



On en a vu
de toutes les couleurs !



Nicolas Dufresne

a.k.a. Duduf

Artiste
Développeur
Enseignant

330-PSA-80-60 (USN 710739): *Experimental Machine Able
To Identify Letters of Alphabet Announced By Navy.*





La fourmi dans la coquille

Podcast

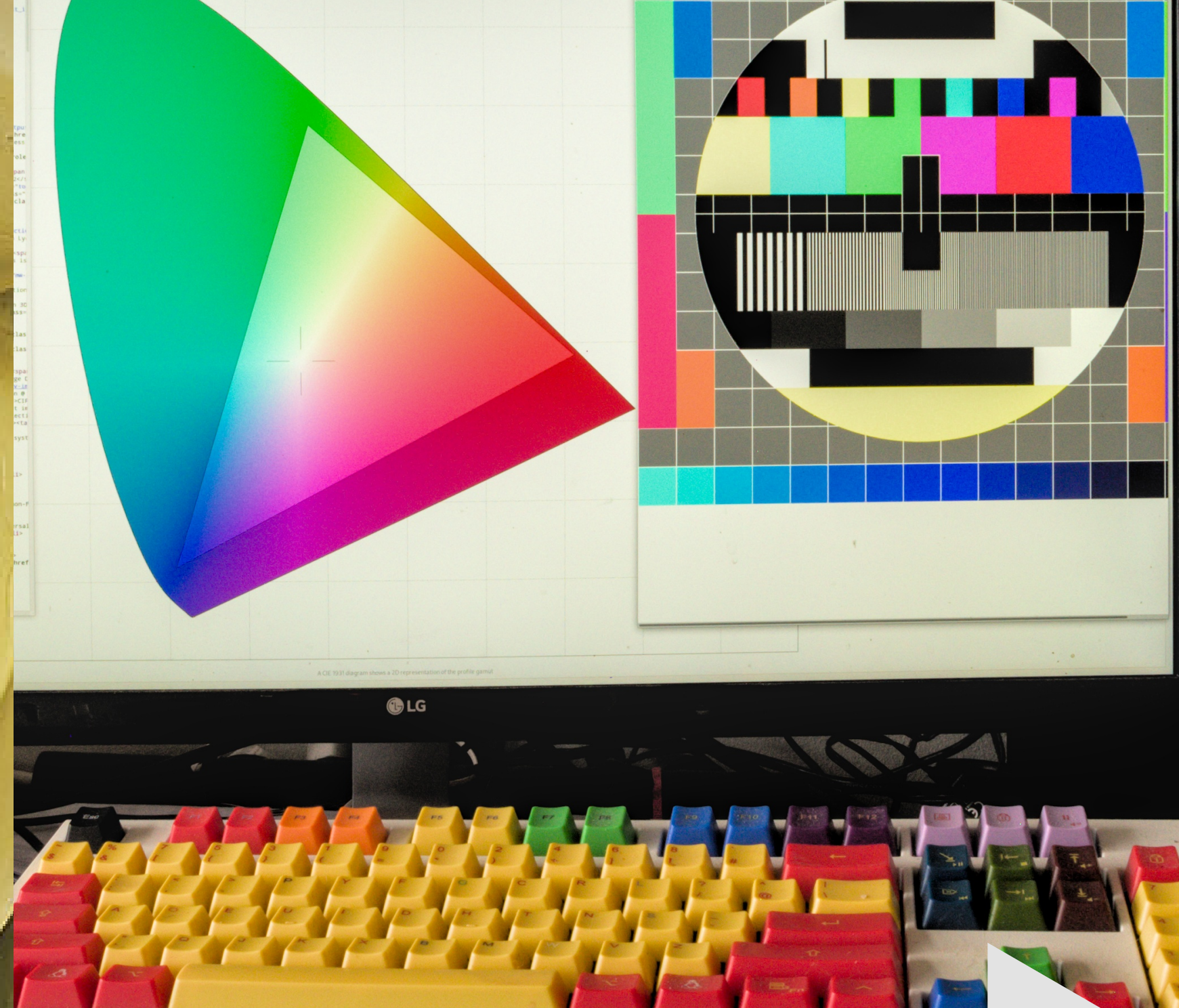
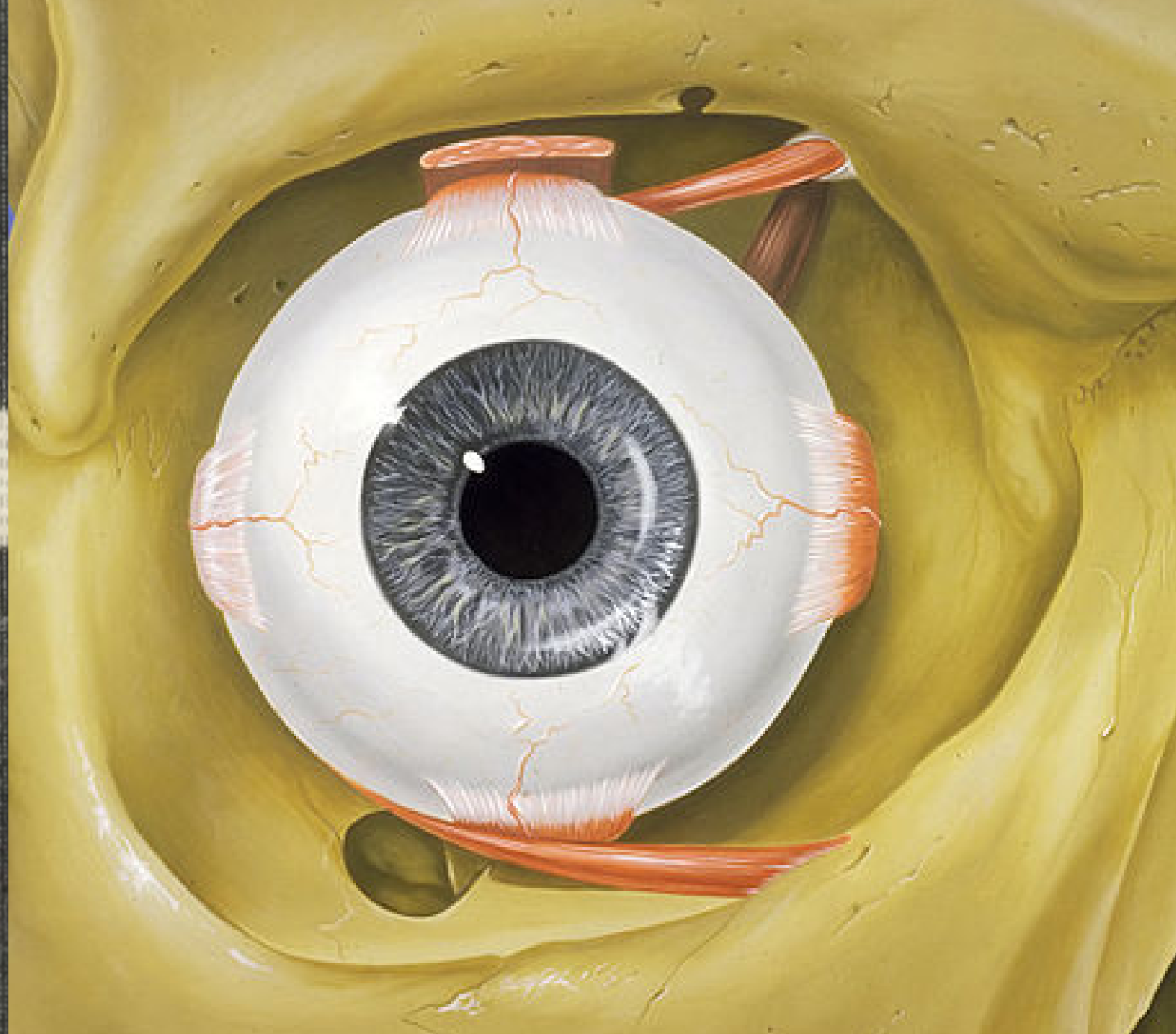
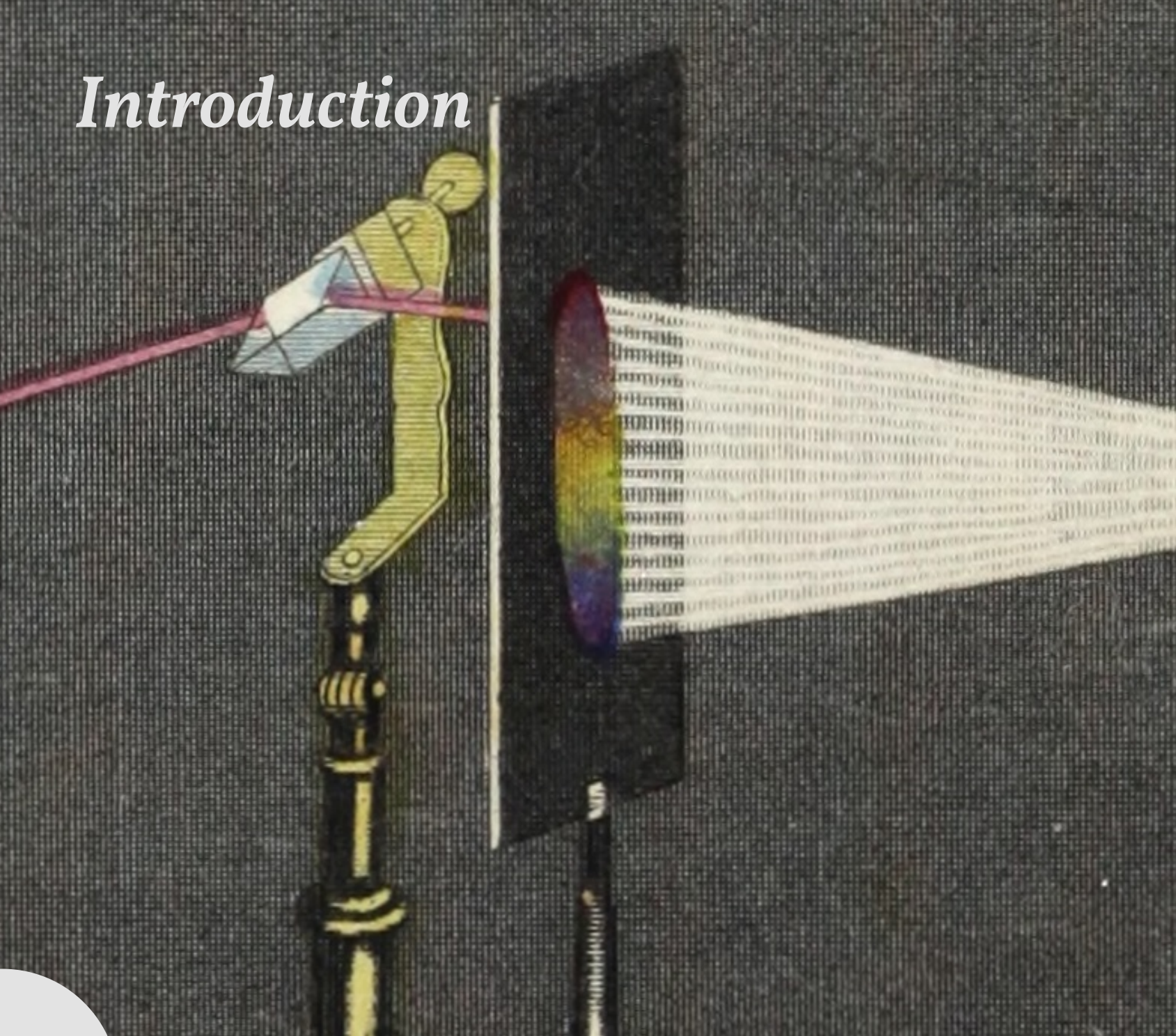
lafourmi.media



C'est quoi
la couleur ?



Introduction



La lumière

*Action of a prism on a ray of light,
Fulgence Marion, 1869.*

La couleur

*Anatomie normale de l'œil humain et de l'orbite,
Patrick J. Lynch, 2006.*

**La synthèse
des couleurs**

*Monitor displaying CIE colorspace and a test pattern,
Benoit Brummer, 2021.*





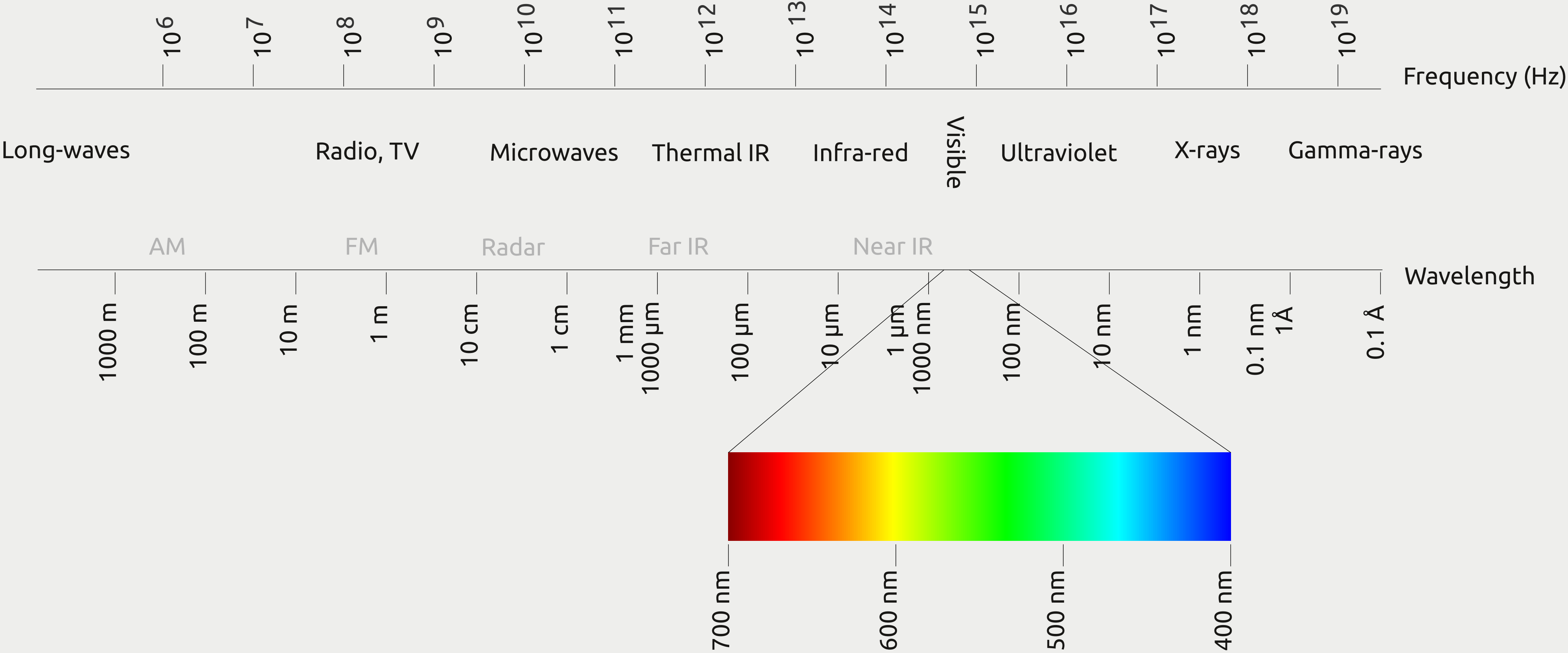
La lumière

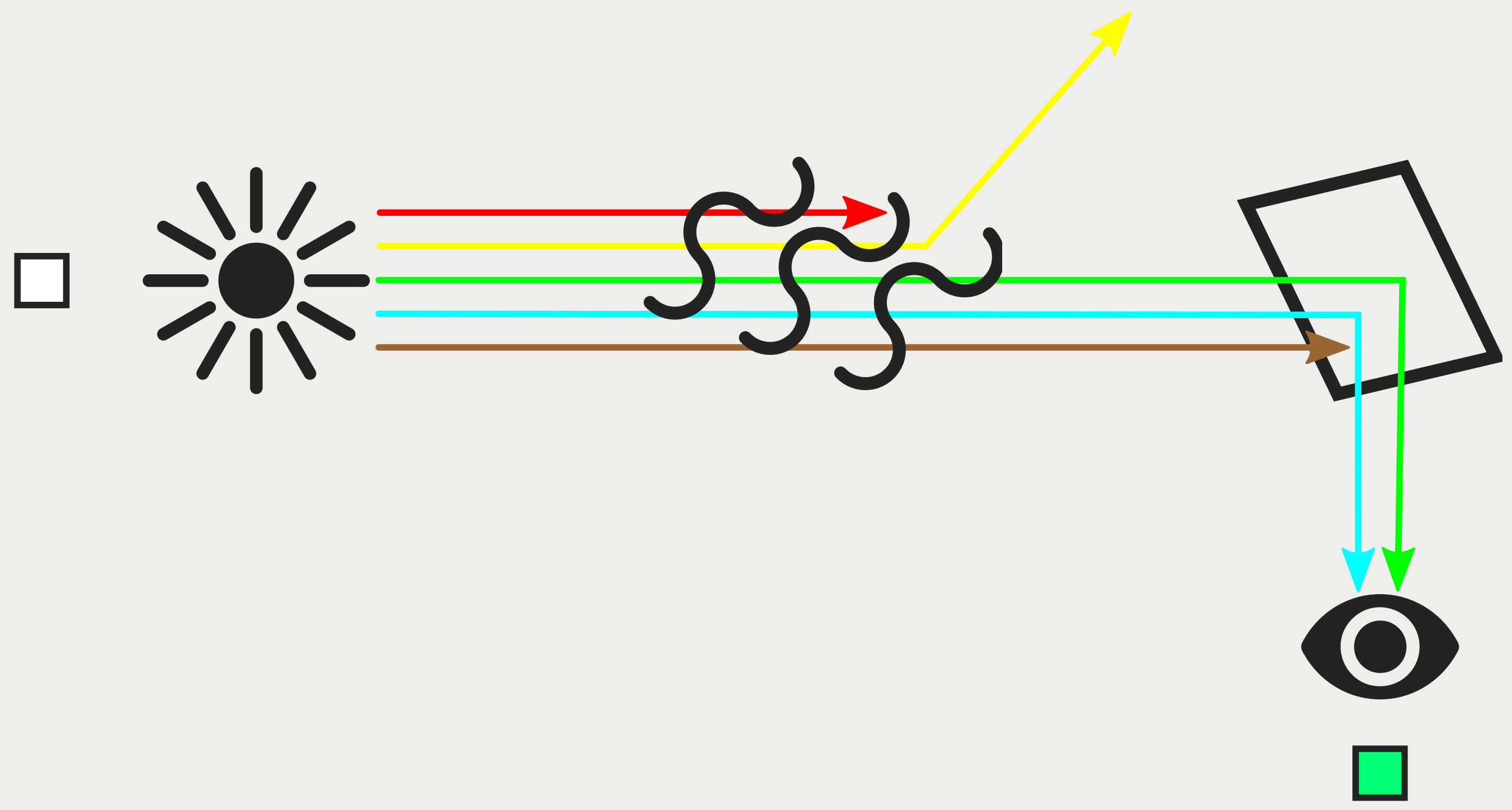
La lumière *les photons*

*NASA expoplanet exploration,
2020.*



Le spectre électromagnétique





L'optique

Géométrique,
ondulatoire,
quantique



Incandescence

**Étoiles et
chaleur**



The Mildmay Sea Piece,
J. M. W. Turner, c. 1811



Luminescences

**Électro-
Chimi-
Bio-
luminescence...**

Projection sur une surface des trois couleurs
composant une diode électroluminescente RVB,
Viferico, 2015.





