

Programme de l'enseignement autour des mots « image(s) numérique(s)»

TS

Transmettre et stocker de l'information

| Notions et contenus | Compétences exigibles |
|---|---|
| <p>Images numériques Caractéristiques d'une image numérique : pixellisation, codage RVB et niveaux de gris.</p> | <p>Associer un tableau de nombres à une image numérique. <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un capteur (caméra ou appareil photo numériques par exemple) pour étudier un phénomène optique</i></p> |

SCIENCES ET LABORATOIRE EN CLASSE DE SECONDE GÉNÉRALE ET TECHNOLOGIQUE

Enseignement d'exploration

Informations et communications

Prélever des informations

Mots clefs :

- * Appareils photographiques, caméscope. Microphones.
- * *Capteurs.*

Sciences physiques et chimiques en laboratoire - classe de première de la série technologique STL, spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire

1. Module Image

| Notions et contenus | Capacités |
|---|--|
| <p>Photographie numérique : Photo détecteurs. Photographie argentique. Capteur : sensibilité et résolution.</p> | <p>-Mettre en œuvre expérimentalement une photodiode ou un phototransistor. -Expliquer le principe des capteurs photosensibles CCD d'un appareil photographique numérique. -Réaliser une activité expérimentale pour relier l'éclairement reçu par un capteur et la grandeur électrique mesurée. -Interpréter l'image argentique par un procédé photochimique. -Comparer la sensibilité d'un capteur numérique et celle d'une pellicule argentique à une norme. -Relier la sensibilité à la résolution et à la surface du capteur.</p> |
| <p>Synthèses additive et soustractive des couleurs. Systèmes chromatiques. Filtres.</p> | <p>-Illustrer expérimentalement les synthèses additive et soustractive des couleurs. -Illustrer expérimentalement le principe du système RVB. - Exploiter un logiciel dédié pour déterminer les caractéristiques d'une couleur : composantes (R, V, B) ou teinte, luminosité, saturation (T, L, S). -Interpréter la pureté d'une couleur dans le diagramme chromatique (CIE 1931). -Citer des procédés de production d'images faisant appel à la synthèse additive ou à la synthèse soustractive.</p> |
| <p>Traitement d'image.</p> | <p>-Définir le pixel et estimer ses dimensions dans le cas de l'appareil photo numérique, d'un écran vidéo. -Expliquer le principe du codage en niveaux de gris et en couleurs RVB. -Énoncer qu'une image numérique est associée à un tableau de nombres. -Déterminer expérimentalement la résolution d'un convertisseur analogique/numérique. -Effectuer une opération simple (filtrage) de traitement d'image à l'aide d'un logiciel approprié. - Interpréter le chronogramme de sortie d'un capteur CCD.</p> |
| <p>Reconstitution de l'image avec divers imageurs</p> | <p>-Expliquer le principe de reconstitution des couleurs par une imprimante, un écran numérique ou un vidéoprojecteur.</p> |

Images numériques

1 Pixel

2 RVB

3 Image

4 Lumière

5 APN

6 Codage numérique et Fichiers

1 Pixel

Pixel=Picture element

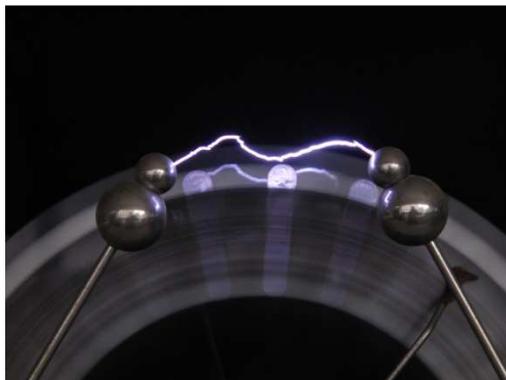
« **Définition** » d'une image,

« **Résolution** » d'une image

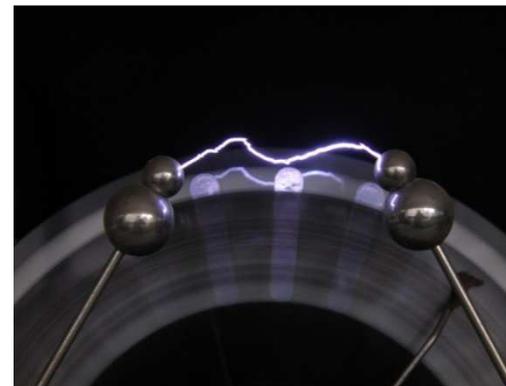
<http://360gigapixels.com/tokyo-tower-panorama-photo/> 150-gigapixel

où est le Pajero immatriculé 5436 ?

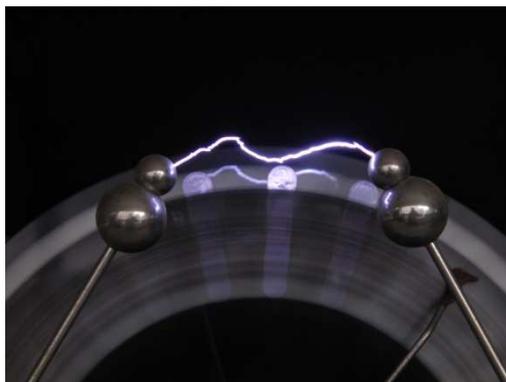
Eclair2816X2112.JPG redimensionnée



640x480



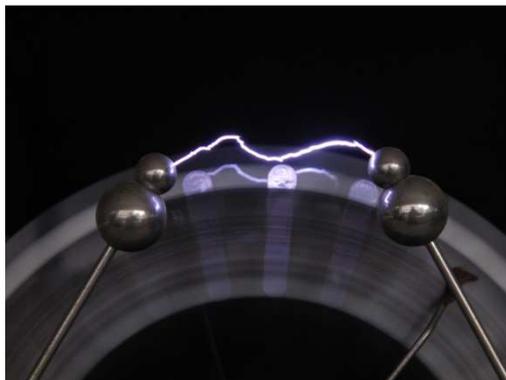
Eclair2816X2112.JPG redimensionnée



200x150



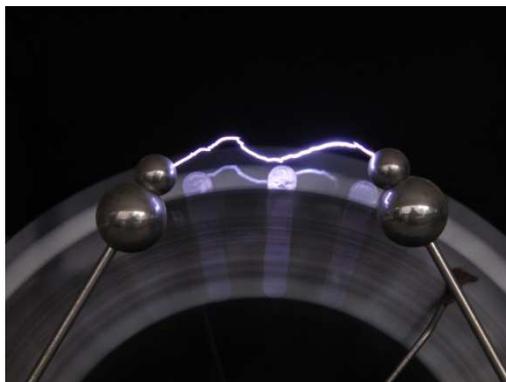
Eclair2816X2112.JPG redimensionnée



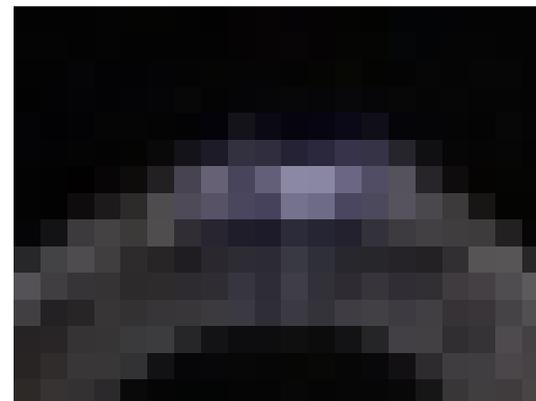
34X25



Eclair2816X2112.JPG redimensionnée

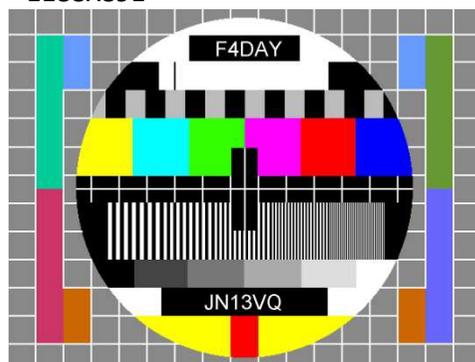


20X15

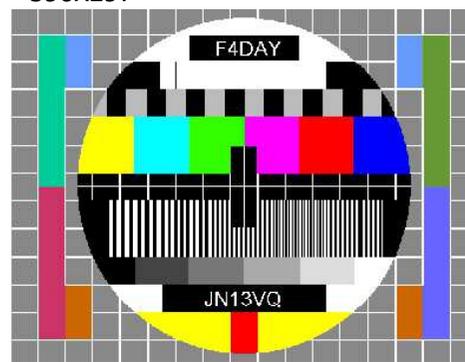


En couleurs

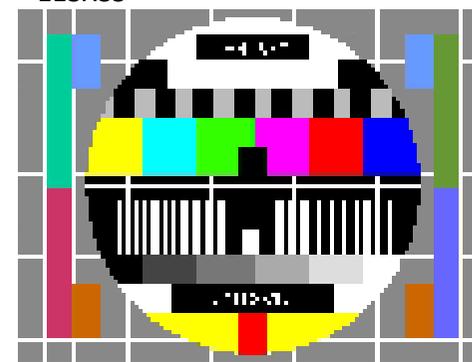
1188X891



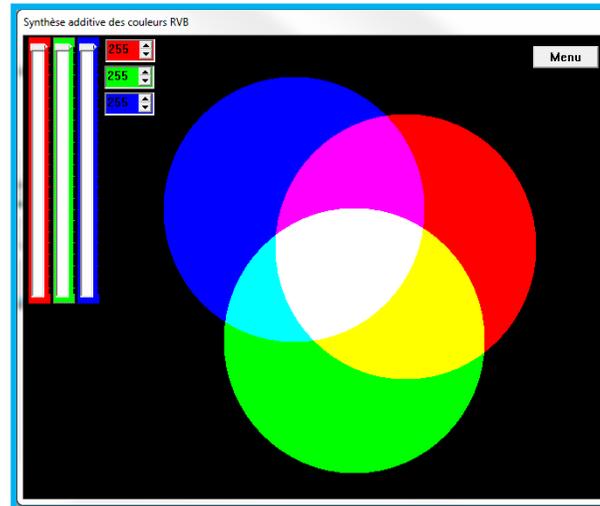
396X297



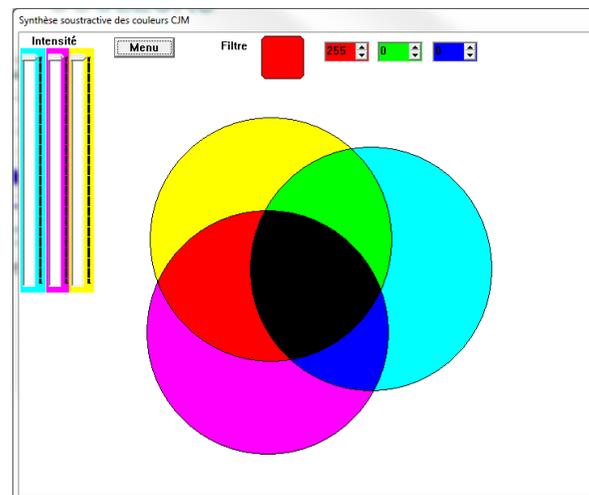
113X85

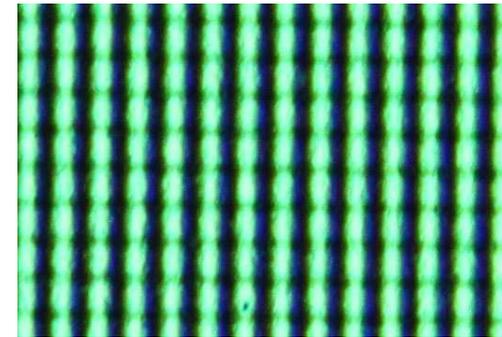
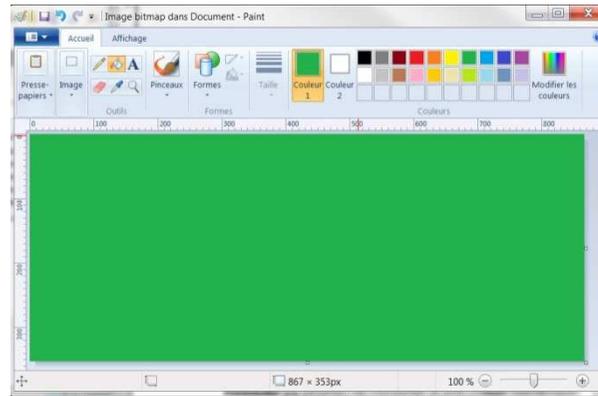


2 RVB ADDITION

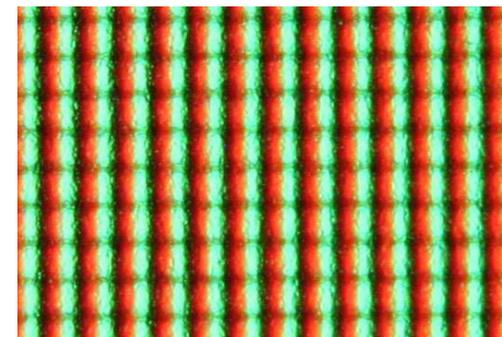
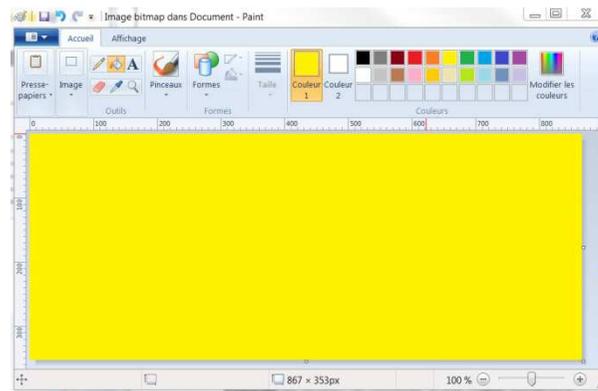


