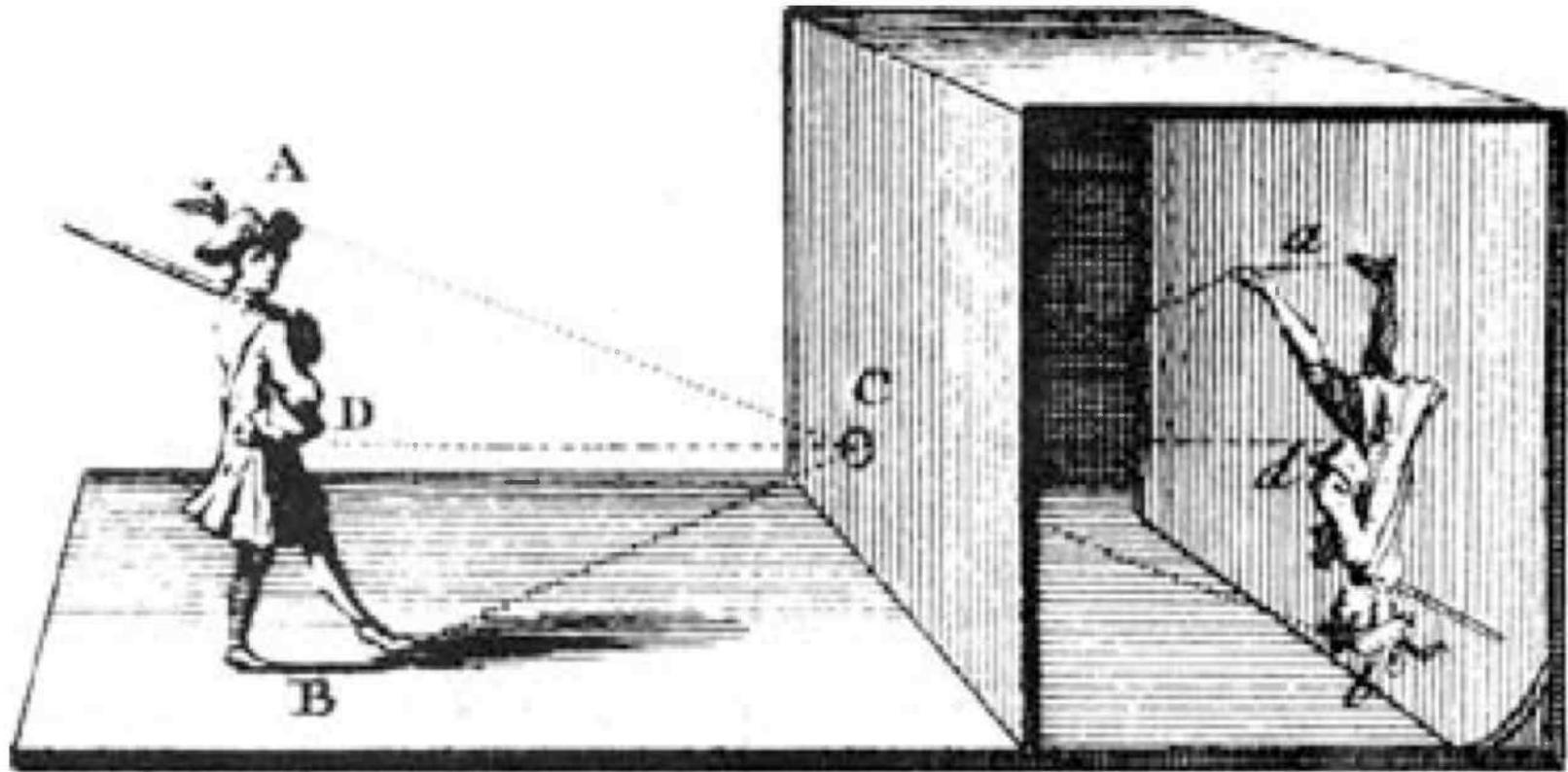


La photo numérique, comment ça marche.



La chambre obscure - d'après la grande Encyclopédie de Diderot et d'Alembert

Objectif : vous inciter à améliorer vos photos



Plan

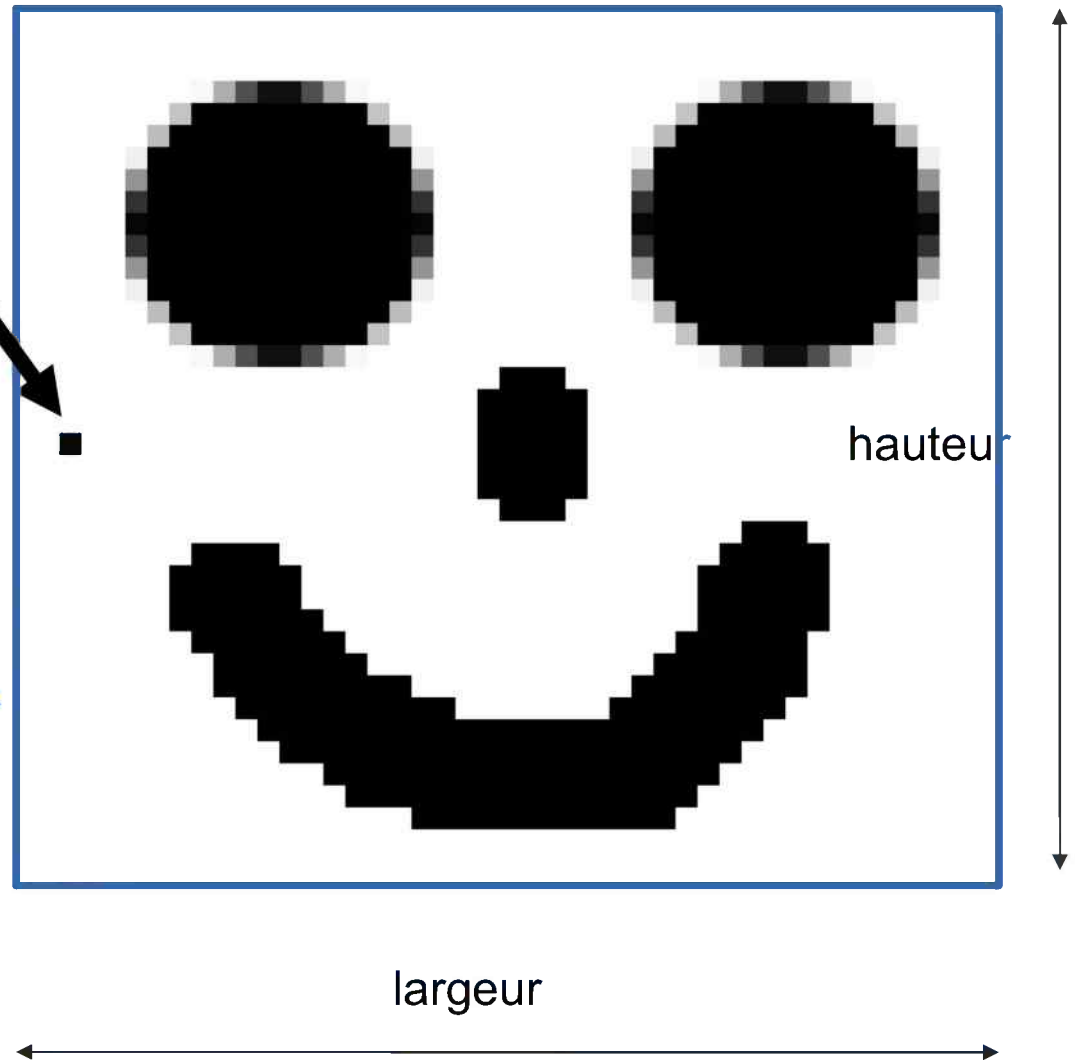
1. La ***photo numérique***, définition
2. ***Couleurs*** et transparence
3. ***Capteurs*** de lumière
4. L' ***appareil photo***
5. Les ***logiciels*** photos
6. Les ***réglages automatiques***
7. Les fichiers images, ***informations et compressions***
8. ***Conclusion et questions***

1- La photo numérique ou ...

Le pixel

1- Le pixel

- **P**icture **e**lement
- Élément de base d'une photo digitale
- Une photo num. est une *matrice de pixel*
- **Canevas** = largeur x hauteur de la photo



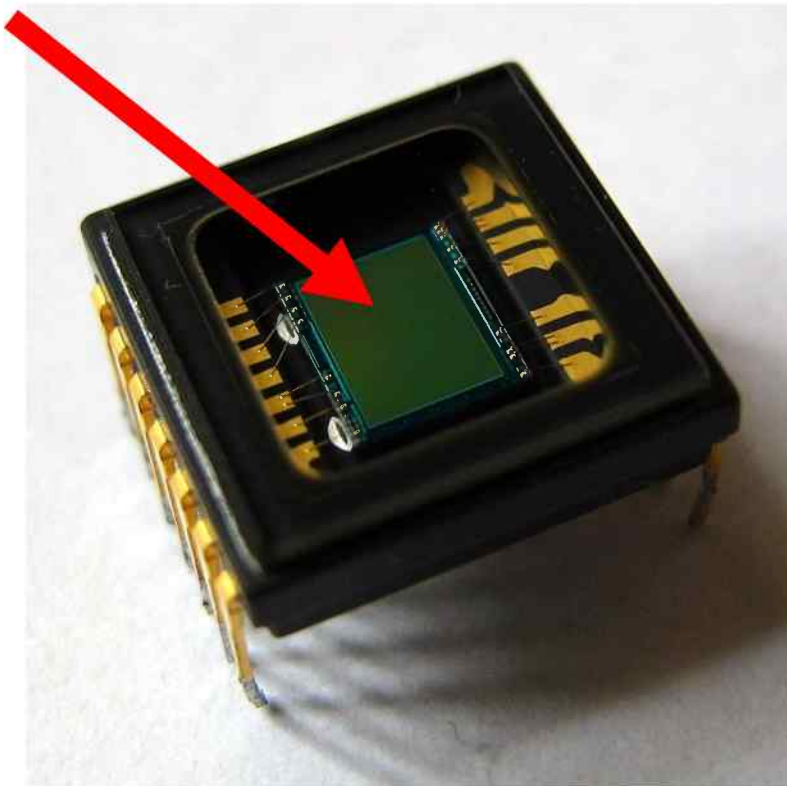
Affichages aussi en pixels

- Matrice de pixels
- Exemples :



Les pixels du capteur

- Matrice de capteurs de lumière
- Aussi des pixels (photosites)



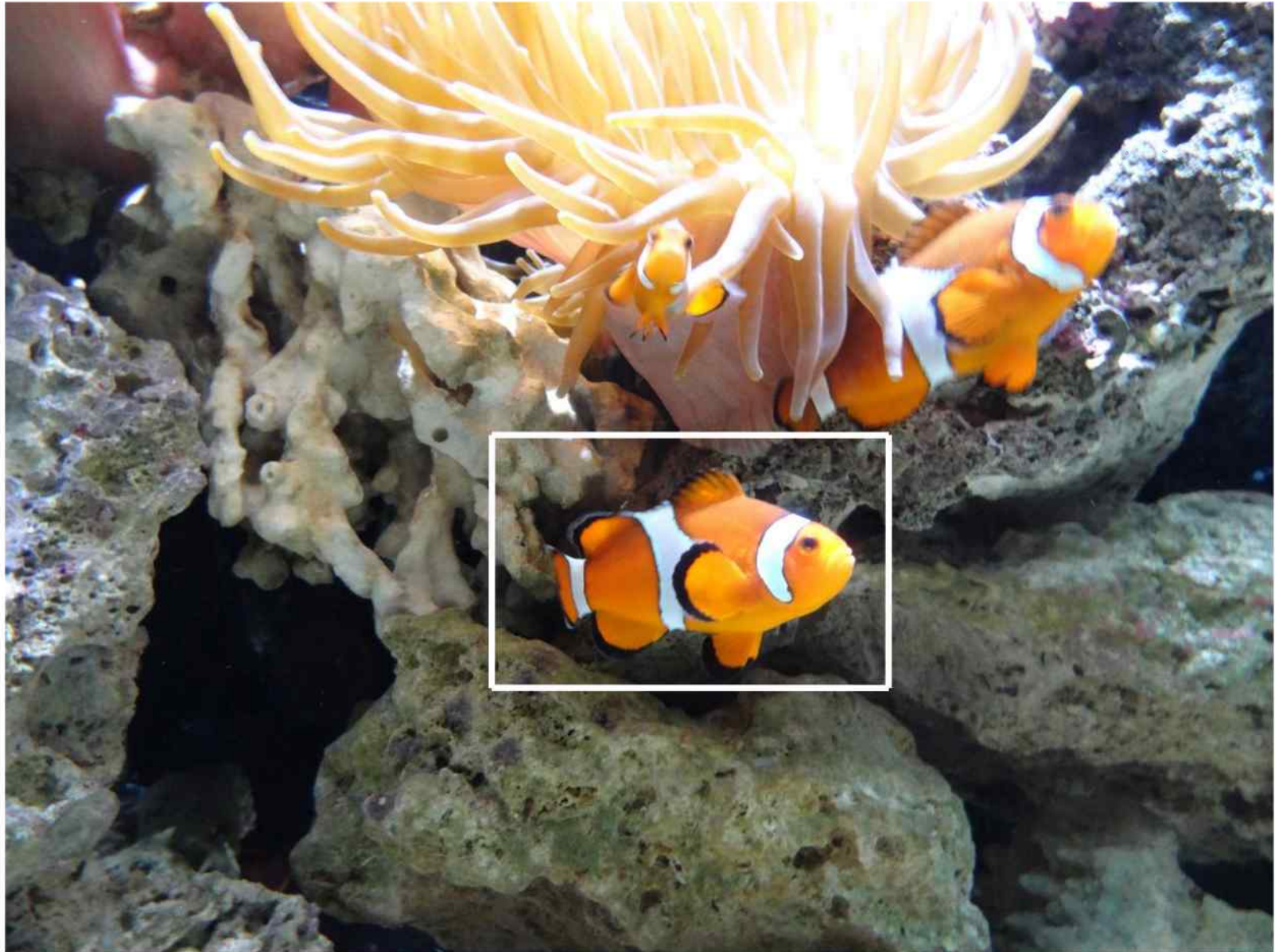
Pixel d'une photo numérique

- Pour **voir un pixel** :
- Photo originale : 18 Mpx = 18 000 000 px
- **Recadrage** : 18 Mpx \rightarrow 1 Mpx
- **Zoom** sur l'oeil : 1Mpx \rightarrow 90 px
- **Un pixel coloré** uniformément

Photo, 4896 x 3672 = 18 Mpx



Recadrage du poisson

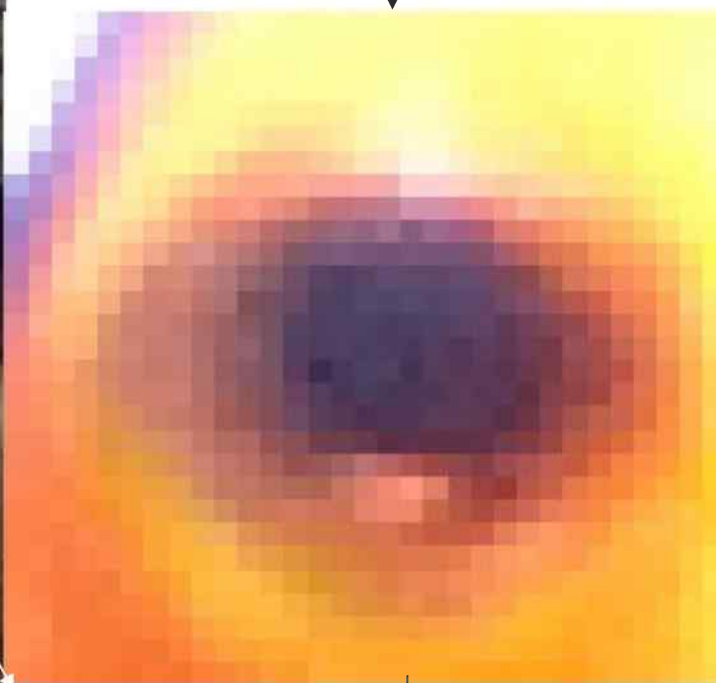
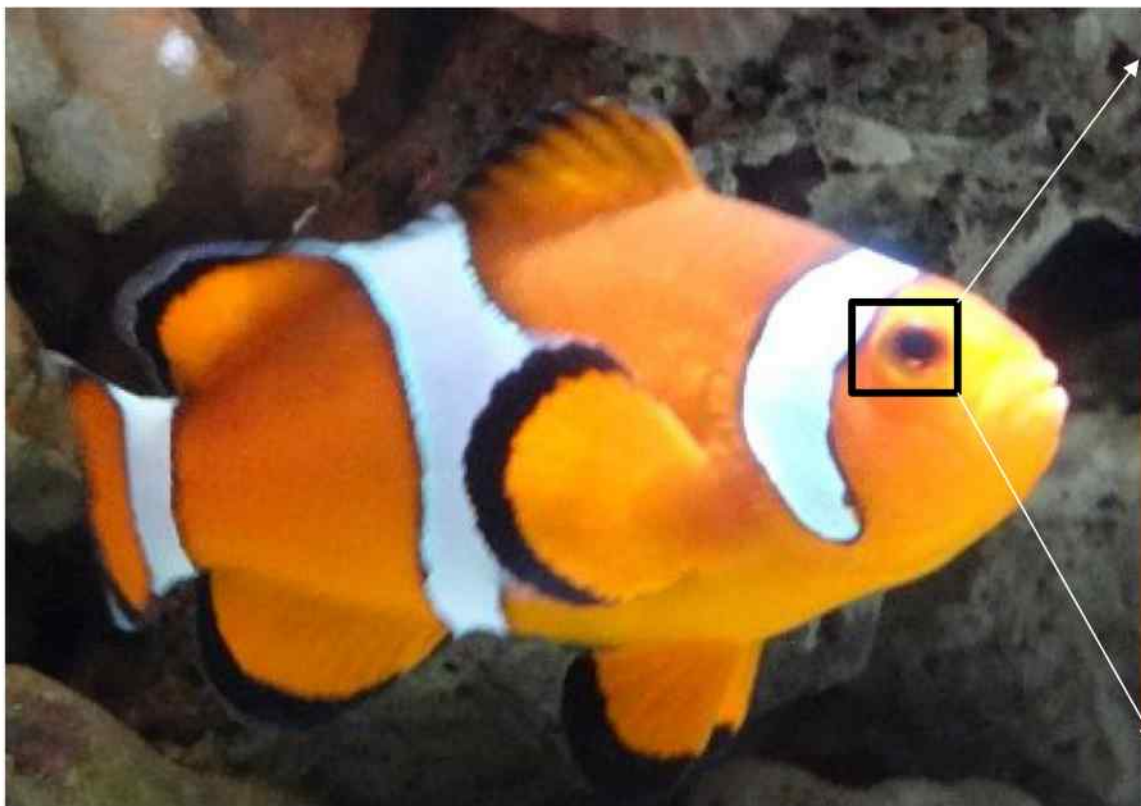


Recadrage 1332 x 935 = 1.2 Mpx

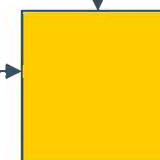


Voire le pixel : zoom sur l'œil

30 x 30 pixels



1 pixel uniformément coloré



Images **matricielles** et **vectérielles**

- **Matrice** de pixels
- Photographies
- Gros fichiers
- **Vecteurs** (lignes)
- Dessins
- Petits fichiers

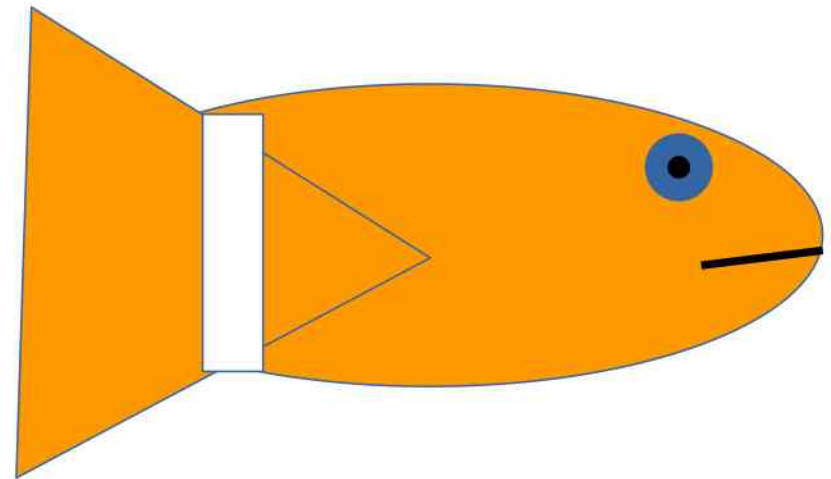
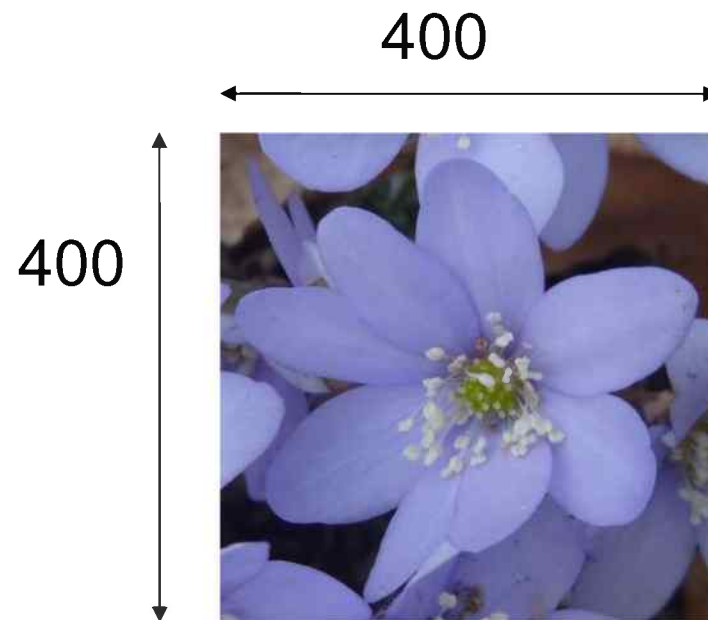