*La lumière
En chemin*

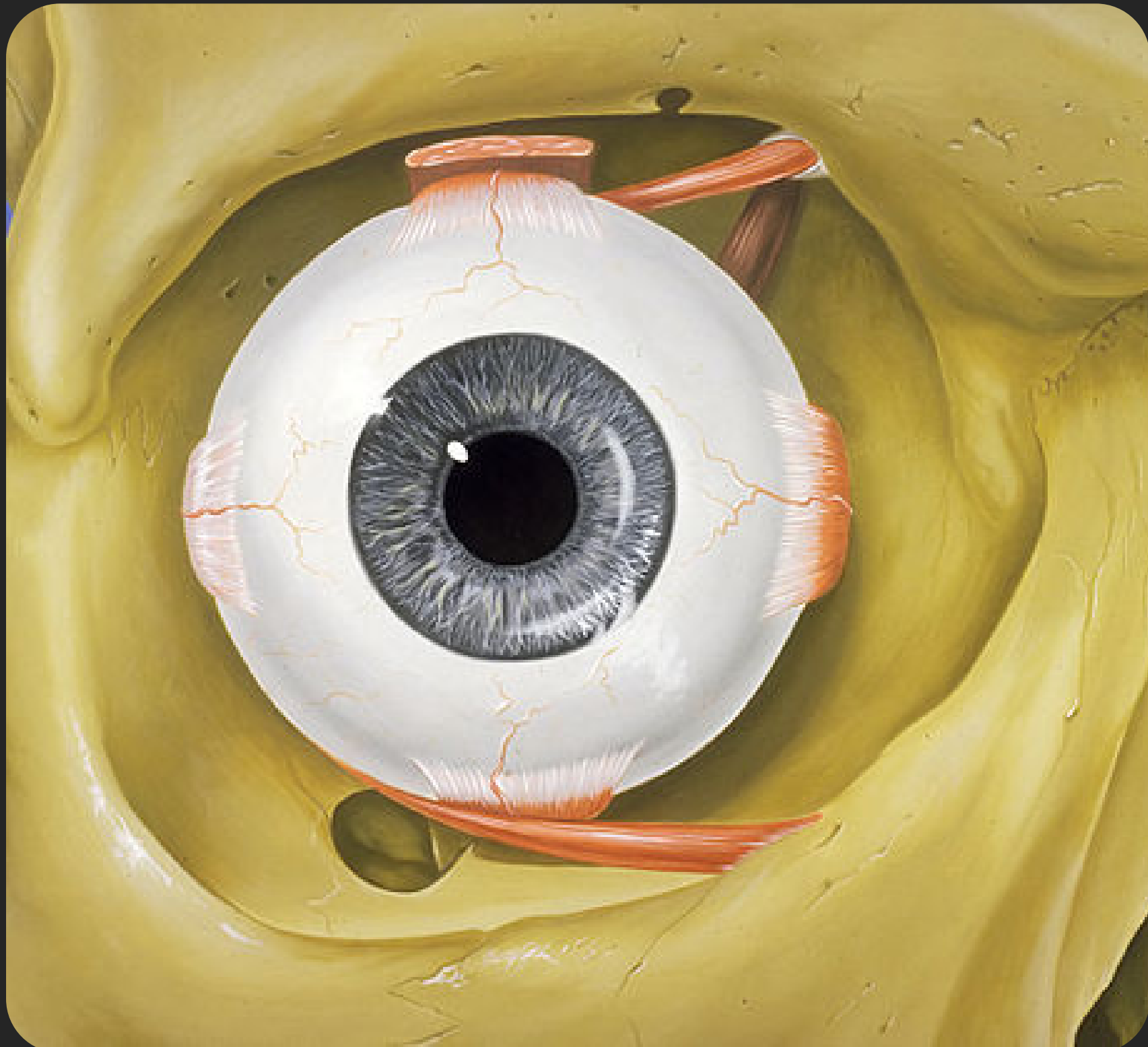
En chemin

Réfraction
Diffraction
Réflexion
Iridescence /
Irisation

...

*Passion Flowers and Hummingbirds,
Martin Johnson Heade, c. 1875*





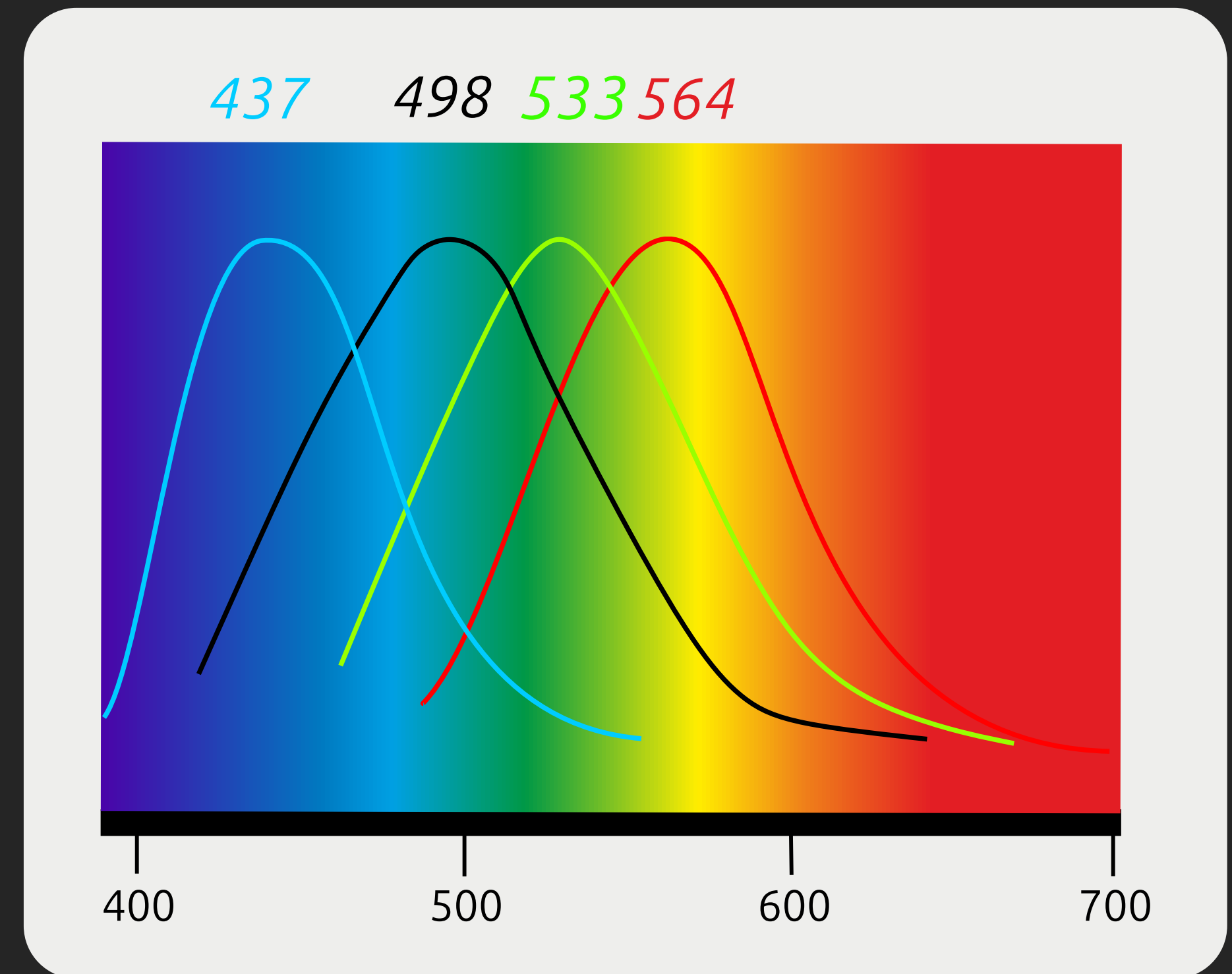
Anatomie normale de l'œil humain et de l'orbite,
Patrick J. Lynch, 2006.

Œil

Optique et
rétine



La rétine



Niveau d'absorption des longueurs d'ondes par les cônes (en rouge, vert et bleu) et les batonnets (en noir).