SOUSTRACTION



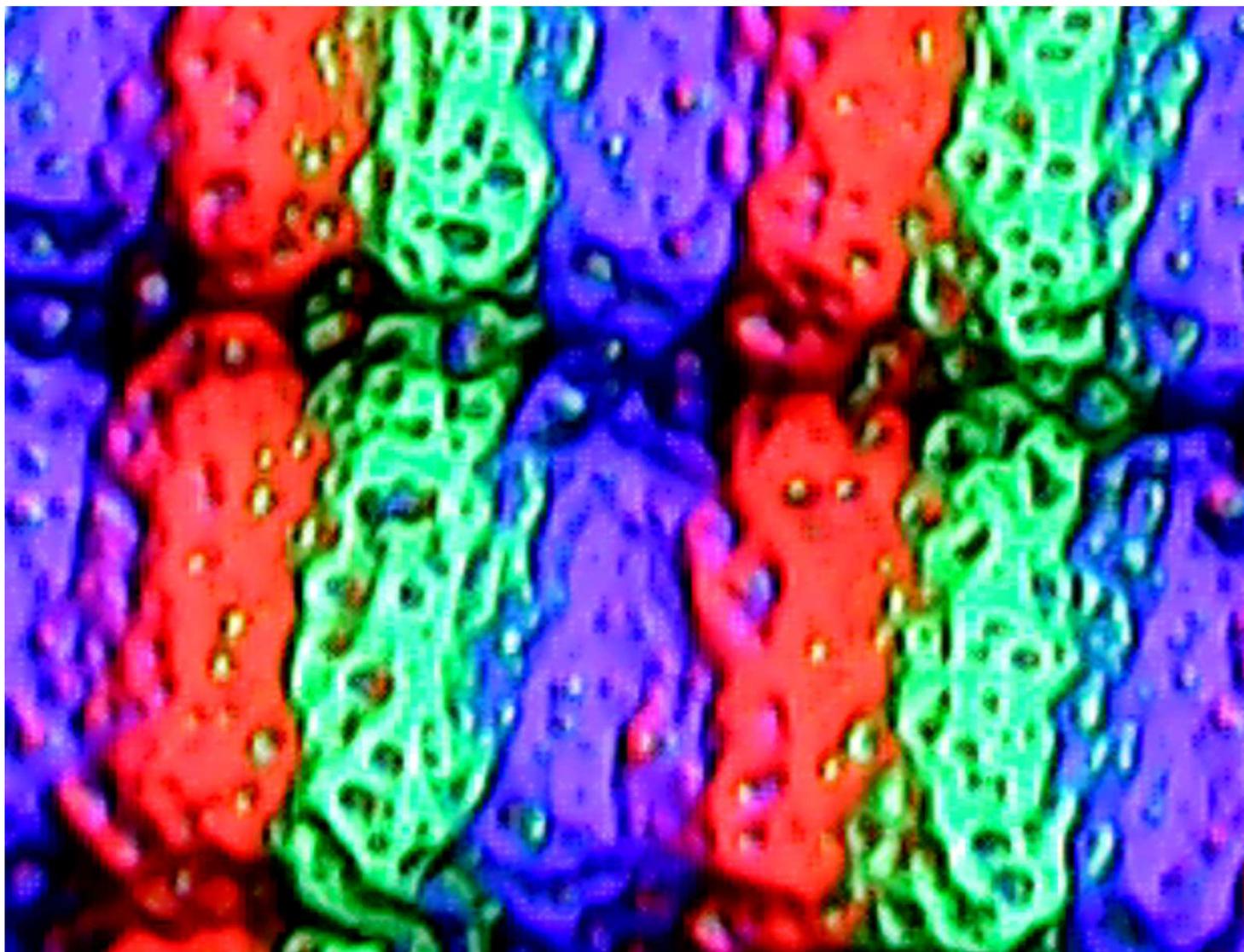


zoom sur l'écran,
uniquement du vert



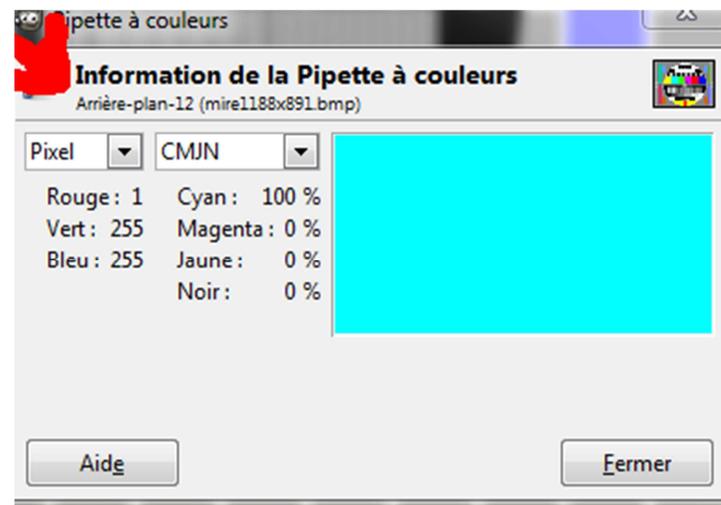
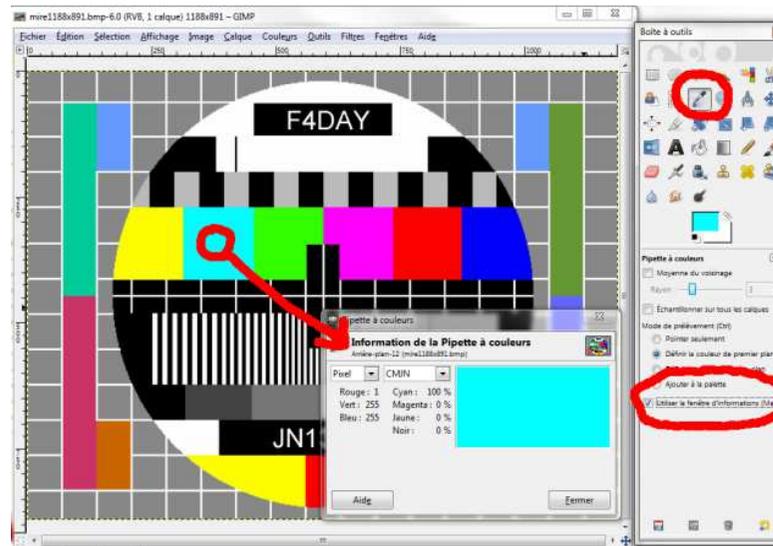
zoom sur l'écran ,
vert+rouge=jaune

Utilisation d'un vidéomicroscope pour voir de près un pixel



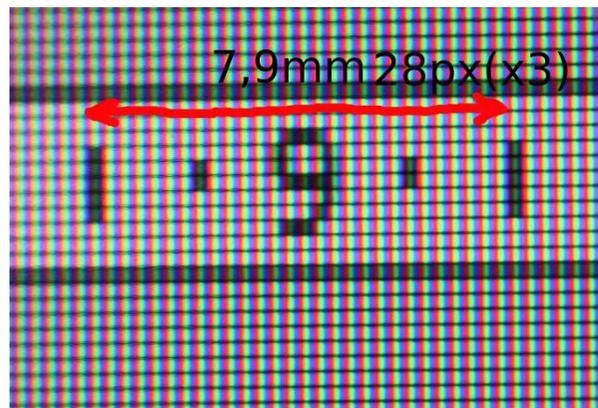
Vue d'un écran LG, avec Mini Microscope Digital USB 500X 2MP Photo Vidéo LED (20€)

Caractériser un pixel avec [GIMP](#)

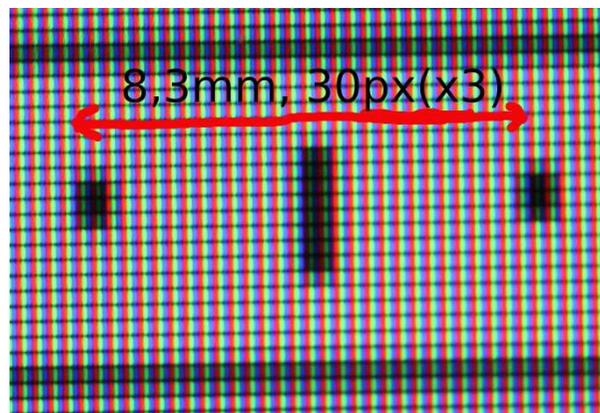


Dimension d'un pixel

Ecran 1680X1050



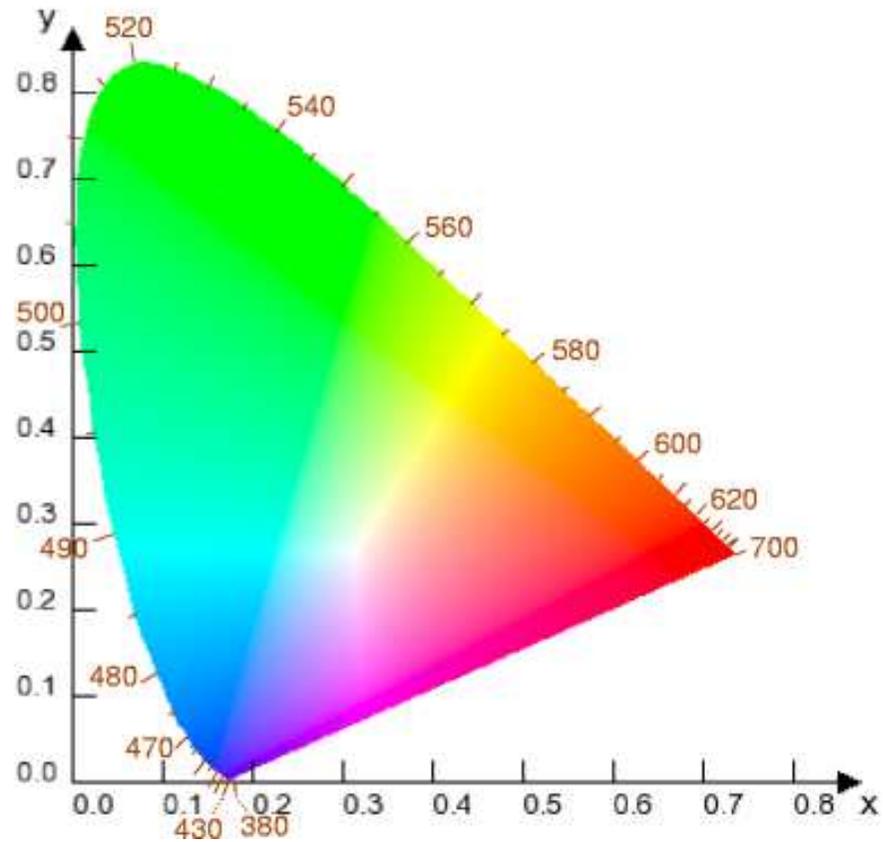
800X600



Ecran DELL P2110 22'': **Optimal Resolution**: 1680 X 1050 at 60 Hz, **Color Support**: 16.7 million colors
Pixel Pitch: 0.282 mm (94µm de large pour une couleur)