Photo numérique

- La taille d'une photo = **nombre** de pixels.
- L'exemple montre une image matricielle
- La taille du fichier est directement liée au nombre total de pixels
- $400 \times 400 = 160 \text{ k px}$



Pixel et résolution

- Pixel pas toujours carré (rond, rectangulaire)
- Tous **semblables** dans une image
- Écran d'ordinateur usuel (16 : 9) :
 $1920 \times 1080 = 2\,073\,600 = 2 \text{ Mpx}$
- Appareil photo (4 : 3) :
 $4128 \times 3096 = 12\,780\,288 = 13 \text{ Mpx}$
- **Résolution**, en fonction de la surface

Même résolution

Même fichier



400 x 400 pixels $\xrightarrow{1/4 \times 1/4}$ 100 x 100 pixels $\xrightarrow{\text{Zoom}}$ 100 x 100 pixels

**Réduction de la taille et
diminution de la surface**

Zoom

Pixels, conclusions

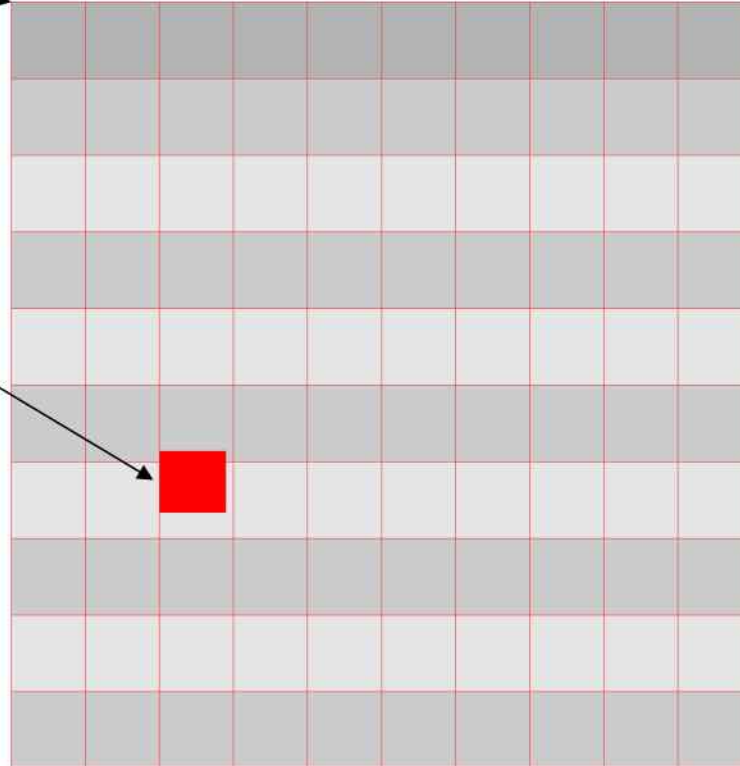
- **La résolution** : nb. Pixels / mm²
- **Contrôlez** la taille de vos photos (nb. pixels)
- **Ajustez** à vos besoins (photo = écran)
- **Diminuez** pour les transferts (e-mail)
- **Recadrage** et **ajustement** du nombre de pixels sont des opérations simples sur vos photos.

2- La couleur

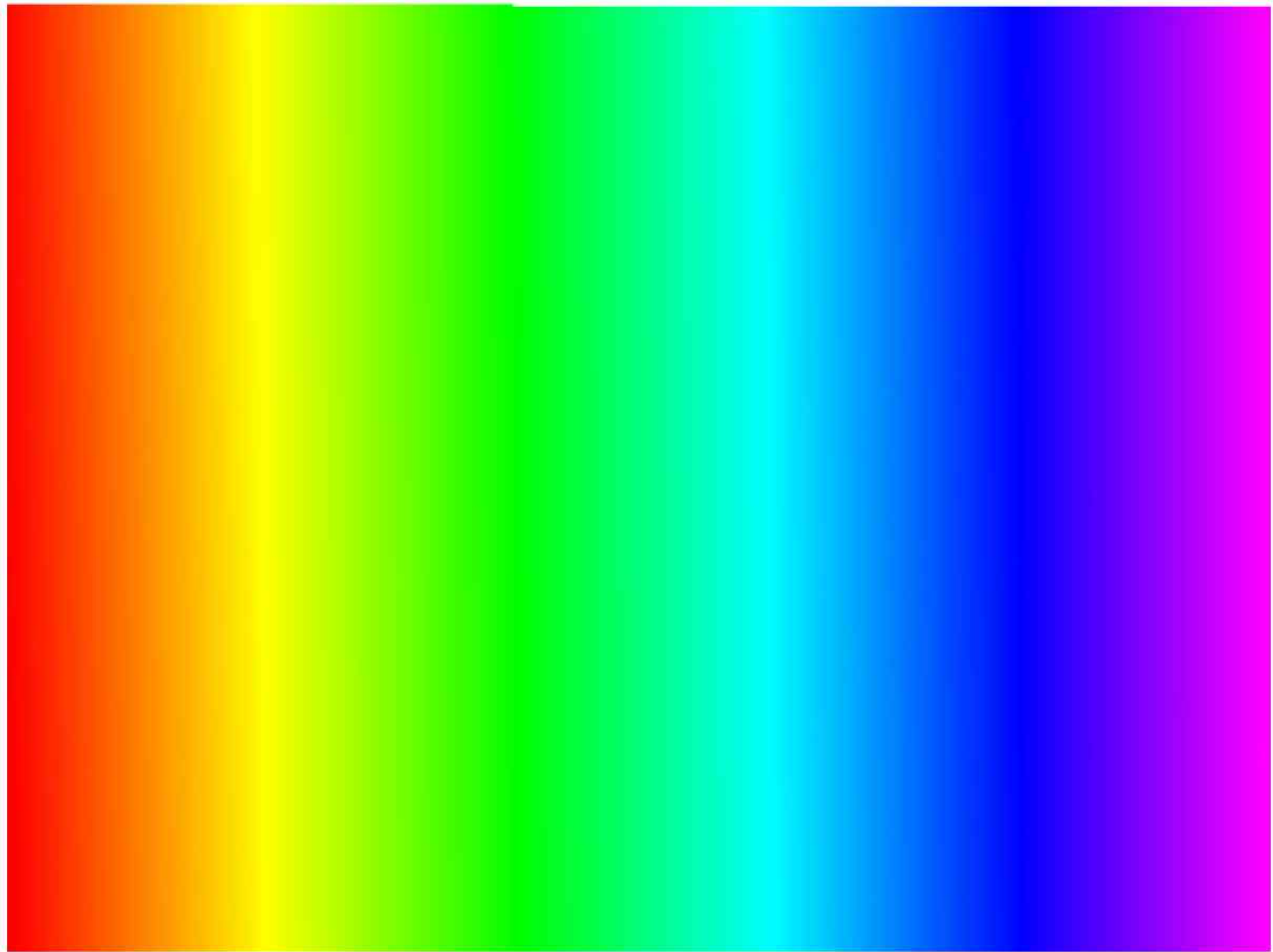
Les canaux

2- Les canaux

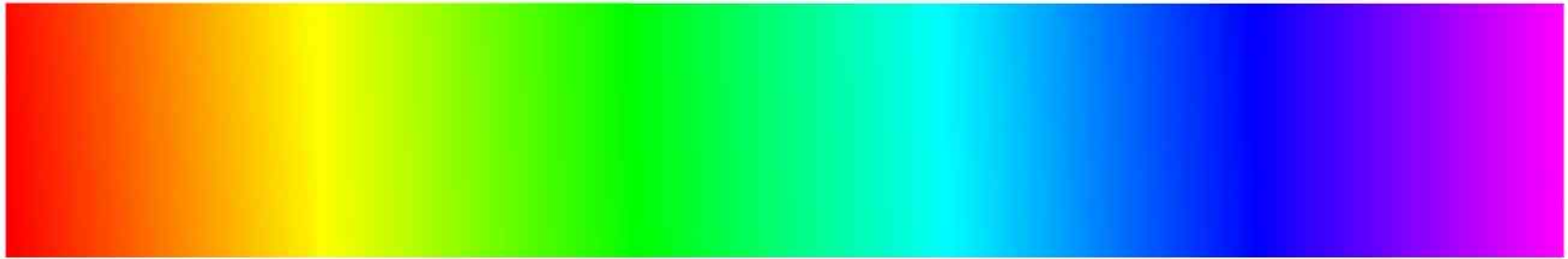
- C'est l'**information** dans chaque pixel
- Matrice 10 x 10
- La **couleur** dans chaque pixel
- Modèles de couleurs
- Canal alpha
- Autres



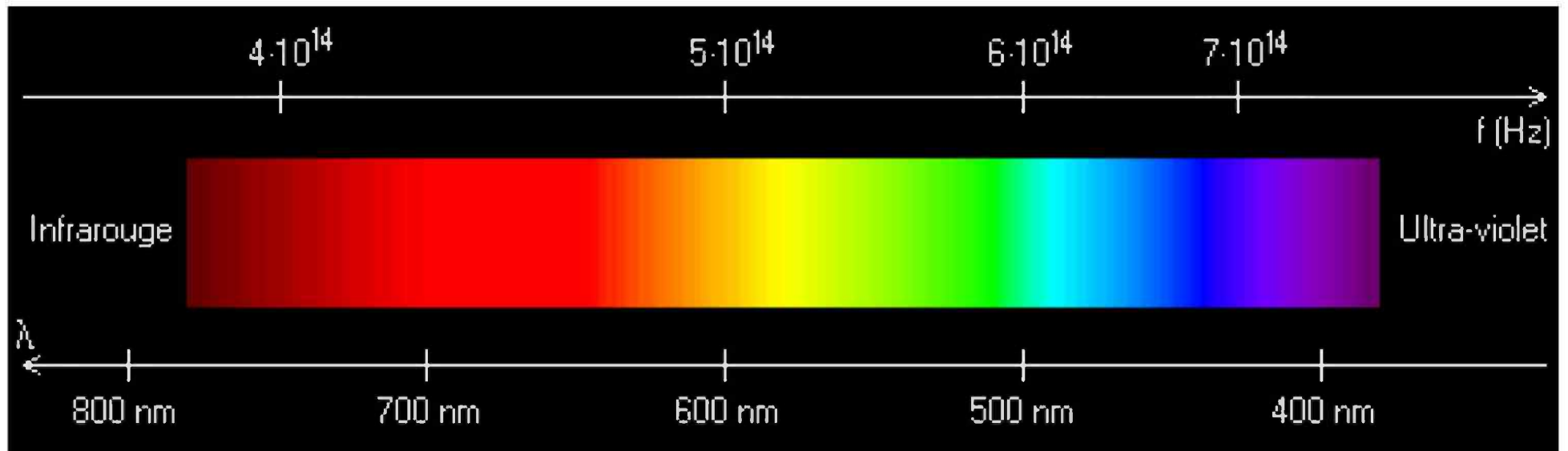
La couleur en photographie



La couleur en photographie

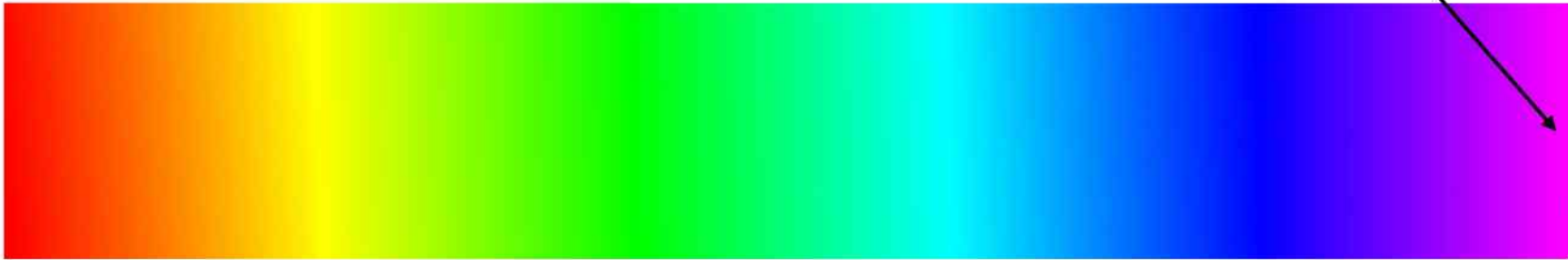


La couleur en physique



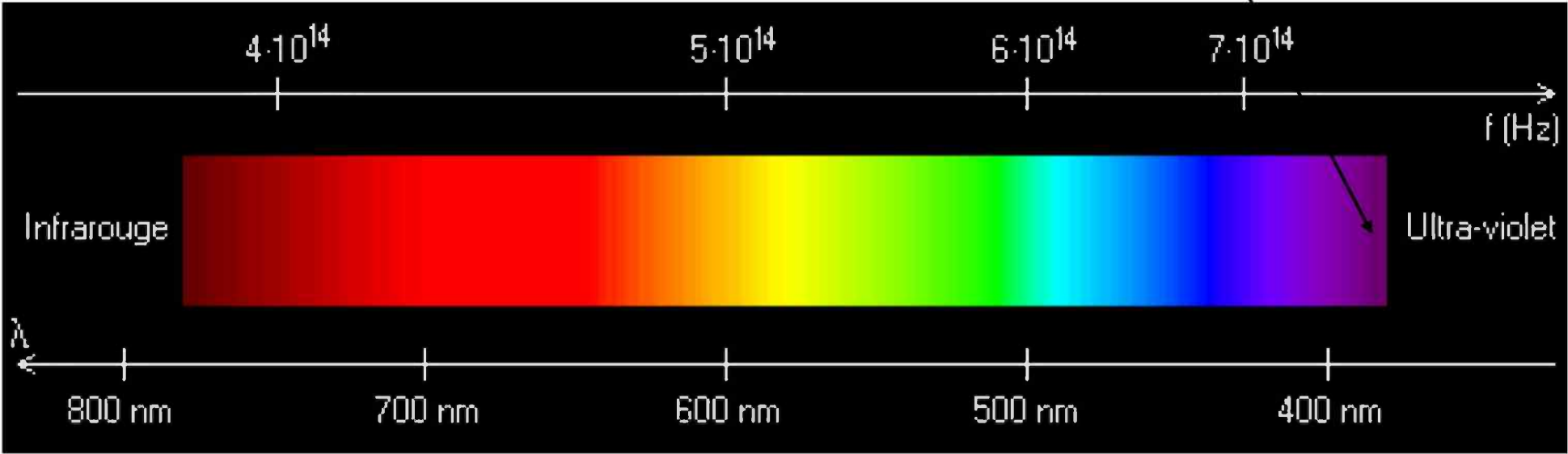
La couleur en photographie :

Magenta

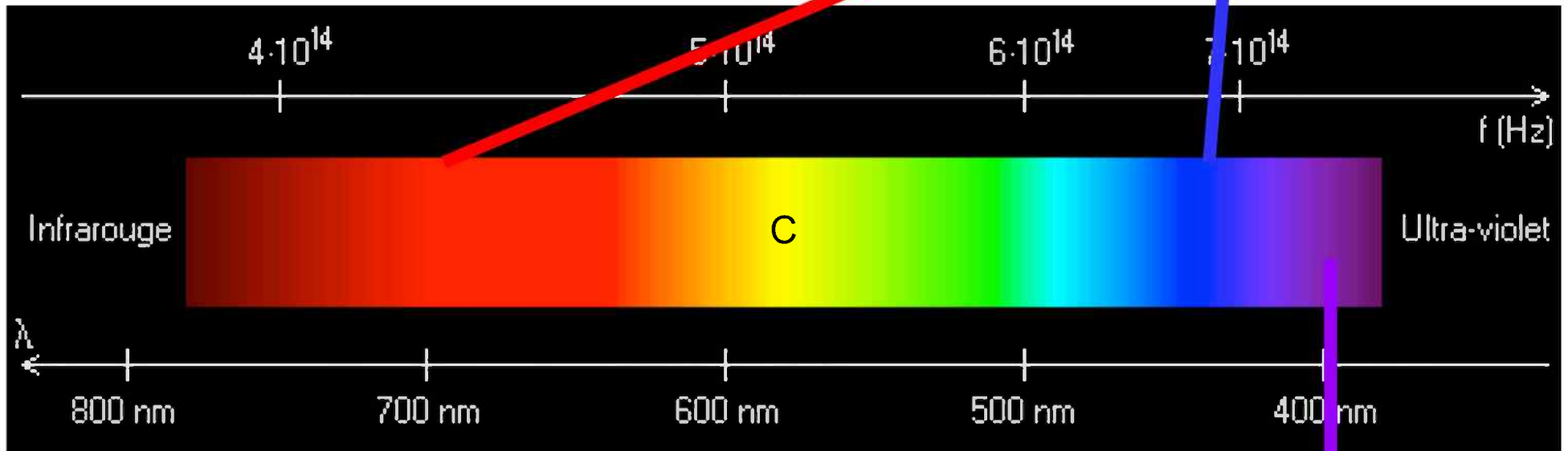


La couleur en physique :

Violet



- Magenta : **mélange** rouge + bleu

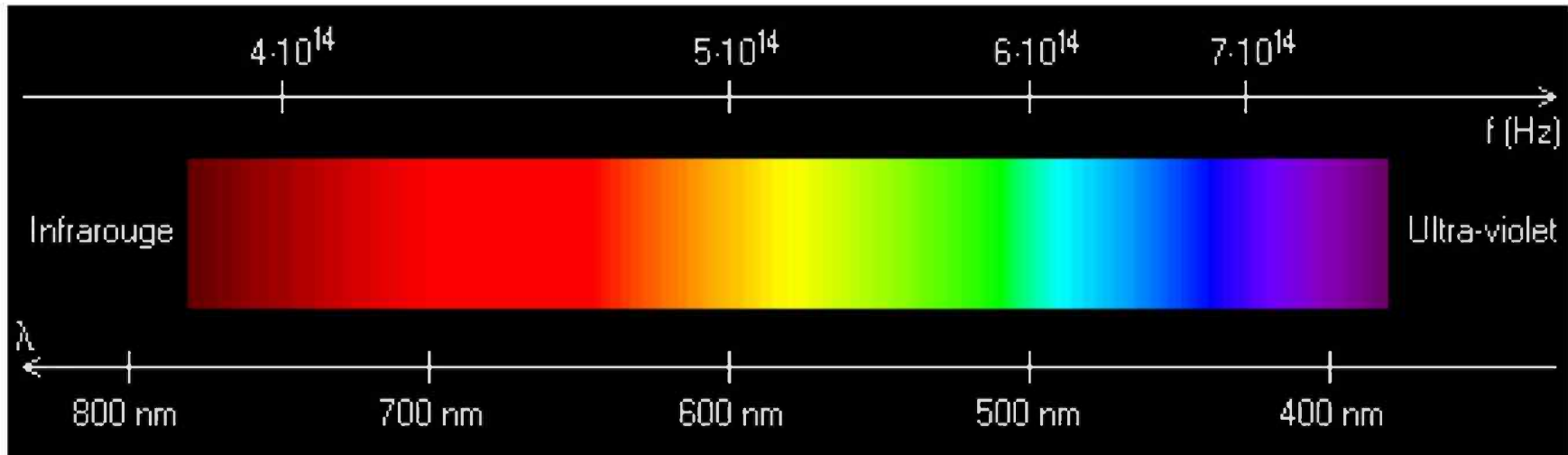


- Violet : monochromatique

Violet

Couleur des photos

Les couleurs de l'arc-en-ciel (et du physicien) :



+ magenta, noir et blanc



... et les mélanges de couleurs

Couleurs non monochromatiques

- **Noir** (pas de couleur !), c'est le zéro
- **Blanc** (lumière du soleil), toutes les couleurs
- **Magenta** (rouge + bleu), complément du vert