Retina, A. Danielsson, 1880



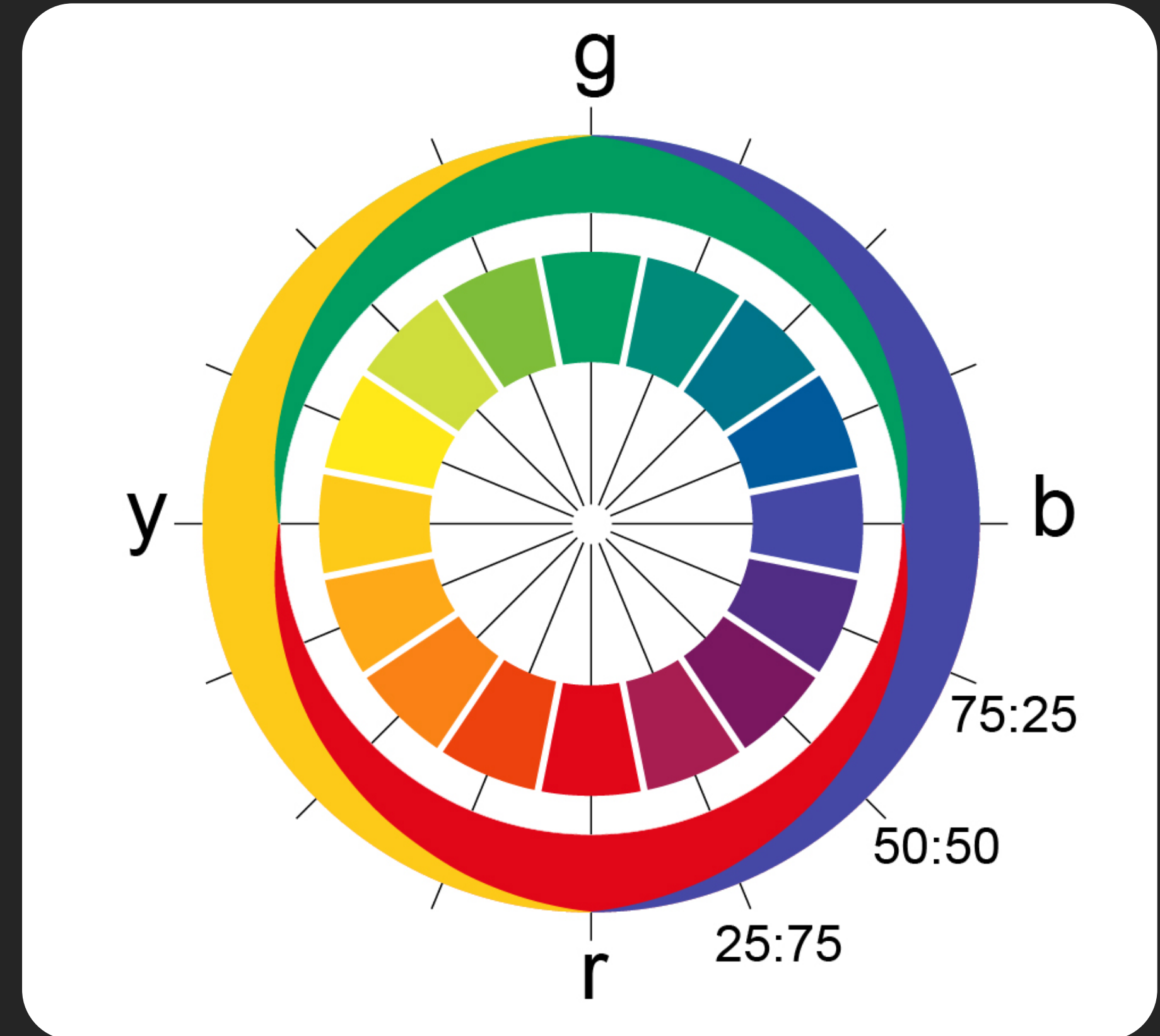


Voir les UV

Nymphéas, Claude Monet, 1922

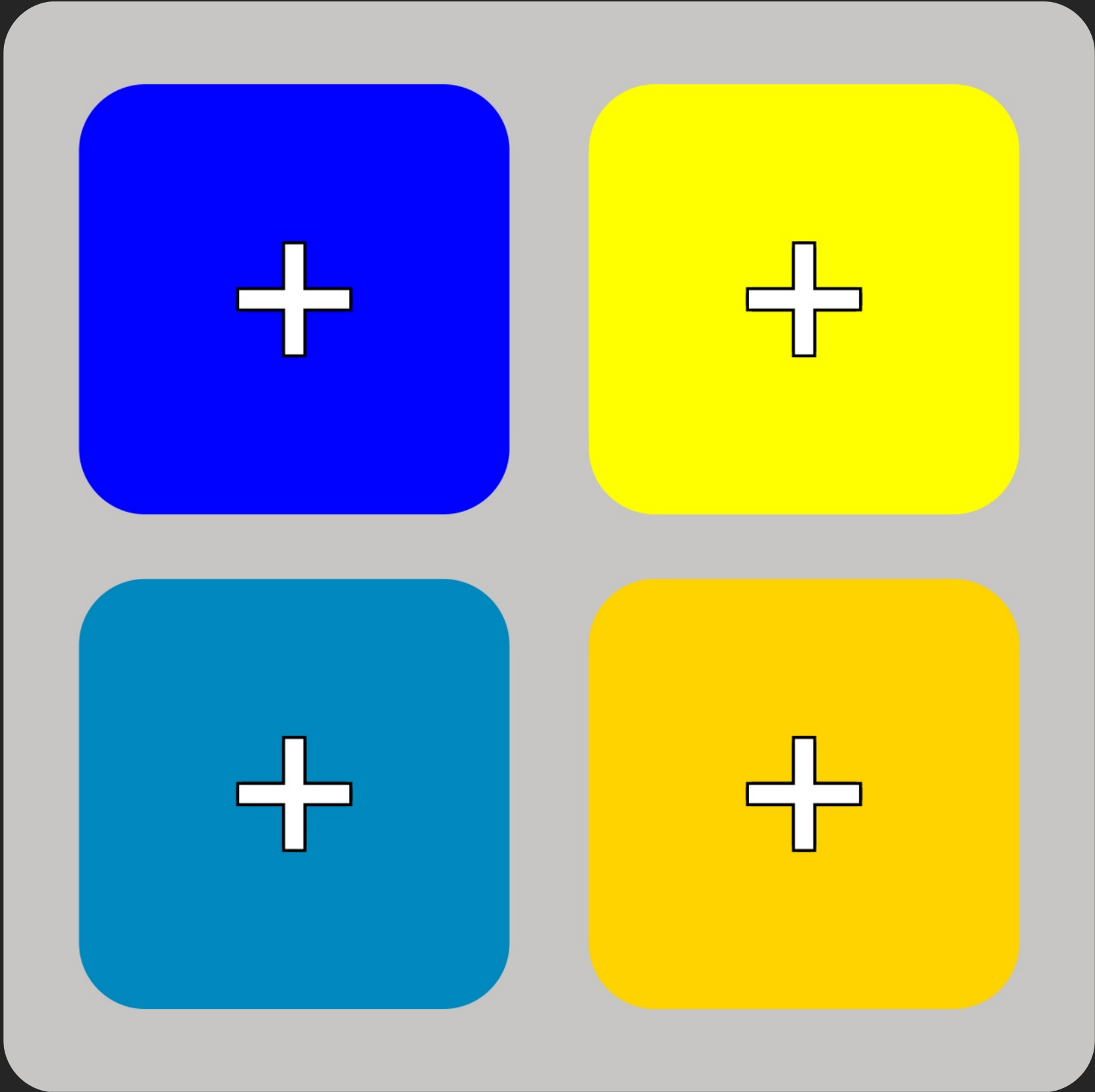
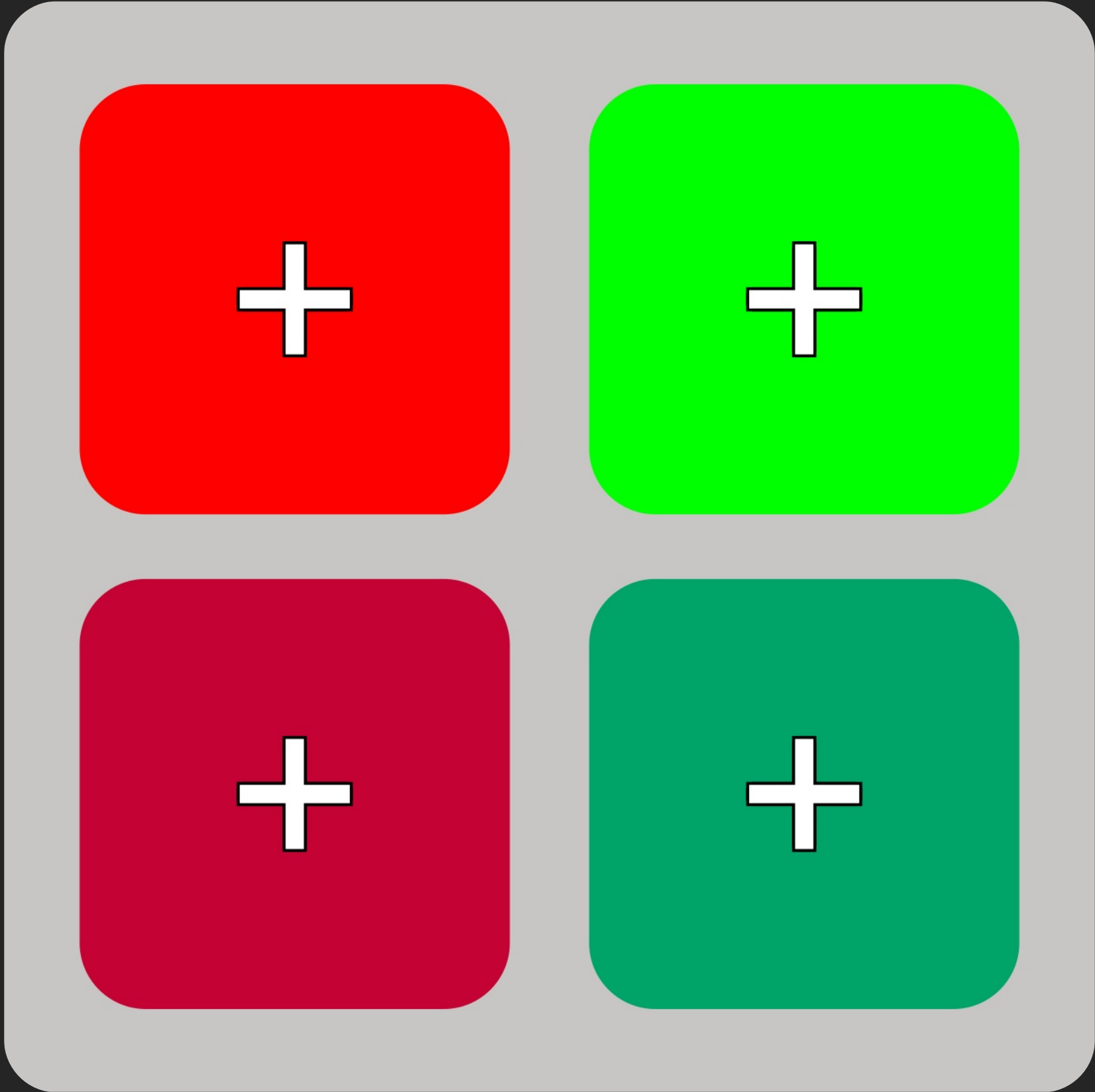


Les neurones



Cercle chromatique dans le système d'Ewald Hering, mélangeant deux échelles de deux couleurs (bleu-jaune et vert-rouge).

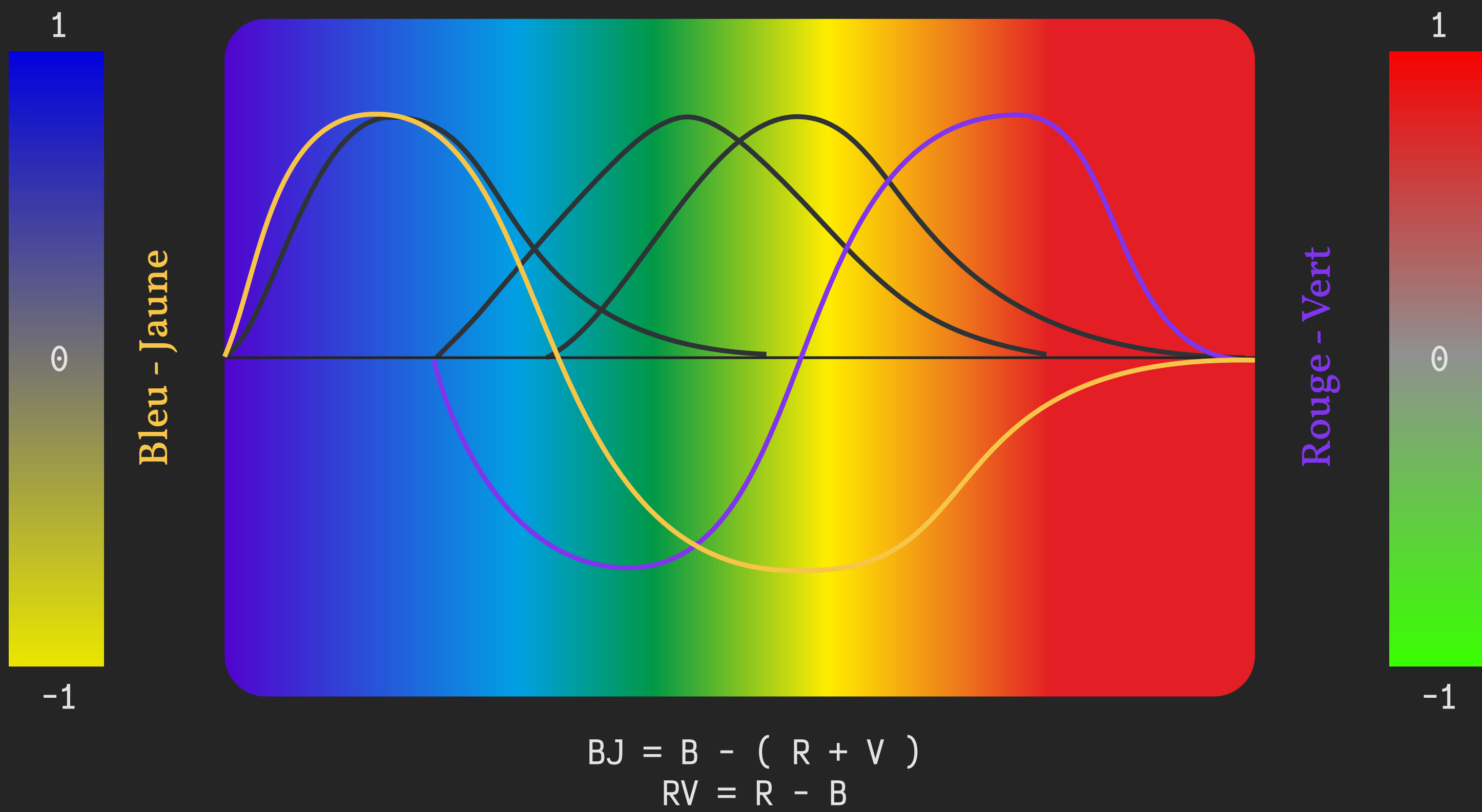




Couleurs

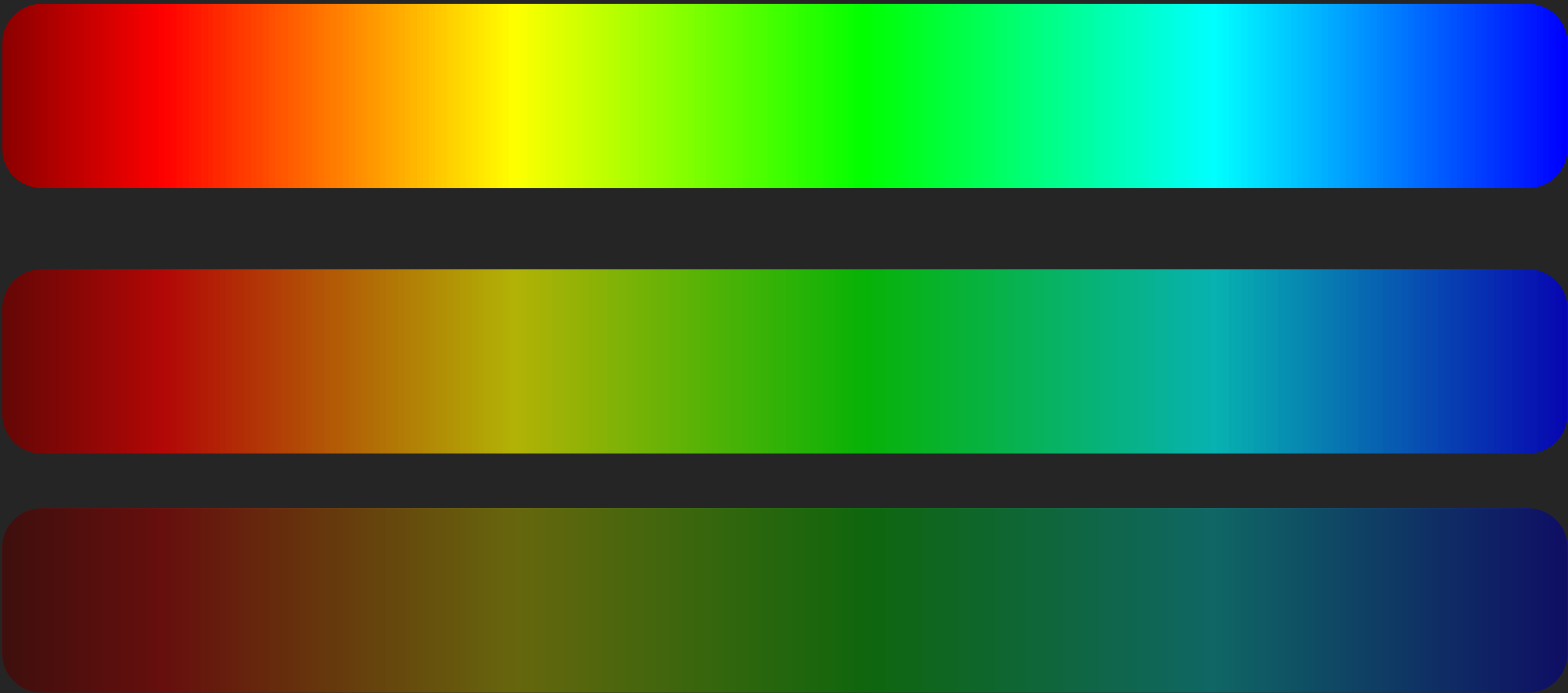
Interdites





Teintes

monochromatiques ou saturées

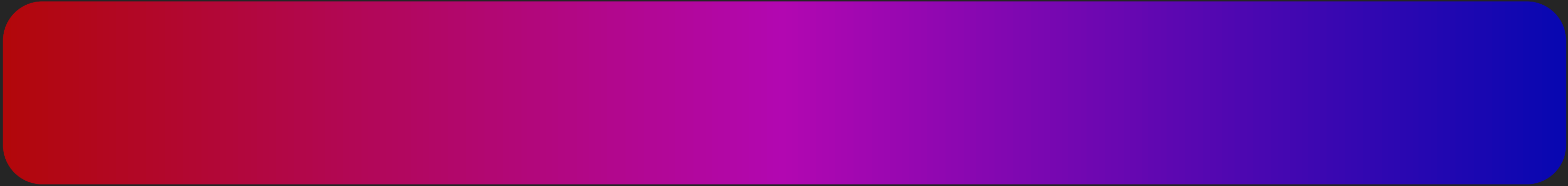
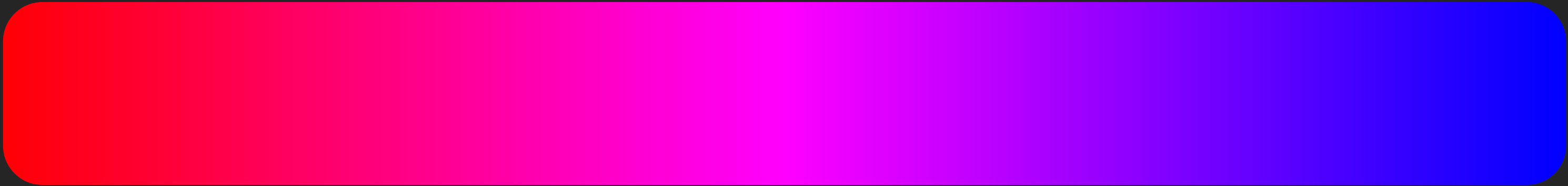


Couleurs monochromatiques



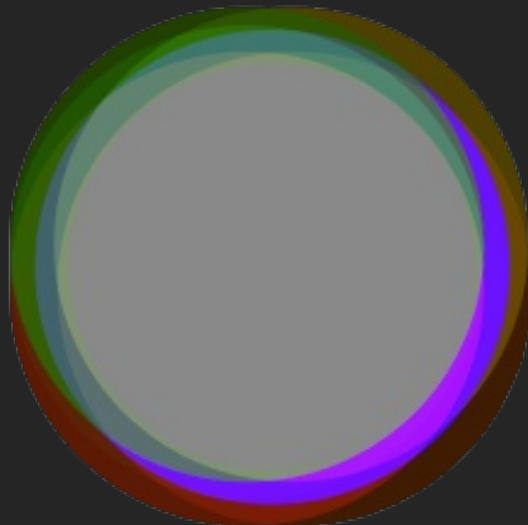
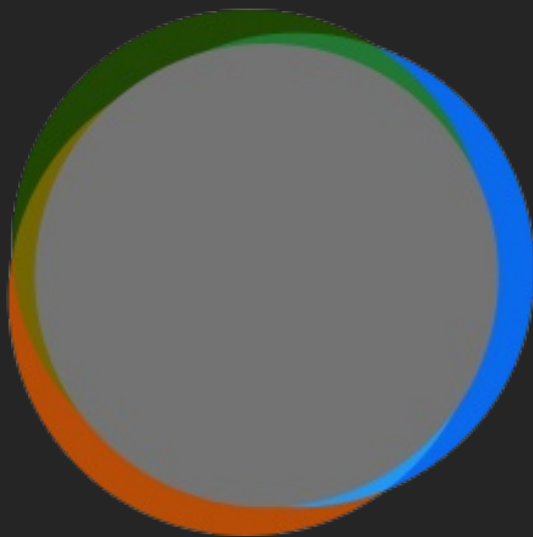
Pourpre

