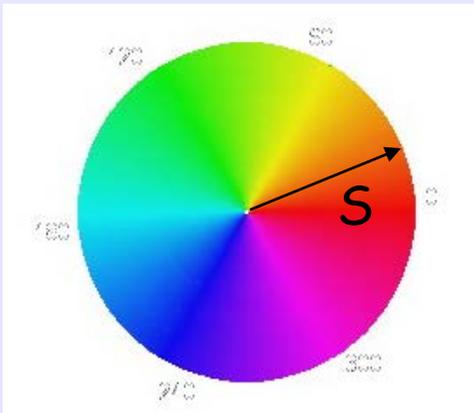
pdf «usuel» dans l'espace RVB,
envoyé à l'imprimeur

pdf dans l'espace CMYK,
après conversion par l'imprimeur

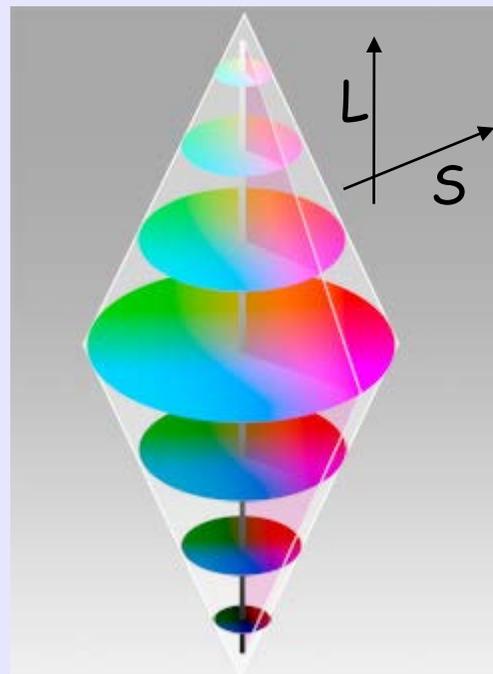
3.2 Le système HLS - approche perceptuelle

La couleur est codée sur trois dimensions :

- $H = hue$, teinte de couleur correspondant à un angle de 0 à 360° , codée entre 0 (rouge) et 1 (ou 255) (retour au rouge),
- $L = lightness$, intensité de lumière comprise entre 0 (noir) et 1 ou 255 (blanc),
- $S = saturation$, saturation comprise entre 0 (non saturée) et 1 ou 255 (saturée).



H



H

3.3 Autres systèmes

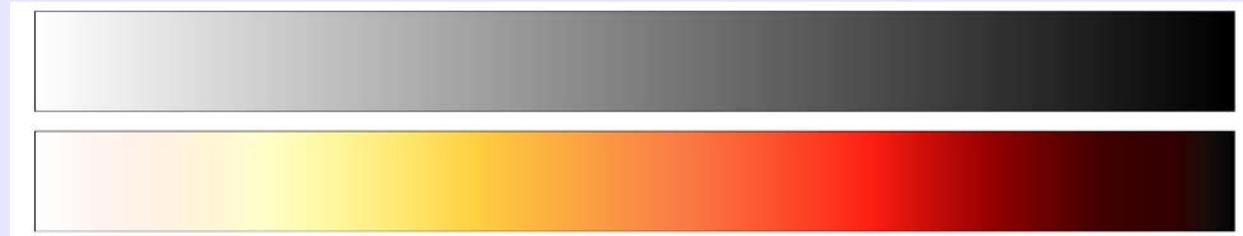
Il existe par ailleurs des répertoires de couleurs normalisées,
RAL,
Pantone...

Et des nuanciers de fabricants de peinture, de teinture...

3.4 Fausses couleurs

Principe :

Associer à un niveau de gris donné une couleur spécifique dans le but de rendre des zones plus visibles ou plus faciles à interpréter.