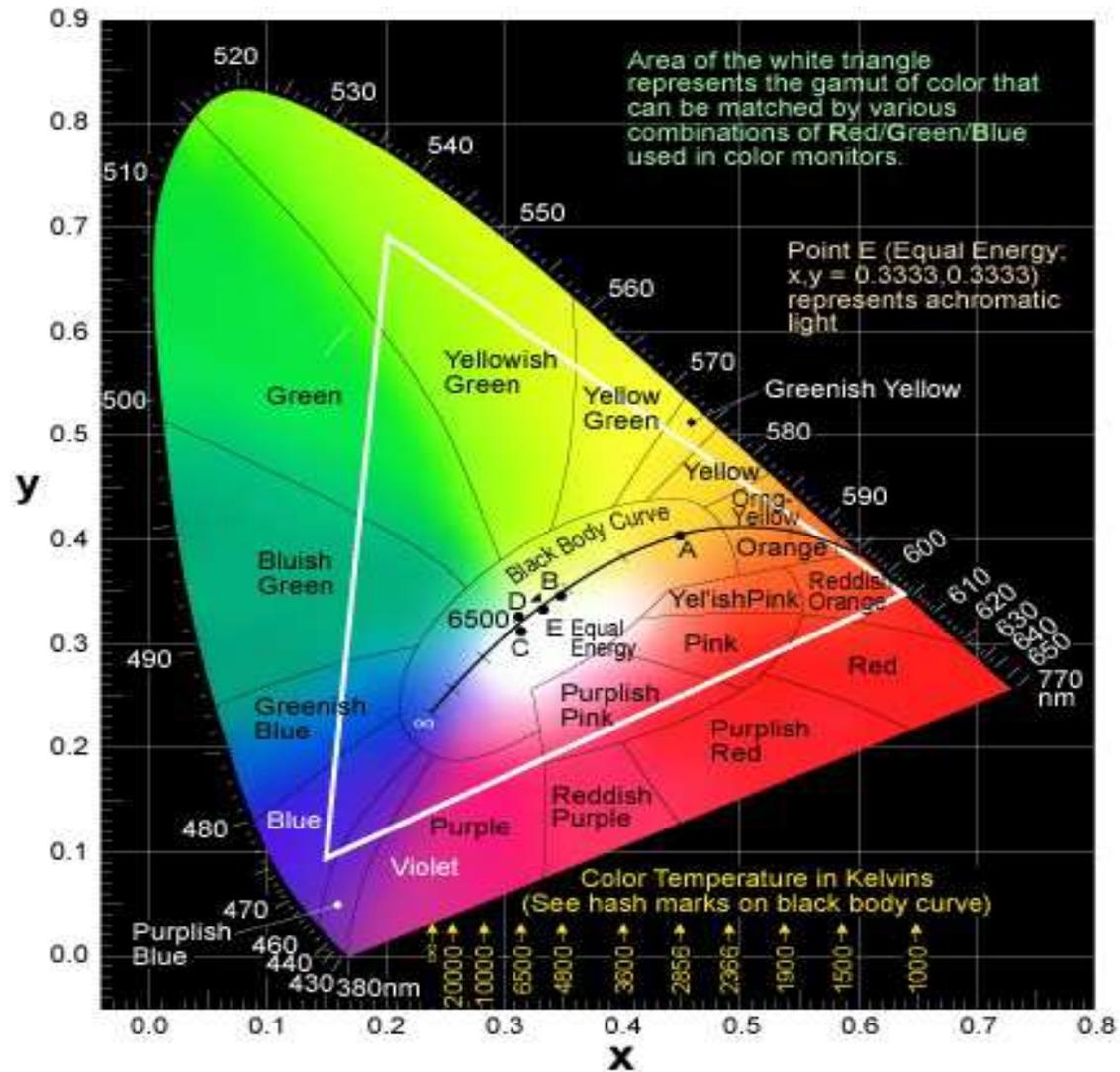
3 Couleur

RVB



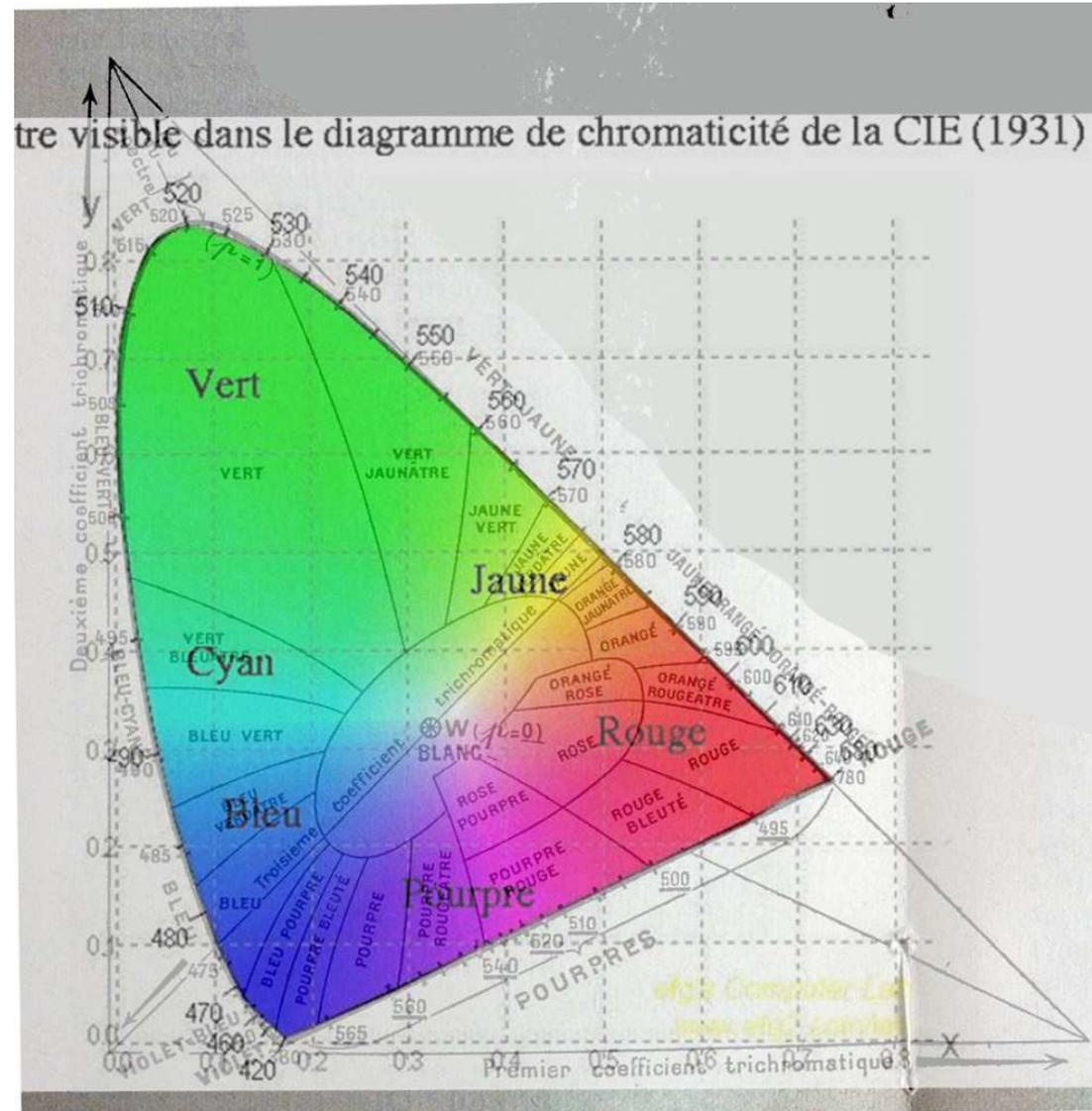
Les couleurs sont définies par une norme CIE qui représente dans l'espace RVB « toutes » les couleurs possibles (visibles par l'œil humain).

Avec les noms des couleurs et le corps noir

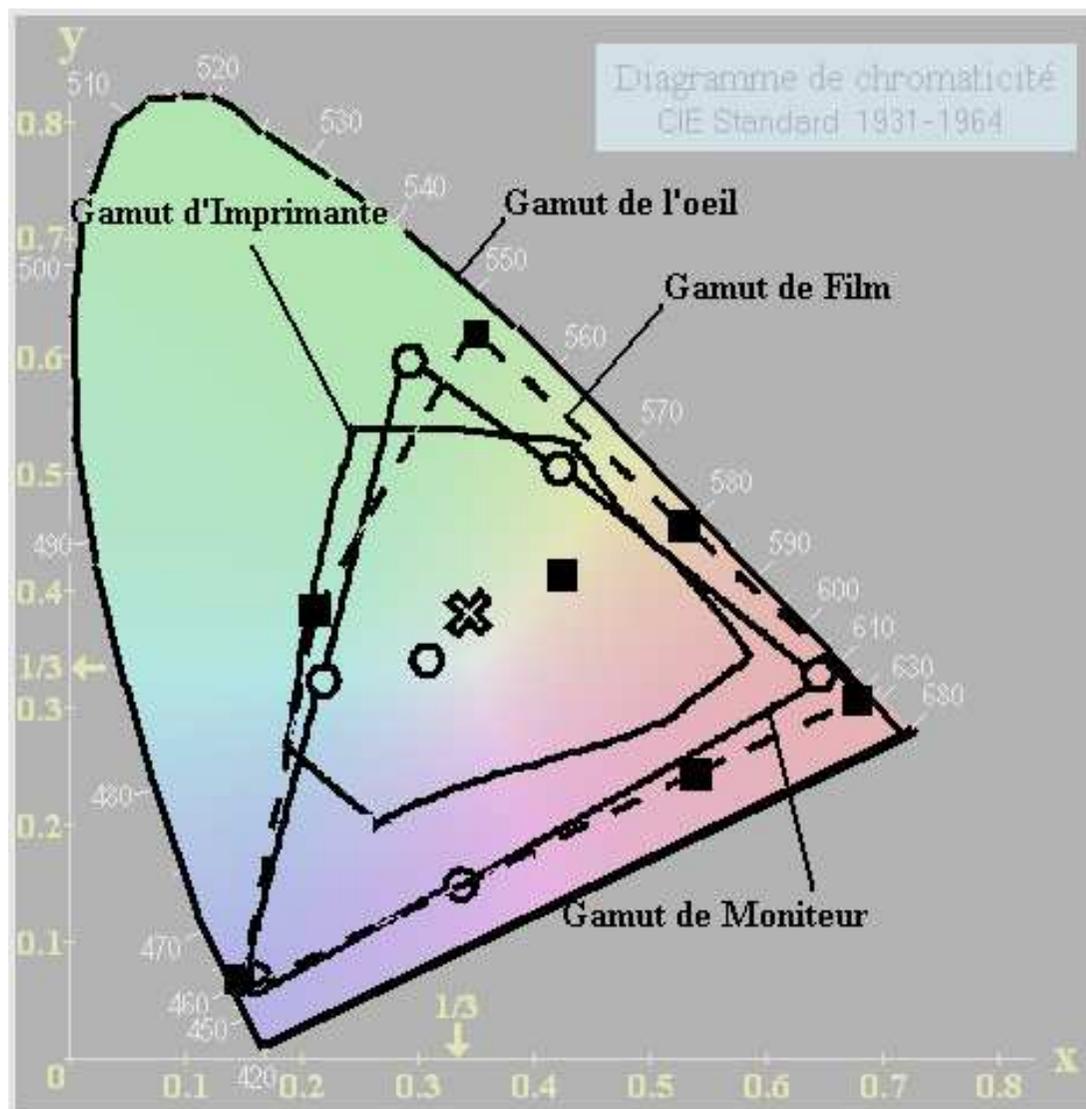


<http://www.everredtronic.com/C.I.E.Diagram.html>

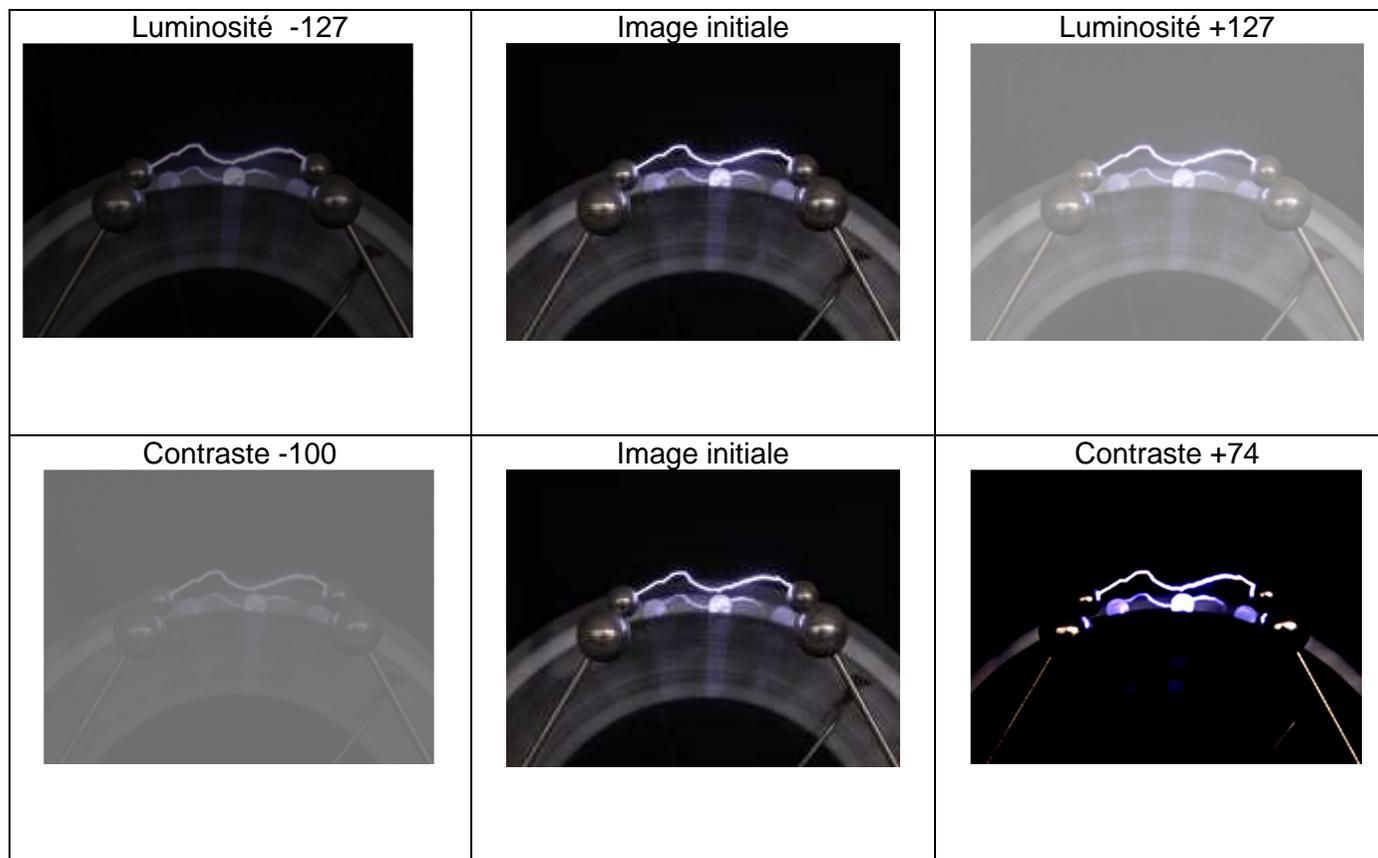
En français



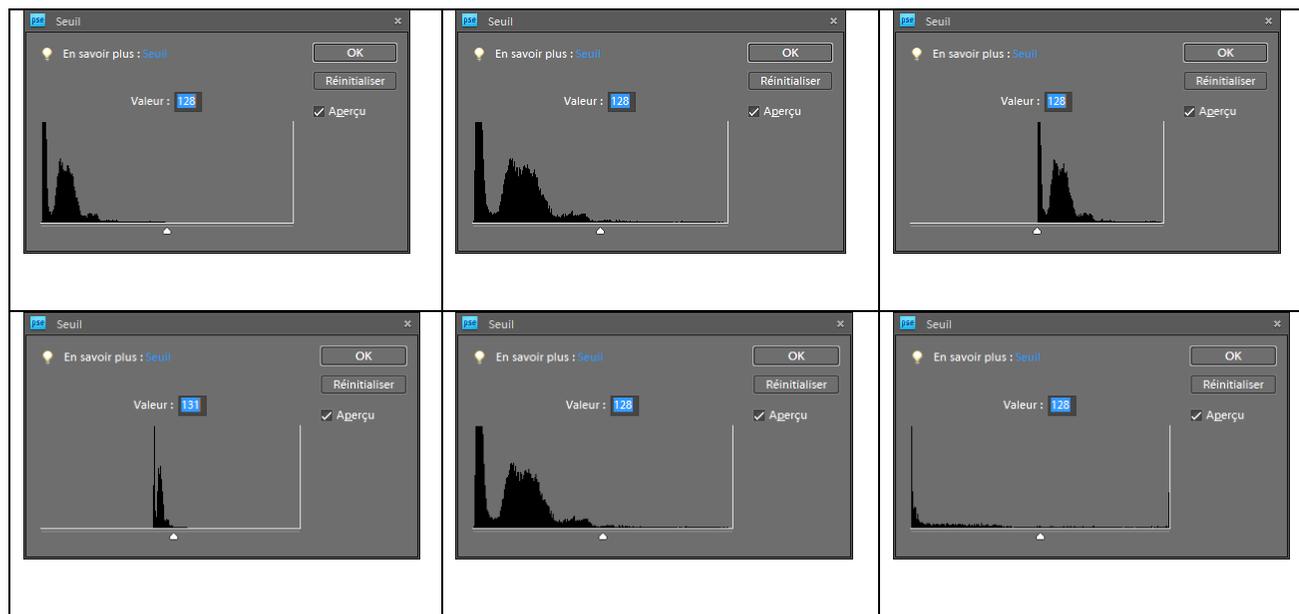
Gamut d'un un appareil « imageur »



contraste et luminosité



Histogramme (global)

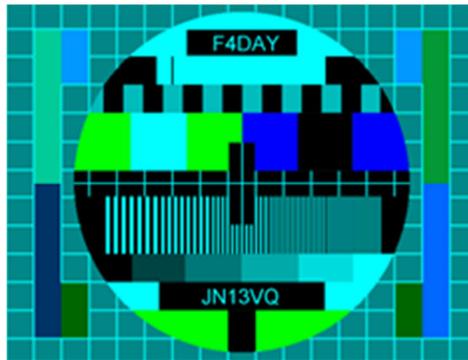


→ Utilisé dans la MAP des APN

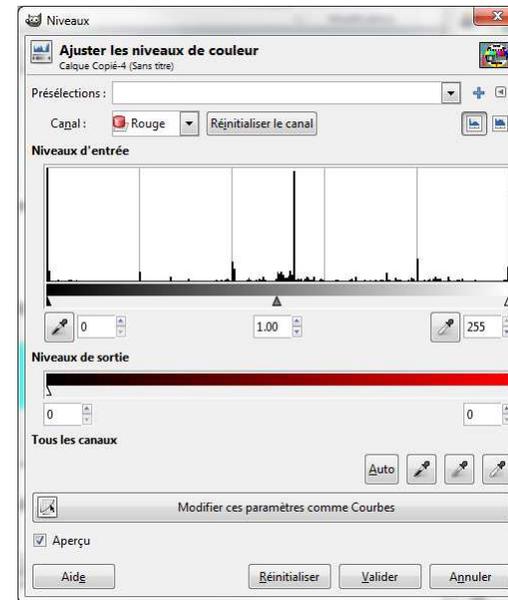
Histogramme

(un canal)

Image précédente 1188X891



dans laquelle le rouge a été mis à 0 avec l'outil Niveaux appliqué au canal Rouge.