Pourpes



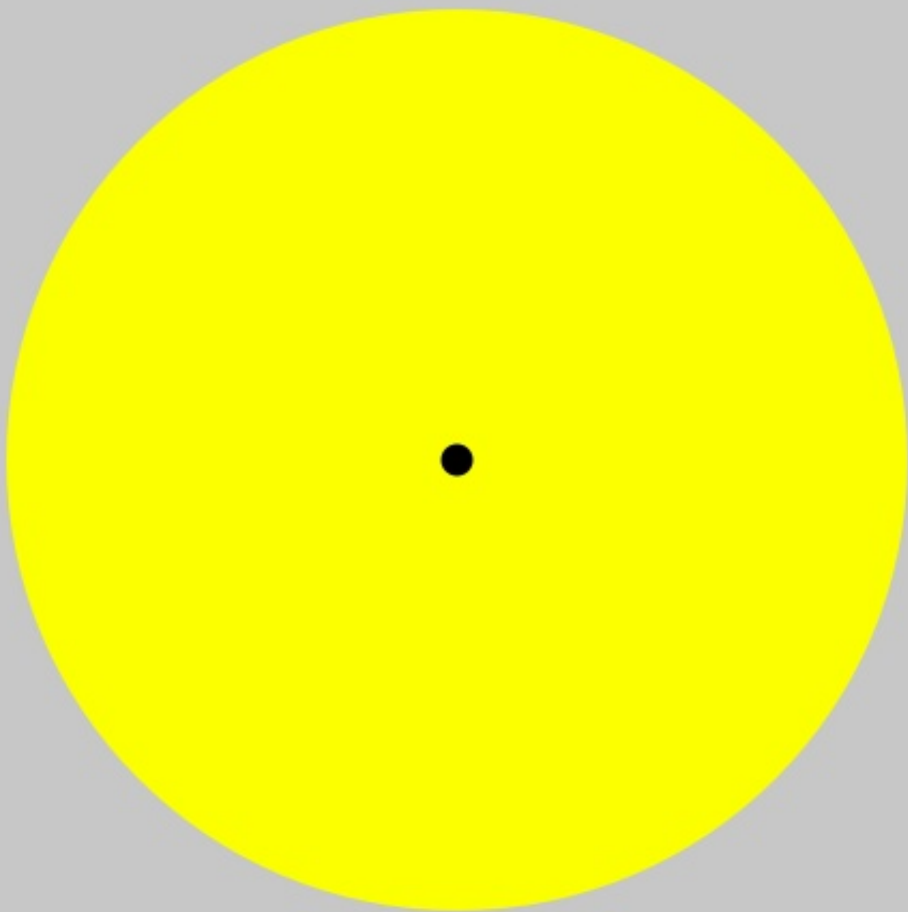
Blancs

et gris



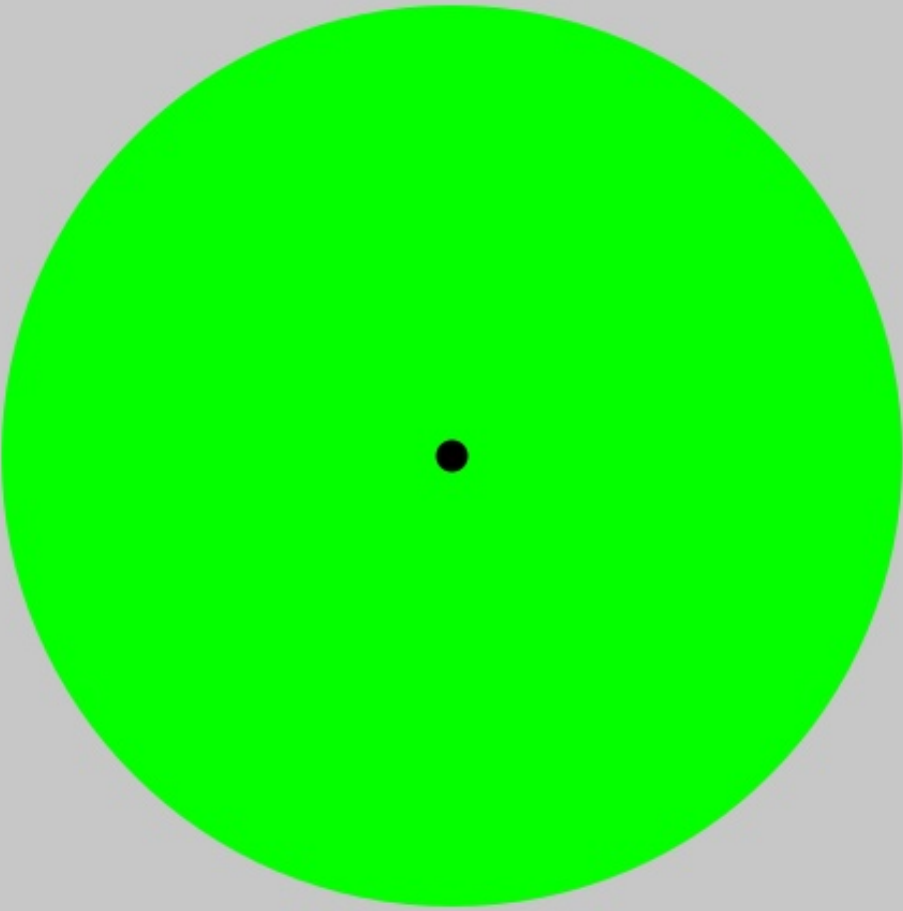
Complémentaires





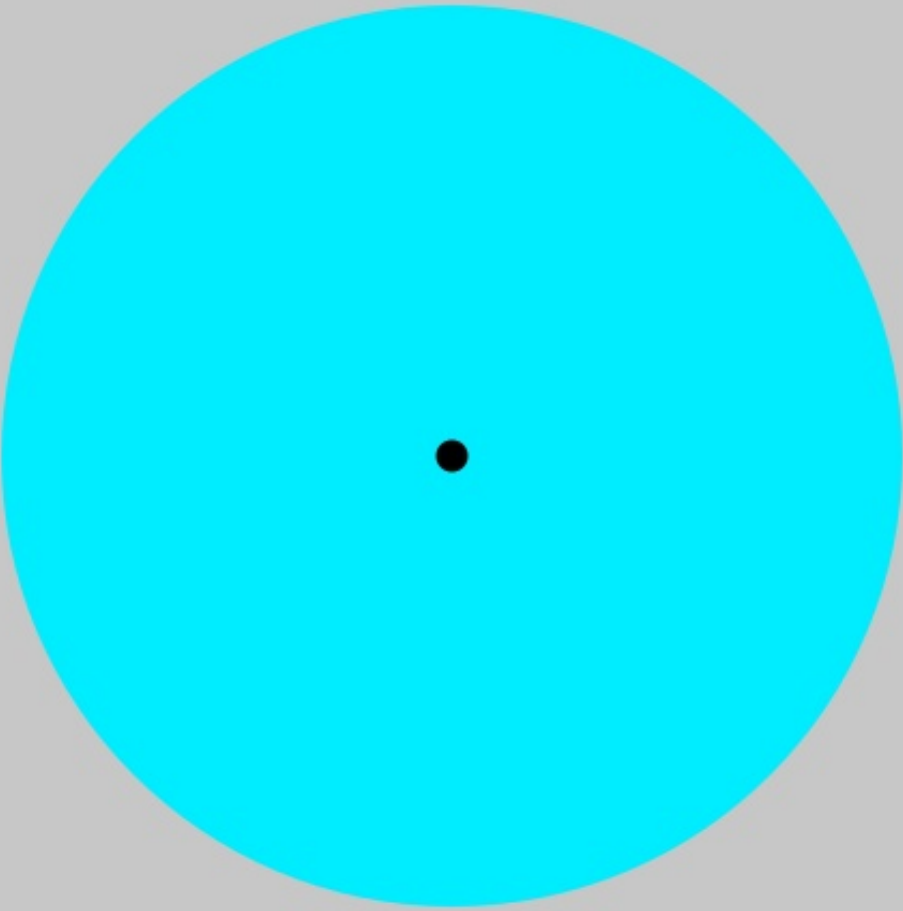
Couleur strygienne





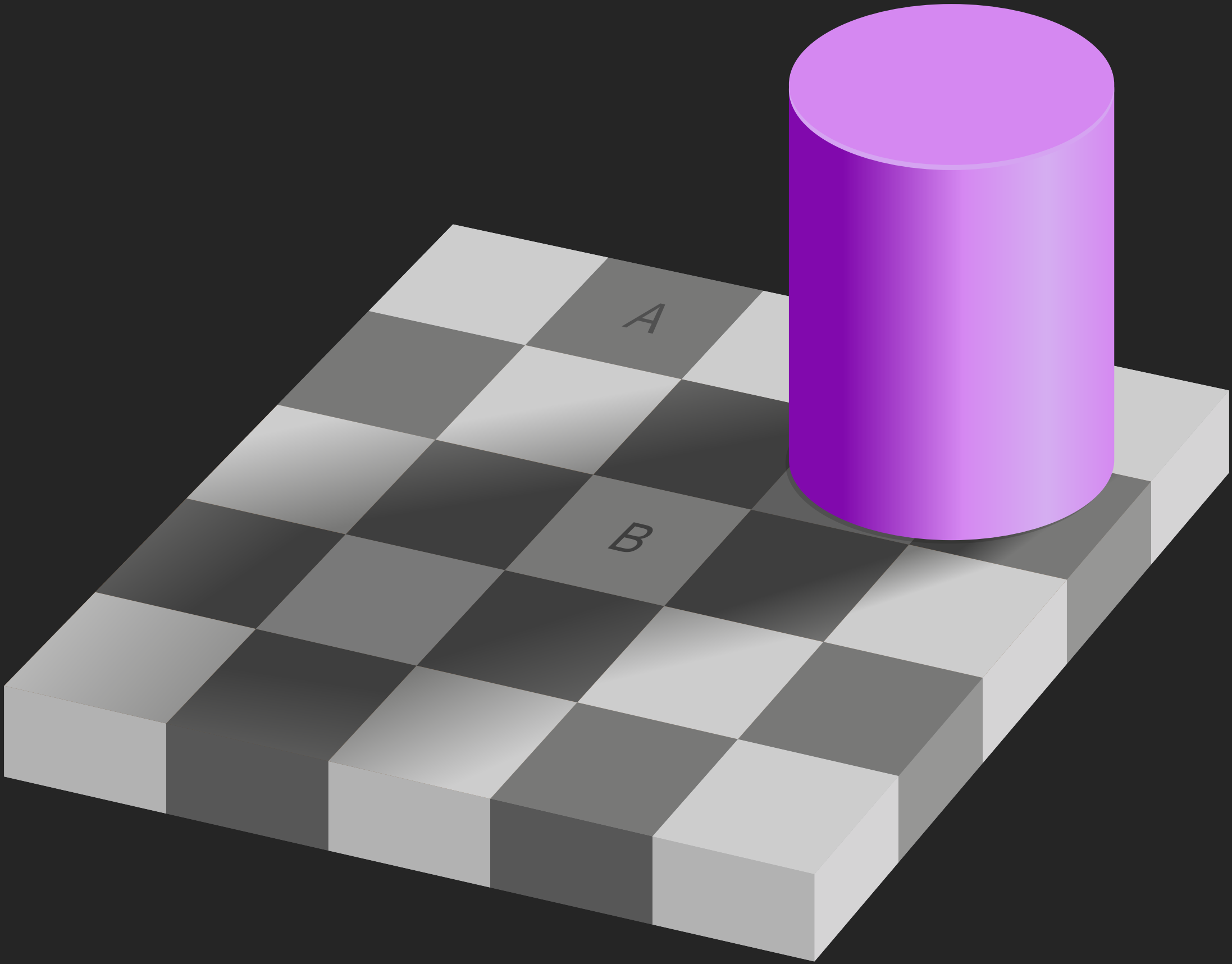
Couleur autolumineuse



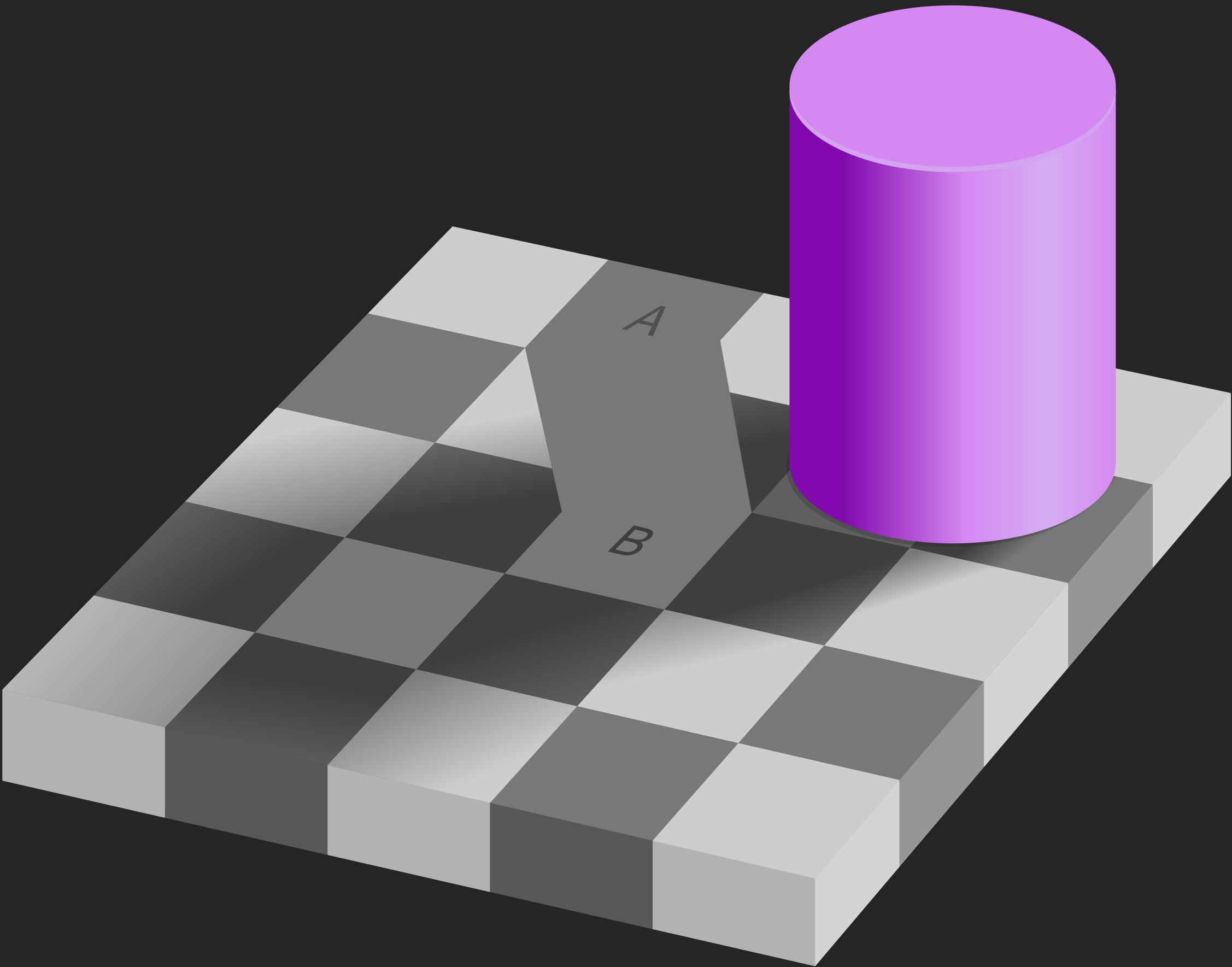


Couleur hyperbolique

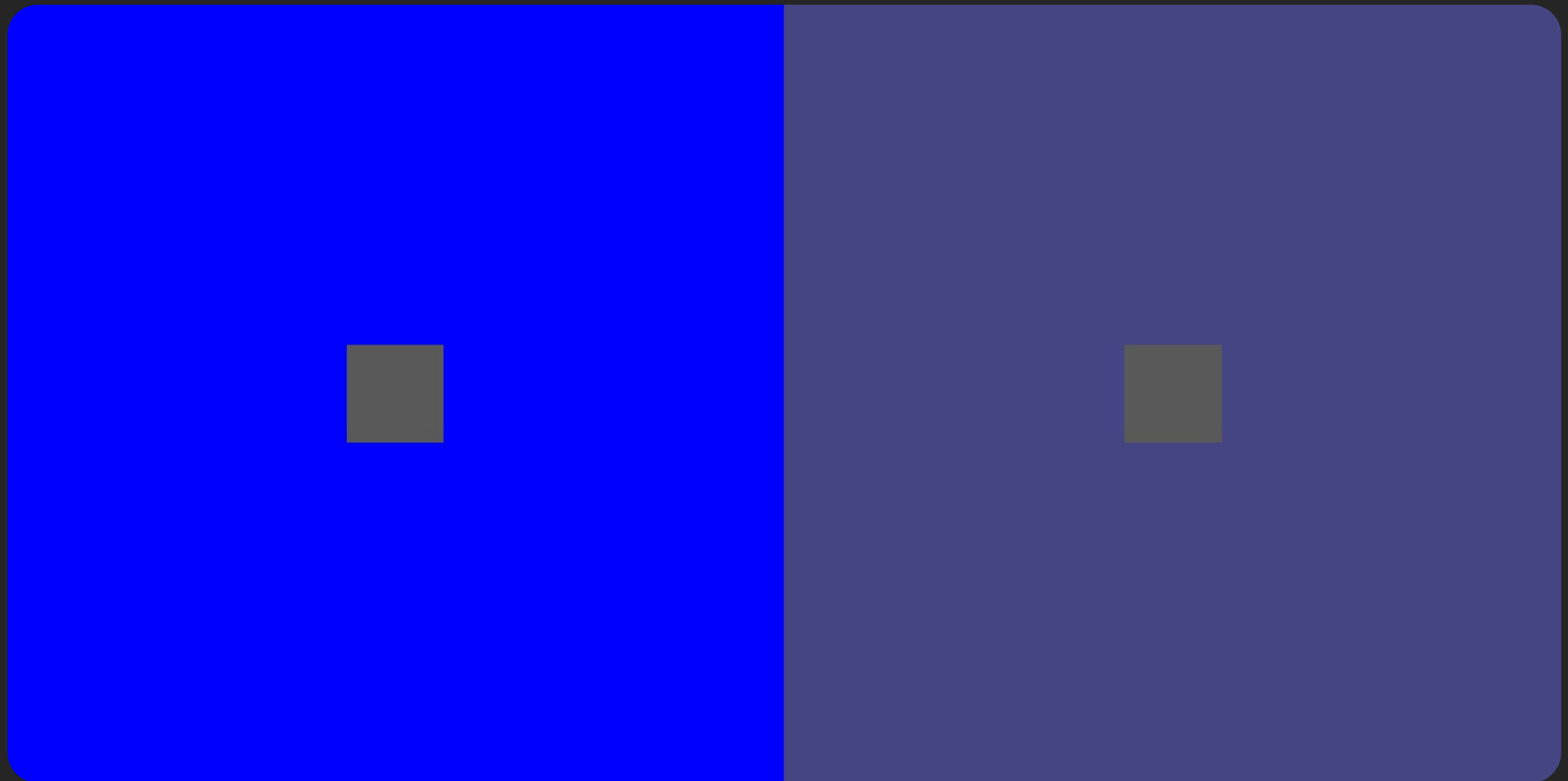




Lequel de ces carreaux, A ou B, est le plus foncé ?