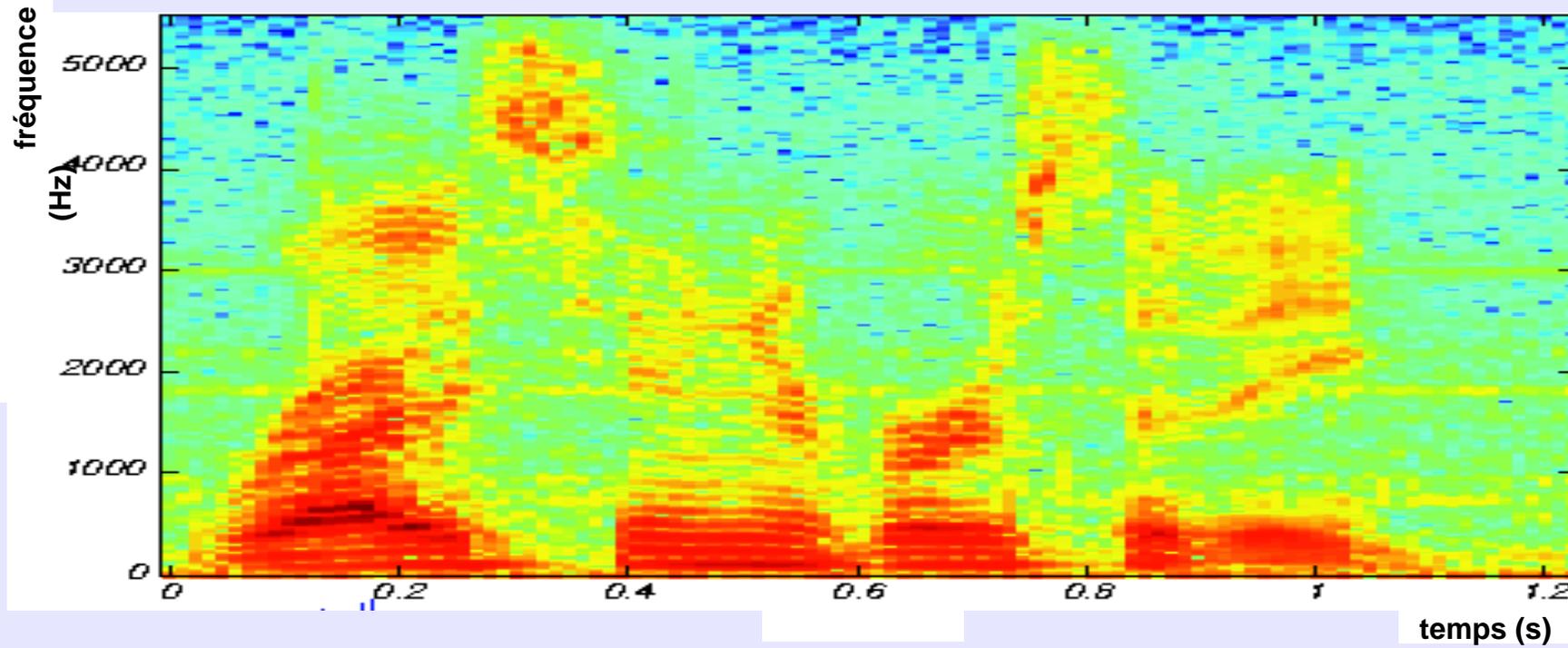
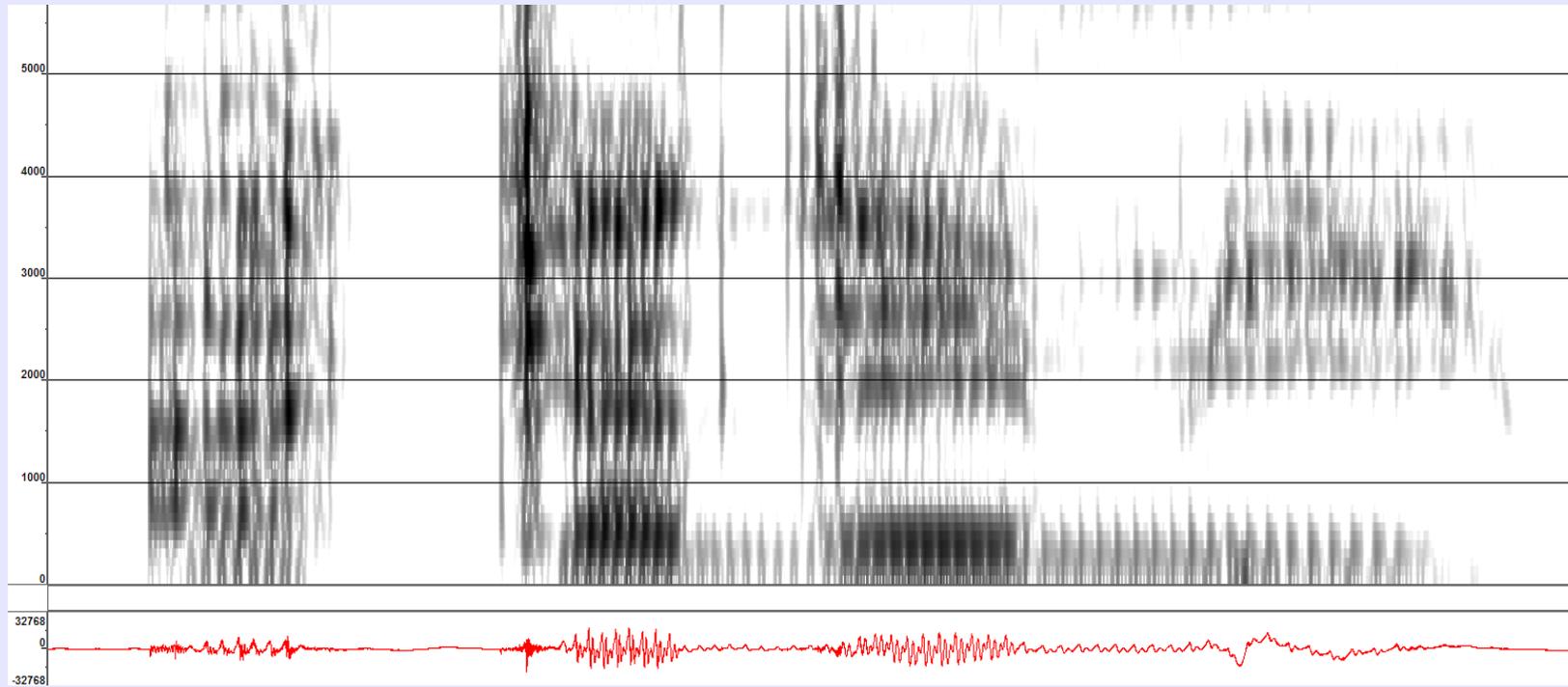