[Ex Gimp](#)

Filtrage analogique

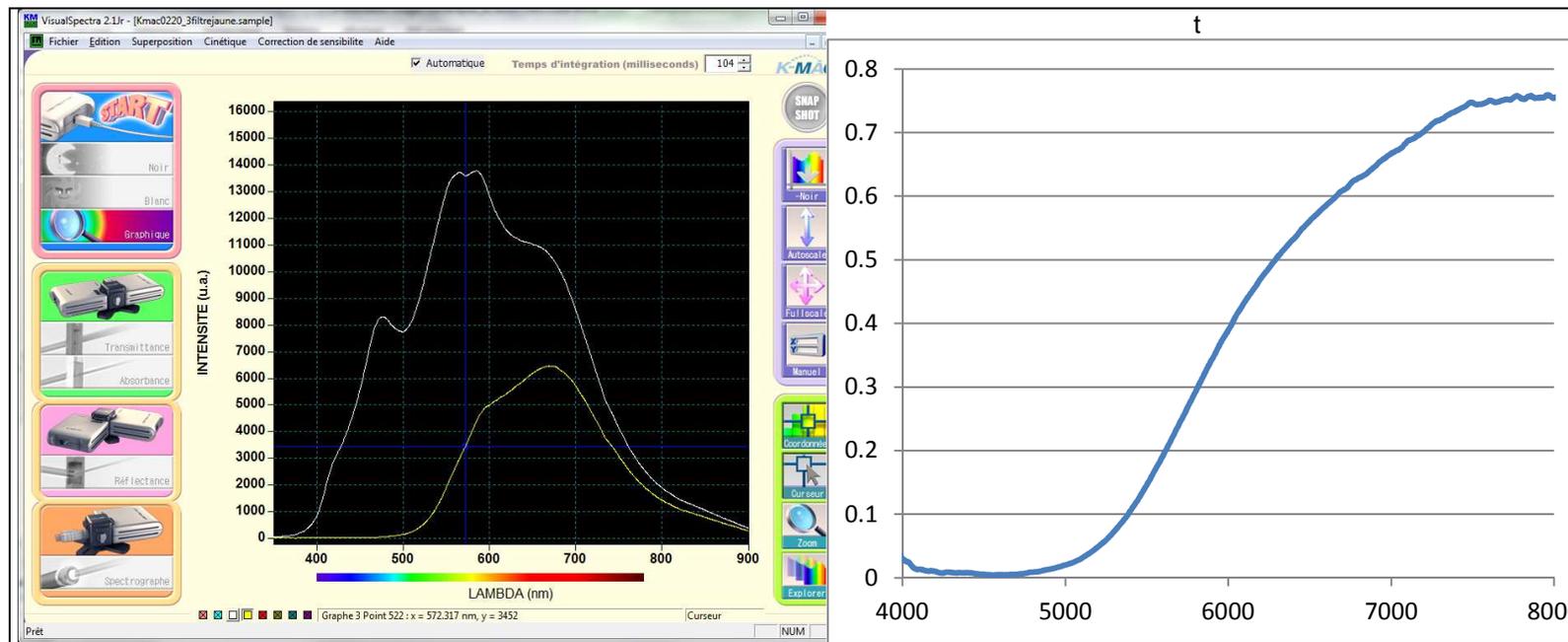
Original

Filtrée

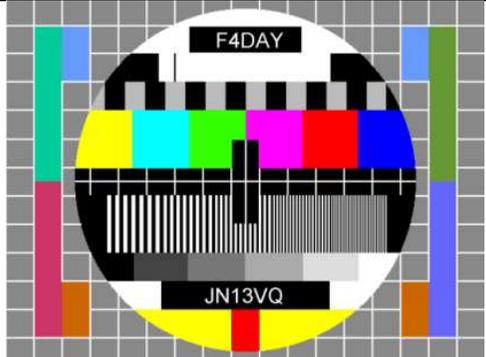
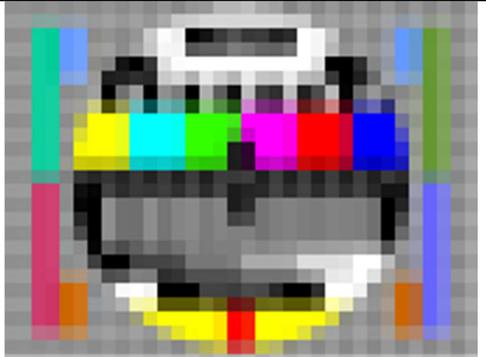
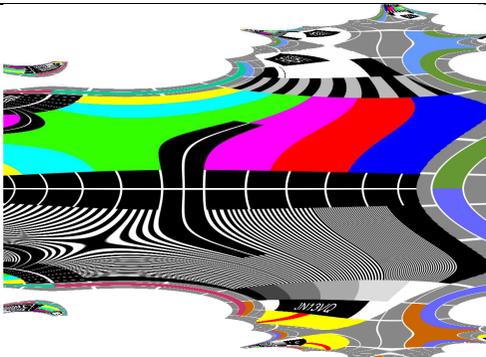
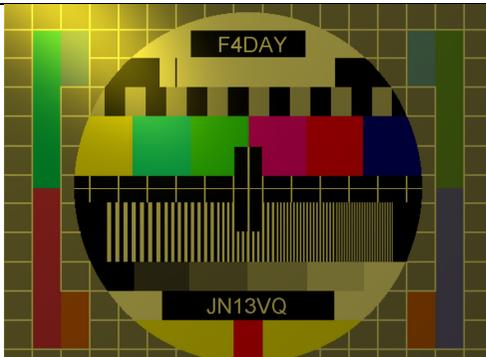


Analyse avec un spectro

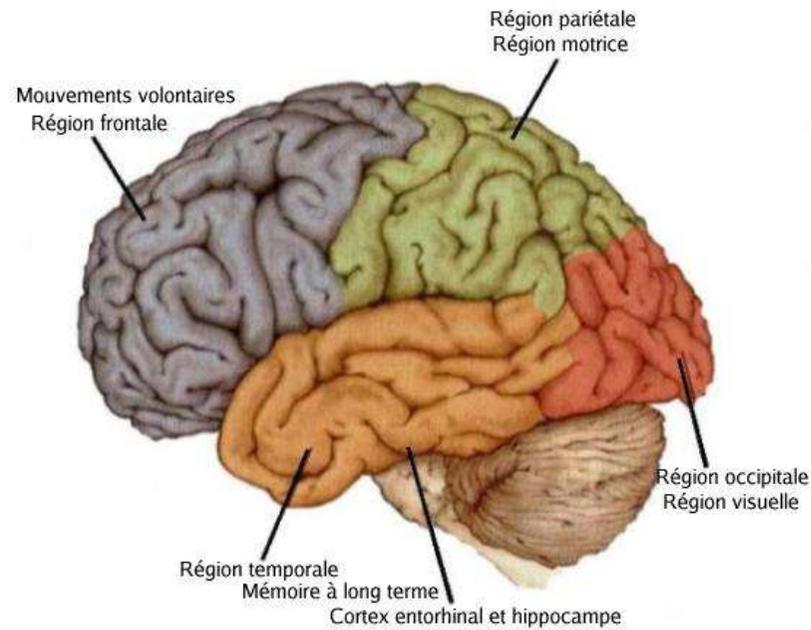
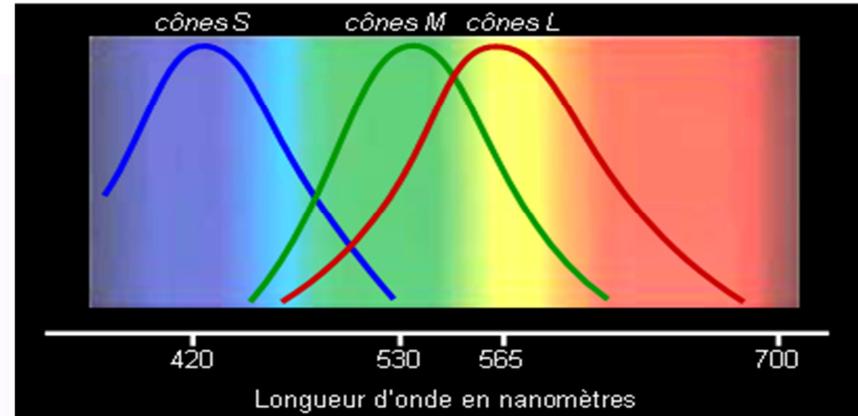
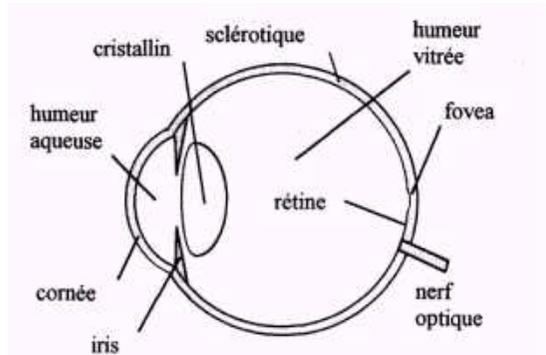
Transmission du filtre jaune-orangé (spectroOvio)



Filtrage numérique

| | | |
|--|--|--|
| | Puzzle | Pixeliser |
|  |  |  |
| Flou | Fractalise | Effet d'éclairage |
|  |  |  |