Les carreaux sont parfaitement identiques.



À luminance égale, la luminosité perçue d'une lumière colorée augmente avec la pureté.
Les deux grands carrés ont la même luminance (7,25 %).
Les deux petits carrés centraux ont également la même luminance (10 %).



Blanc ?



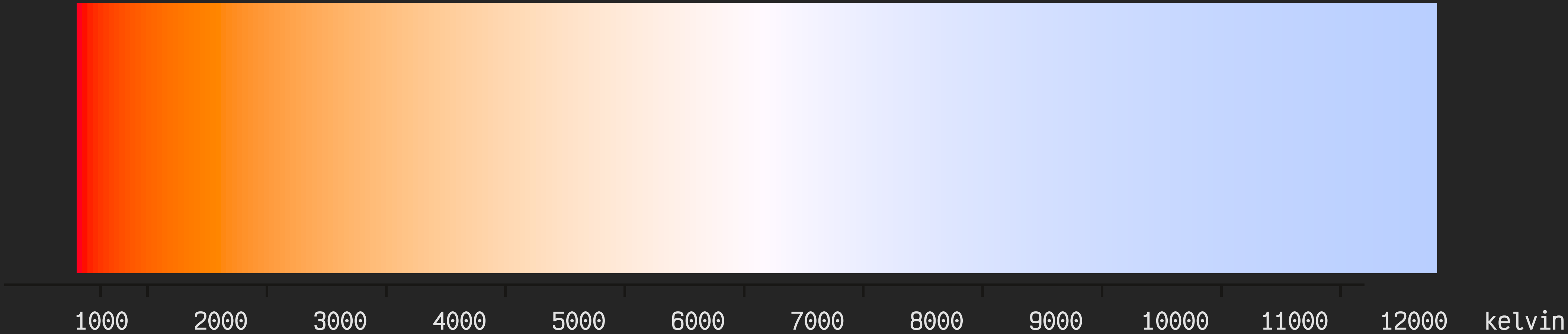
Crevasse aux glacier des Géants,
Gabriel Loppé, 1896.



Glacier d'Arolla,
François Diday, 1874

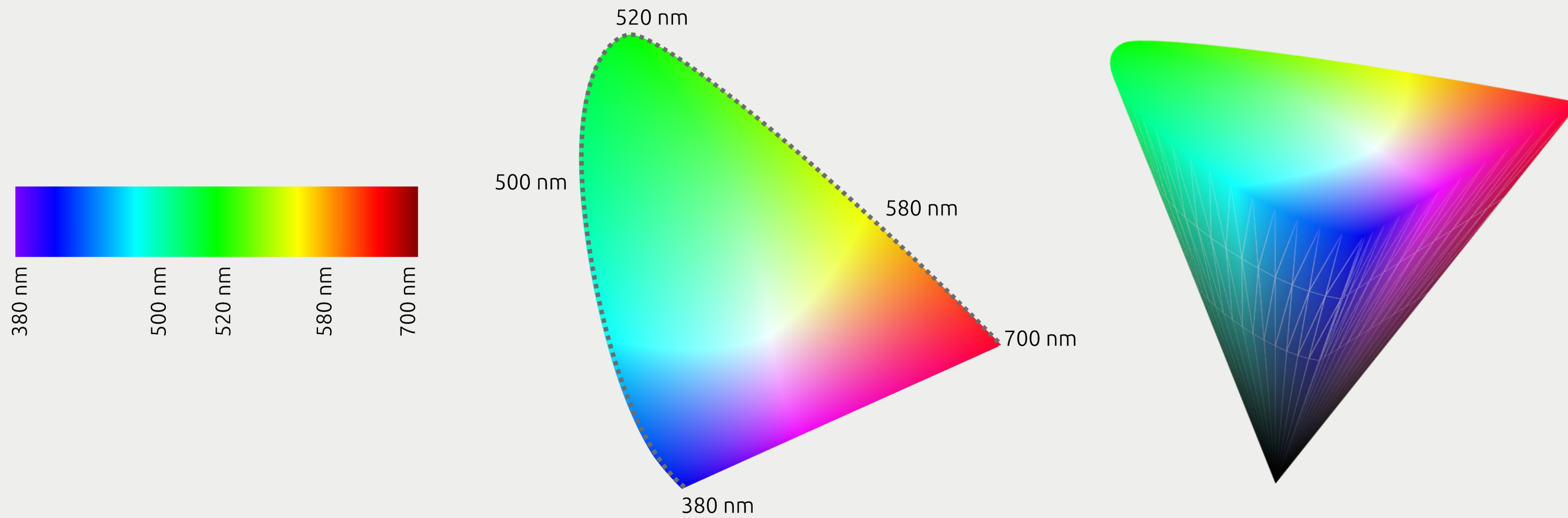


Balance
des blancs

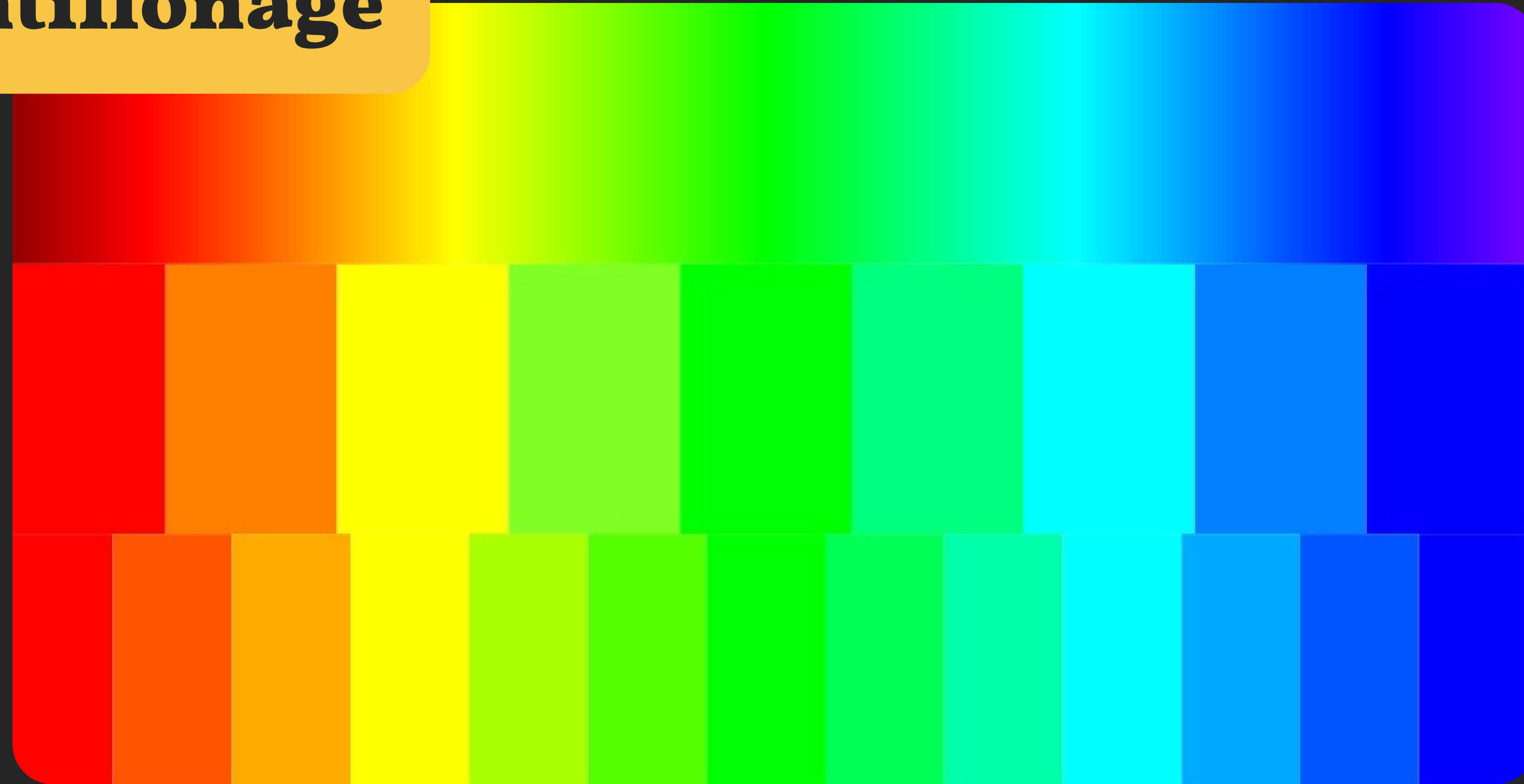


Le lieu planckien

CIE XYZ



Échantillonnage

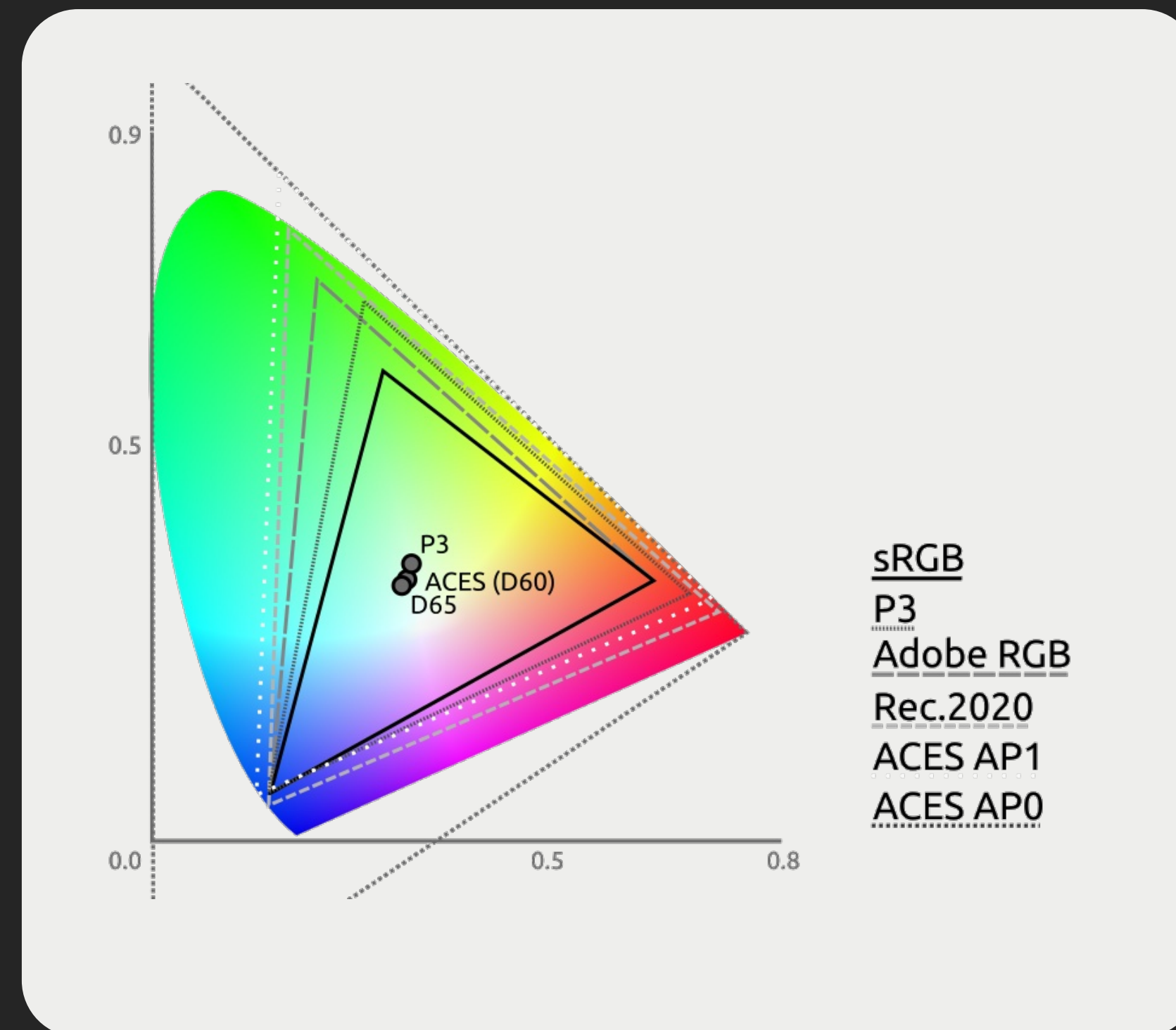


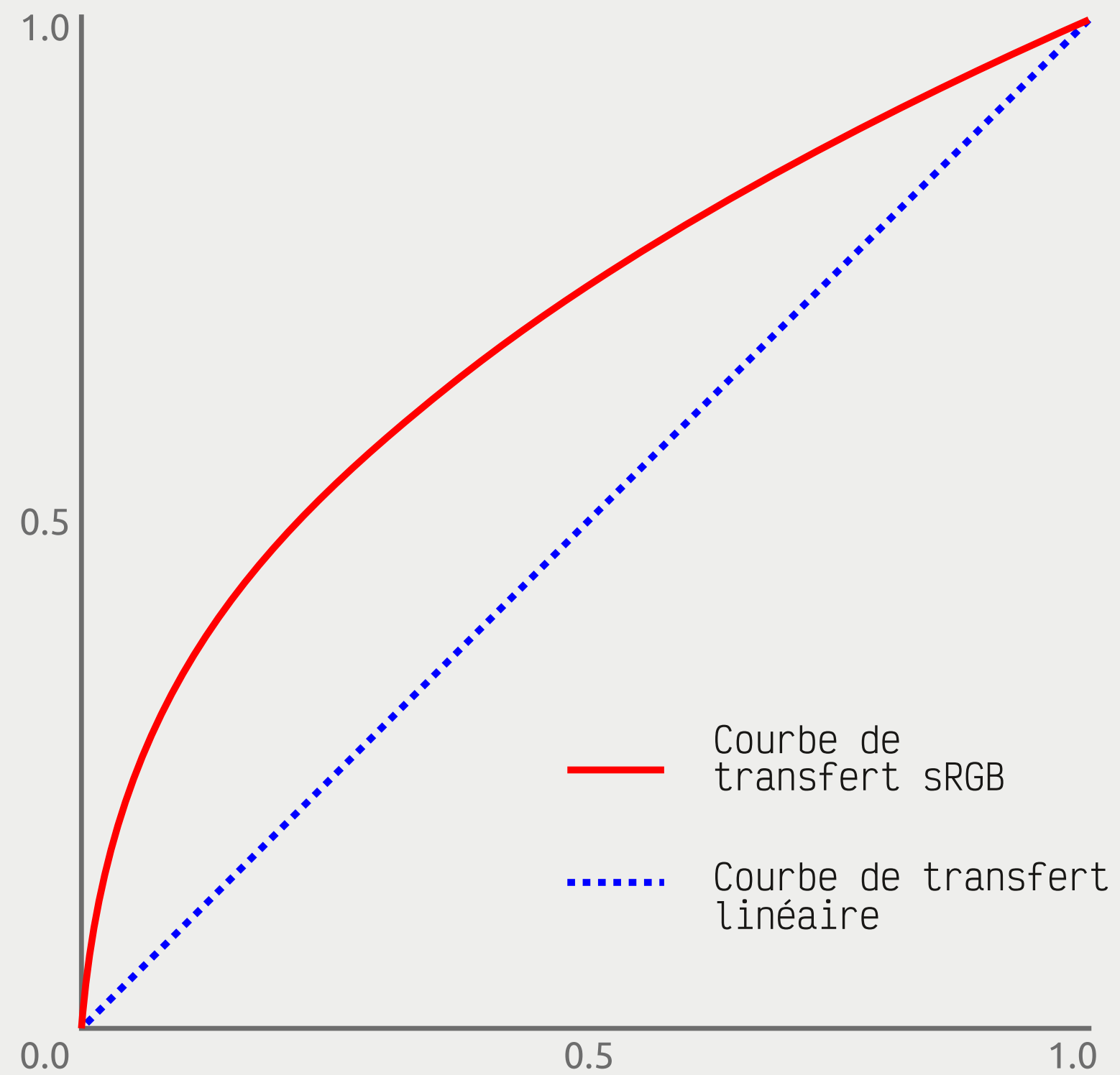
1920 px *x* 1080 px *x* 3 primaires *x* 8 bits *x* 24 ips *x* 60 s *≈* 64 Gb/mn *≈* 8 Go/mn