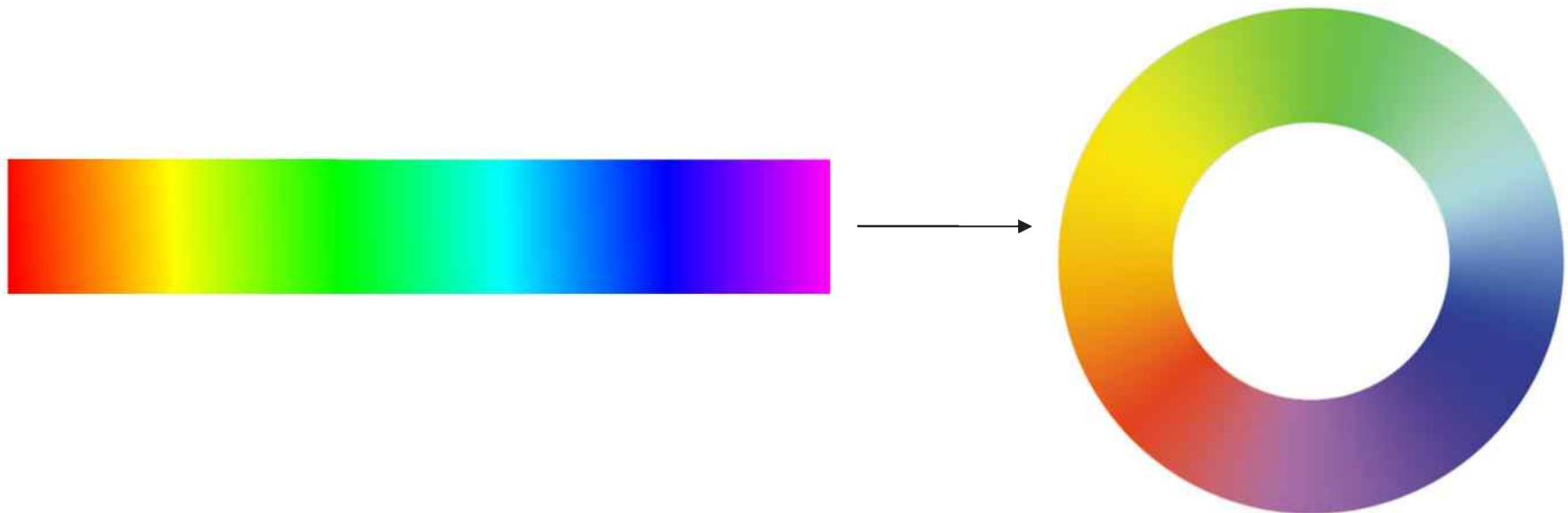


Modèles de couleurs

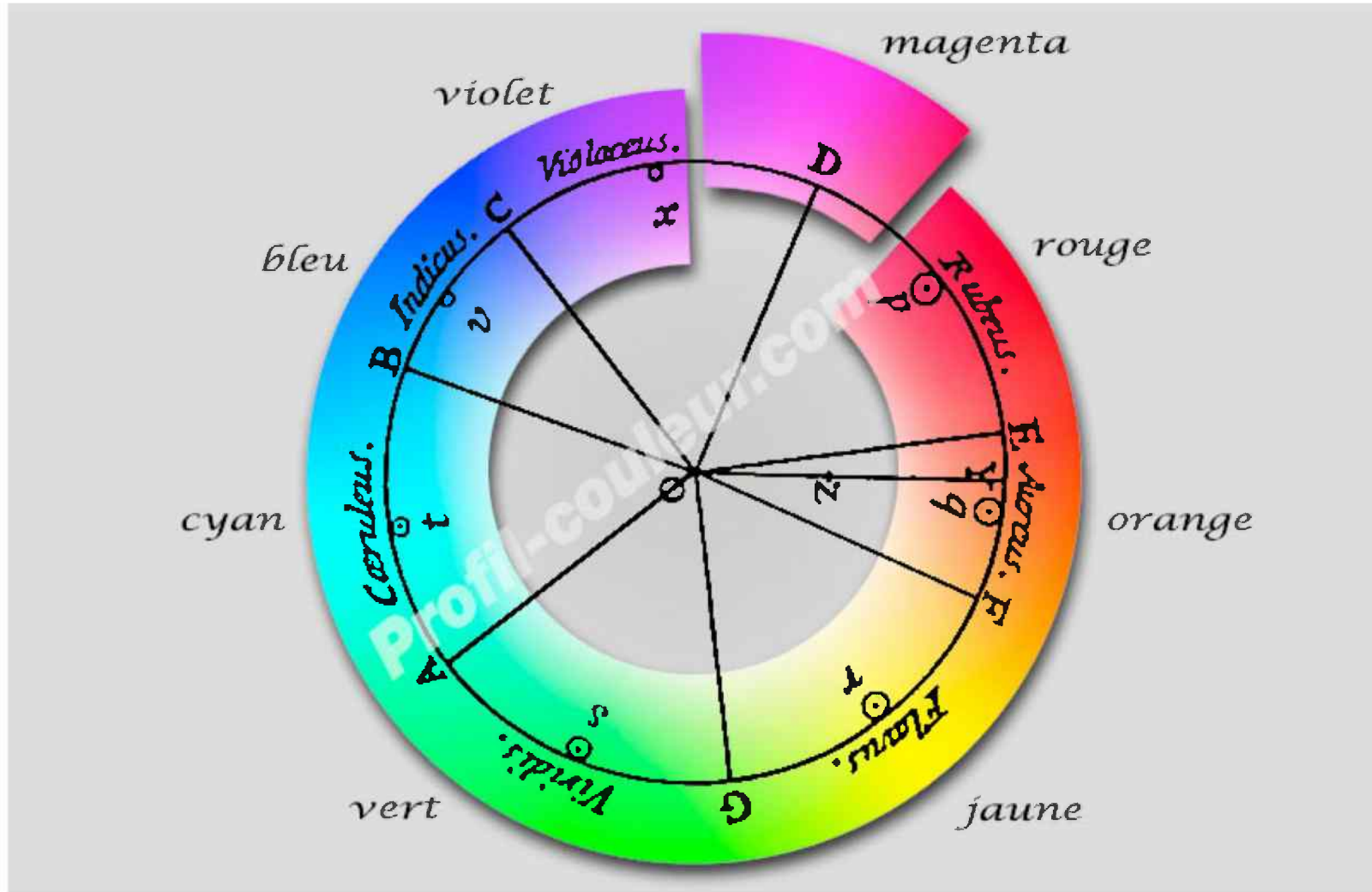
- Comment caractériser une couleur ?
- Couleurs de références

Cercle des couleurs

- Il y a **continuité** entre toutes les couleurs.
- Représentation avec un **cercle** au lieu d'une ligne :



La couleur selon Newton (1700)

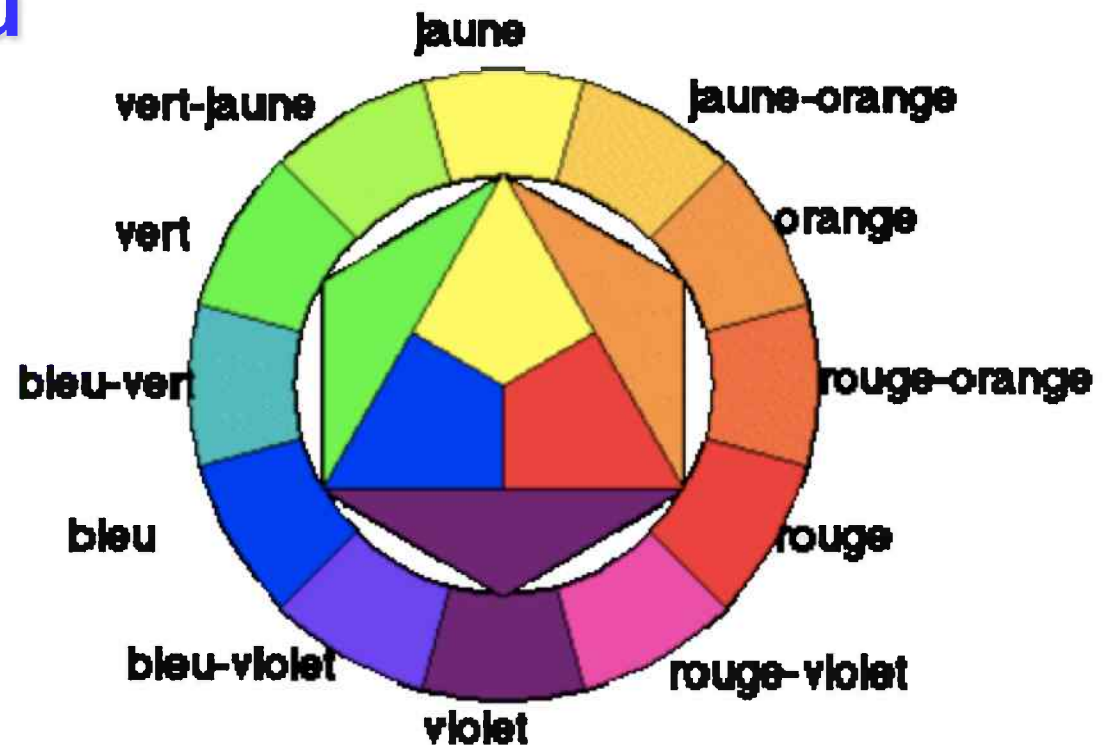


Couleurs du peintre



Couleurs du peintre

- Mal adaptées pour la photo
- Cercle chromatique à partir de 3 couleurs
- **Rouge Jaune Bleu**
- Mélanges des peintres :



Les couleurs de la photo : **deux modèles nécessaires !**

- Additif
écran noir + ...

- Soustractif
feuille blanche - ...

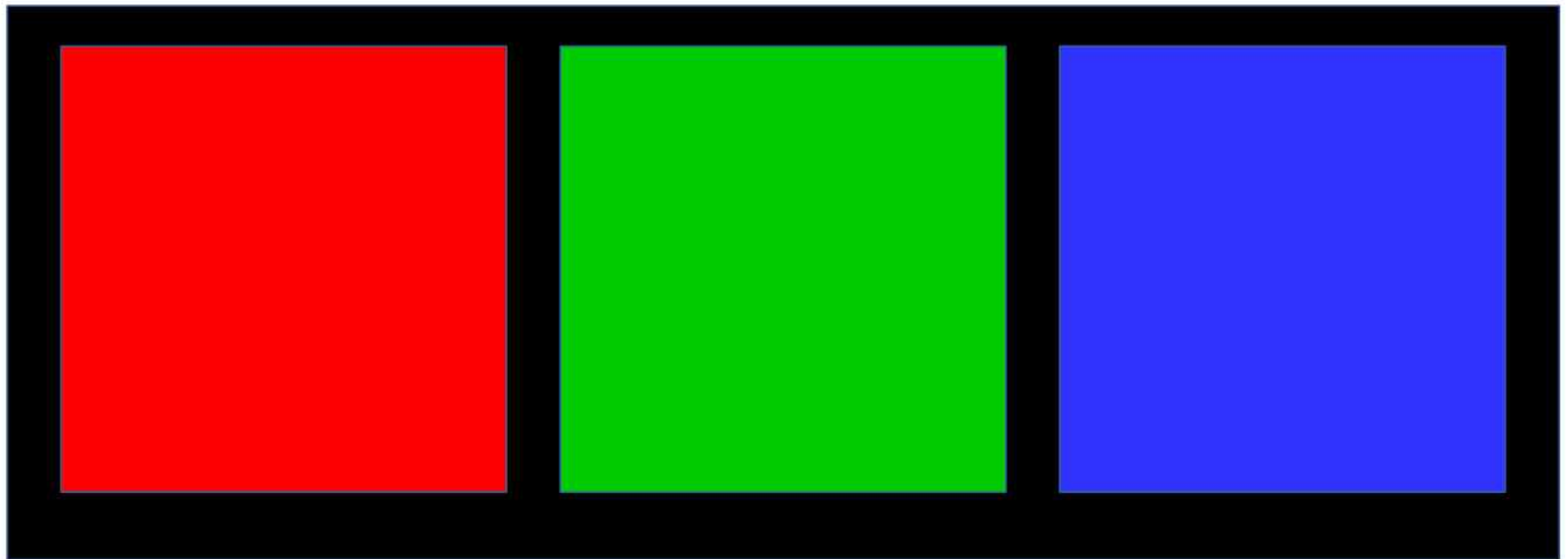


Deux modèles de couleurs

- Pour l'écran
 - 0 = noir
 - Modèle **additif**
 - Nom : RVB (**RGB**)
 - **Rouge Vert Bleu**
- Pour imprimer
 - 0 = blanc
 - Modèle **soustractif**
 - Nom : **CMJN**
 - **Cyan Magenta Jaune**
(Noir)

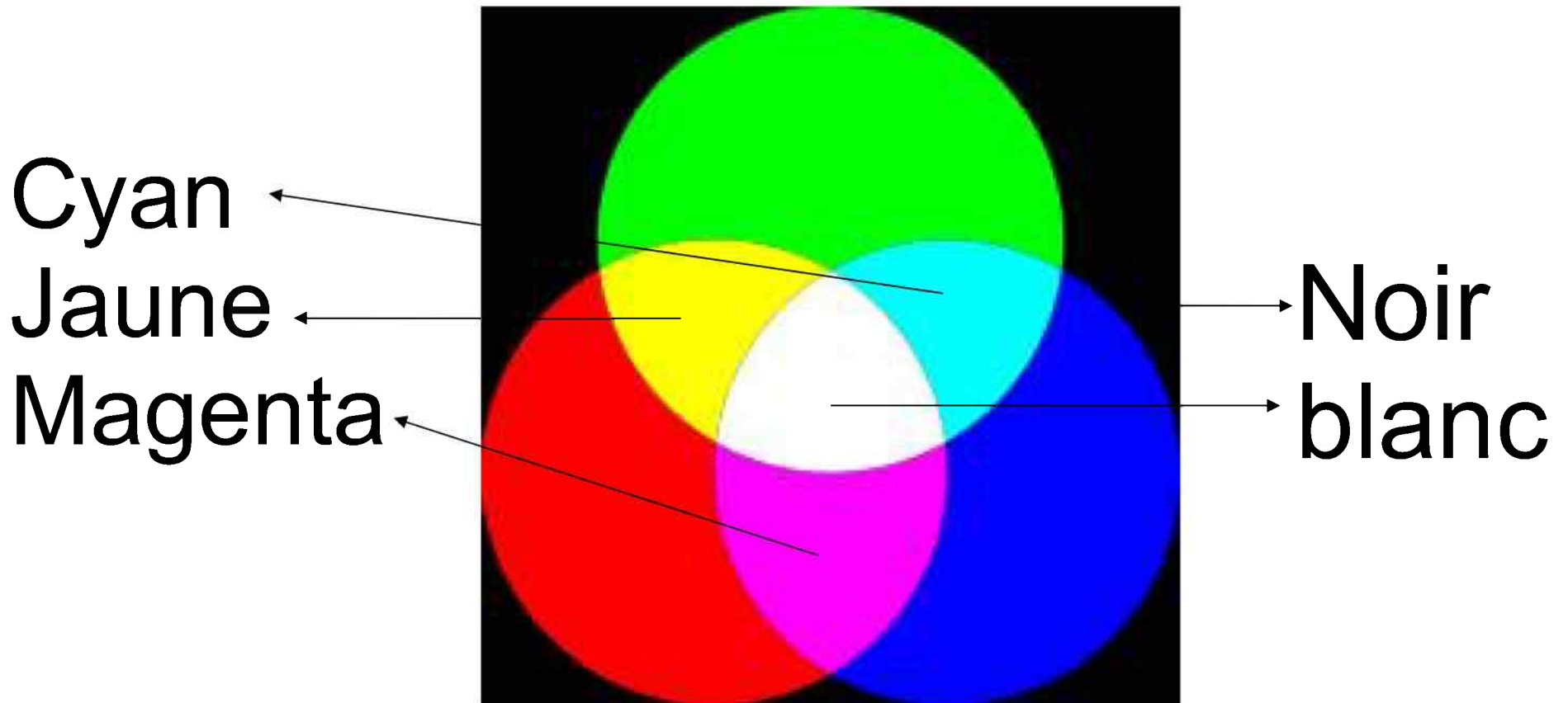
Modèle additif

- On **ajoute** des couleurs à l'écran noir
- Couleurs de référence : Rouge, Vert et Bleu



Couleurs additives

Mélanges de rouge, vert et bleu

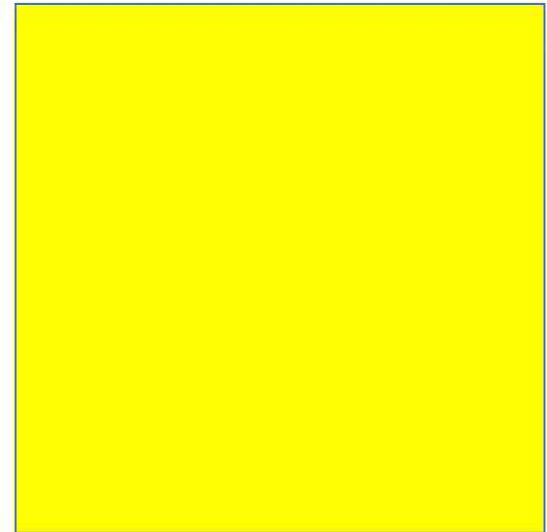
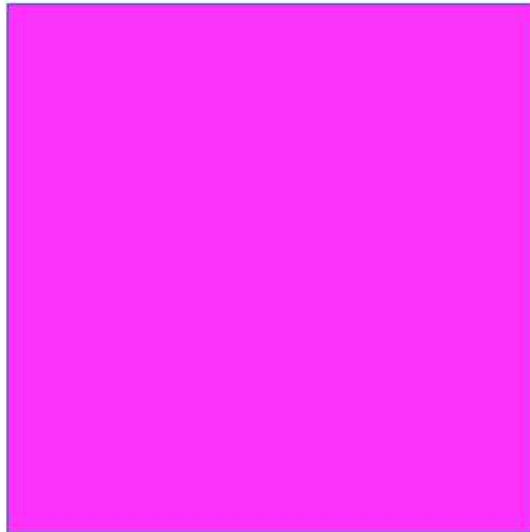
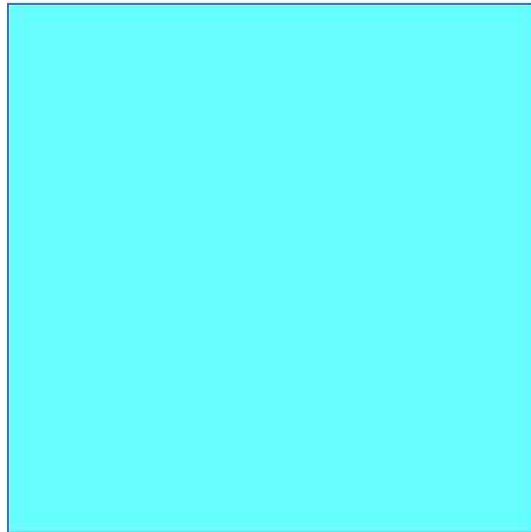


Modèle **RVB**

- Références : Rouge Vert Bleu (RVB ou RGB)
- Standard en photographie numérique
- Blanc = $R + V + B$
- Noir = $0 + 0 + 0$ (rien, pas de couleur)
- **Couleurs complémentaires :**
 - R : $V + B = C =$ **Cyan**
 - V : $R + B = M =$ **Magenta**
 - B : $R + V = J =$ **Jaune**

Modèle soustractif CMJN

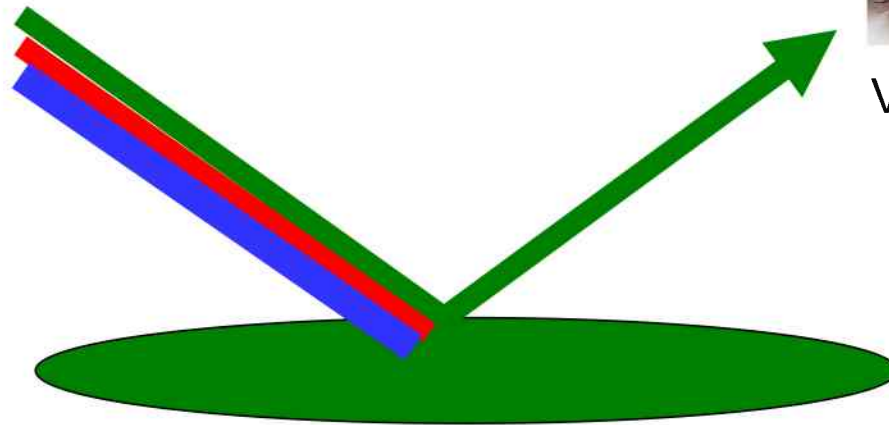
- On **filtre** la lumière (page) blanche
- Couleurs de référence : cyan, magenta et jaune



Couleurs soustractives

- Une feuille est verte (V) car elle **absorbe** le rouge (R) et le bleu (B) de la lumière blanche
- $R+B = \text{magenta}$, couleur complémentaire du V