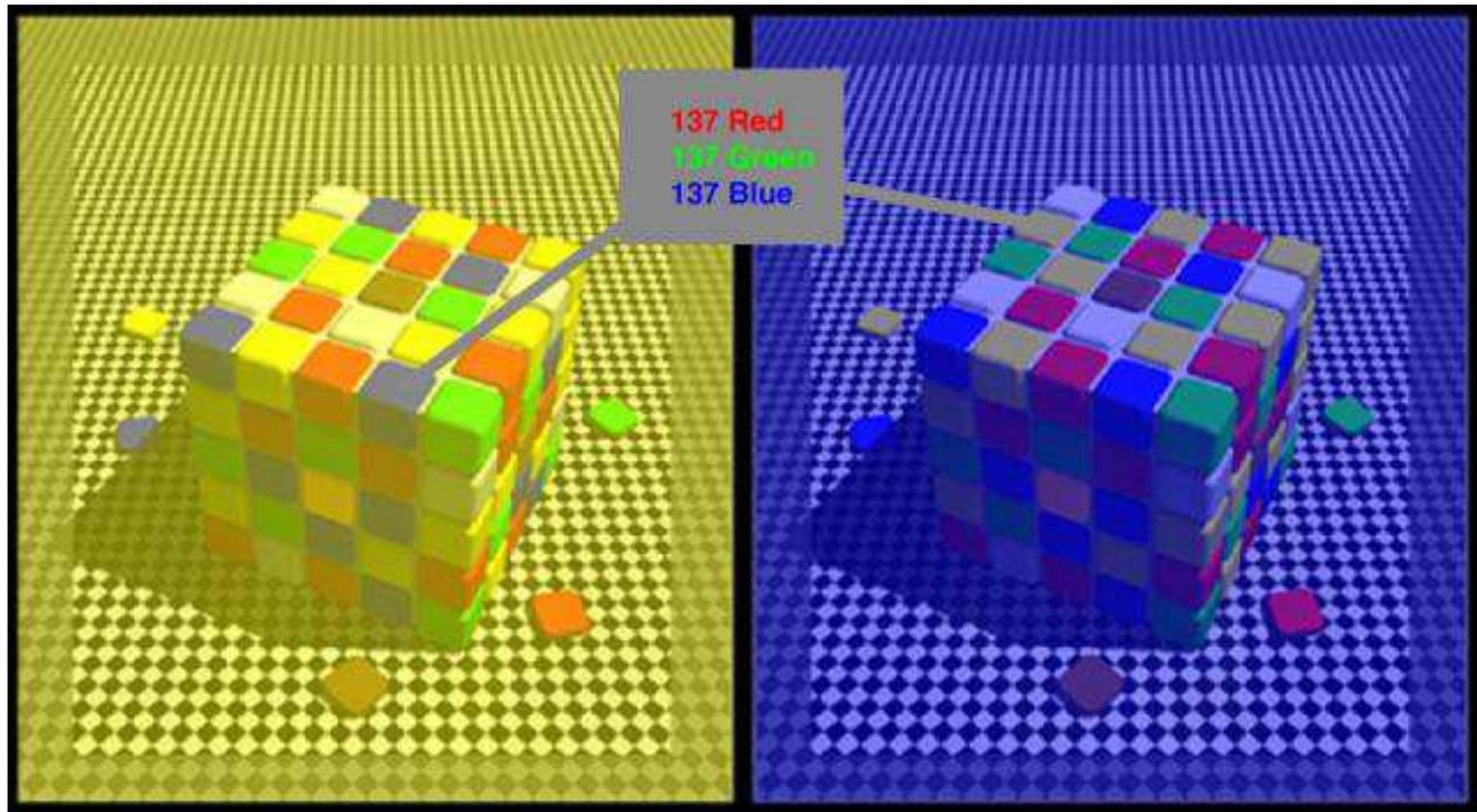
Couleur perçue = œil+rétine+cerveau



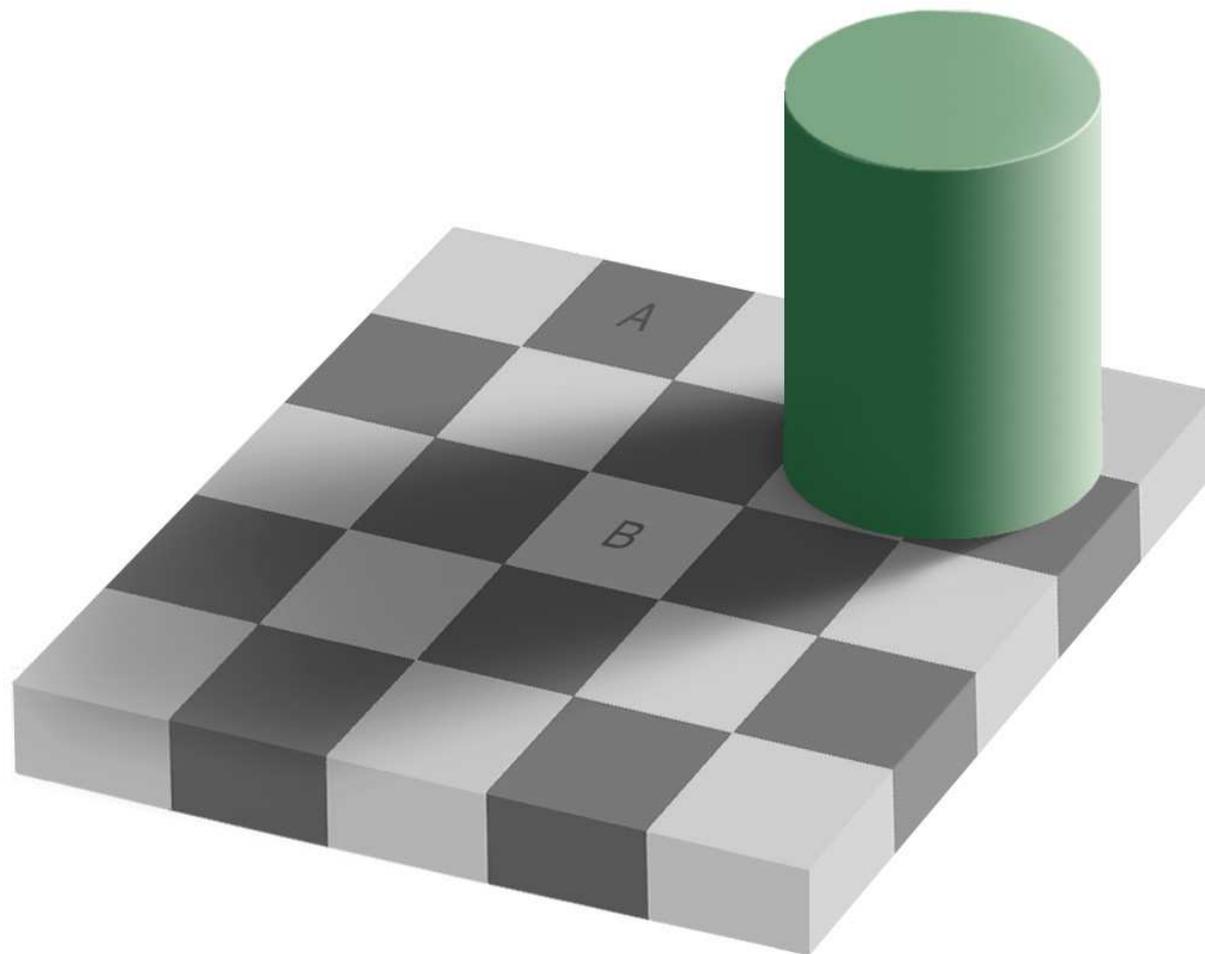
illusions d'optique

disque de Newton, disque de Behnam

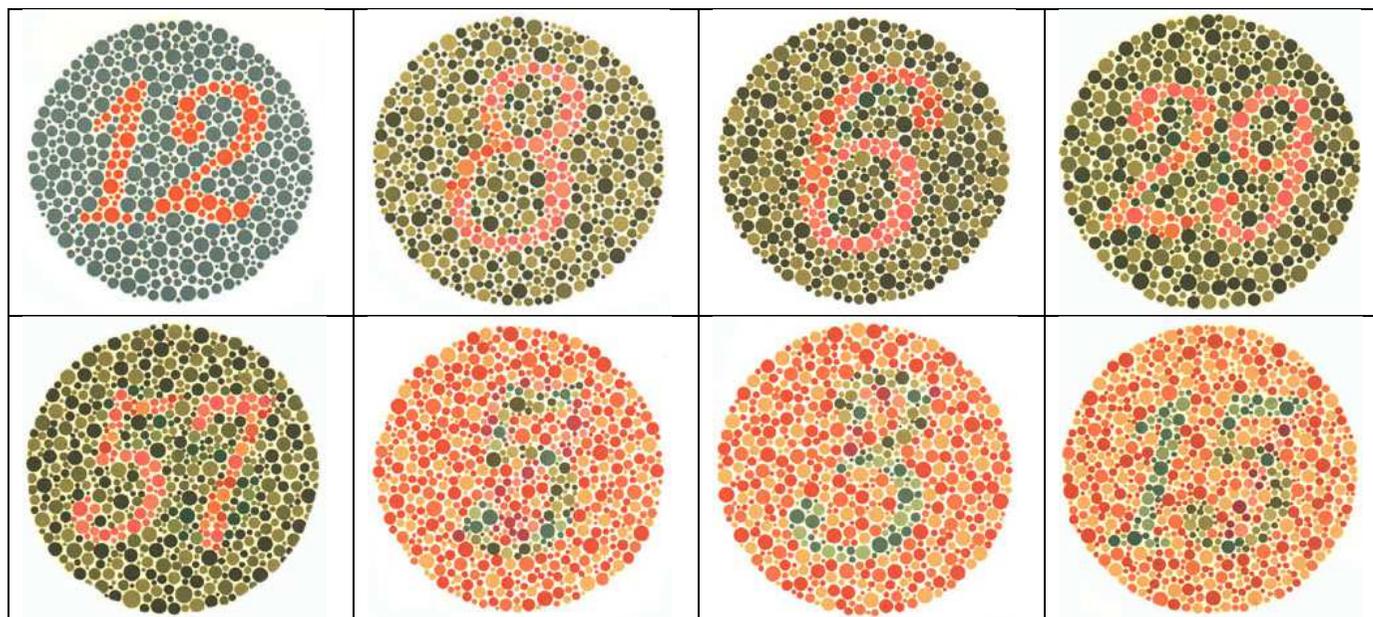
dépendance de l'environnement



Échiquier d'Adelson



Daltonisme



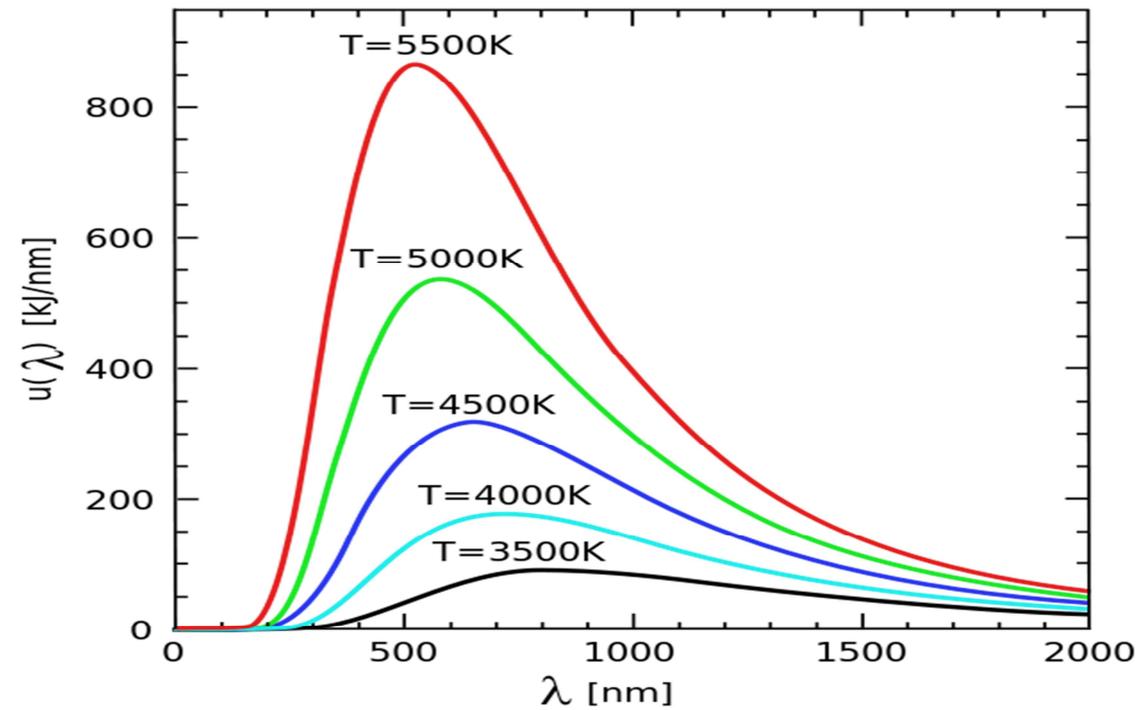
Que lisez-vous ?

4 Lumière

Sources de lumière primaires ou secondaires

Source thermique

loi de déplacement de Wien

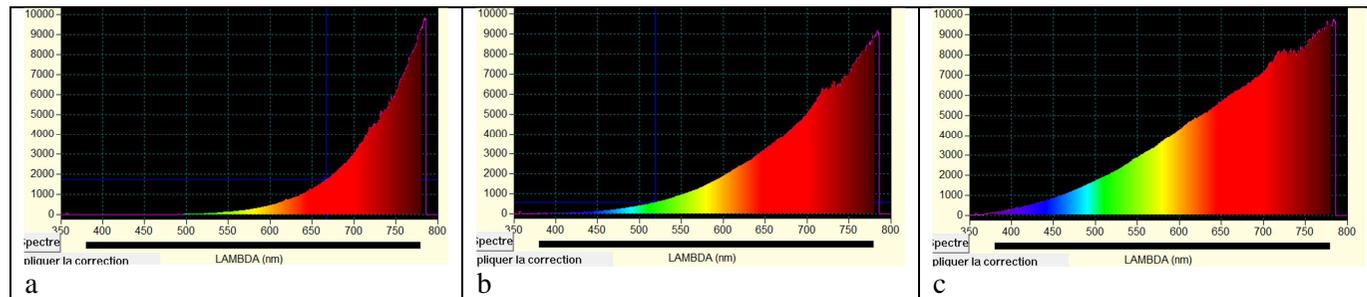


$$(\lambda T)_{\text{maximum d'émission}} = \text{Cte} = 2898 \mu\text{m K}$$

Loi de Stefan

puissance totale rayonnée par unité de surface

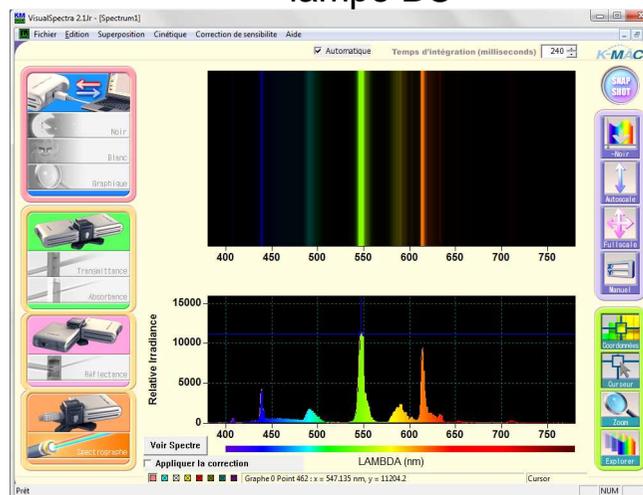
$$E = \int_0^{\infty} E(\lambda, T) d\lambda = \sigma T^4$$



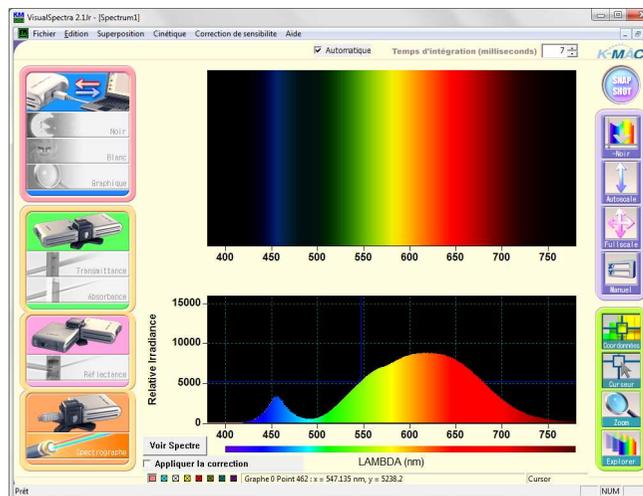
lumière émise par une lampe à filament de tungstène pour 3 tensions différentes