Espaces

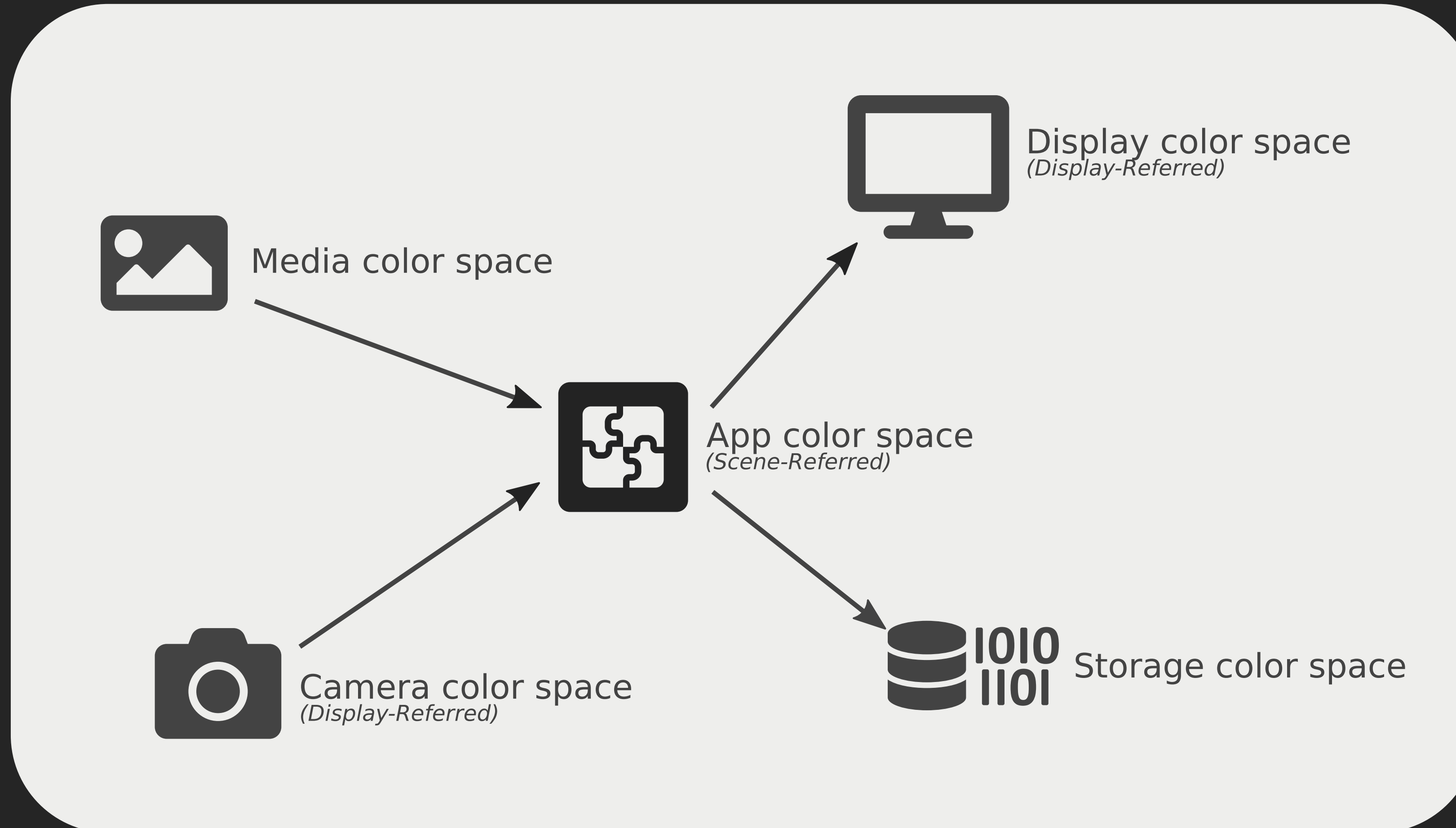
Colorimétriques





Courbes de transfert





Espaces courants

sRGB / CIE 61966-2-1 / IEC 61966-2-1

> écrans, images numériques

Rec.709 / UIT-R BT 709

> TV / Vidéo HD

Rec.2020 / UIT-R BT.2020

> TV / Vidéo UHD / 4K+

Adobe RGB

> Photo / Print

ACES

> Image de synthèse, Post production



Pixels

RGB

R



G



B



R

G

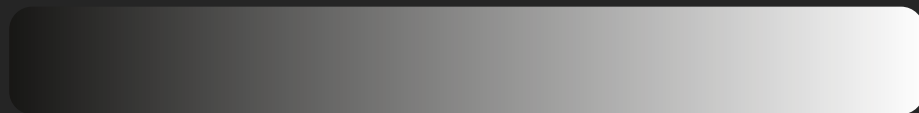
B



Pixels

YUV

Y



U



V



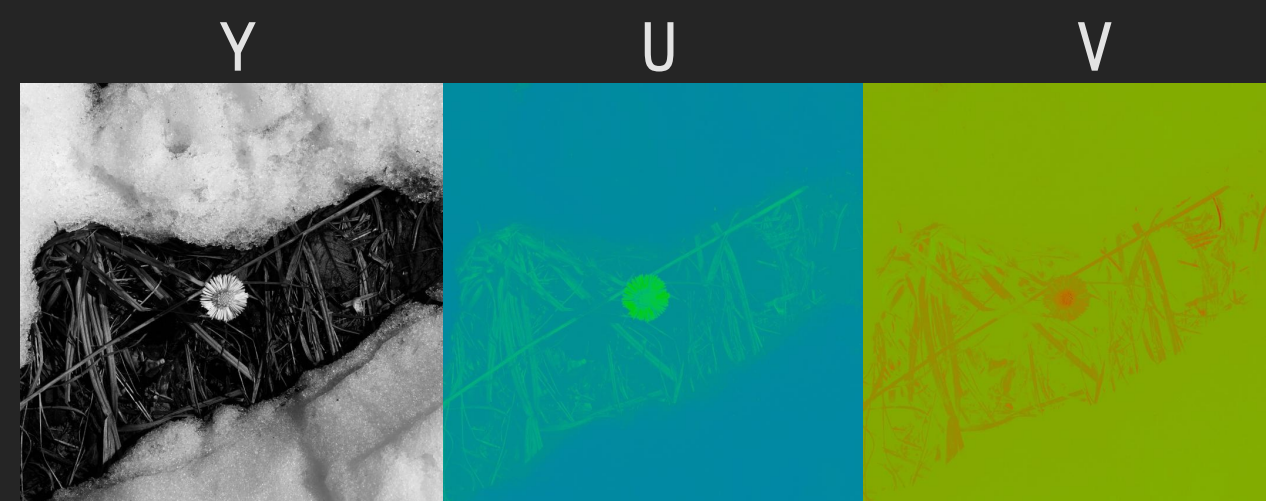
Y

U

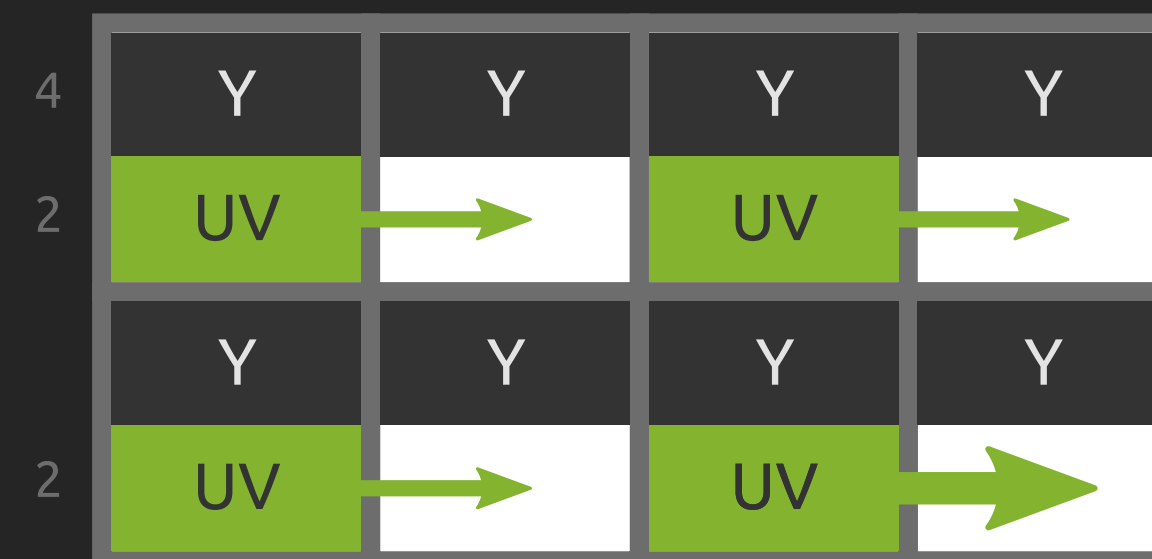
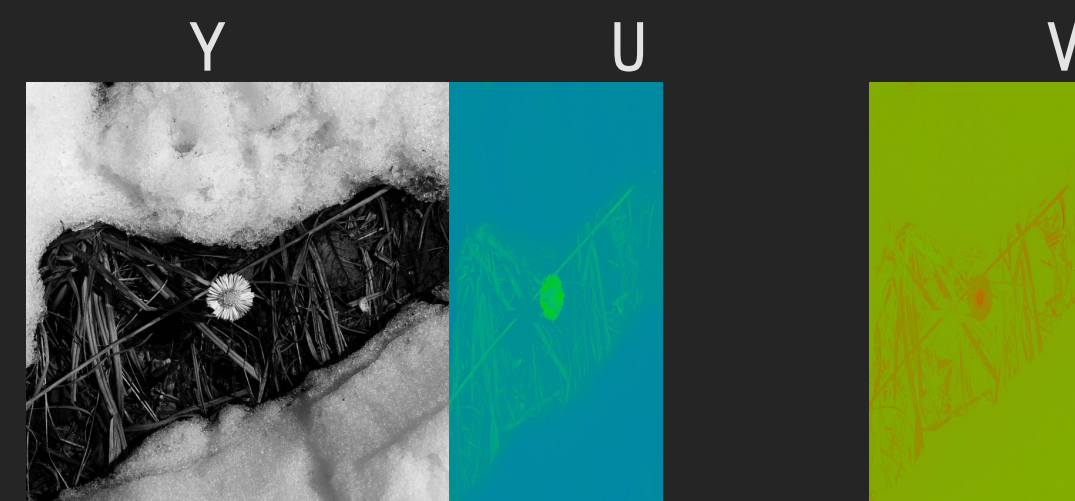
V



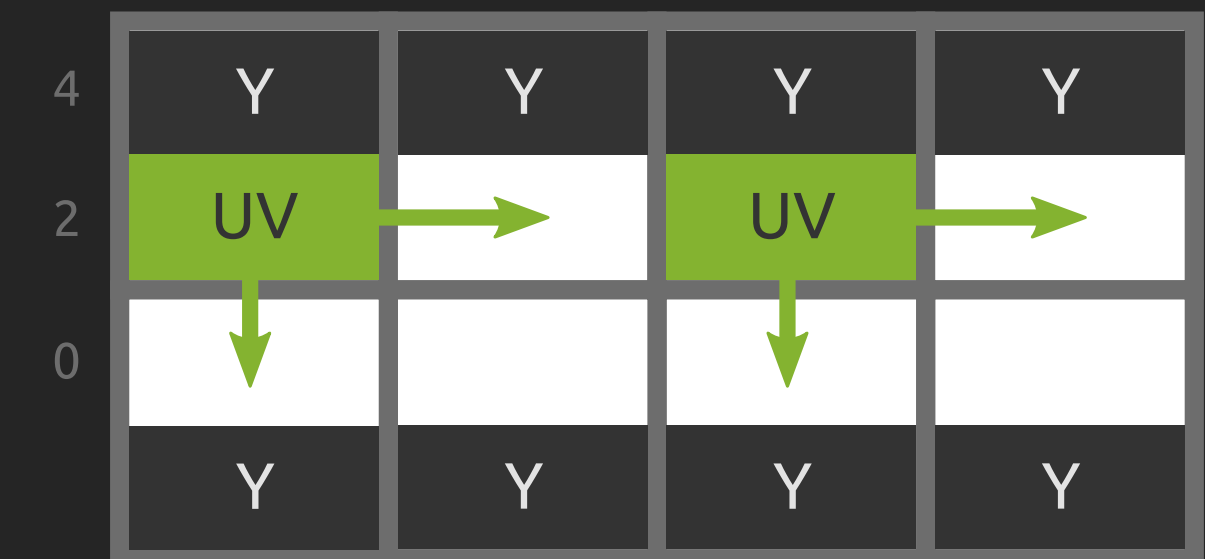
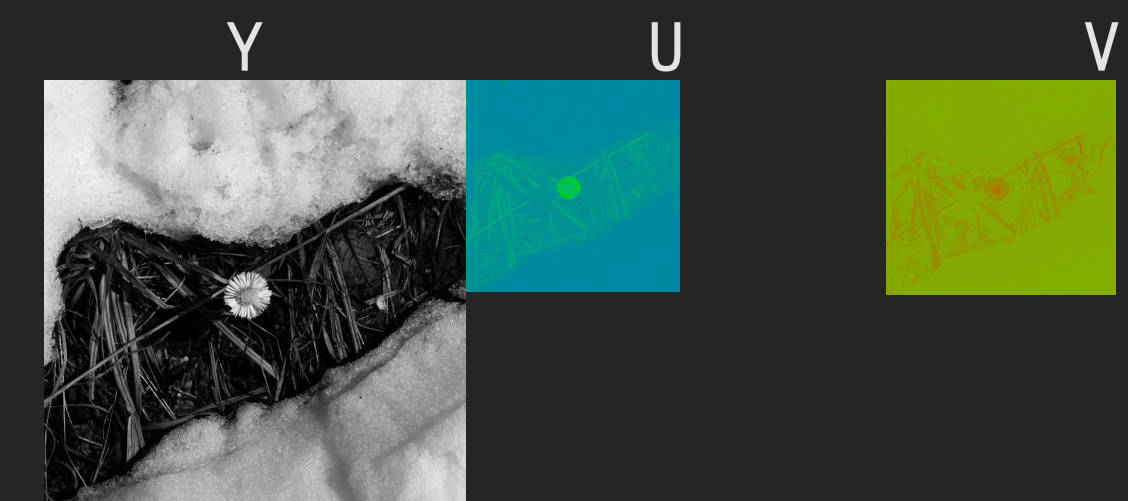
Sous-Échantillonnage



4:4:4



4:2:2



4:2:0



Format

numérique

RGB

- > 8 bpc / 24 bits / 24 bpp / 32 bits avec alpha
- > 16 bpc / 48 bits / 48 bpp / 64 bits avec alpha
- > 32 bpc / 96 bits / 96 bpp / 128 bits avec alpha