Source de lumière blanche = $R+V+B$

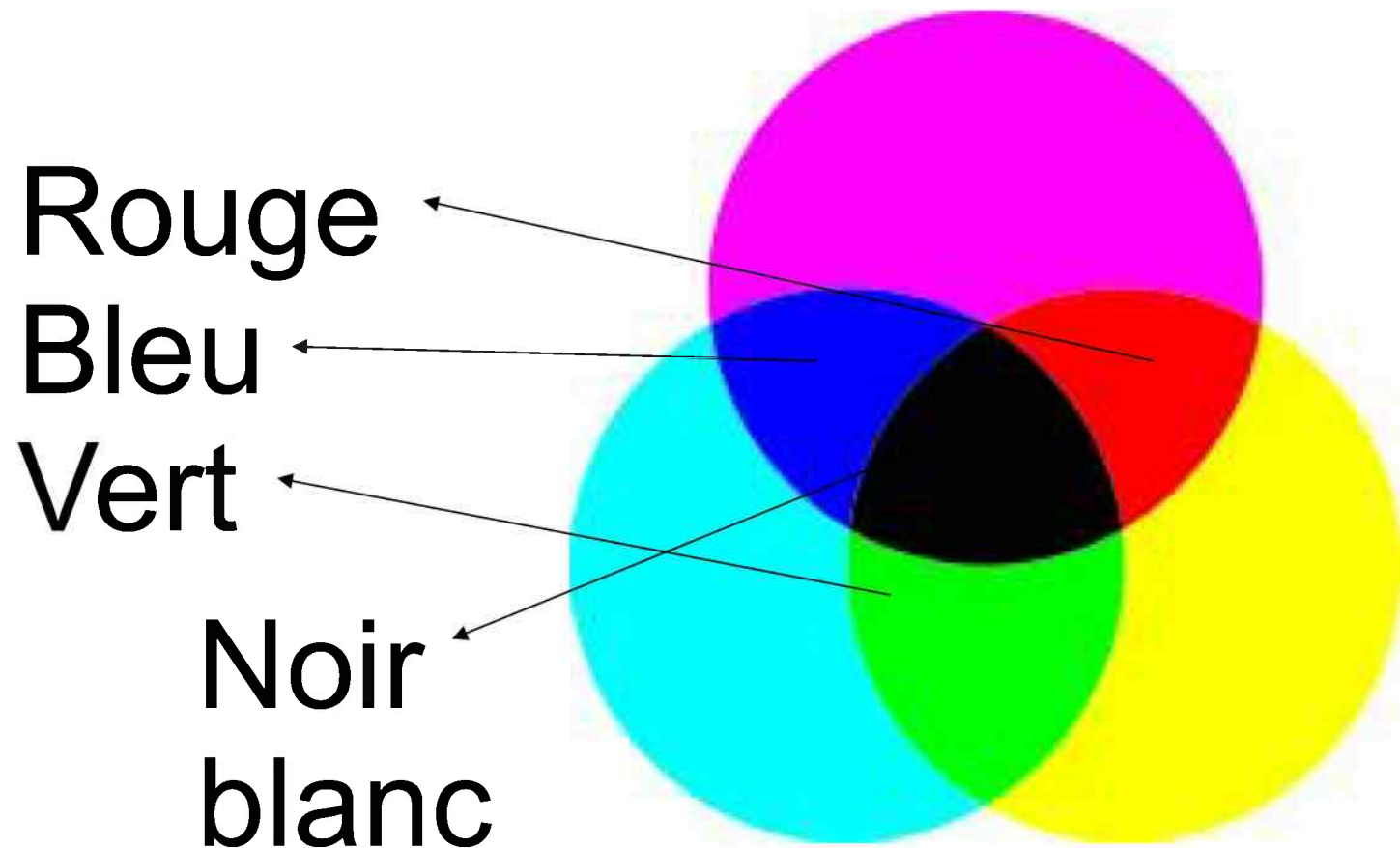


Vision verte

La feuille absorbe R et B

Couleurs soustractives

- Mélanges de cyan magenta et jaune



Encre d'imprimante

Cartouches HP



CMJN
Cyan Magenta Jaune Noir

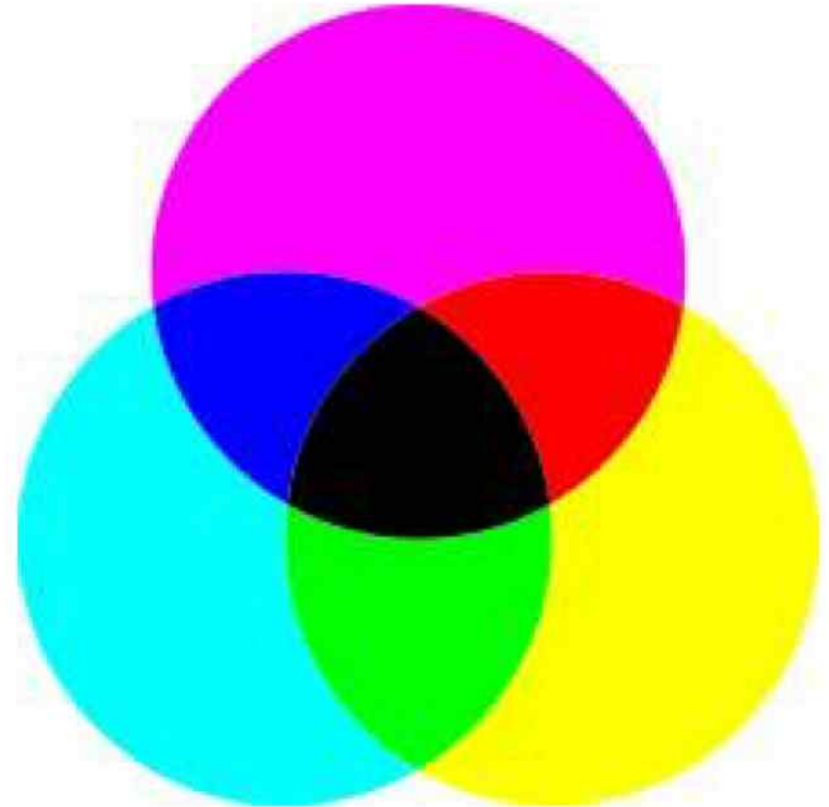
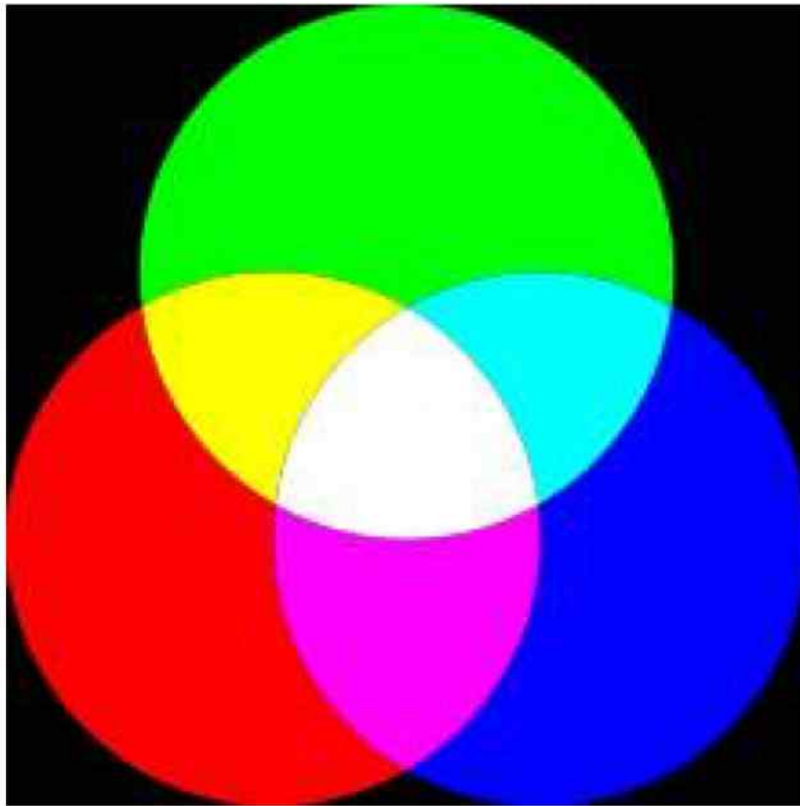


Modèle CMJN

- Couleurs soustractives (CMJ)
- Références : cyan, magenta et jaune
- Sans couleur = blanc (0 0 0)
- Ajout du **NOIR** nécessaire (CMJ + N)
- Pour imprimer, il faut passer de RVB à CMJN

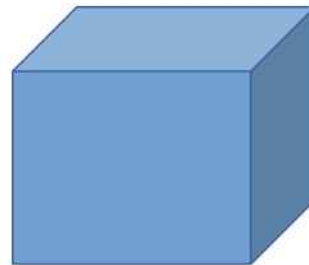
Les 8 couleurs de la photo

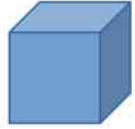
Rouge vert bleu, et cyan magenta jaune, avec le fond blanc ou noir



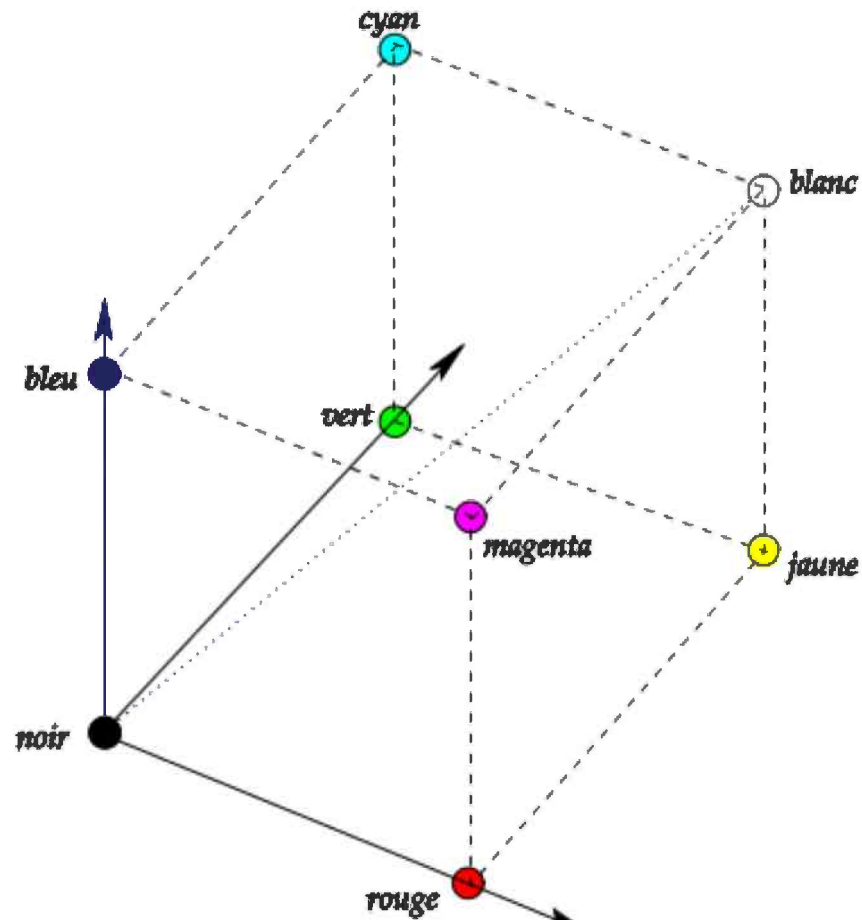
Cube des couleurs

- 3 couleurs de référence RVB (pour l'écran)
- 3 couleurs complémentaires CMJ (pour papier)
- $3+3 = 6$ couleurs « saturées » RVB CMJ
- Plus le noir et le blanc
- Plus les mélanges (saturation)
- Cube des couleurs :

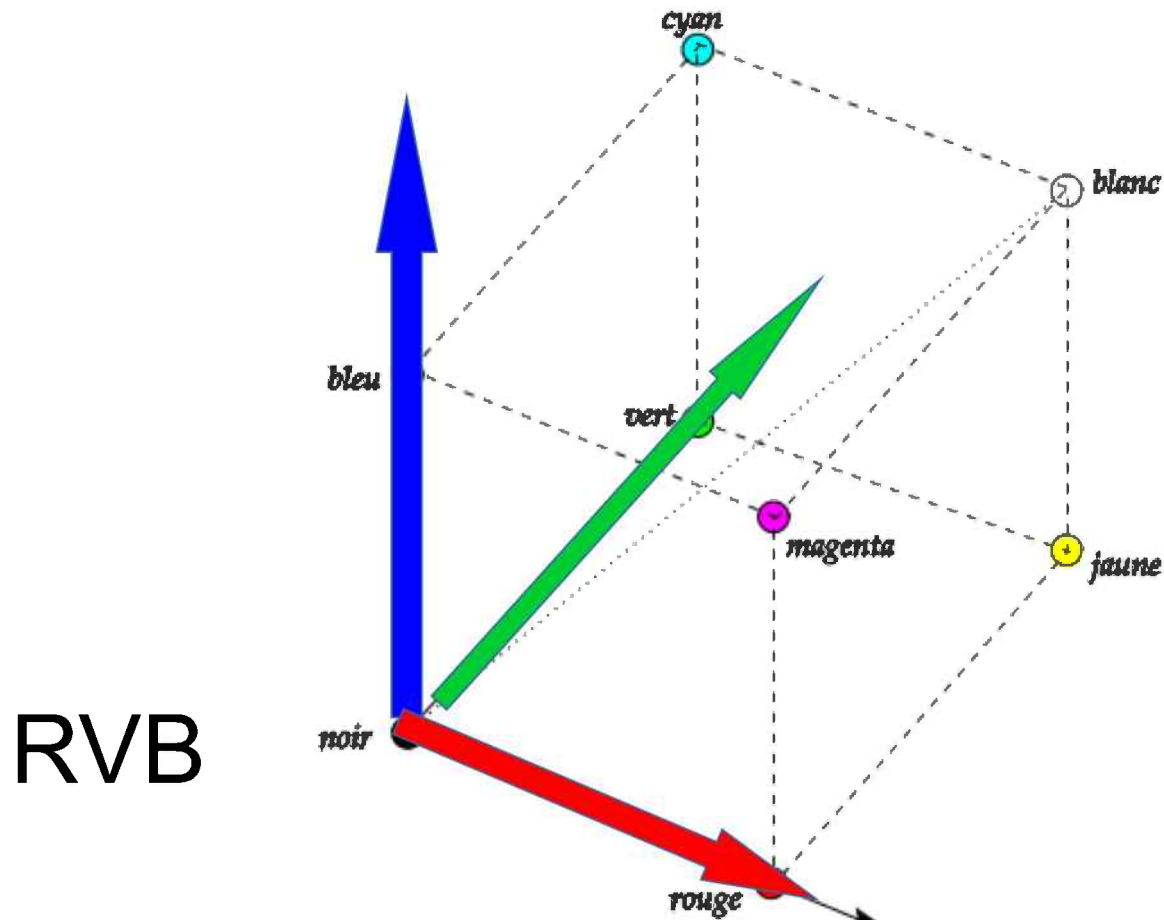




Cube des 8 couleurs



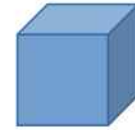
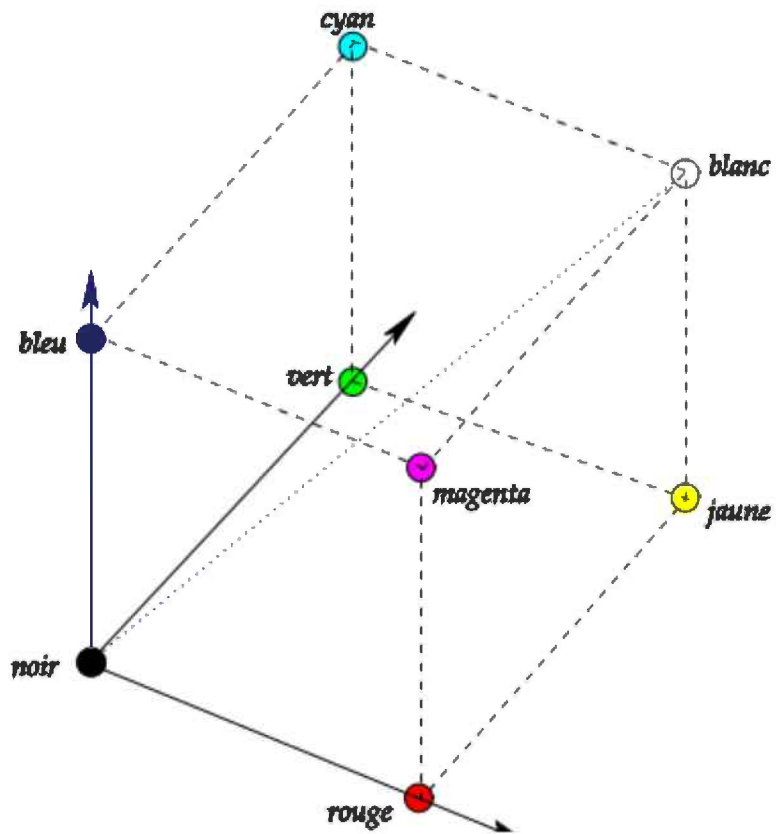
Cube des couleurs et coordonnées



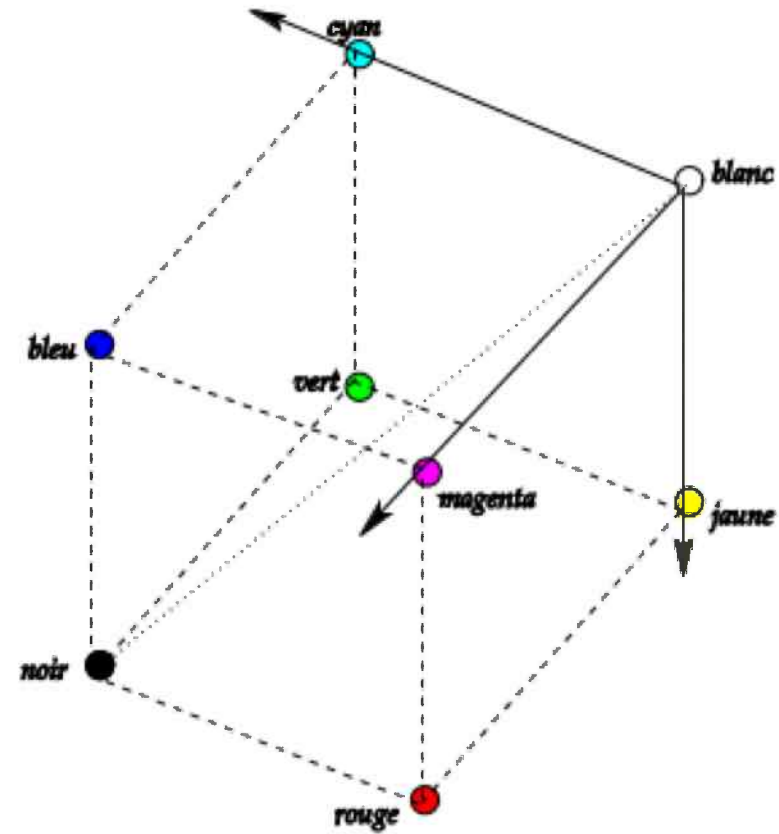
Cube des couleurs



Modèle RVB

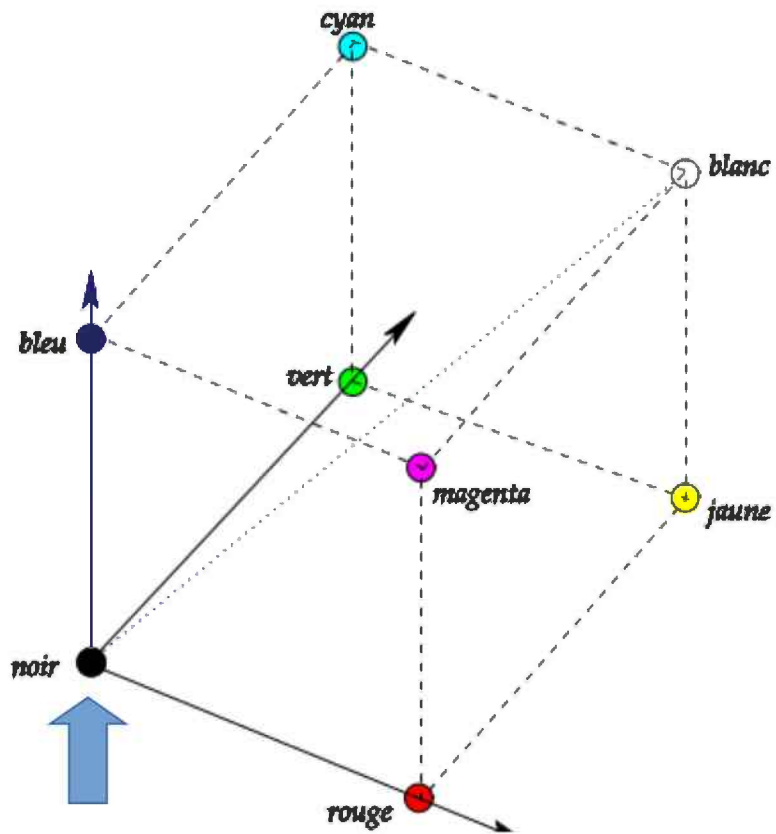


Modèle CMJN



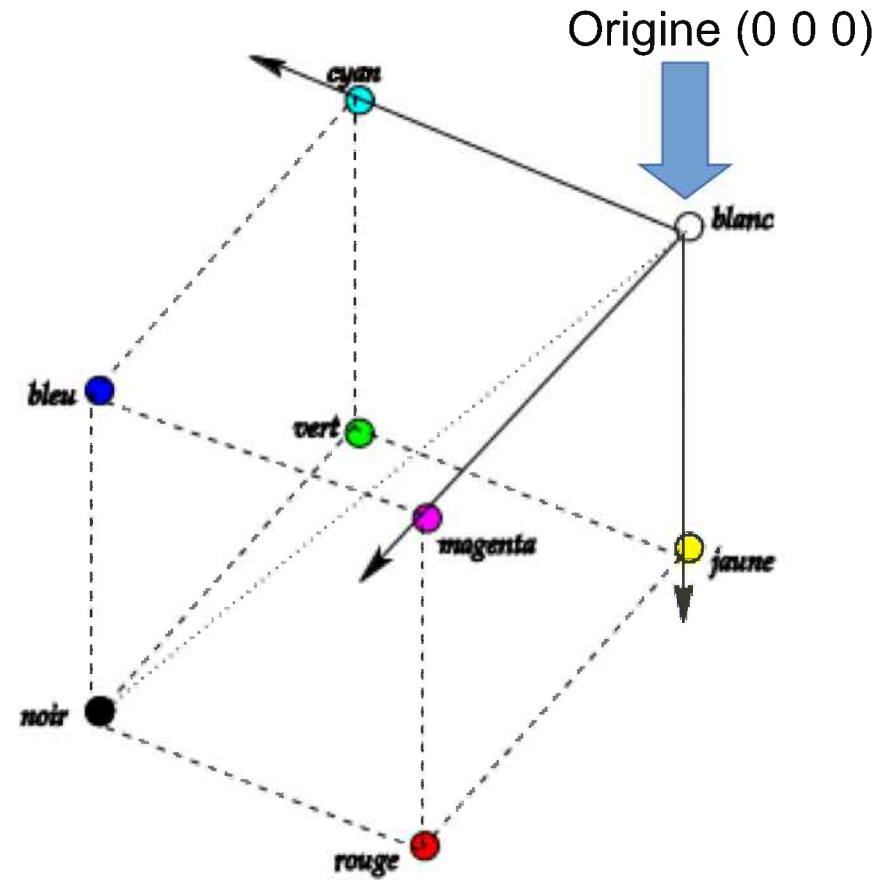
Cube des couleurs

Modèle RVB



Origine (0 0 0)