Les fausses couleurs sont utilisées dans des domaines très variés :

- astronomie,
- imagerie satellitaire,
- imagerie médicale,
- prospection minière,
- mécanique,
- phonétique,
- météorologie...

Exemple : le spectrogramme de parole

Le spectrogramme



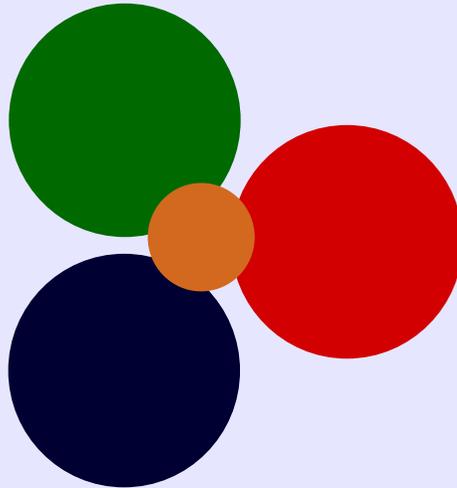
4. Compléments et conclusion

Exemple de la couleur indigo

- Le «vrai» indigo du spectre lumineux est en dehors de l'espace RGB (450 à 420 nm traditionnellement).
- Voici des couleurs qualifiées d'indigo :