YUV

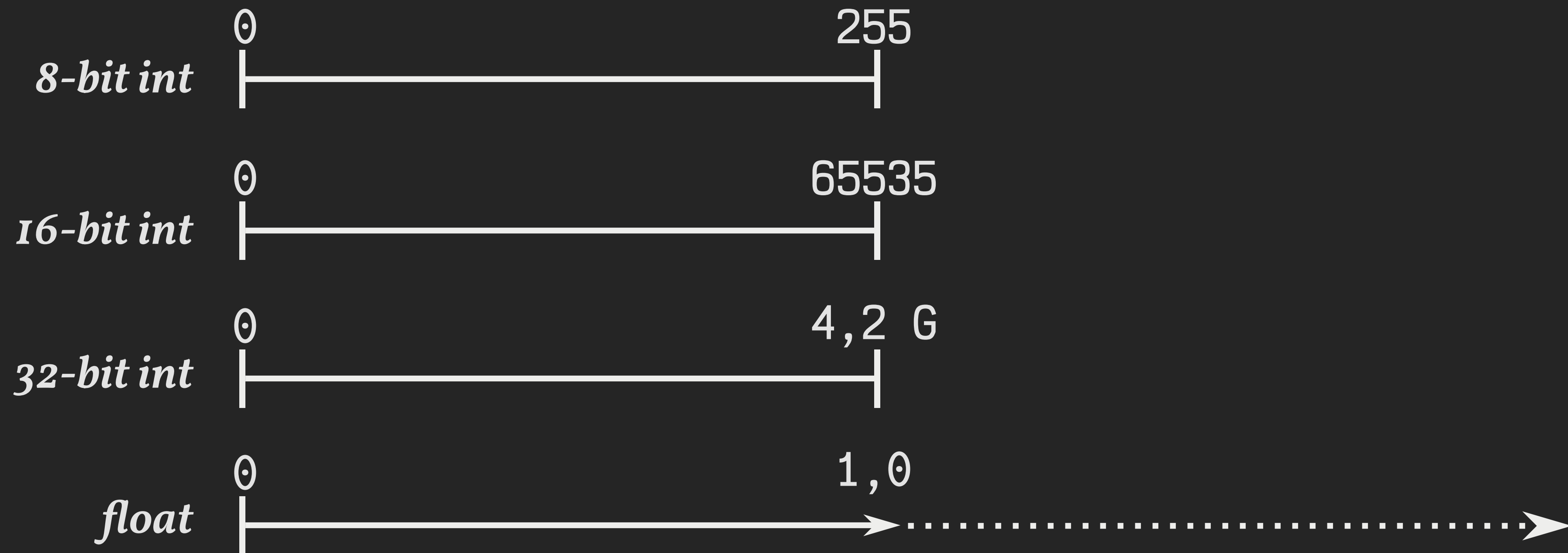
- > 8 bits
- > 10 bits
- > 12 bits

Int vs Float

TV / Limited vs PC / Full



integer
floating point



Range



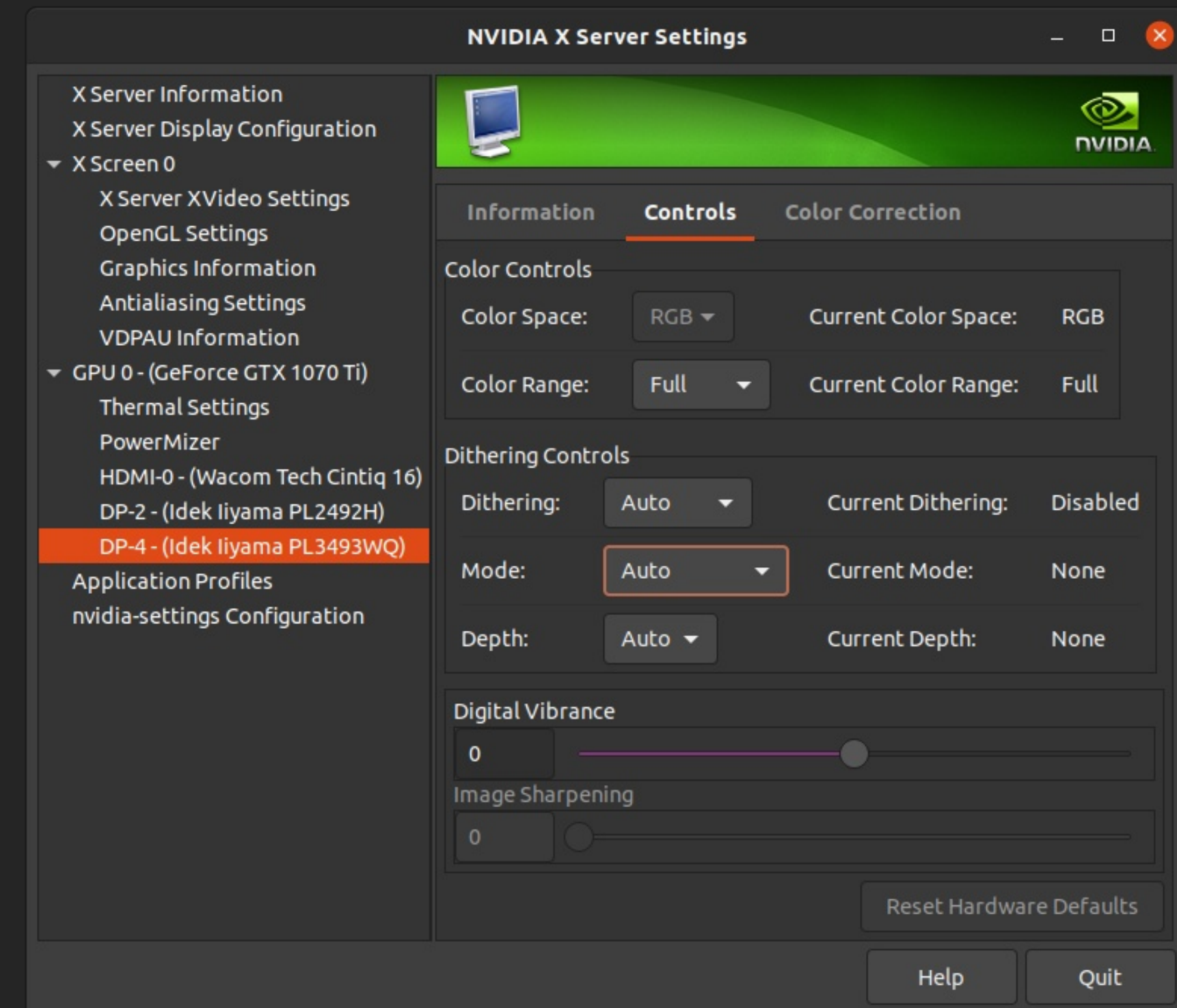
Image correcte



Full Range
Affiché sur une TV
limited range



Limited Range
Affiché sur un écran
full range

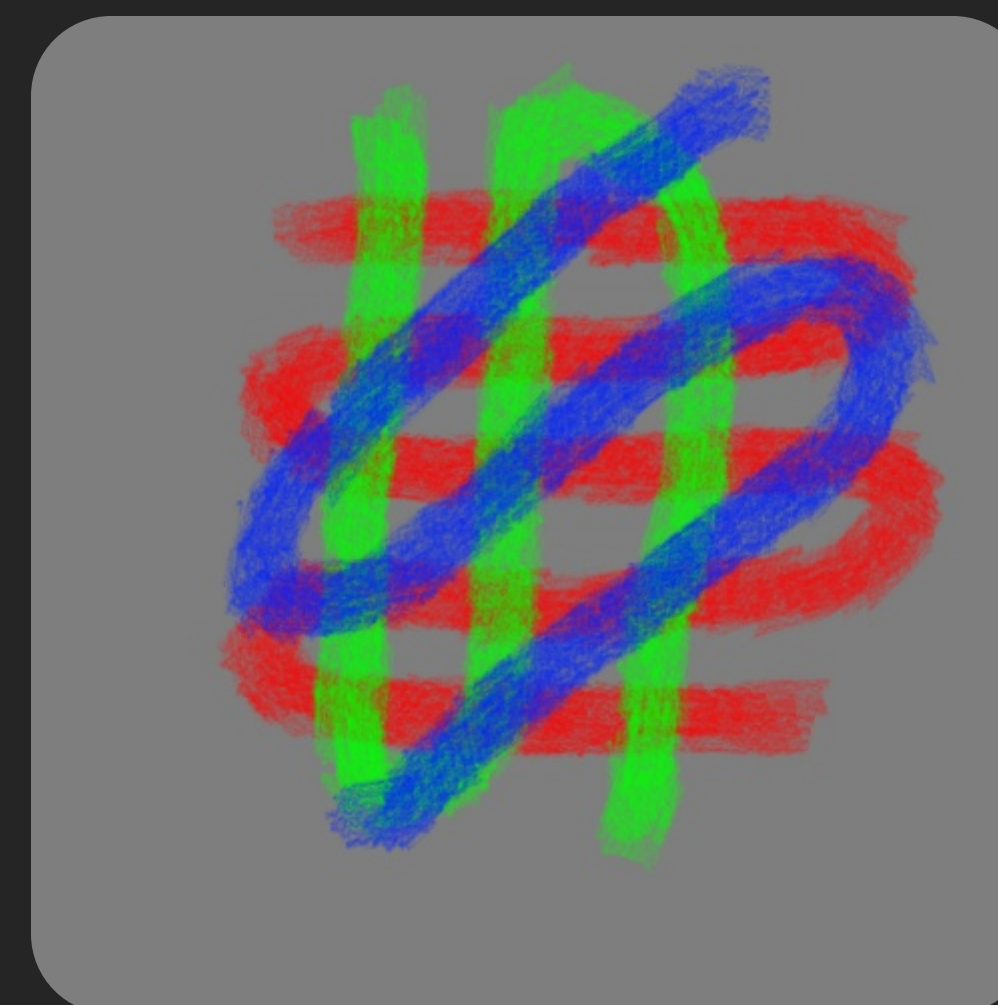
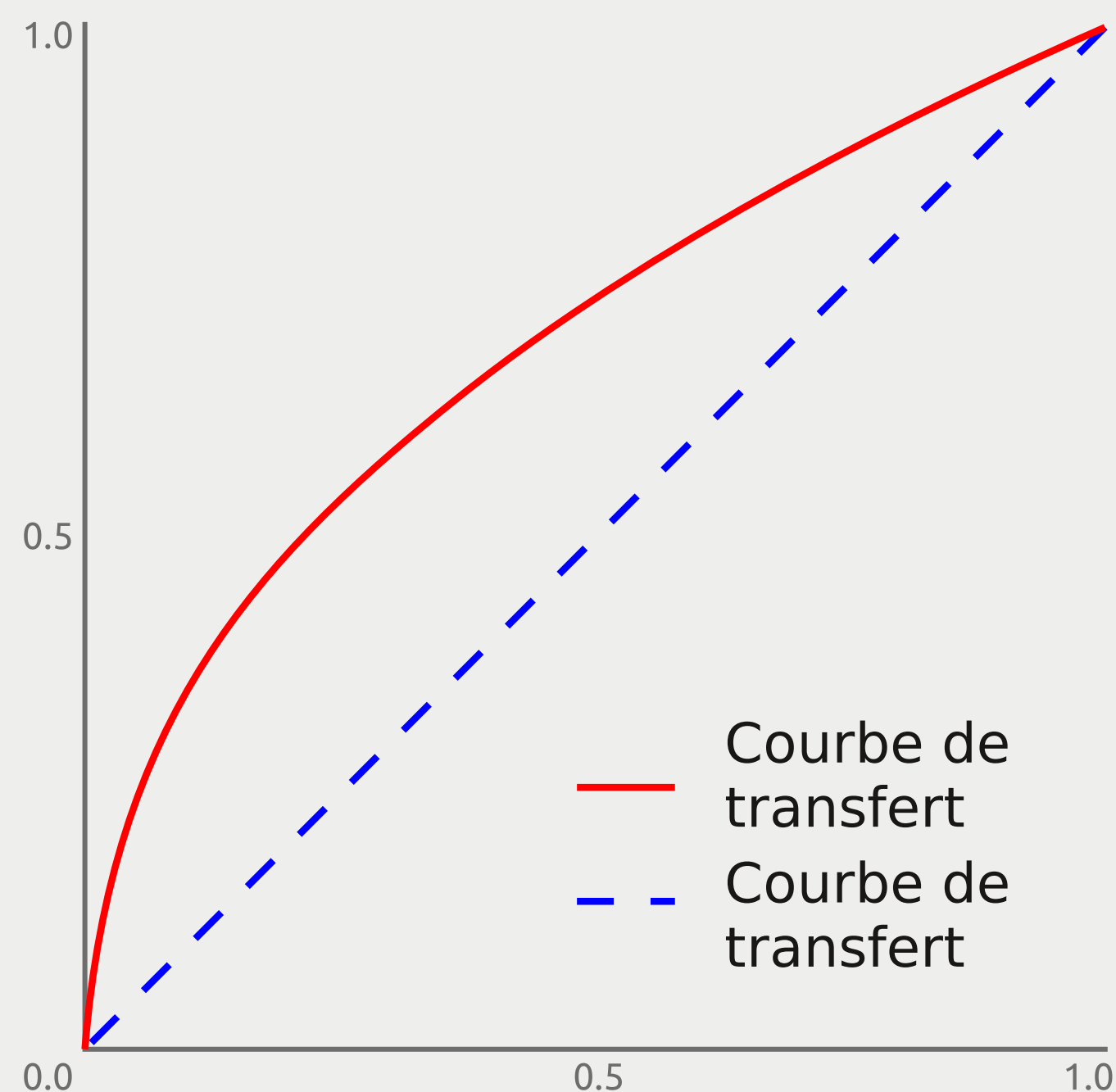


Exemple de paramètres via les réglages d'une carte graphique Nvidia (sous Linux). Notez surtout ici le paramètre color range, à mettre sur Full si l'écran est un écran d'ordinateur, et Limited si c'est un téléviseur.

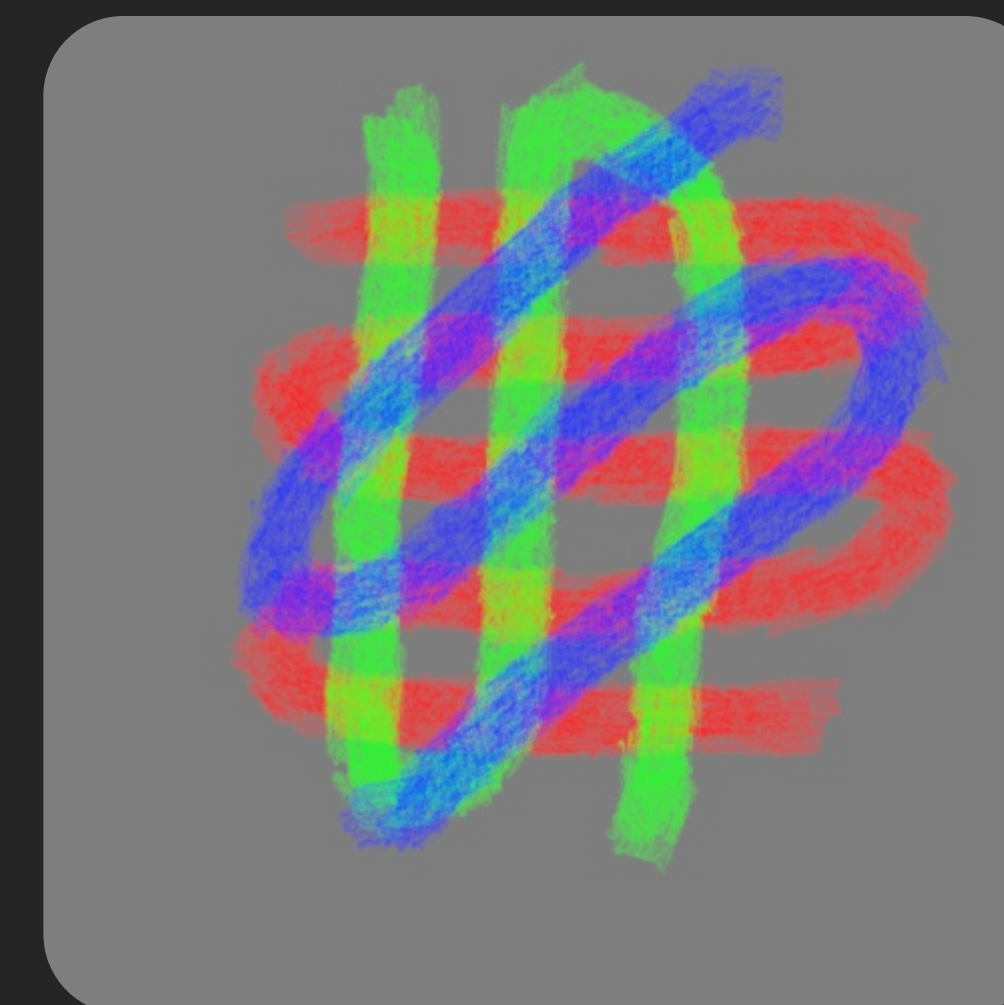


Courbes

de transfert / Gamma



Fusion des couleurs avec un gamma 2.2



Fusion des couleurs linéaire

Remarquez comme les couleurs se mélangent de manière plus naturelle en linéaire, notamment le bleu dans le rouge qui tire sur le magenta, et surtout comment les mélanges ne s'assombrissent pas et ne désaturent pas les couleurs.



Formats d'image

OpenEXR

Format d'échange/travail
standard par excellence

Pas d'espace
colorimétrique

Float

RGB / YUV 4:4:4, 4:2:2 - Full Range

Alpha

16 bpc / 32 bpc

TIFF

Exports
Utile en impression

sRGB
CMYK
CIE Lab...

Int

RGB - Full Range

Alpha

8 bpc / 16 bpc

JPEG

Exports

sRGB

Int

YUV 4:2:2 - Full Range

Sans Alpha

8 bpc

PNG

Exports
Utile en impression

sRGB
Rec.2020 (HDR)

Int

RGB - Full Range

Alpha

8 bpc / 16 bpc



Vidéo

Conteneur *muxer*

MP4 (.mp4)
Quicktime (.mov)
Matroska (.mkv)
Material eXchange
Format (.mxf)
OGG (.ogv / .ogg)
WebM (.webm)
DCP

Norme *format*

h.264 / AVCHD / MPEG-4
h.265 / HEVC
Apple ProRes
DnXHD / DnXHR
FFV1
VP3
VP8 / VP9
JPEG-2000
Real-Length Encoding (RLE)

Encodeur *codec*

x264
prores
Google VP9
On2 VP8
Quicktime Animation
Windows RLE
On2 VP3 / Theora



Audio

Conteneur *muxer*

Conteneurs vidéo +
MP3 (.mp3)
OGG (.oga / .ogg)
FLAC (.flac)
Waveform (.wav)

Norme *format*

(Uncompressed) PCM
MPEG-I/2 Audio Layer 3
(MP3)
Advanced Audio Coding
(AAC)
Vorbis
Opus
Free Lossless Audio Codec
(FLAC)



Fréquence d'images

framerate
fps

Cinéma 24 fps
 48 fps

TV (Europe) 25 fps

Streaming,
Fichier 24 / 25 /
 29,97 / 30 /
 50 / 60 fps...