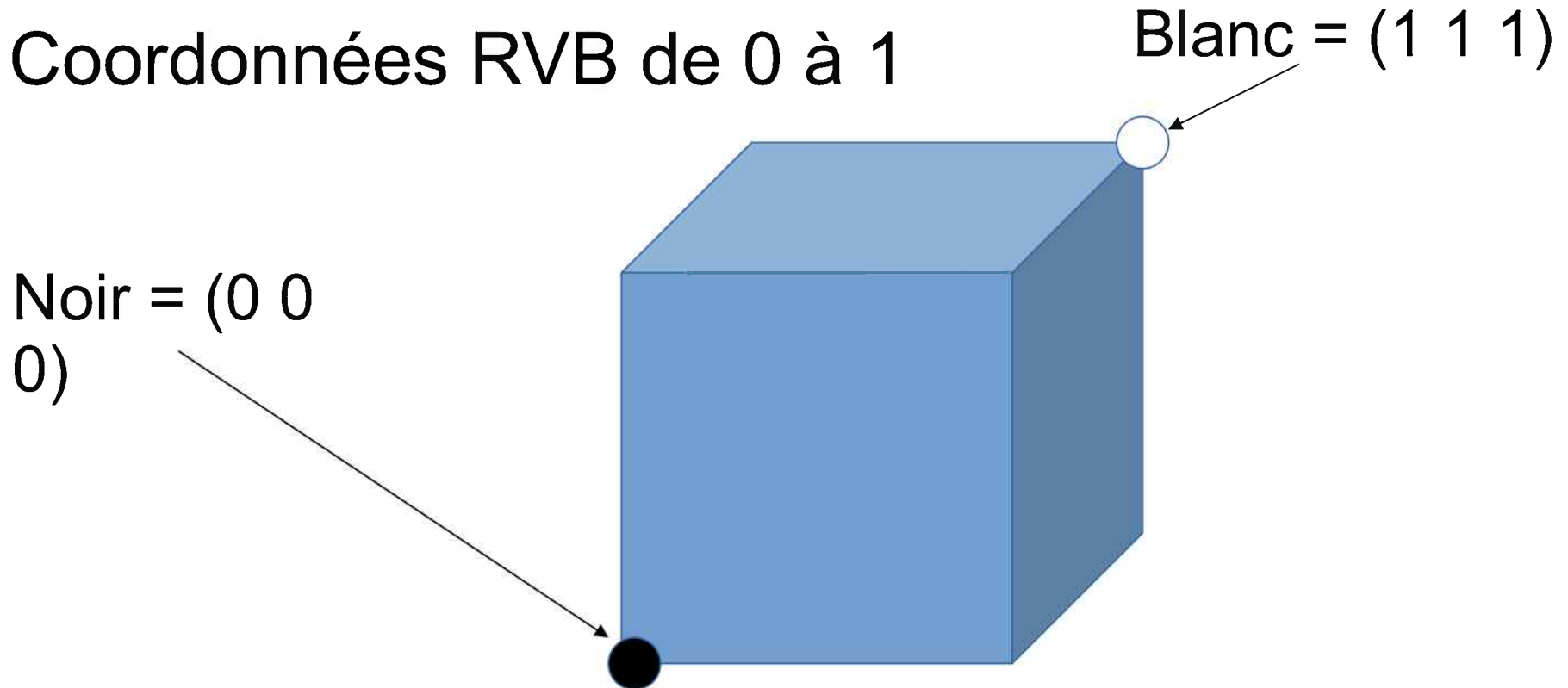
Modèle CMJN



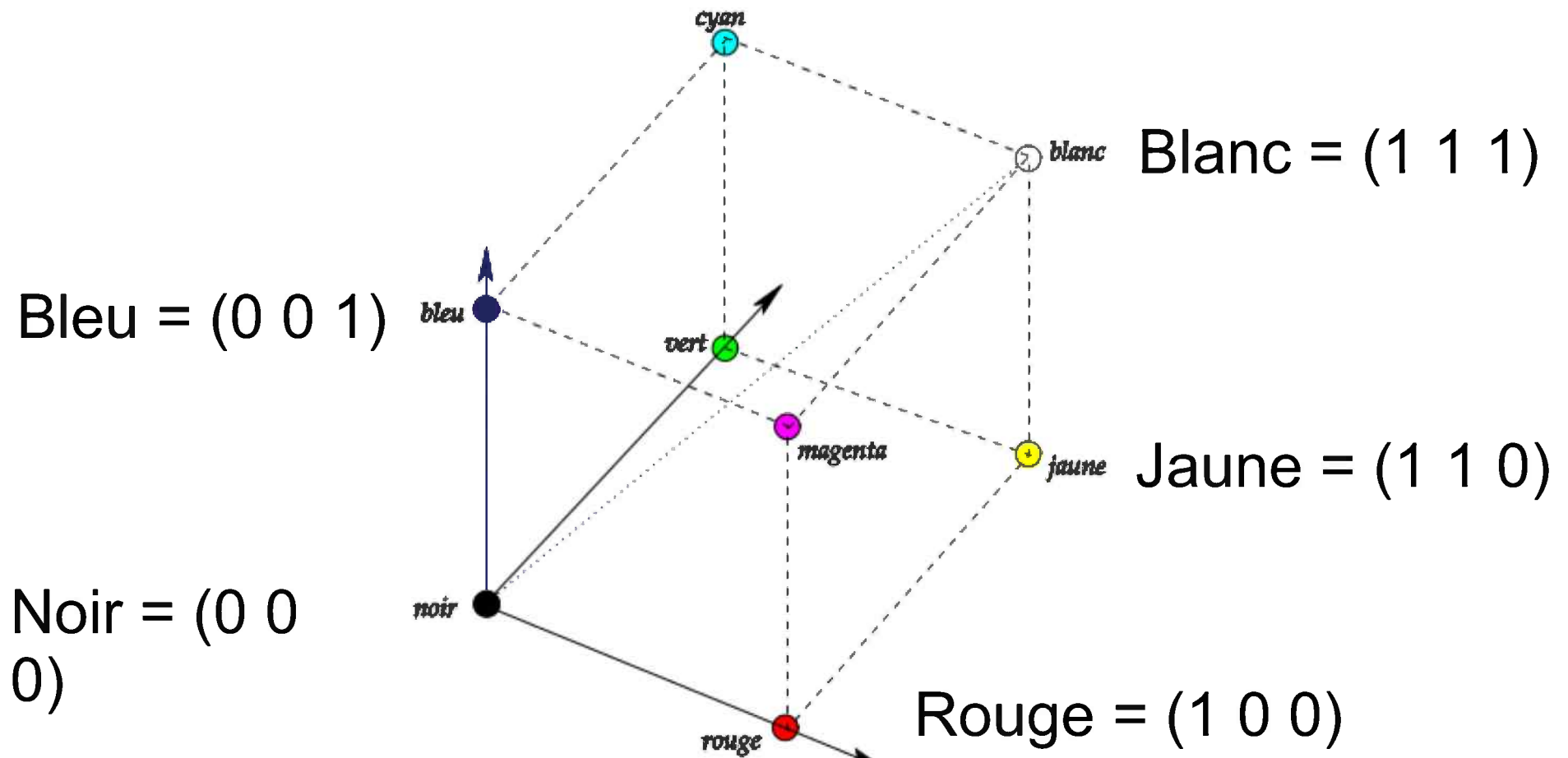
Origine (0 0 0)

Modèle des couleurs **RVB**

- Toutes les couleurs sont dans le cube
- **Addition vectorielle** des couleurs
- Coordonnées RVB de 0 à 1



Coordonnées des couleurs RVB

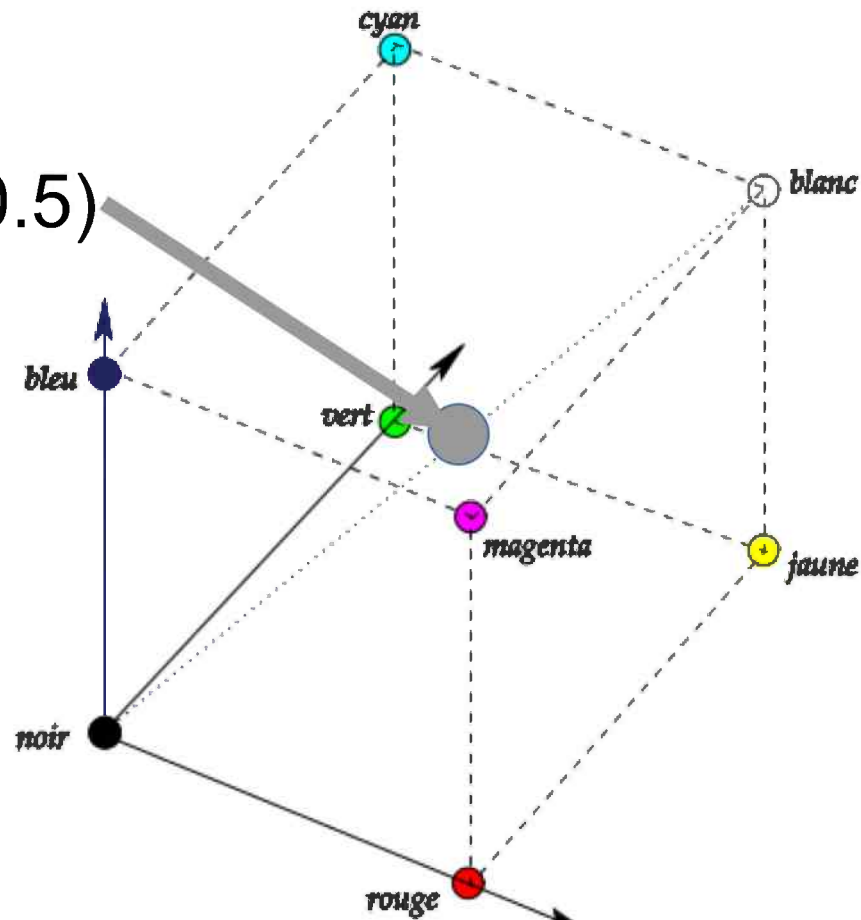


Exemple pour gris moyen

c'est le centre du cube

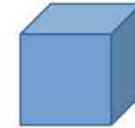
Gris = (0.5 0.5 0.5)

Noir = (0 0
0)

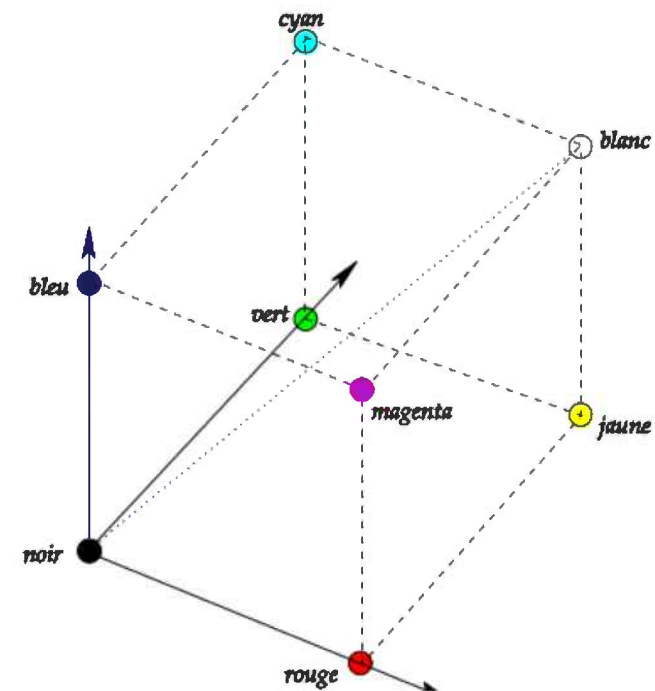


profondeur des couleurs RVB

- Toutes les couleurs dans un cube



- Trois coordonnées de 0 à 1
- **Profondeur** : nb. bits / px
- 8 bits par coordonnées
- $2^8 = 256$ niveaux
- $3 \times 8 = 24$ bits par pixel (bpp)
- $256 \times 256 \times 256$ couleurs
- 16 millions de couleurs



Exemple des 3 canaux RVB



Canaux séparés :



Canaux des couleurs RVB

- Un canal par couleur
- $3 \times 8 \text{ bits} = 24 \text{ bits}$ dans chaque pixel
- On peut voir chaque canal séparément
- On peut manipuler chaque canal
- Histogramme pour corrections

Exemple de photo :

Couleur : 3 canaux
24 bits /px



Niveaux de gris : 1
canal
8 bits /px



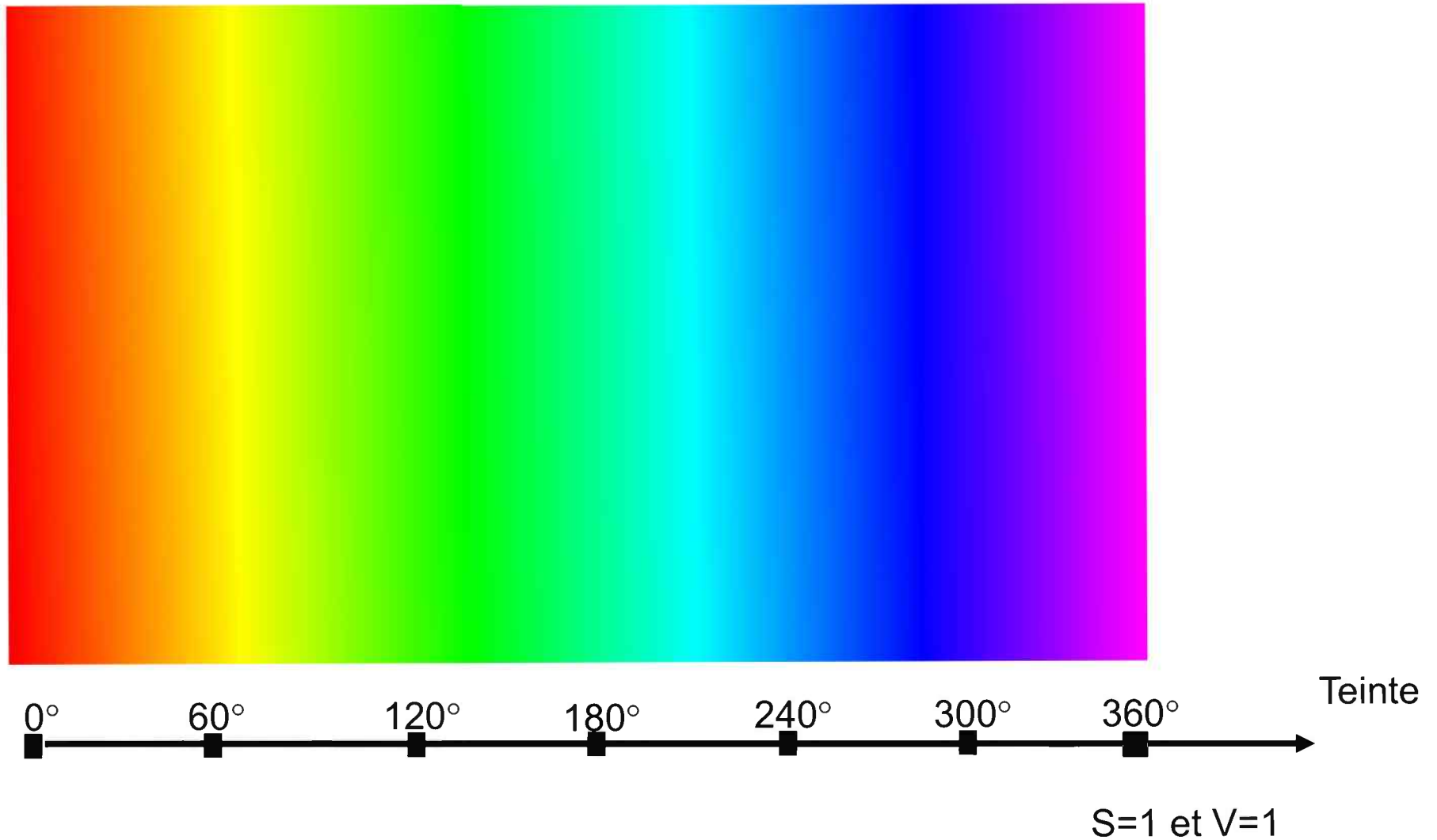
Noir et blanc
1 bit /px



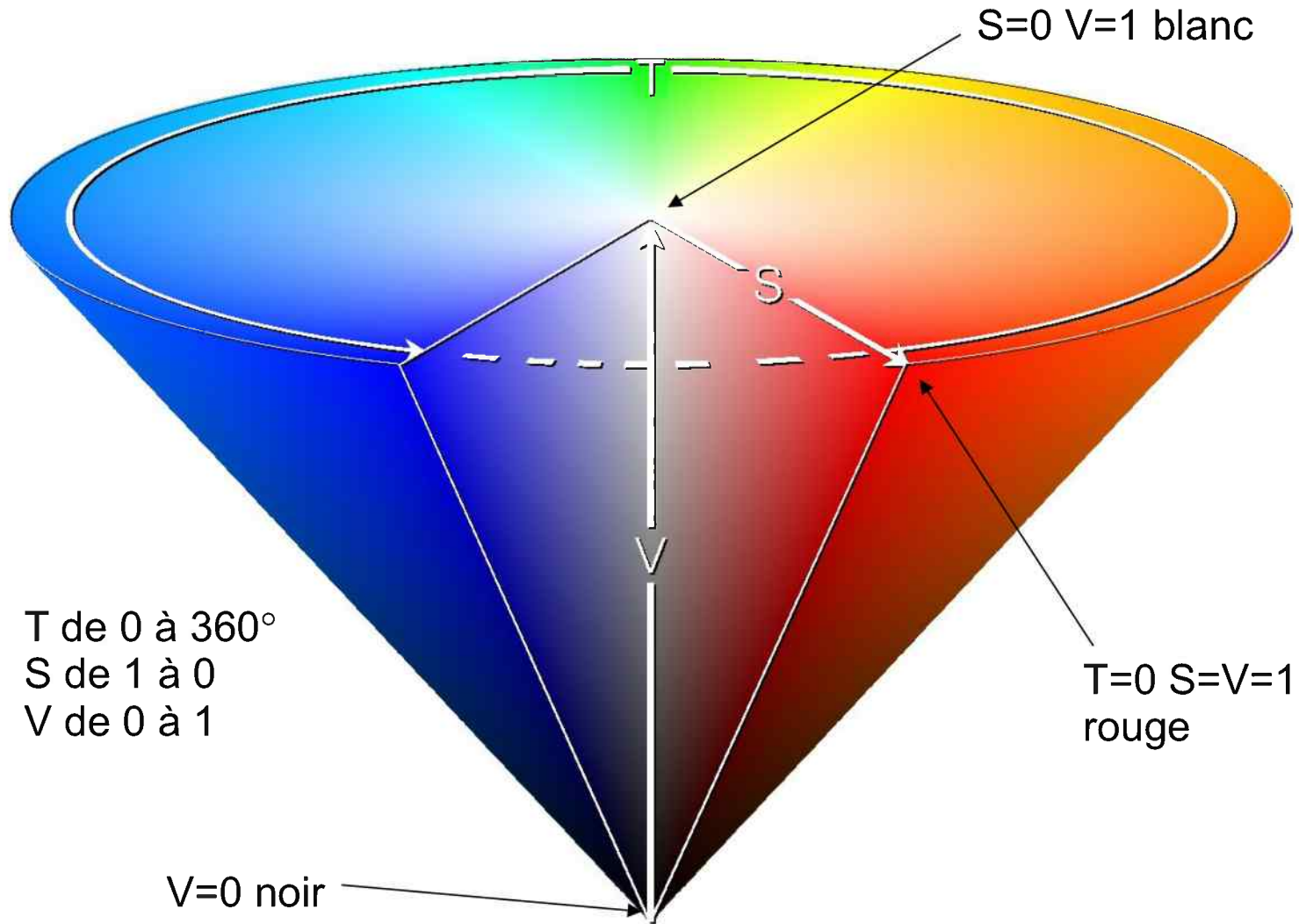
Autre modèle de couleurs

- Modèle **TSV**
- T : **Teinte**, c'est la couleur, mesurée avec un angle
- S : **Saturation**, c'est la quantité de blanc (1 à 0)
- V : **Valeur**, correspond à l'intensité lumineuse
- c'est un autre système de coordonnées
- c'est les mêmes couleurs
- Remplace le cube par un cône