Couleur	R	V	B
Chrysler deep indigo blue	7	24	71
Indigo	46	0	108
Mood indigo Pantone	54	64	81
Light indigo (web color indigo)	75	0	130
Indigo Pantone	76	57	87
Blue jean indigo	80	32	150
Blue indigo Pantone	72	84	112
Dark indigo blue	95	61	176
Electric indigo	111	0	255
Deep indigo (web color blue violet)	138	43	226
Tropical indigo	150	131	236
Bleu jean délavé (hors indigo...)	172	196	255

TP - «Additionnons» une bonne louche de rouge,
une demi-louche de vert et une cuillerée de bleu



On obtient... du chocolat (au lait)
C'est le nom «officiel» de la couleur sur la toile.

www.w3.org/TR/css3-color/#svg-color			
	cadetblue	#5F9EA0	95,158,160
	chartreuse	#7FFF00	127,255,0
	chocolate	#D2691E	210,105,30
	coral	#FF7F50	255,127,80

Chocolat au lait, en savoir plus

<http://rgb.to/>

RGB color (210, 105, 30) to Pantone

Pantone colors closest to this

Pantone Solid Coated 159 C

Pantone Solid Uncoated 2020 U

Copy Pantone Solid Coated 159 C

Copy Pantone Solid Uncoated 2020 U

Pantone Metallic 8943 C

Pantone Pastels Neons Coated 804 C

Copy Pantone Metallic 8943 C

Copy Pantone Pastels Neons Coated 804 C

RGB color (210, 105, 30) to RAL

RAL colour closest to this

RAL 2011 Colour

Copy RAL 2011

210
105
30

RGB color (210, 105, 30)

Click the labels to copy the value onto the clipboard Copied to clipboard!

RGB 210, 105, 30

CSS rgb(210, 105, 30);

HSL 25, 75, 47

CSS hsl(25, 75%, 47%);

HSB 25, 86, 82

Hex #d2691e

CMYK 0, 50, 86, 18

Websafe #cc6633

La couleur jugée la plus horrible au monde : Pantone 448C

74
65
42

RGB color (74, 65, 42)

Click the labels to copy the value onto the clipboard Copied to clipboard!

RGB	74, 65, 42	CSS	rgb(74, 65, 42);
HSL	43, 28, 23	CSS	hsl(43, 28%, 23%);
HSB	43, 43, 29	Hex	#4a412a
CMYK	0, 12, 43, 71	Websafe	#333333

Save color values as JSON

RGB color (74, 65, 42) to Pantone

Pantone colors closest to this

Pantone Solid Coated 448 C	Pantone Solid Uncoated Neutral Black U
Copy Pantone Solid Coated 448 C	Copy Pantone Solid Uncoated Neutral Black
Pantone Metallic 8623 C	
Copy Pantone Metallic 8623 C	



Tous les paquets de cigarettes et de tabac sont concernés

Et pour terminer :
dans le codage 24 bits, combien de couleurs différentes
peut-on produire ?

- En théorie : $256 \times 256 \times 256 = 2^{24} = \#FFFFFF$
= 16 777 216 couleurs différentes.
- Selon l'écran et la carte graphique, l'ordinateur peut ne pas pouvoir afficher toutes les couleurs.
- Dans ce monde numérique, l'œil ne peut pas distinguer toutes ces couleurs.
- Inversement, les 16 millions de combinaisons ne permettent pas de représenter toutes les couleurs du monde réel (comme les couleurs fluo, métalliques, brillantes...).
- Les avancées dans le domaine des nanograins nous promettent des milliards de couleurs, c'est l'exposé qui va suivre.

Merci!