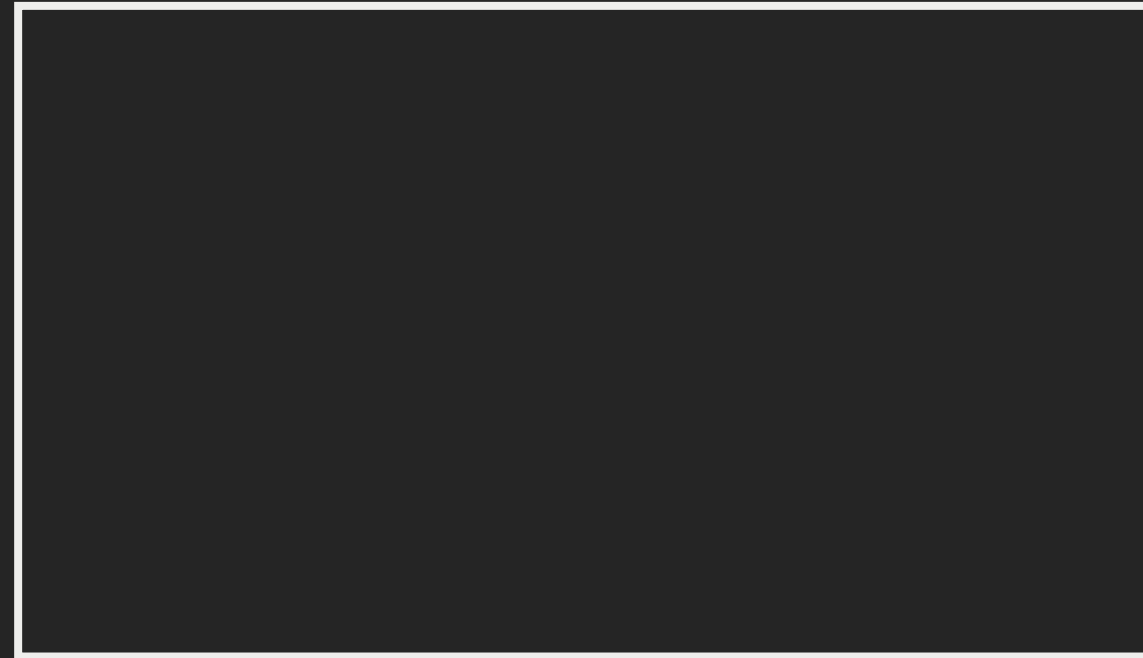
TV (US,
Japon) 29,97 fps



Format

Ratio

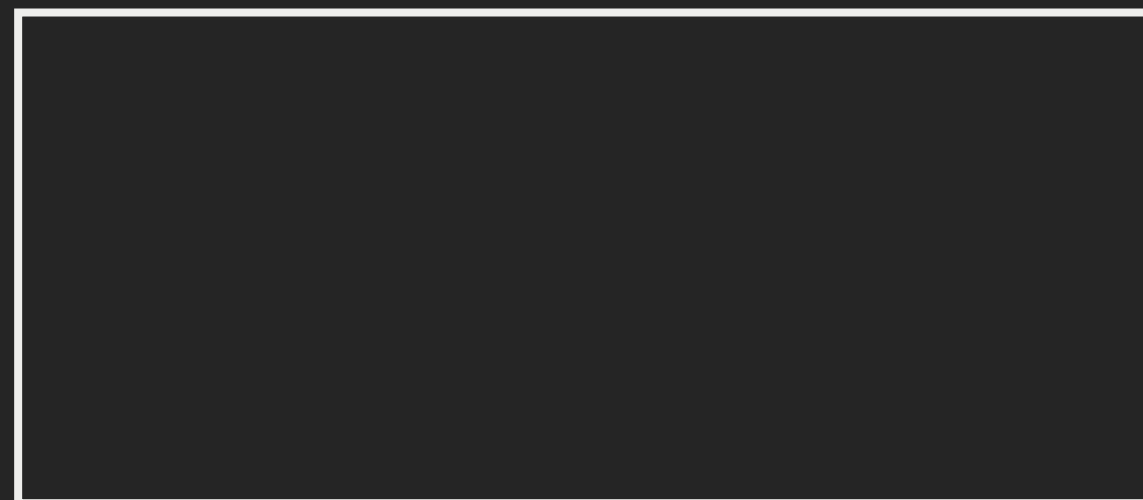
16/9 / 1.78:1



Flat / 1.85:1



Scope / 2.35:1



Résolution

Standards vidéo

Cinéma 2K Flat : 1998 x 1080
 Scope : 2048 x 858

Cinéma 4K Flat : 3996 x 2160
 Scope : 4096 x 1716

HD 16/9: 1920 x 1080

UHD 16/9: 3840 x 2160



Résolution

Non-standard HD / UHD

Pour écrans
numériques

HD Flat : 1920 x 1038
Scope : 1920 x 804

ou

16/9: 1920 x 1080 avec :
Bandes noires : 2 x 21 px
Bandes noires : 2 x 138 px

UHD Flat : 3840 x 2076
Scope : 3840 x 1608

16/9: 3840 x 2160 avec :
Bandes noires : 2 x 42 px
Bandes noires : 2 x 276 px



Obsolète

Ou presque

**Formats de
pixels**

Carrés (1:1)

Ou autre en VFX/Cinéma...

Anciens : PAL / NTSC

Entrelacement

Progressif (sans entrelacement)

Anciens : PAL / NTSC (pair/impair)



Audio

Échantillonnage Musique : 44 100 Hz (44,1 kHz)
Vidéo : 48 000 Hz (48 kHz)
Format de travail / Captation :
96 000 Hz (96 kHz)
192 000 Hz (192 kHz)

Bit depth **16 bits**
Captation : 24 bits
Travail : 32 / 64 bits



Débit et qualité

Bitrate
*Équivalent à
définir la taille de fichier*

On cherche le plus petit fichier possible, pour une qualité voulue.

Le débit définit directement la taille du fichier, et doit être ajusté en fonction de :

Fréquence d'images, résolution,
format de pixel, complexité (quantité
de mouvement dans l'image)

Un bon encodeur est censé avoir un paramètre de **qualité** qui ajuste le débit automatiquement en fonction de ces paramètres.



Débit et qualité

Bitrate

Le débit est toujours variable (VBR) sauf cas technique particulier (CBR).
C'est à dire qu'il s'ajuste en fonction de ce qui se passe à l'image.

Avec un débit variable, le "multi-pass" reste généralement inutile.
Il ne sert qu'à se rapprocher au maximum d'un débit moyen / d'une taille de fichier précise, par exemple pour remplir exactement un CD/DVD/BluRay

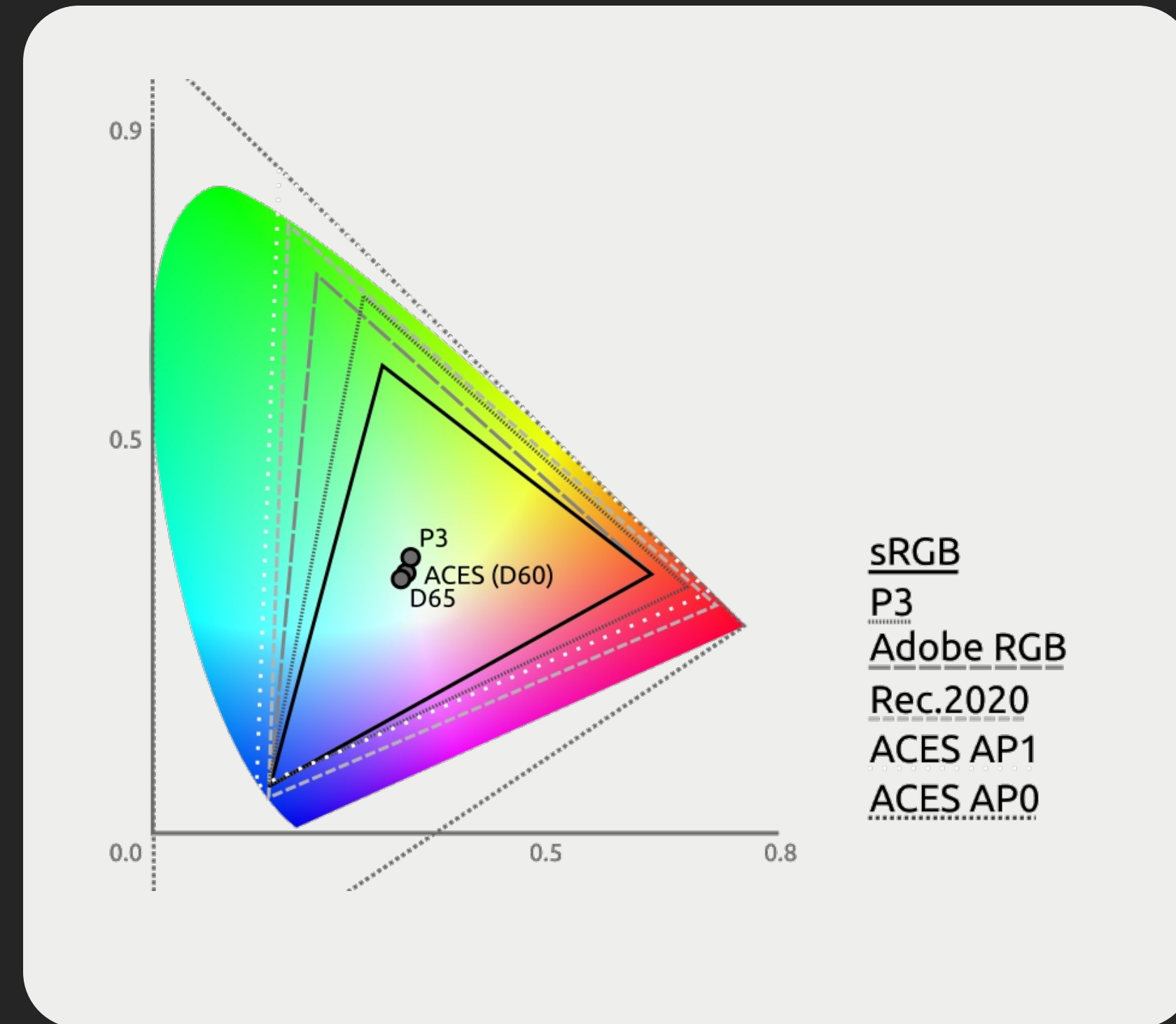
Exemples :

BluRay HD	24 Mbps / 180 Mo/mn / 10 Go/h
YouTube HD	2 Mbps / 30 Mo/mn / 1,8 Go/h



Espaces

Colorimétriques et rendu 3D



Synthèse des couleurs



sRGB reference

Synthèse des couleurs



Filmic



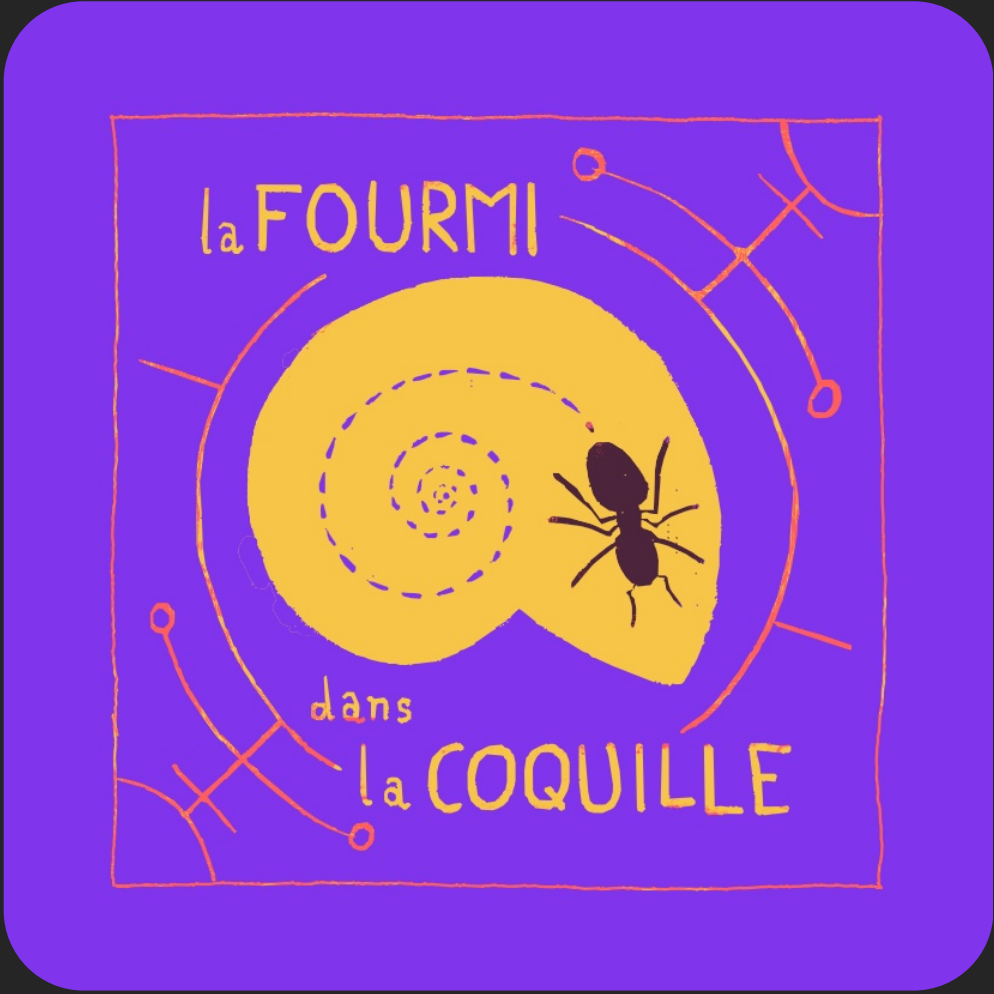


Filmic



AgX



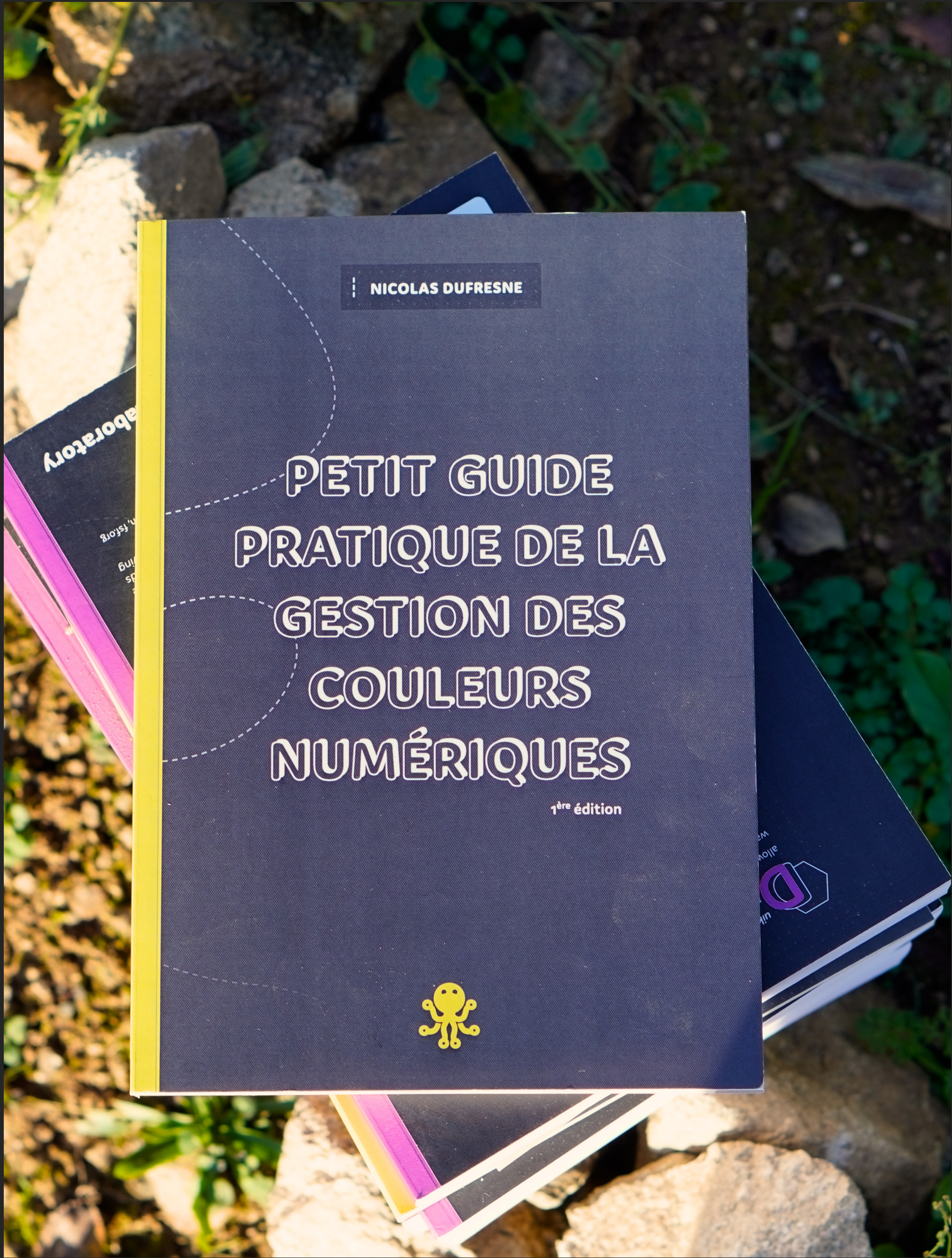


La fourmi dans la coquille

Podcast

lafourmi.media





duduf.com