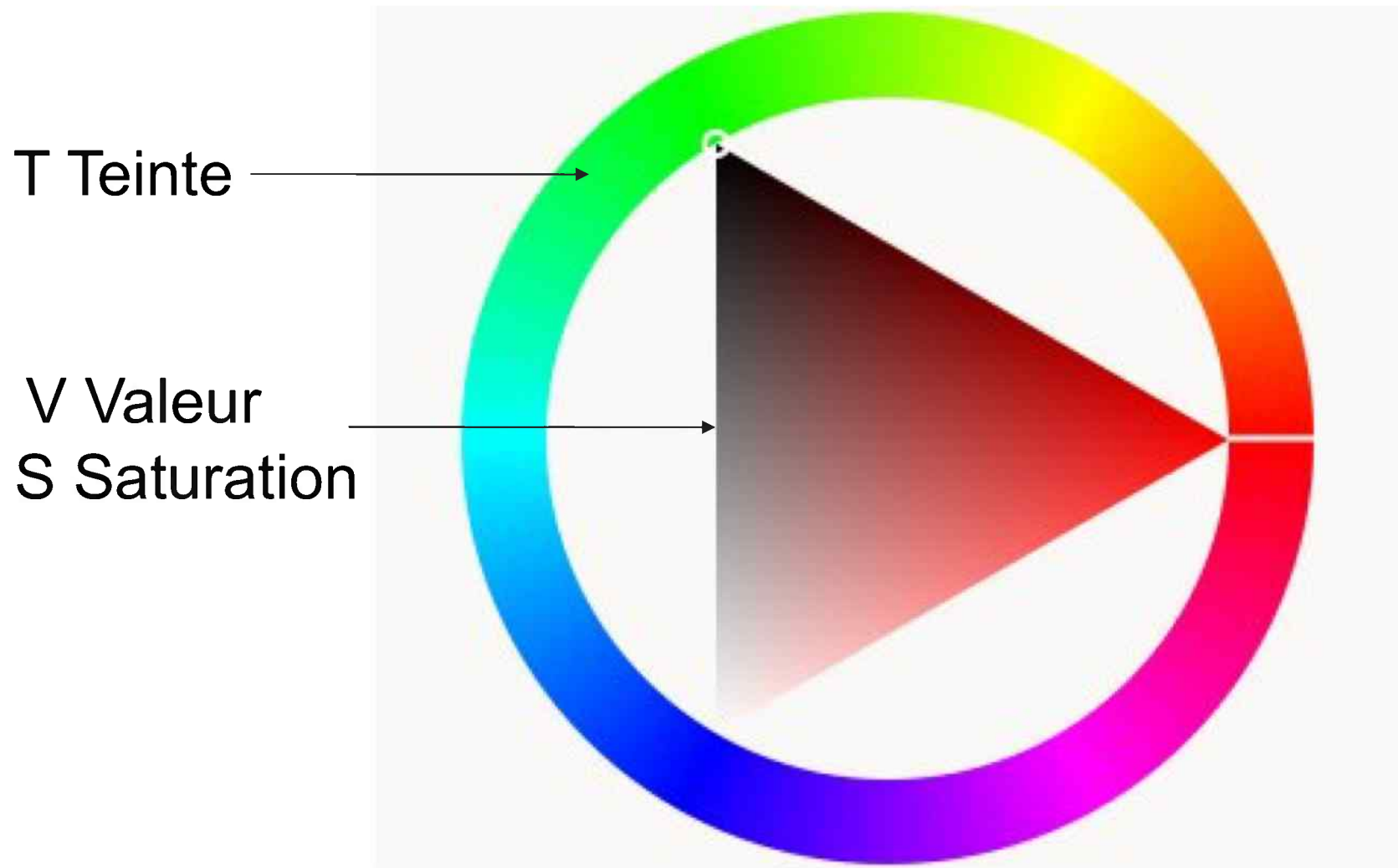
Couleurs saturées



Modèle TSV



Modèle TSV (GIMP)



3 modèles de couleurs des photos

- RVB pour les **écrans** et internet
- CMJN pour les **imprimeurs** et imprimantes
- TSV pour les **artistes**
- Ce sont des coordonnées des mêmes couleurs
- Transformation mathématique
- L'utilisateur peut choisir le modèle le plus approprié !
- RGB utilisé pour mémoriser les photos

Le canal alpha

- Canal supplémentaire (R G B + alpha)
- Indique la transparence
- Valeur de 0 (transparent) à 1 (opaque)
- Codage sur 8 bits (256 niveaux)
- Utile pour superposer des images
- Pas de canal alpha dans le jpeg
- Mais format GIF avec canal alpha

Exemple de canal alpha

Alpha = 1 De plus en plus transparent → Alpha = 0



En conclusion, les canaux sont faits :

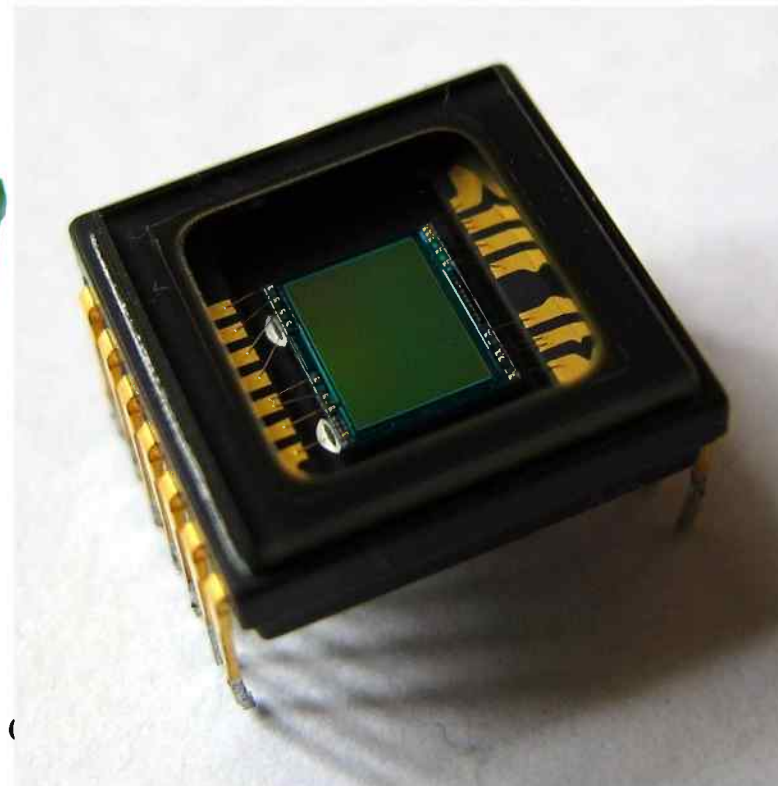
- Pour les couleurs (RGB)
- Pour la transparence (canal alpha)
- Autres utilisations disponibles, créez des canaux selon vos désirs !

3- Le capteur d'image

Le CCD

3- CCD

- Charge-Coupled Device (*dispositif à transfert de charges*)
- Capteur de lumière :
- Films (analogique) ou CCD (digital)



Ouvrir une webcam

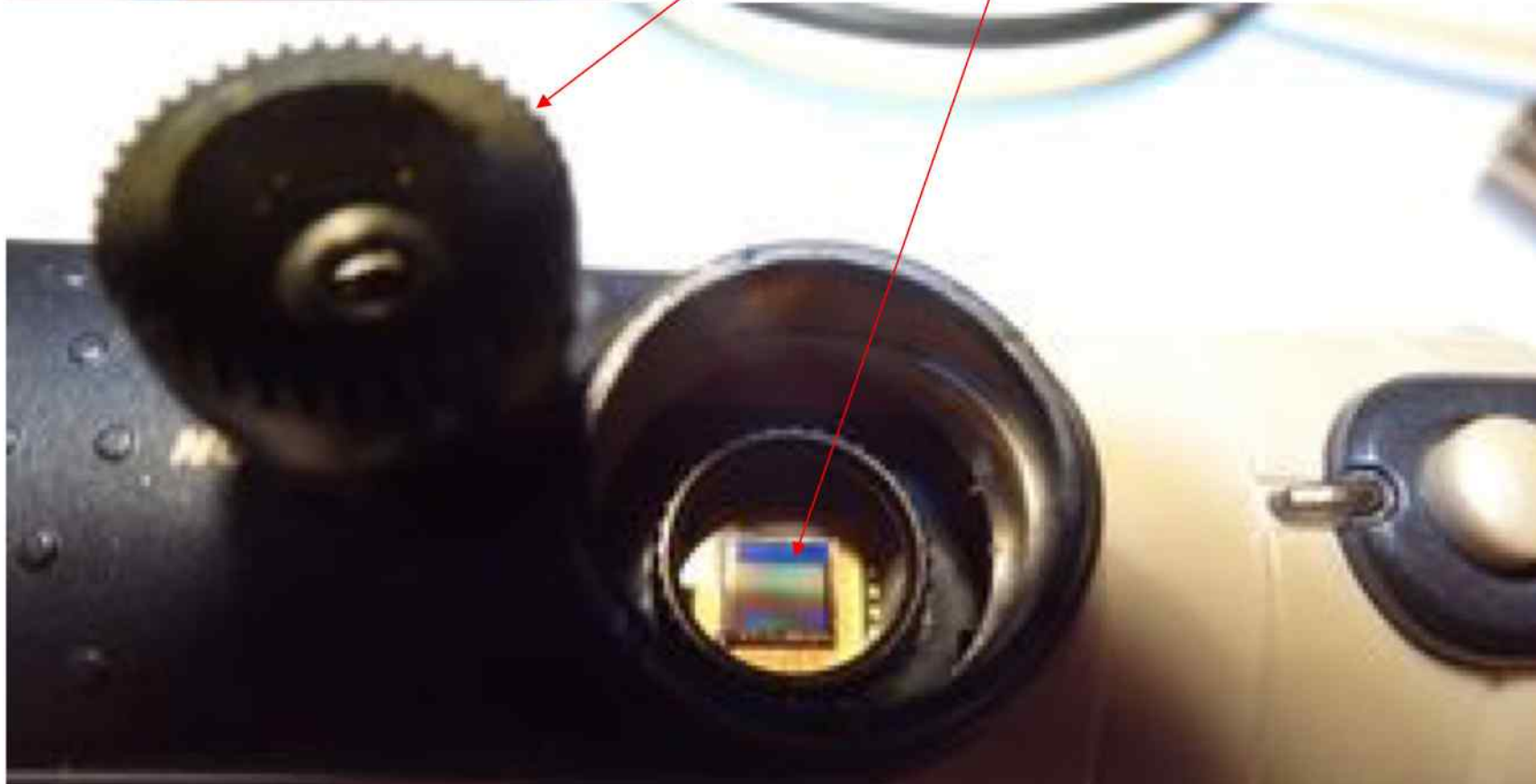


Ouvrir une webcam

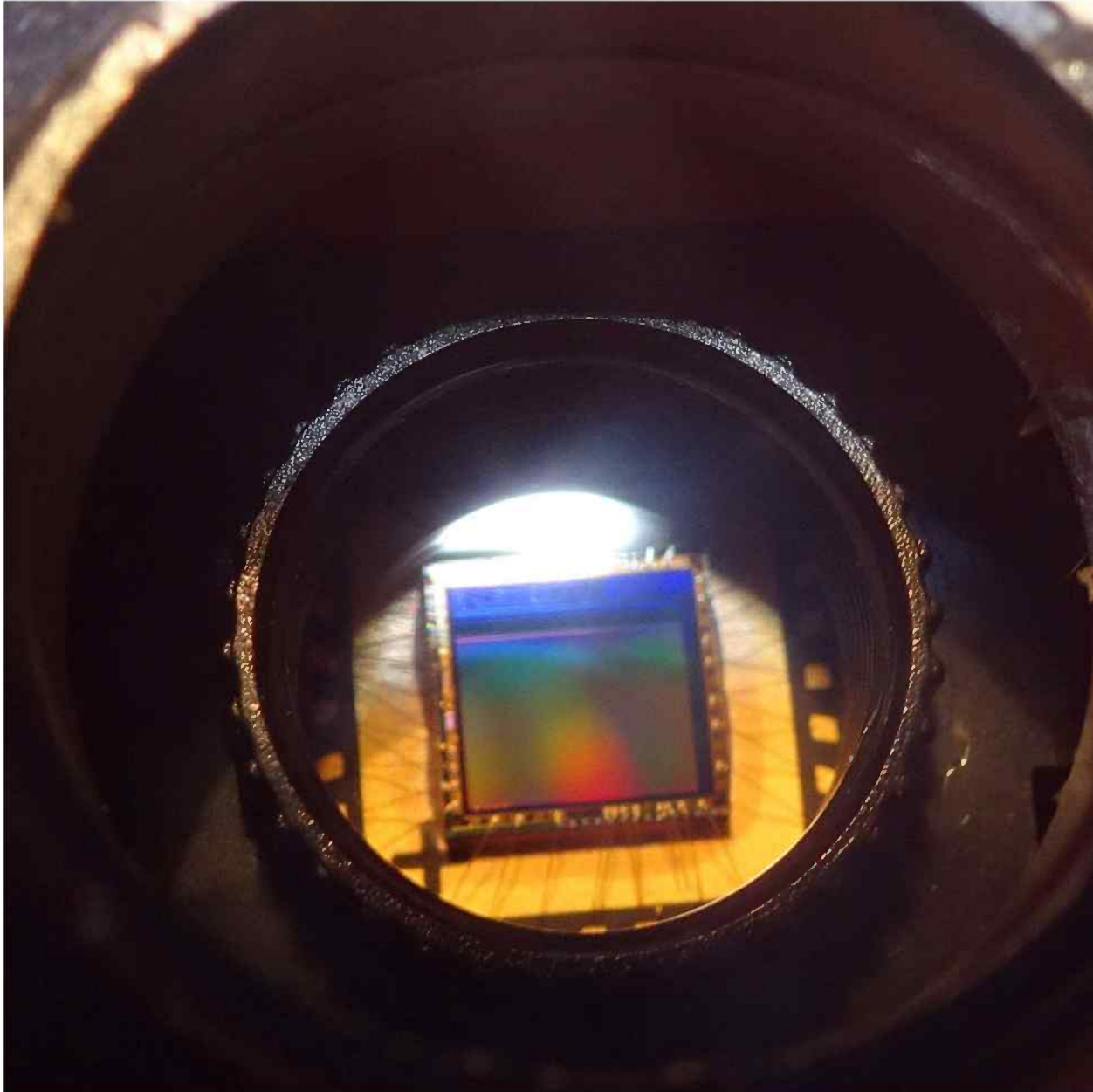


objectif

capteur

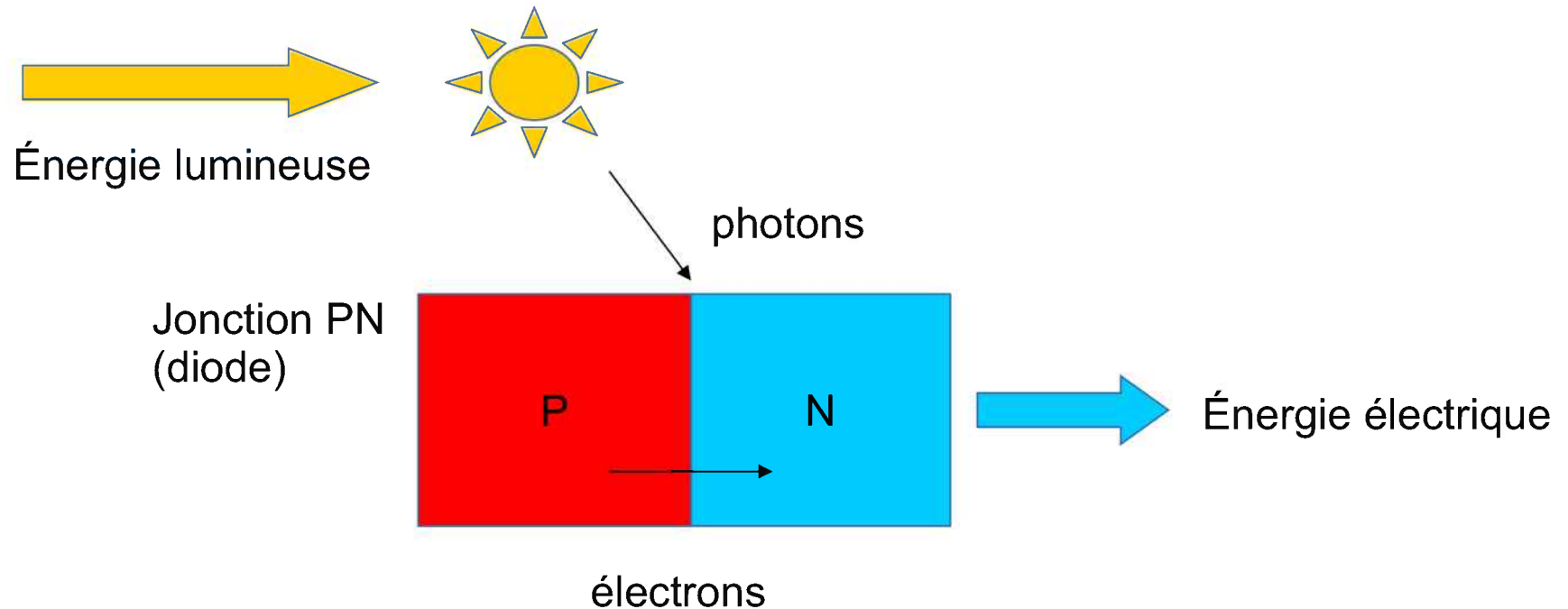


Capteur d'image (CCD)



Lumière dans une jonction

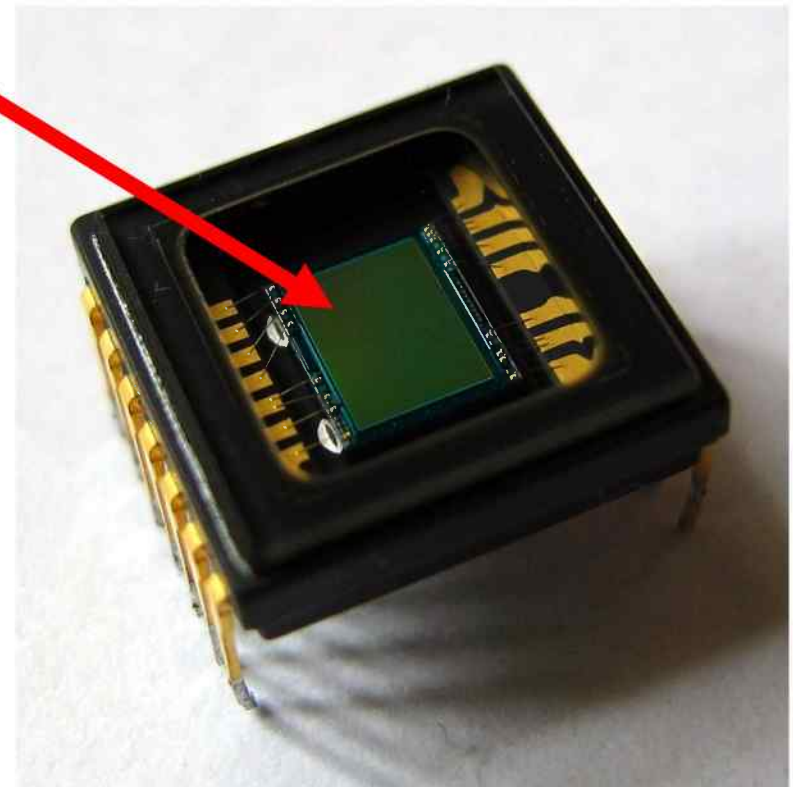
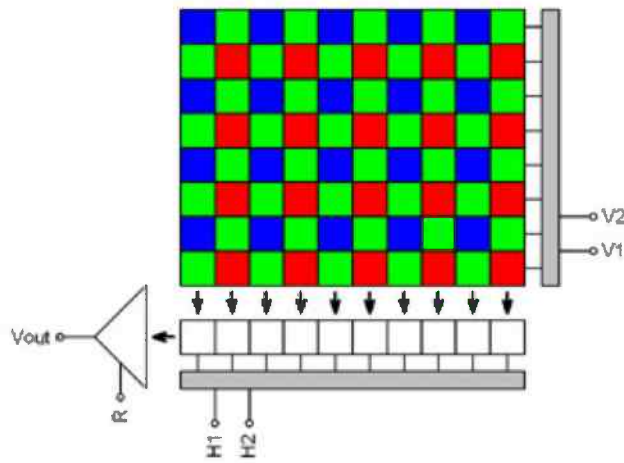
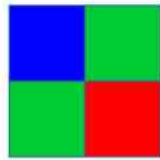
- Effet photoélectrique dans un semi-conducteur
- 1 photon (lumière) crée un électron (électricité)



Matrice de jonctions

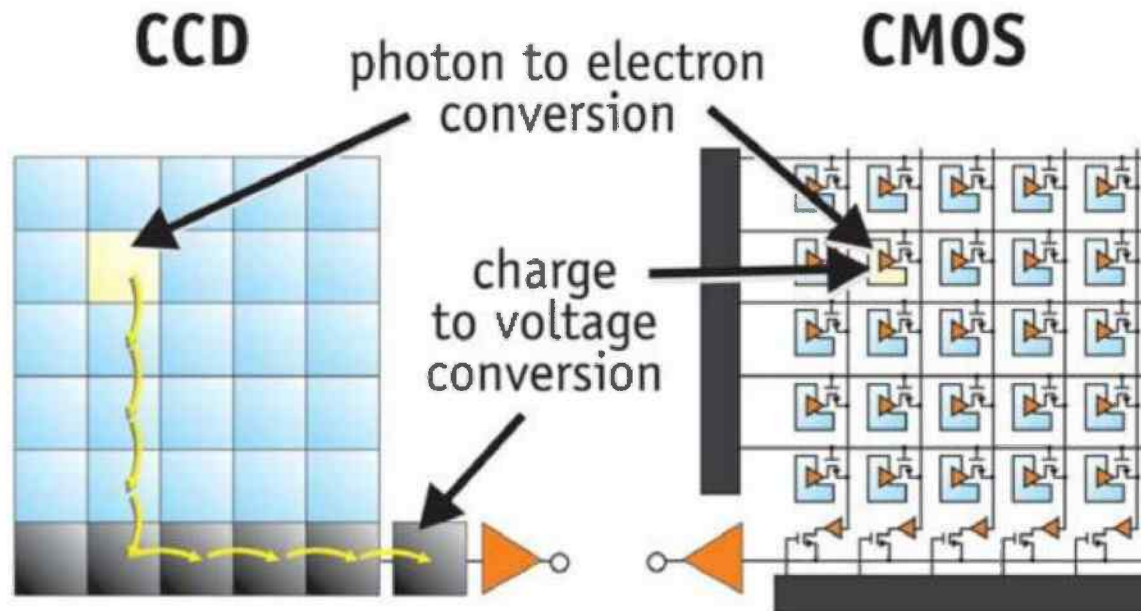
- Un capteur (photosite) par pixel et par couleur
- Des millions de photosites