Source à spectre discontinu (décharge d'un gaz et poudre fluorescente)

lampe BC



Diodes électroluminescentes



DEL

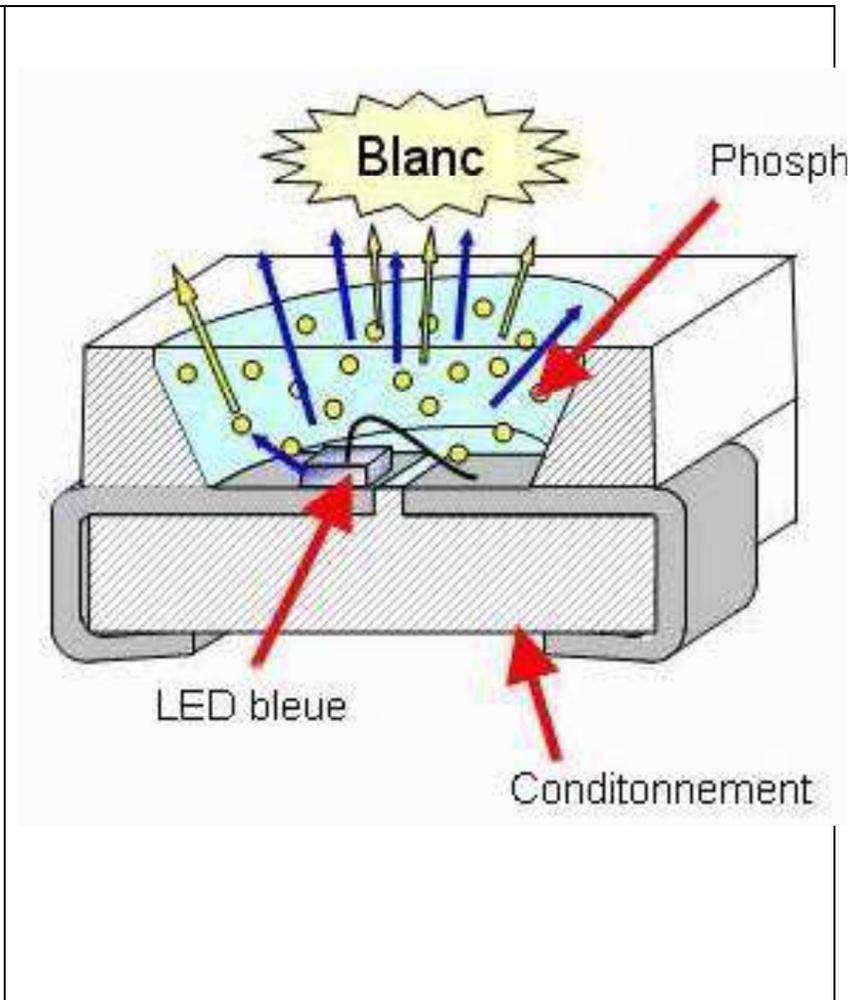
« **La synthèse additive** »

- rouge + vert + bleu = blanc
- Limitations
 - Rendu de couleurs médiocre
 - Besoins de contrôle électronique = coût élevé
 - Problèmes d'optique car source étendue
- Intérêt
 - Rendement maximum des LEDs

La conversion de longueur d'onde

- Une partie de la lumière émise par une diode bleue est convertie en jaune par un luminophore
- Intérêt
 - Pas cher
 - Meilleur rendu de couleurs car spectre large des luminophores
- Limitations
 - Chute du rendement liée aux luminophores

www.rop.cnrs.fr/IMG/pdf/LEDsUltrabrillantesMottier.pdf



Température de couleur et IRC (index de rendu de couleur)

teinte plus ou moins chaude

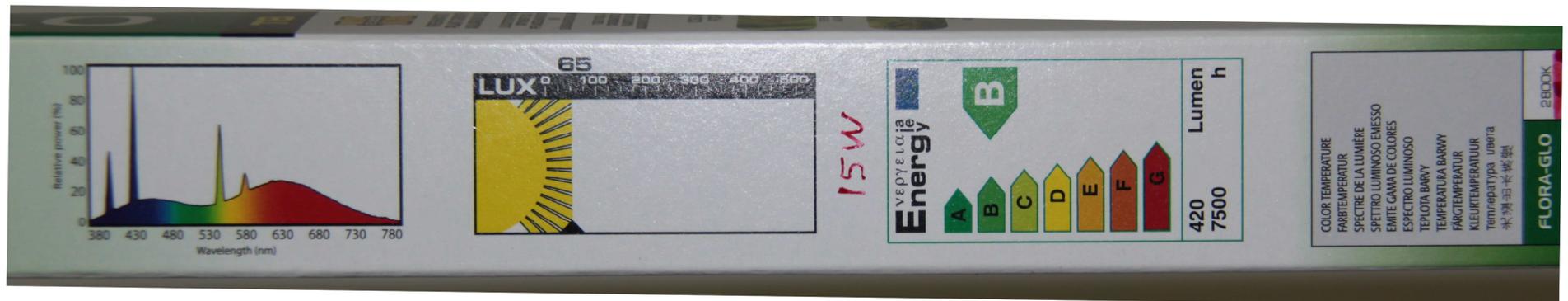
qualité de blancheur de la lumière (moyenne)

exemples :

tube 827 signifie que sa température (de couleur) est 2700K et son IRC de 80

lampe au sodium IRC=0

tube pour aquarium



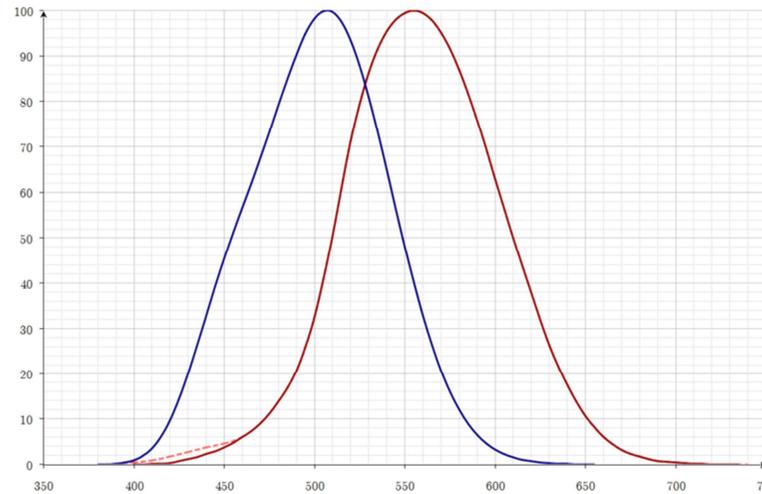
Grandeurs photométrique et énergétique (radiométrique)

photométriques = la vision humaine

radiométriques = « objectives »

| Grandeur photo-métrique | Symbole | Unité SI (symbole) | Dimension | Équivalent radiométrique | Symbole | Unité SI (symbole) | Dimension |
|-----------------------------------|----------|--------------------|----------------------|--|----------|---|-----------------------------------|
| Flux lumineux ^Z | ϕ_v | lumen (lm) | J·Ω | Flux énergétique (puissance rayonnée) ^Z | ϕ_e | watt (W) | M·L ² ·T ⁻³ |
| Intensité lumineuse ^Z | I_v | candela (cd) | J | Intensité énergétique ^Z | I_e | watt par stéradian (W·sr ⁻¹) | M·L ² ·T ⁻³ |
| Éclairement lumineux ^Z | E_v | lux (lx) | J·L ⁻² ·Ω | Éclairement énergétique / Irradiation / Irradiance | E_e | watt par mètre carré (W·m ⁻²) | M·T ⁻³ |

sensibilité maximale de l'œil humain pour une longueur d'onde de
555 nanomètres en vision diurne et de
507 nanomètres en vision nocturne



Efficacités relatives des visions scotopique CIE 1951 (en bleu) et photopique 2° CIE 1924 (trait plein) et 2° CIE 1988 (pointillé)

Appareils de mesures :

flux lumineux → le luxmètre

flux énergétique → pyranomètre (à base de thermocouples)

Petit exercice :

On mesure 22lux à 3,16m d'une lampe à incandescence de 120W. Quel est le flux lumineux en lumens produit par cette lampe isotrope à l'exception de la zone du culot qui occulte un angle solide de 30° ? Quel est son rendement en lm/W ?

Petit exercice :

On mesure 22lux à 3,16m d'une lampe à incandescence de 120W. Quel est le flux lumineux en lumens produit par cette lampe isotrope à l'exception de la zone du culot qui occulte un angle solide de 30° ? Quel est son rendement en lm/W ?

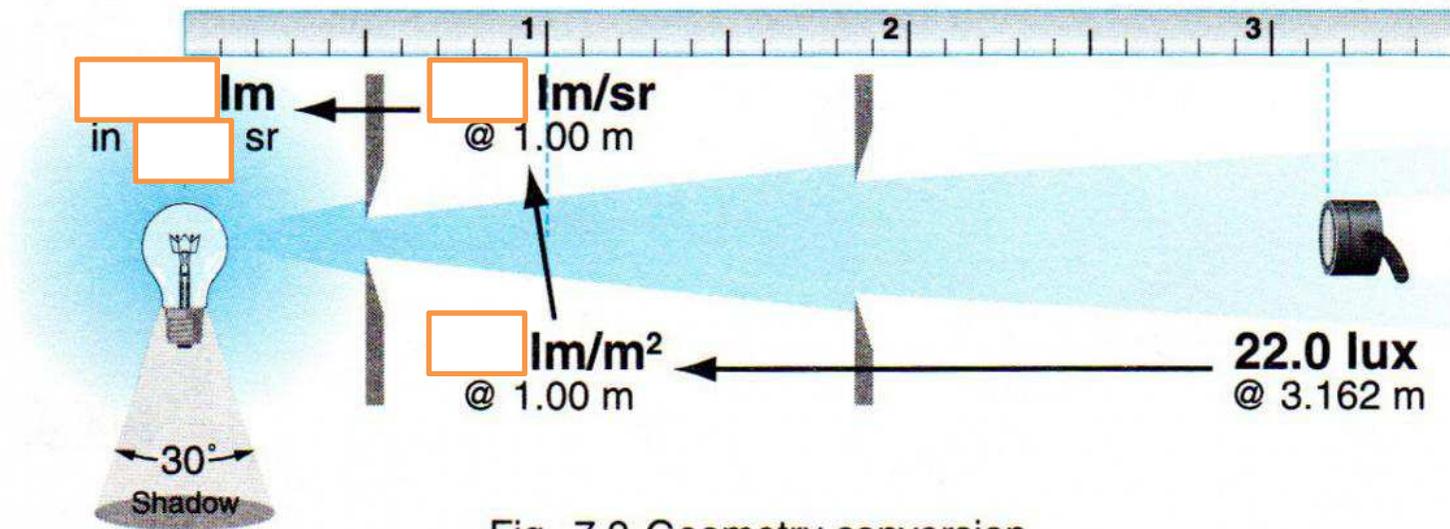


Fig. 7.9 Geometry conversion.

L'éclairement lumineux à 1m est $E_1 = (d_2/d_1)^2 * E_2 = (3,16/1)^2 * 22 = 220 \text{ lm/m}^2$

à 1m cela représente $220 \text{ lm/m}^2 * 1 \text{ m}^2/\text{sr} = 220 \text{ lm/sr}$

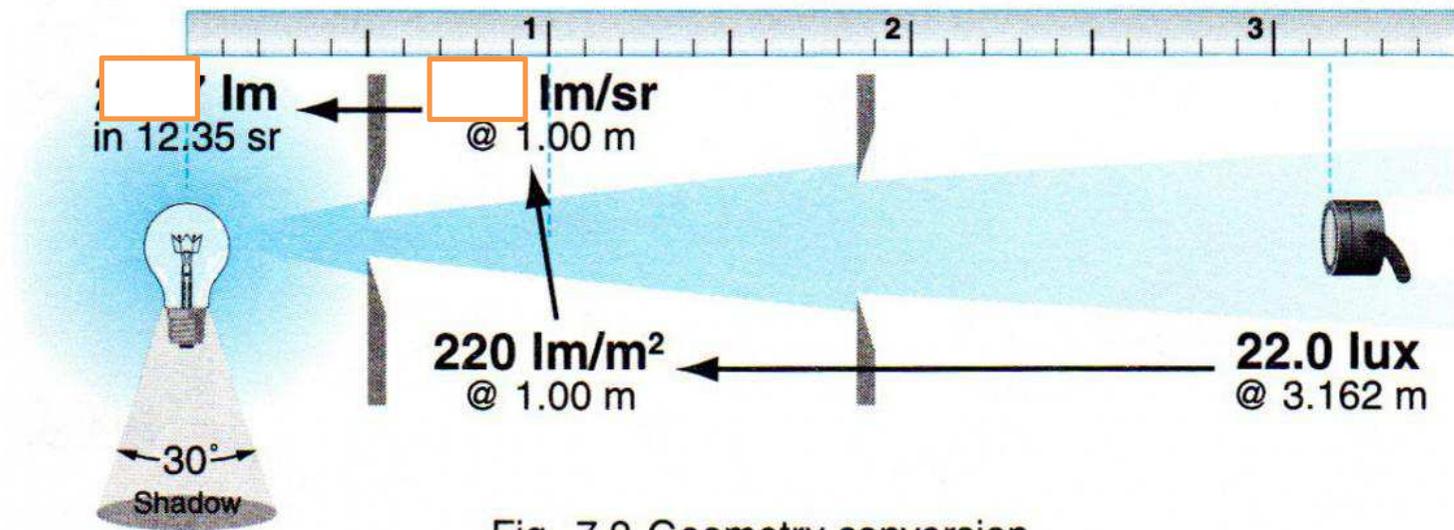


Fig. 7.9 Geometry conversion.

calcul de l'angle solide irradié :
rappel : la surface d'une calotte sphérique est ??????