- 1 pixel



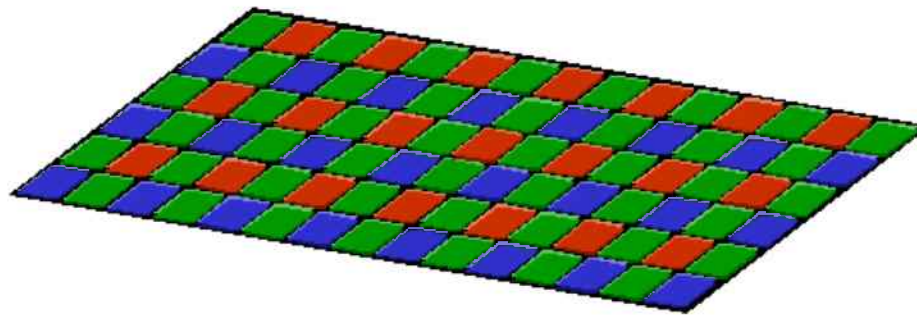
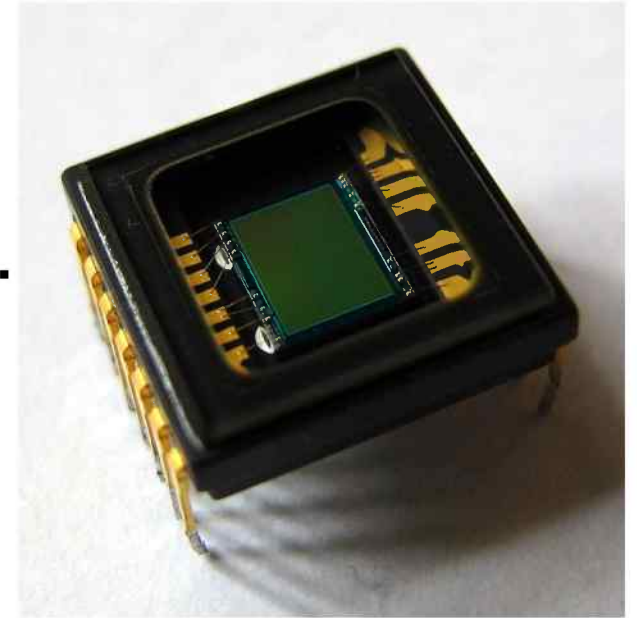
CCD ou CMOS

- Transforme les photons en électrons



Résumé

- Charge-Coupled Device dispositif à transfert de charges.
- Effet photoélectrique photons \rightarrow électrons
- Pixels sensibles
- Filtre de Bayer pour les couleurs



Avantages du CCD

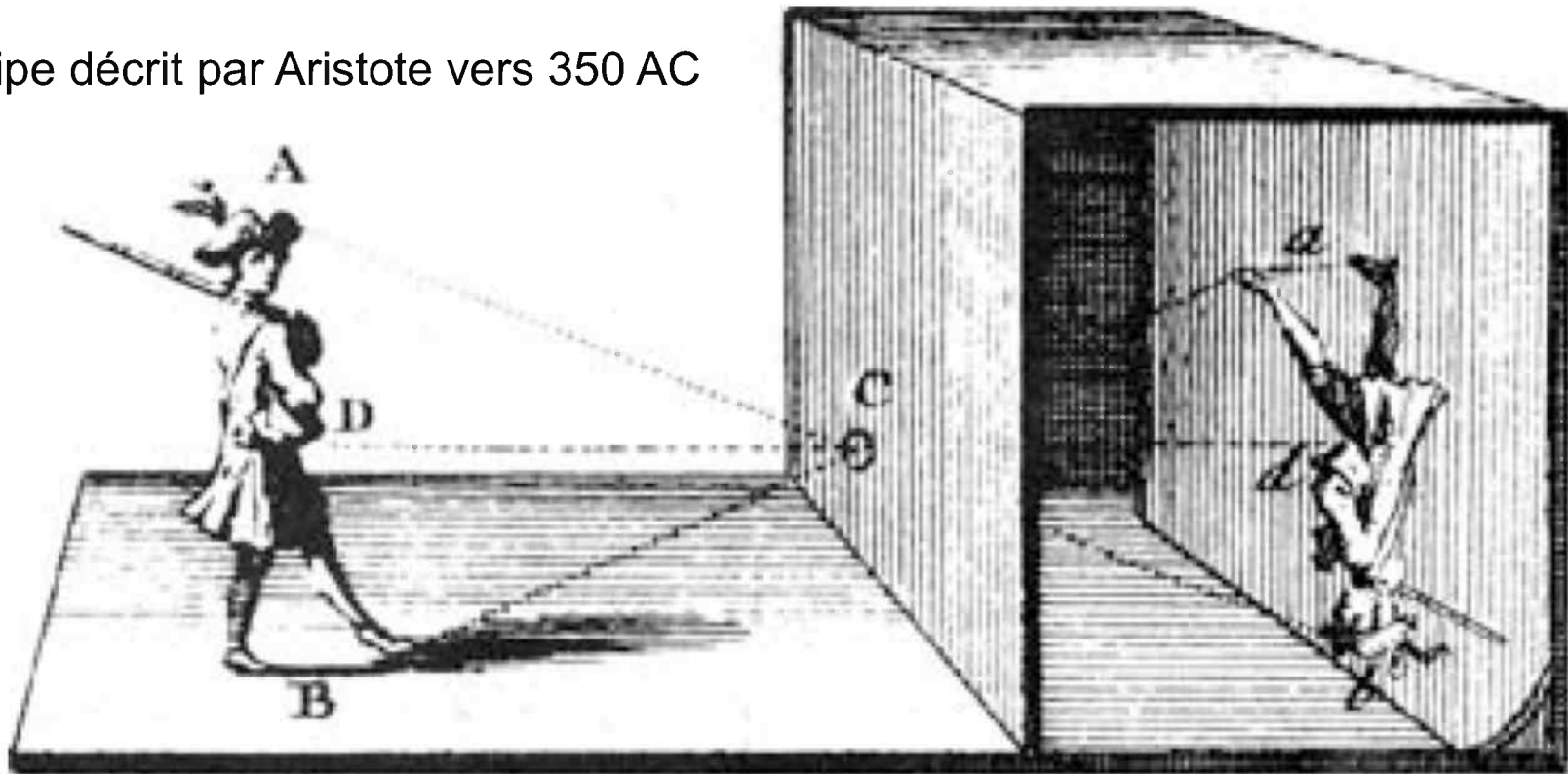
- Durable (réutilisable)
- Très petit
- Très sensible
- Sensibilité programmable
- Signaux électriques
- Associé à un circuit intégré (ordinateur)

4- L'appareil photo

Les réglages

La chambre noire

Principe décrit par Aristote vers 350 AC

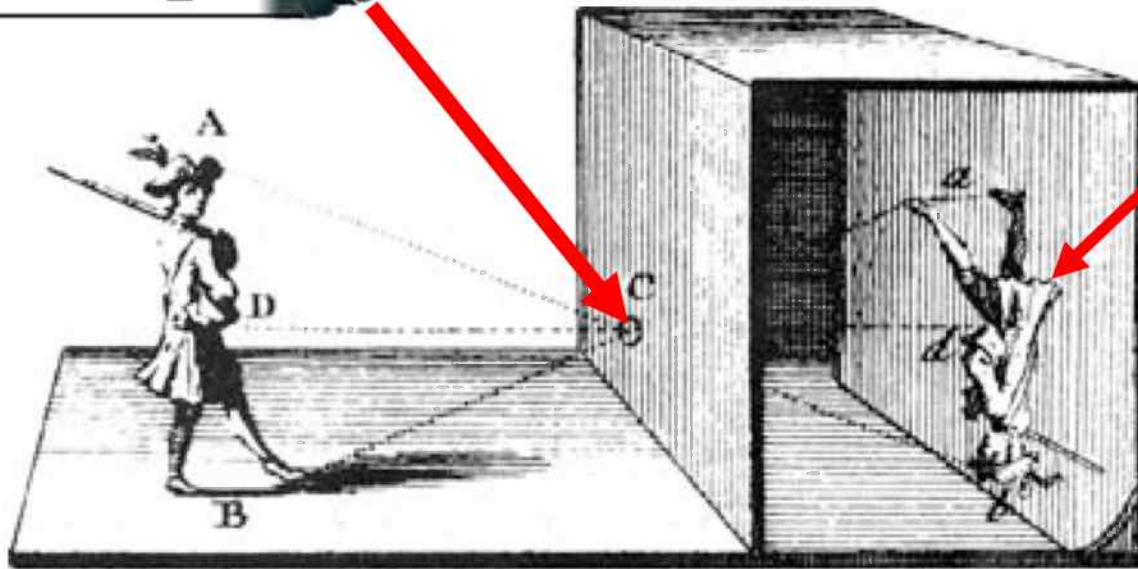
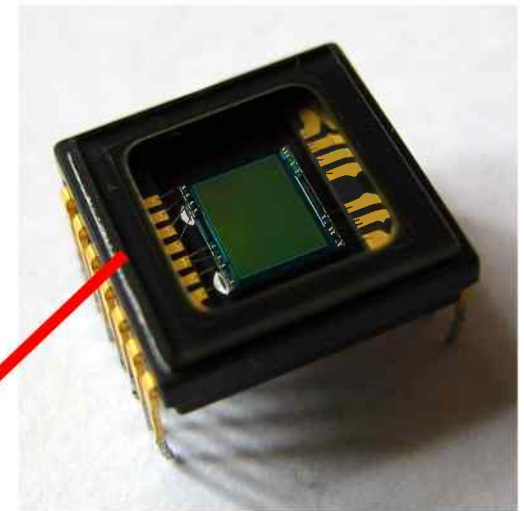
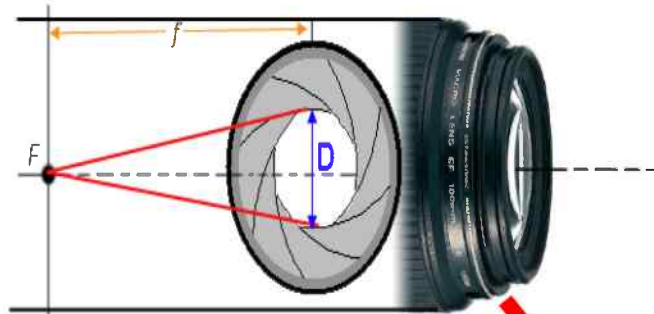


La chambre obscure - d'après la grande Encyclopédie de Diderot et d'Alembert

Appareils de photos

Objectif (lentilles)

Capteur (CCD ou MOS)



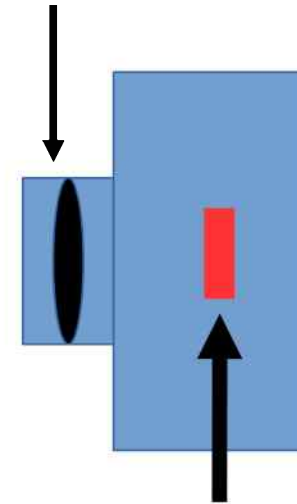
La chambre obscure - d'après la grande Encyclopédie de Diderot et d'Alembert

Exemple appareil photo compact



Objectif (lentilles)

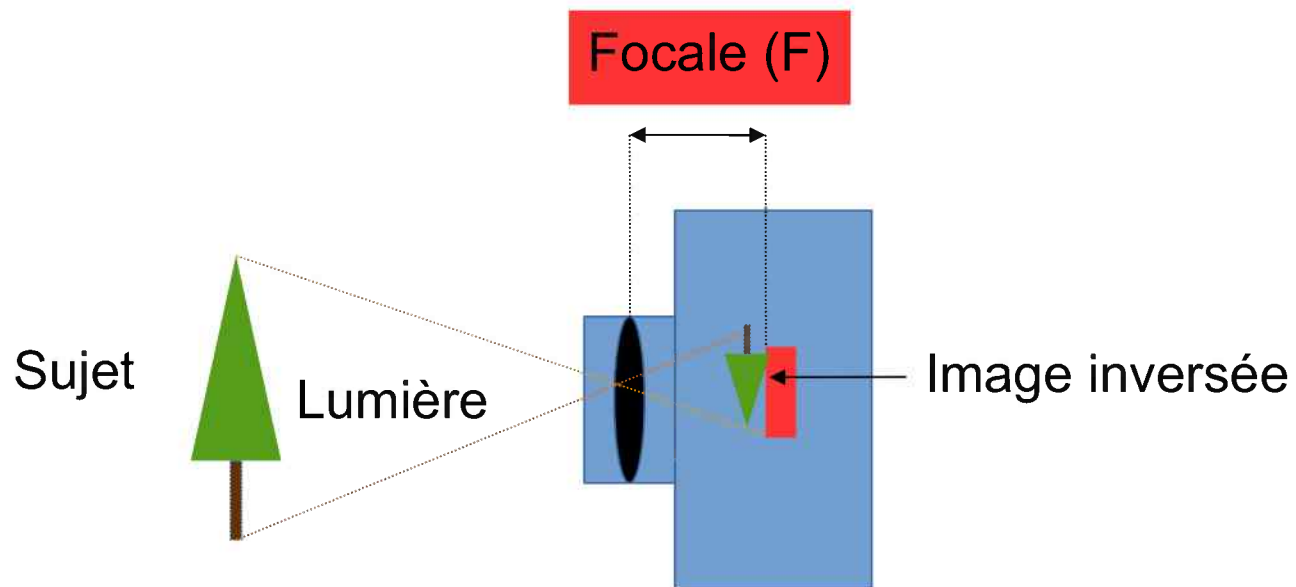
Objectif (lentilles)



Capteur (CCD)

Distance focale

- À ajuster pour la netteté !



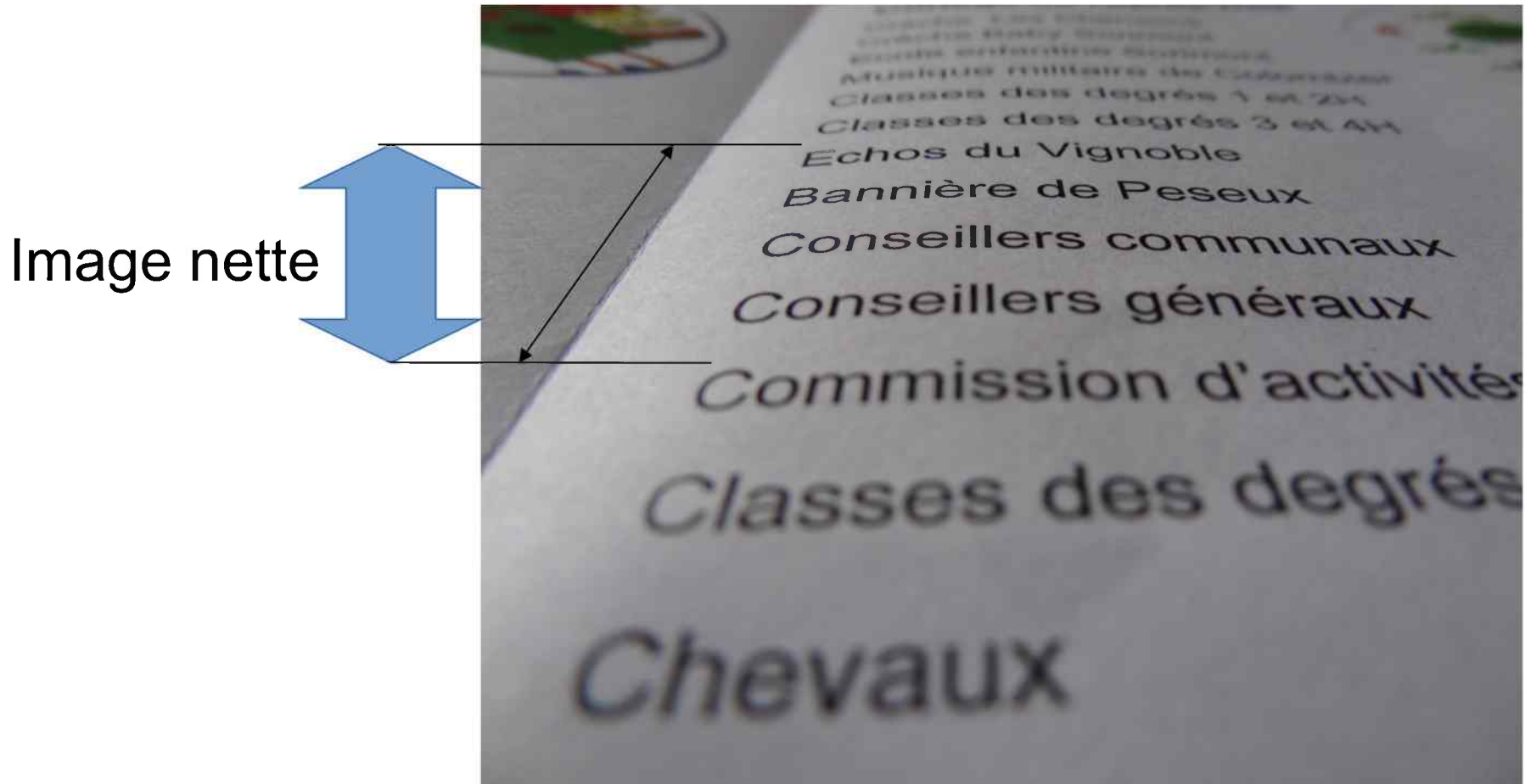


Fleur nette, lavande floue

Fleur floue, lavande nette



Profondeur de champ

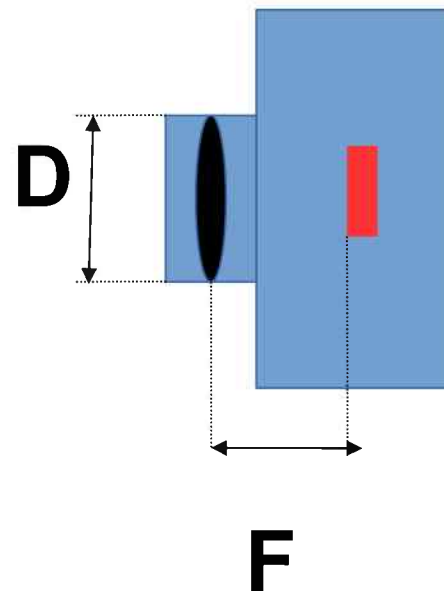


Images nettes

- Appareils automatiques ...
- Difficile de corriger une image floue
- Réglages : distance et vitesse (buée etc.)

L'exposition

- À ajuster pour équilibrer les couleurs
- Paramètres : ouverture, temps, sensibilité
- Ouverture = F/D





Trop sombre, sous-exposition



Exposition automatique

Trop clair, sur-exposition





Temps de pose (t)

t petit, on distingue les gouttes

Par exemple $t = 1$ ms

t grand, jet d'eau continu

Par exemple $t = 50$ ms



Réglage des paramètres

- Appareils (presque) tous automatiques !
- Mise au point (reconnaissance du sujet)
- Exposition (ajustement sensibilité et temps)
- ... il faut attendre le OK de l'appareil
- Passer en manuel si nécessaire

5- Les logiciels photo

Les calques

5- Les calques

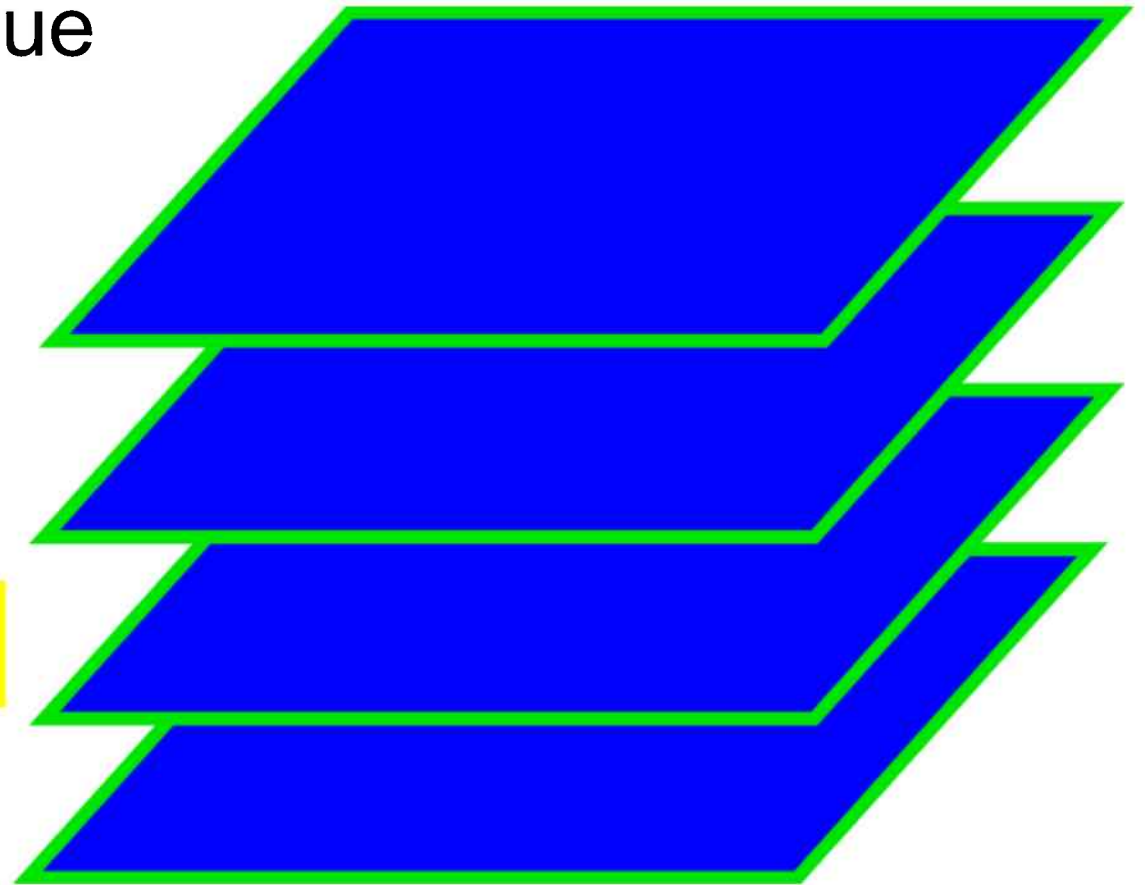
- Selon les plans des architectes
- Utilisation du canal alpha
- Pour manipuler des photos
- Superposition de photos
- Fonction des logiciels photos complets
- Une image jpeg a 1 seul calque

Les calques

- On peut superposer plusieurs images, chaque image est un calque

Attention, on n'agit que sur un calque à la fois !!!