L'éclairement lumineux à 1m est $E1=(d2/d1)^2 * E2 = (3,16/1)^2 * 22=220 \text{lm/m}^2$

à 1m cela représente $220 \text{lm/m}^2 * 1 \text{m}^2/\text{sr} = 220 \text{lm/sr}$

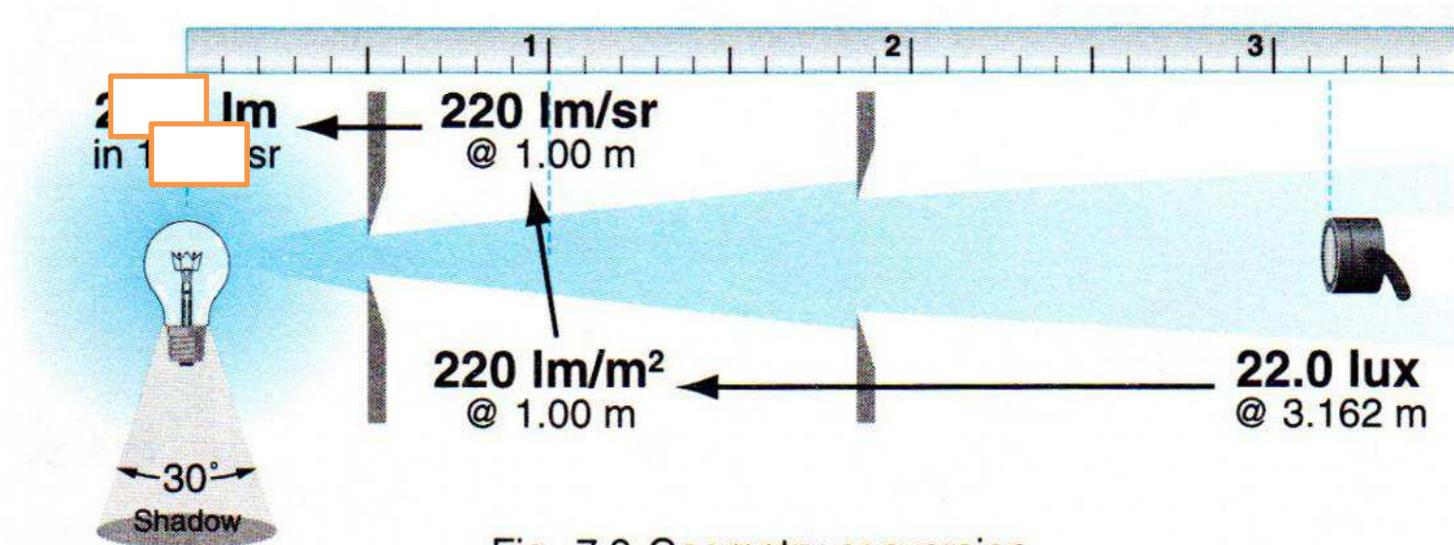


Fig. 7.9 Geometry conversion.

calcul de l'angle solide irradié :

rappel : la surface d'une calotte sphérique est $2\pi rh$ où h est la hauteur de la calotte et r le rayon de la sphère

$$\text{ici } h=r (1- \cos(30^\circ/2)) \text{ soit } \Omega=(4\pi r^2 -2\pi r^2 (1- \cos(30^\circ/2)) /r^2$$

$$\Omega=4\pi - 2\pi (1- \cos(30^\circ/2))= 12.35\text{sr}$$

Le flux lumineux total est de $220\text{lm/sr} * 12.35\text{sr} = 2717\text{lm}$

Le rendement est $2117/120=22,6\text{ lm/W}$

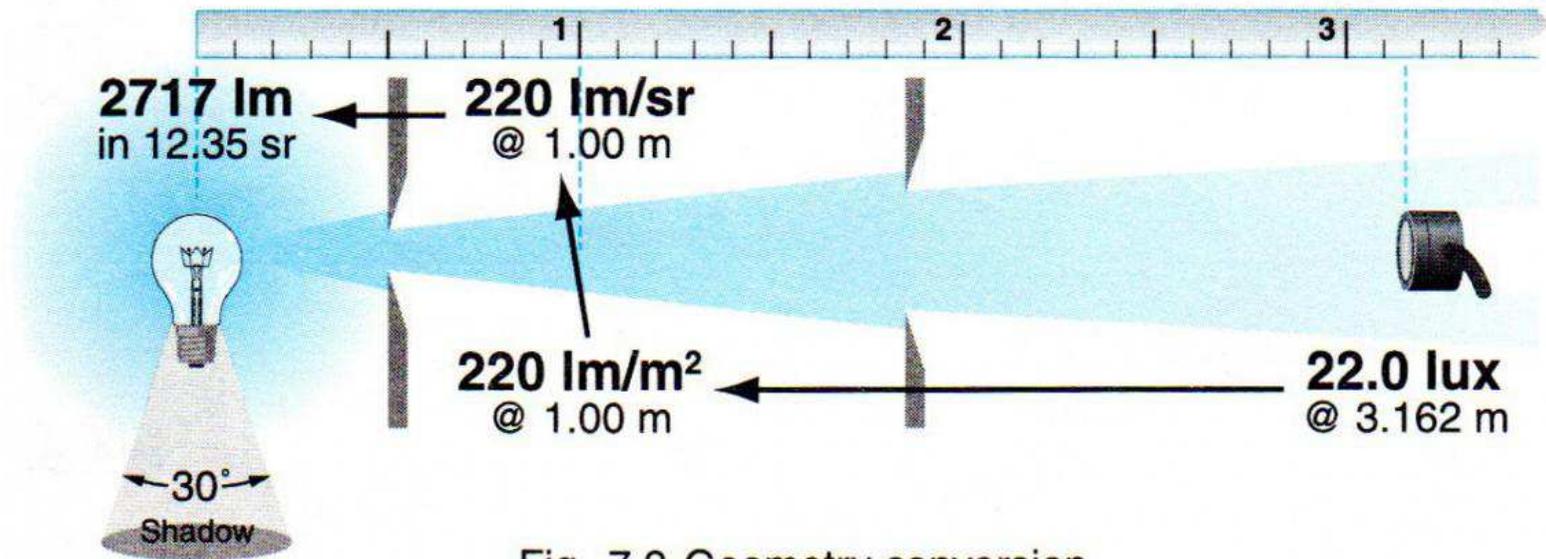
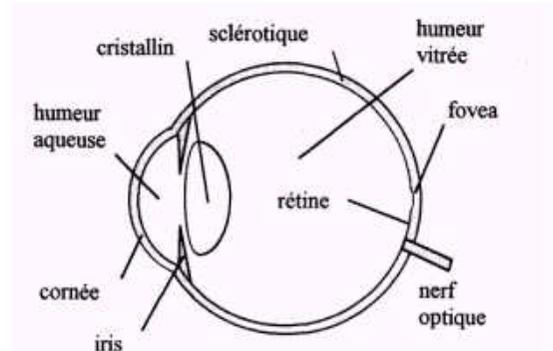
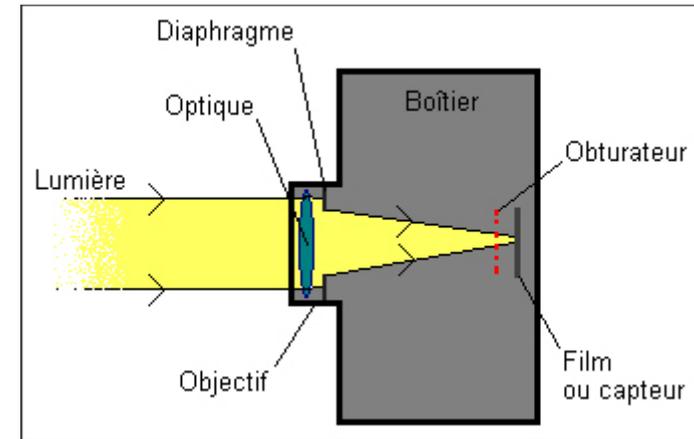


Fig. 7.9 Geometry conversion.

5 APN



http://tpe.optique.free.fr/tpe_fichiers/schemas/Schema_oeil_01.jpg



<http://www.lumieres-du-monde.com/photographie-bases-techniques.php>

4 parties principales, la lentille (cristallin) + le diaphragme (iris) + le capteur (rétine) + un cerveau pour les réglages

Dans un APN simple, les réglages sont faits par un processeur qui gère tous les réglages :

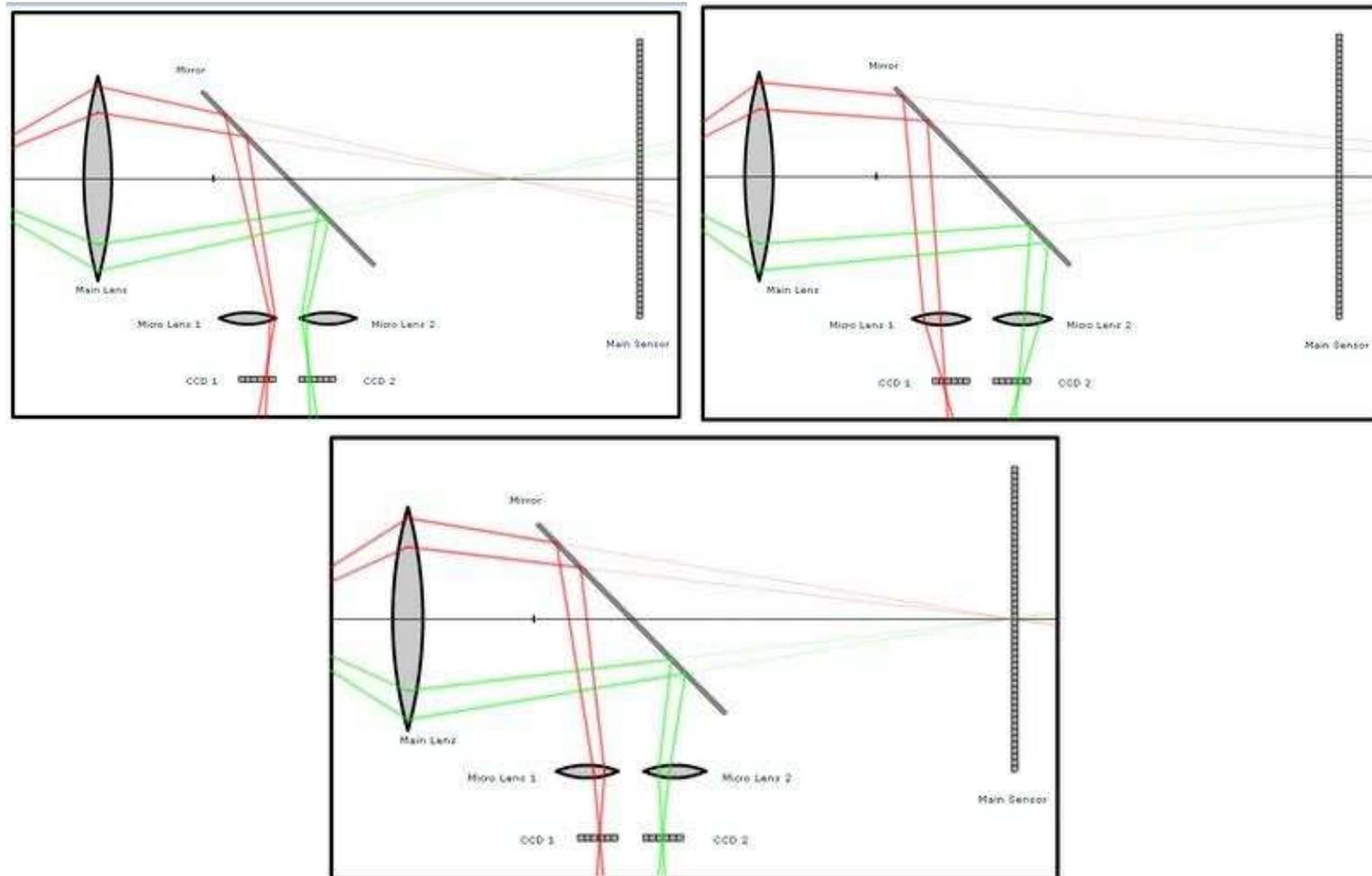
- - mise au point (si elle existe),
- - temps de pose = temps d'accumulation des photons sur le capteur,
- - enregistrement avec compression sur un support (carte mémoire)

Dans un APN un peu évolué ou un réflex, d'autres réglages sont possibles :

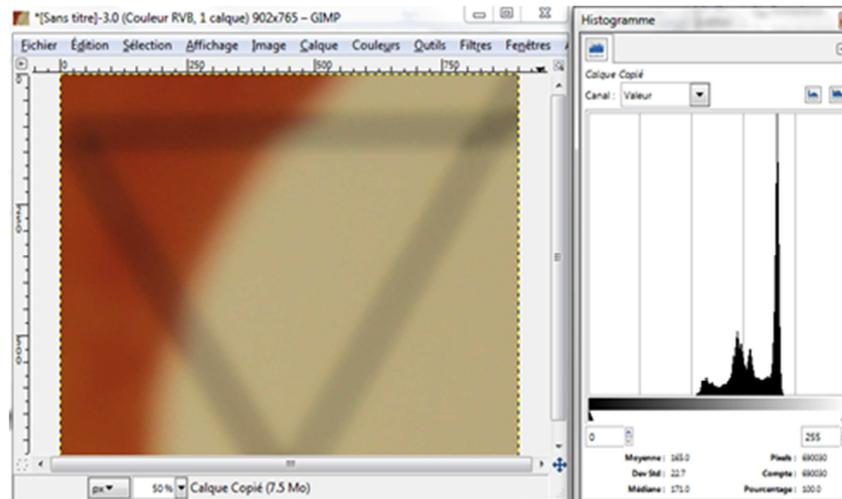
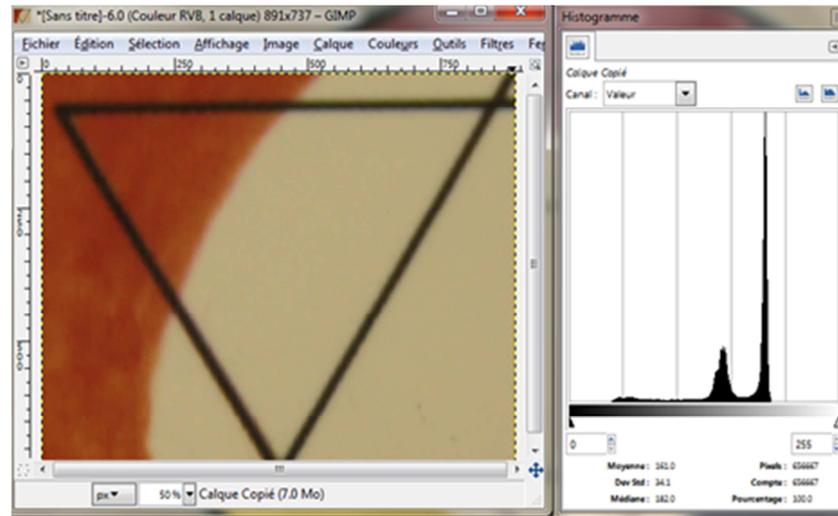
Choix de l'ouverture, de la vitesse, type de mise au point, gestion du flash, balance des blancs, sensibilité équivalente du capteur, qualité de la compression, sur ou sous-exposition, prise de vue en rafale