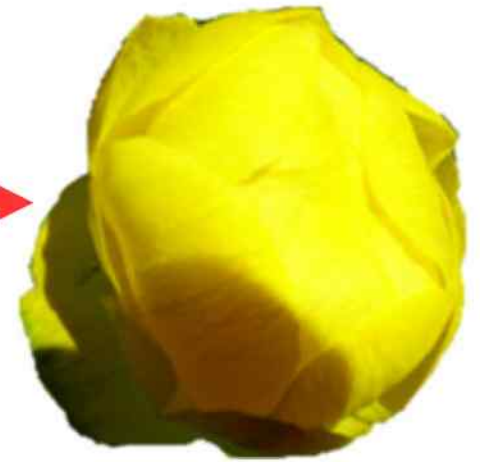
Attention, la taille des calques peut être variable...



Utiliser les calques :



Extraire une fleur

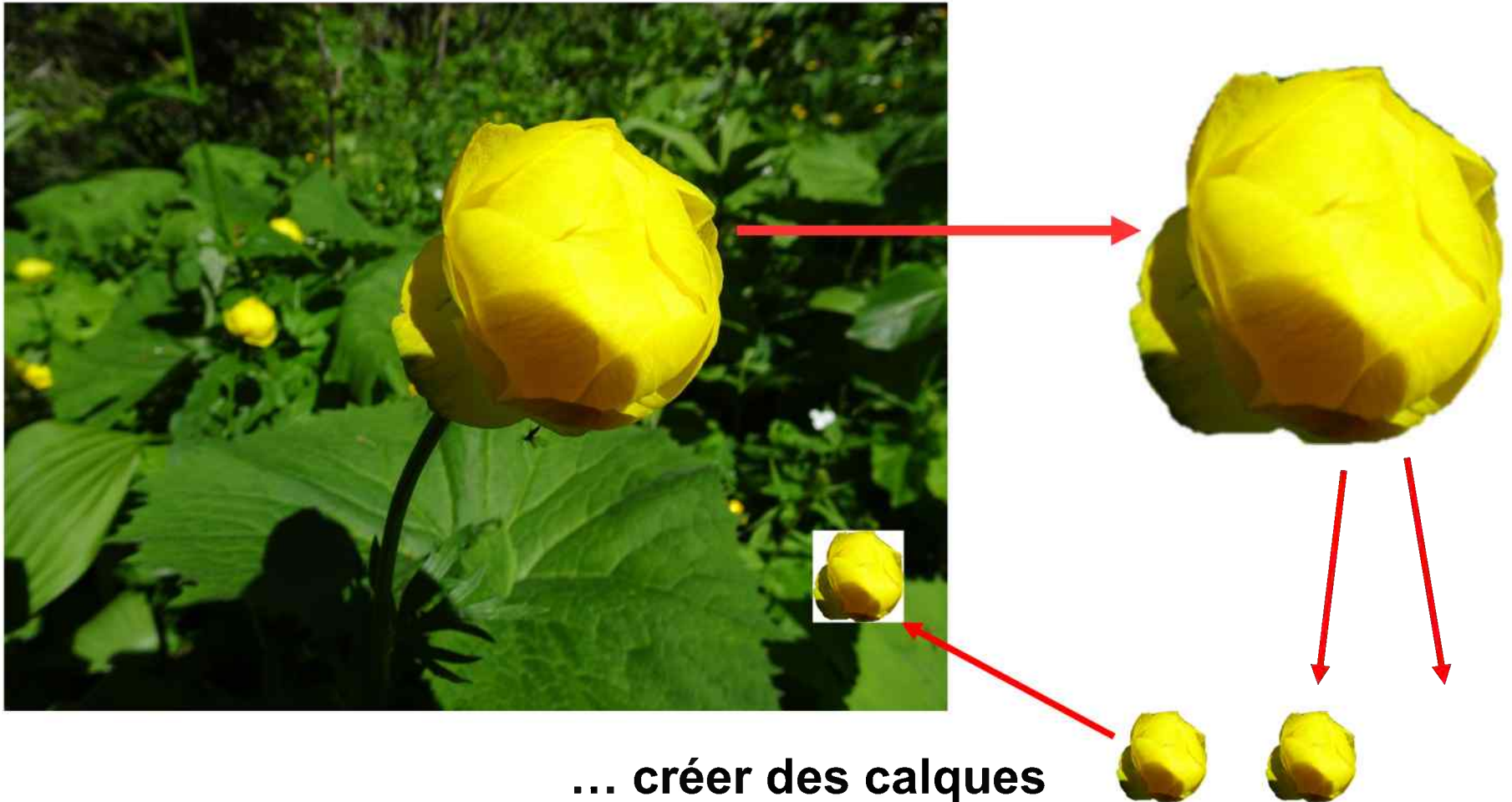


Extraire une fleur



... créer des calques

Ajouter des fleurs

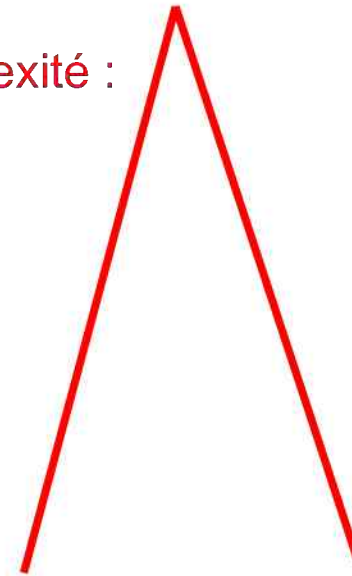




Logiciels photo (nombreux)

- Regarder, imprimer
- Trier, classer
- Petites corrections (*yeux rouges*)
- Modifier des photos
(avec les calques)

Complexité :

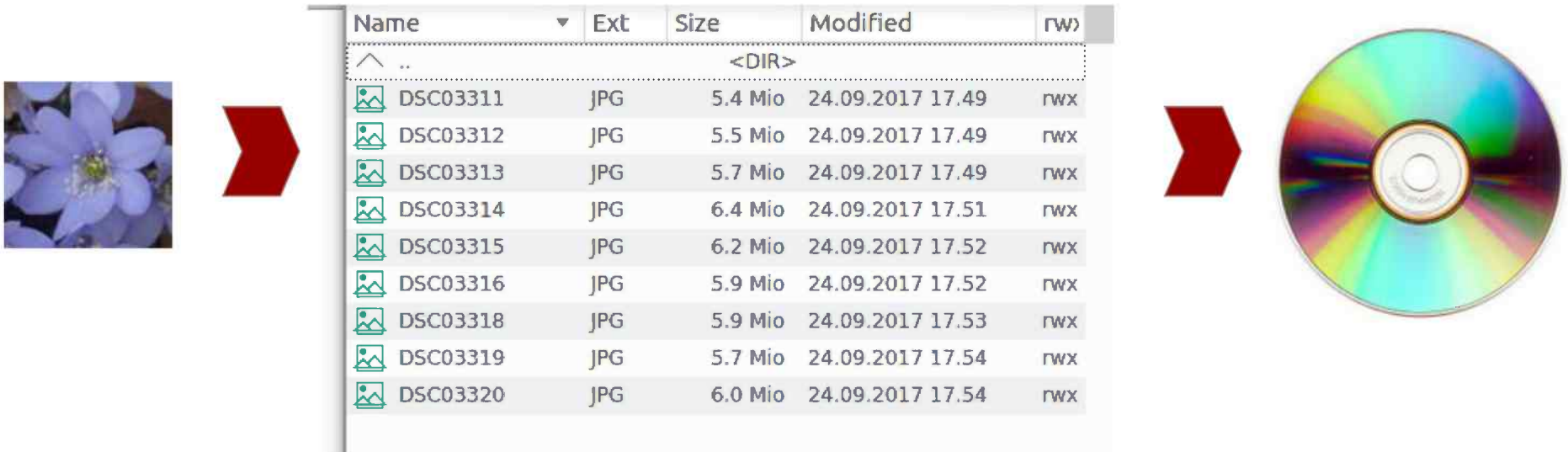


Regarder ses photos

- Avec l'appareil de photo
- PC
- TV
- Partager

Trier, classer, archiver

- Triez, classez et archivez les **fichiers** des photos, et pas directement les photos.
- Utilisez les logiciels d'archivages



Logiciels d'édition de photos

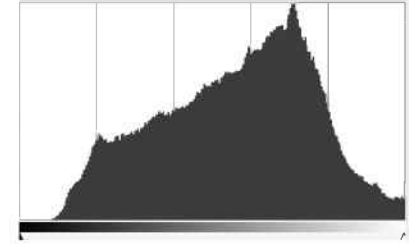
- Le plus connu : **Photoshop** de Adobe
http://www.adobe.com/ch_fr/products/photoshop.html
- Le plus libre : **Gimp**
<https://www.gimp.org/>



6- Les réglages automatiques

L'histogramme

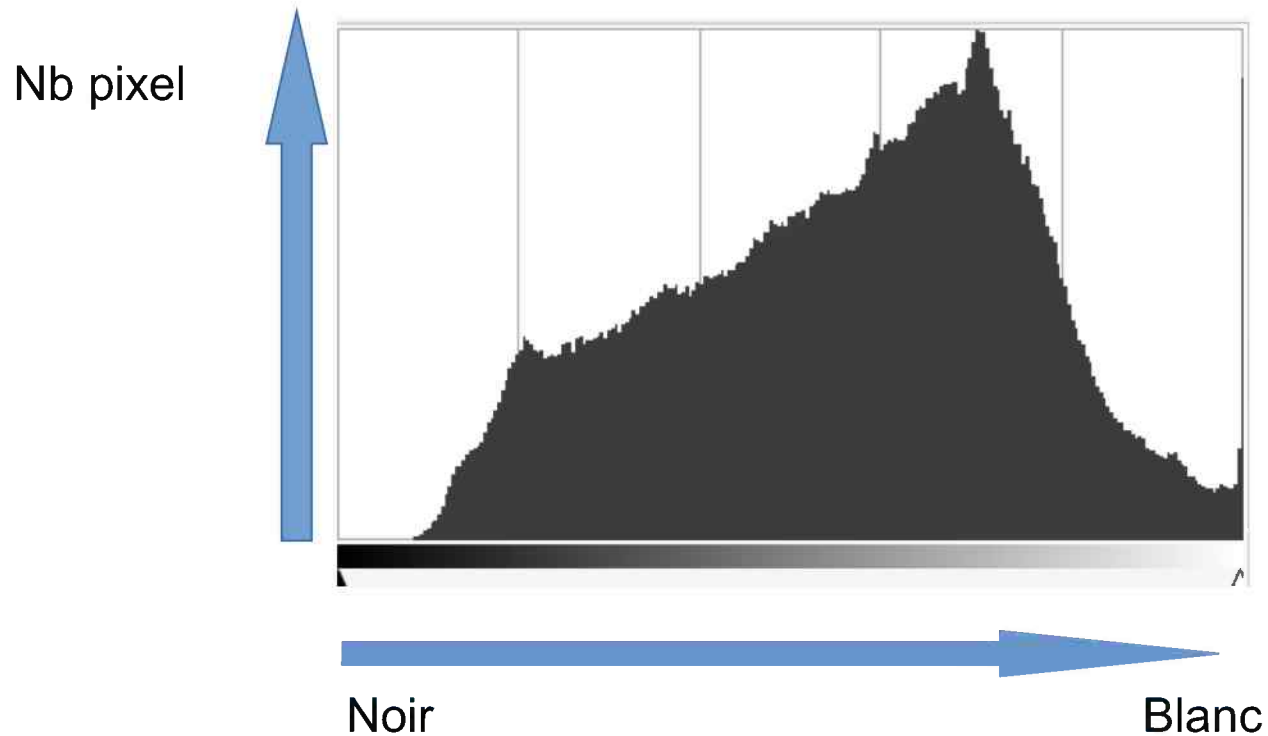
6- L'histogramme



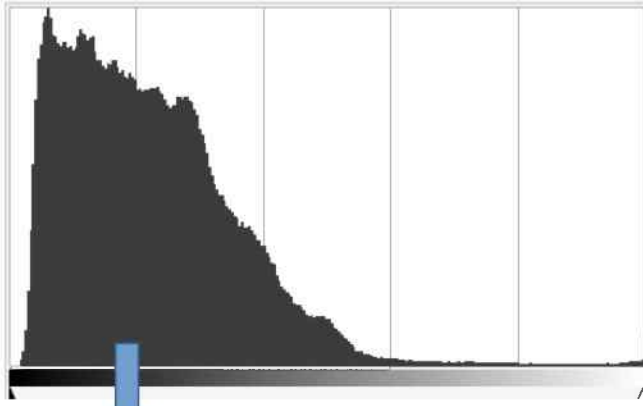
- Graphique pour évaluer l'exposition
- Sur appareils photos et logiciels
- Utilisé pour l'exposition automatique
- Utilisé pour les retouches
- ... rarement utilisé !

L'histogramme

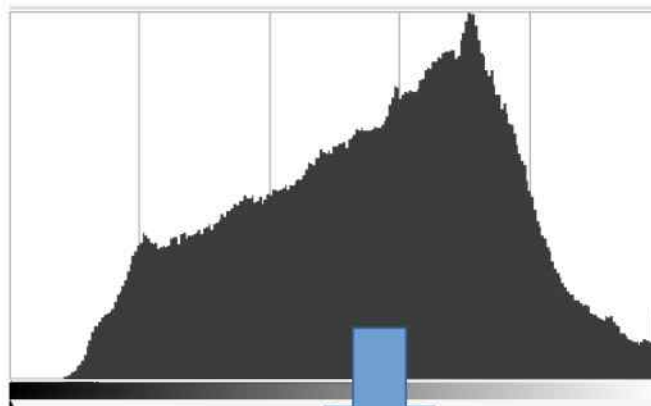
C'est un **graphique** qui représente le nombre de pixels de la photo en fonction de la luminosité (du noir au blanc)



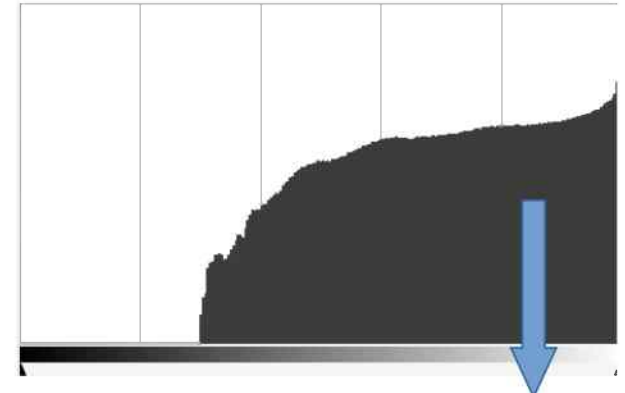
Histogramme



Trop de noir



Bonne exposition



Trop de blanc



Histogramme des couleurs

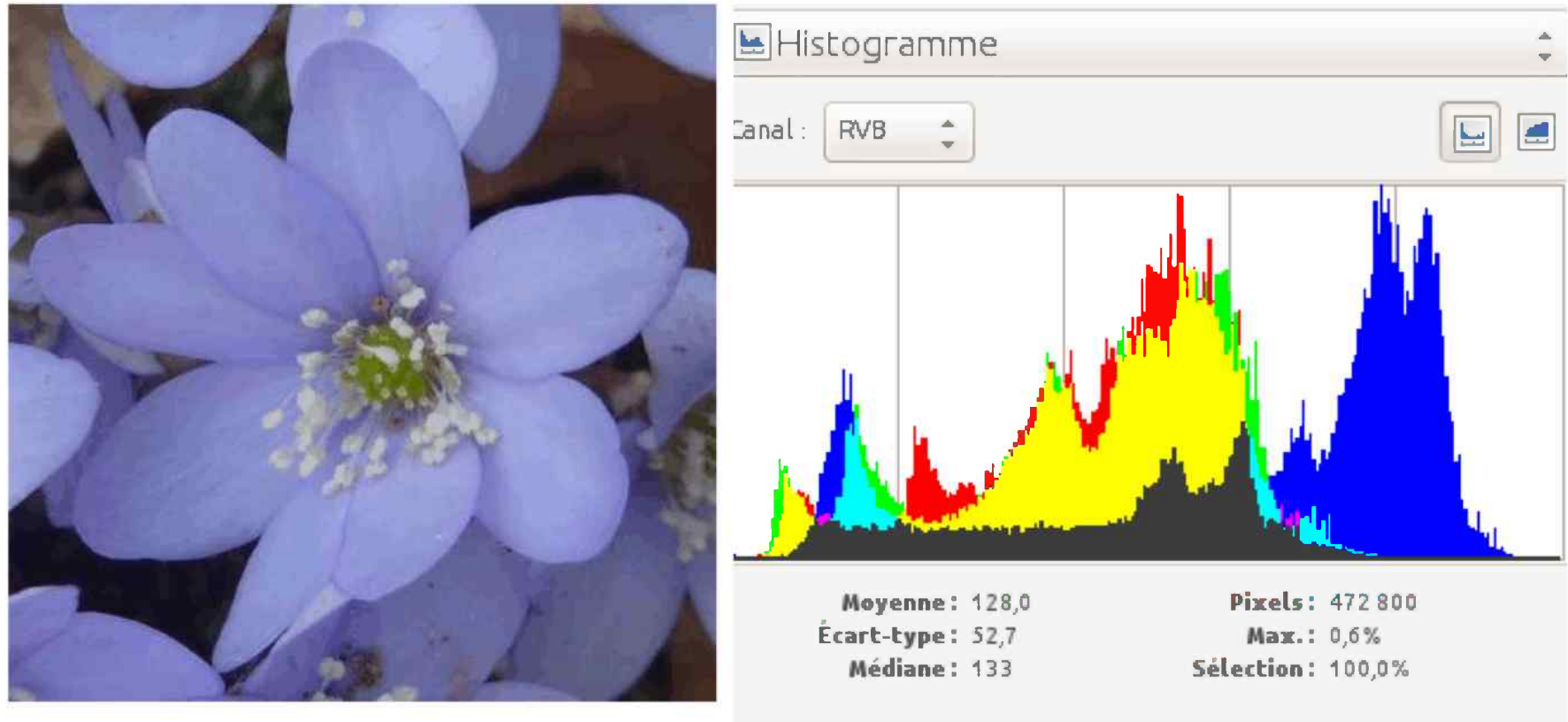


Photo d'une fleur et son histogramme dans GTHUMB

7- Fichiers des images

JPEG

7- Les formats

- Chaque photo est un **fichier** informatique
- À stocker dans une **mémoire**
- Avec un **nom** et un **type** (format)
- Taille :
- Exemple : *fleur1.jpg* 1.8 ko



JPEG ou JPG

- Joint Photographic Experts Group
- **Standard international**
- Format **le plus utilisé**
- Lisible partout (PC, TV, Apple, lecteur DVD etc.)
- Avec compression (10 x sans perte visible)
- Données EXIF (date, appareil etc.)
- Pas de calques
- Pas de canal alpha
- Couleurs : 3 x 8 bits (16 millions)

Compression JPEG

Compression 10x



Compression 100x



Données EXIF dans JPEG



-  18 janv.
mer., 18:59  Date
-  DSC02249.JPG
18 Mpx 4896 × 3672 6.3 Mo Fichier
-  DSC-HX90V
f/3.5 1/10 4.1 mm 1600 ISO Appareil
-  Morat
Lieu estimé Localisation GPS



Google

GIF

- Graphic Interchange Format
- Standard **pour WEB**
- Très compressé (petits fichiers)
- 256 couleurs max. (8 bits par pixel)
- Avec canal **alpha**
- Avec **animations** (utilise les calques)

GIF animé



Wikipedia / NASA

Format BMP

- BMP : format d'images matricielles bitmap
- Format ouvert
- De Microsoft et IBM
- Sans compression (pas de pertes)
- Couleurs 8 ou 24 bits
- Pas de canal alpha
- Gros fichiers (pas pour internet)

Format PNG

- PNG : Portable Network Graphic
- Format ouvert
- Alternative au GIF, **pour internet**
- Compression sans pertes
- Avec canal alpha
- Pas d'animation

Formats des logiciels photos

- Pour modifier les photos
- Formats différents pour chaque programme
- **PSD** pour Photoshop, **XCF** pour GIMP
- Non compressé (gros fichiers)
- Avec calques et multiples canaux
- Lisent et génèrent JPEG (importer exporter)

Autres formats de photos

- RAW format brut
- TIFF (*Tag Image File Format*) de Adobe
- PDF (Portable Document Format) pour diaporama

8- Conclusions



8- Conclusion : pour améliorer ses photos, il est possible de

- Les **recadrer** (*copier-coller*)
- Diminuer leur **taille** (*nombre de pixels*)
- Ajuster la **compression** des fichiers (*JPEG*)
- Corriger la **luminosité** (*histogramme*)
- Corriger les **couleurs** (*canaux*)
- Ajouter ou enlever des **éléments** (*calques*)
- Classer et **archiver** (*DVD*)

Merci de votre attention !