Mise au point automatique

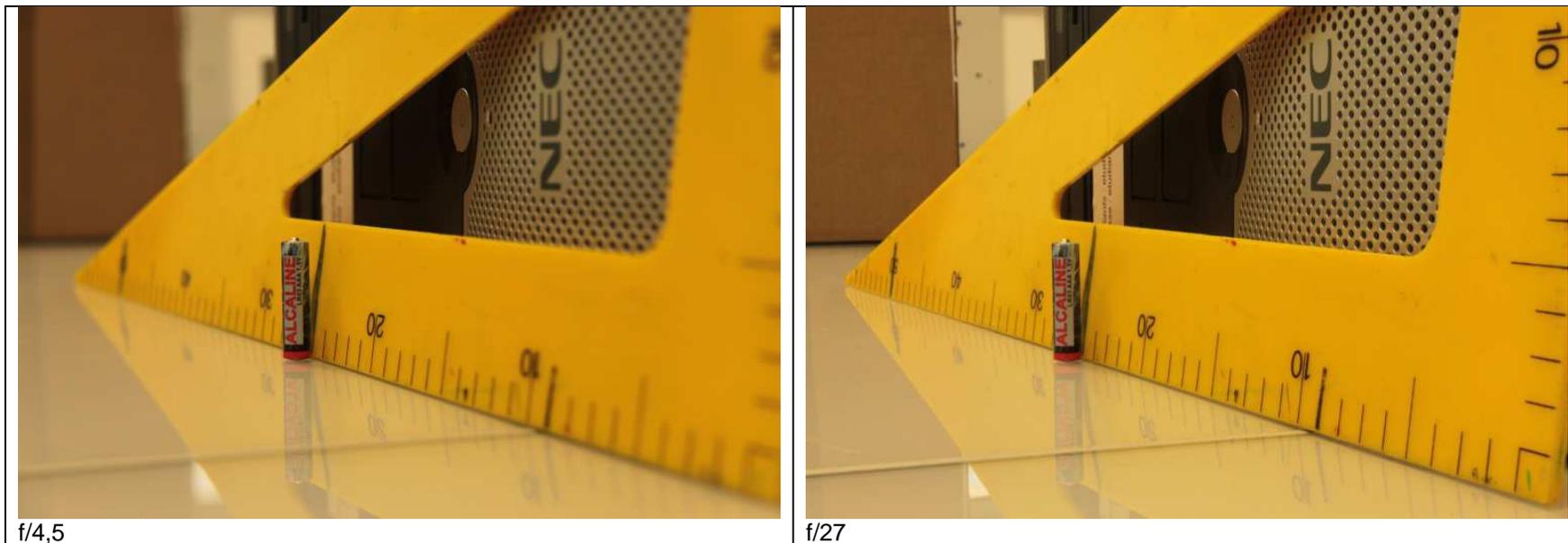
Détection de phase : <http://graphics.stanford.edu/courses/cs178-10/applets/autofocusPD.html>



Détection de contraste (<http://www.street-photo.fr/fr/technique-theorie/23/36>)



Profondeur de champ



Réglages complémentaires « Balance des blancs »

6 Codage numérique et Fichiers

Une image est un tableau de nombres

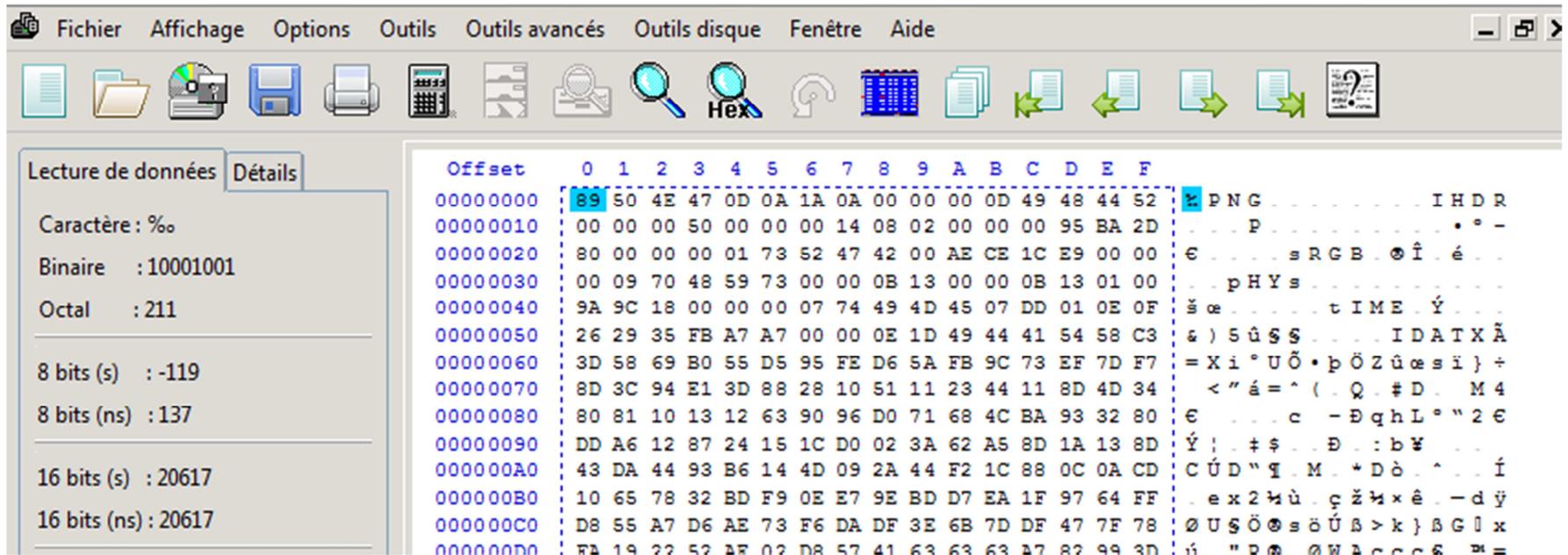
Chaque image sera codée par un tableau de nombres qui représentent les pixels en position et niveaux de luminosité (de gris ou de couleur).

En niveaux de gris 8 bits (2^8), les intensités vont de 0 (noir) à 255 (blanc)

En couleur les pixels sont codés sur 3 x 8 bits , sauf dans les anciennes résolutions 256 couleurs pour lesquelles on parle de « Palette de couleur ».

Exemple :image= 

Ouvrir avec Gimp et sauver sous différents formats (pbm, pgm, png, bmp, tif, jpeg)
pour les analyser ensuite avec **EditHexa**.



Changer quelques octets et regarder le résultat.

Formats de fichiers d'images

| | Type (matriciel/ vectoriel) | Compression des données | Nombre de couleurs supportées | Affichage progressif | Animation | Transparence |
|-----------------|-----------------------------------|---|---|-------------------------|-----------|--------------------------|
| JPEG | matriciel | Oui, réglable (avec perte) | 16 millions | Oui | Non | Non |
| JPEG2000 | matriciel | Oui, avec ou sans perte | 32 millions | Oui | Oui | Oui |
| GIF | matriciel | Oui, Sans perte | 256 maxi (palette) | Oui | Oui | Oui |
| PNG | matriciel | Oui, sans perte | Palettisé (256 couleurs ou moins) ou 16 millions | Oui | Non | Oui (couche Alpha) |
| TIFF | matriciel | Compression ou pas avec ou sans pertes | de monochrome à 16 millions | Non | Non | Oui (couche Alpha) |

+ format propriétaire RAW = format brut

Exemple :

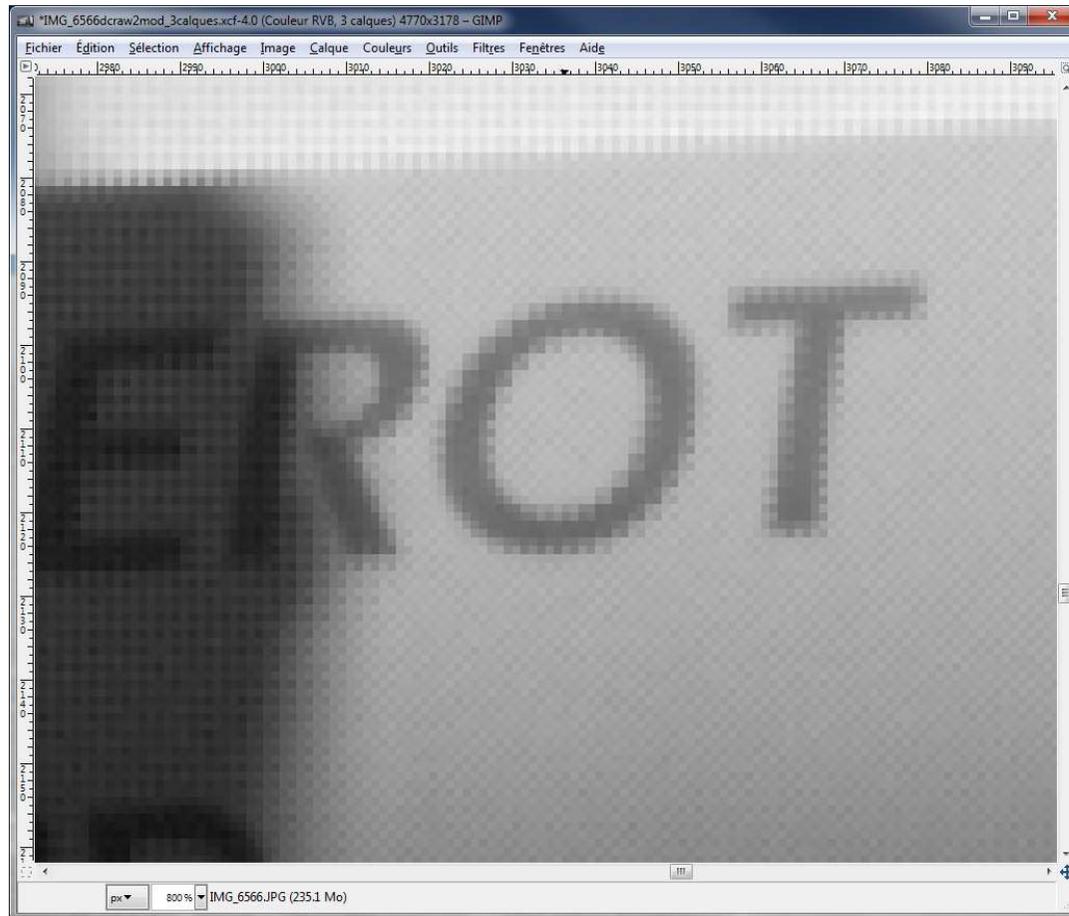
Pour une image obtenu avec un capteur 15Mpx, on peut avoir des fichiers de taille 17Mo en format RAW (CR2 pour canon), 44Mo en TIFF, 8Mo en JPEG 100%, 2Mo en JPEG 40% et 1.2Mo en JPEG 20%

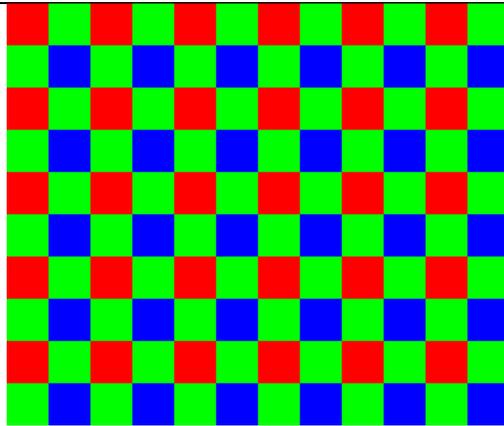
Question : Quel est le « poids » en Mo de cette image sans compression ?

On prend une photo en mode raw+jpeg, pour l'image finale suivante en JPEG



On a en sortie du capteur, un fichier raw en « niveau de gris » tableau (x, y, intensité(0->255)), un zoom x800 donne autour de la zone du nom du bâtiment



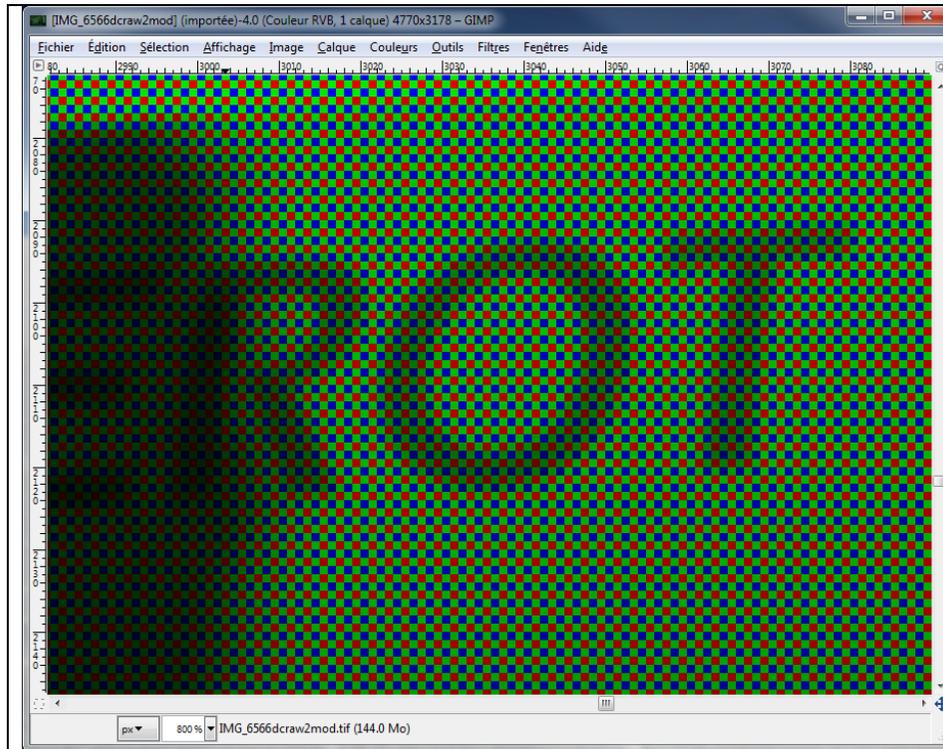


Les valeurs des pixels sont converties en R, G ou B suivant le format du filtre de Bayer, ici RGGB,

<http://renderingpipeline.com/2013/04/a-look-at-the-bayer-pattern/>

RGGB correspond au carré 2x2 initial en haut à gauche, qui se lit RG pour la 1^{ère} ligne puis GB 2^{ème} ligne.

On peut aussi avoir GBRG, GRBG, BGGR ou **RGGB** .

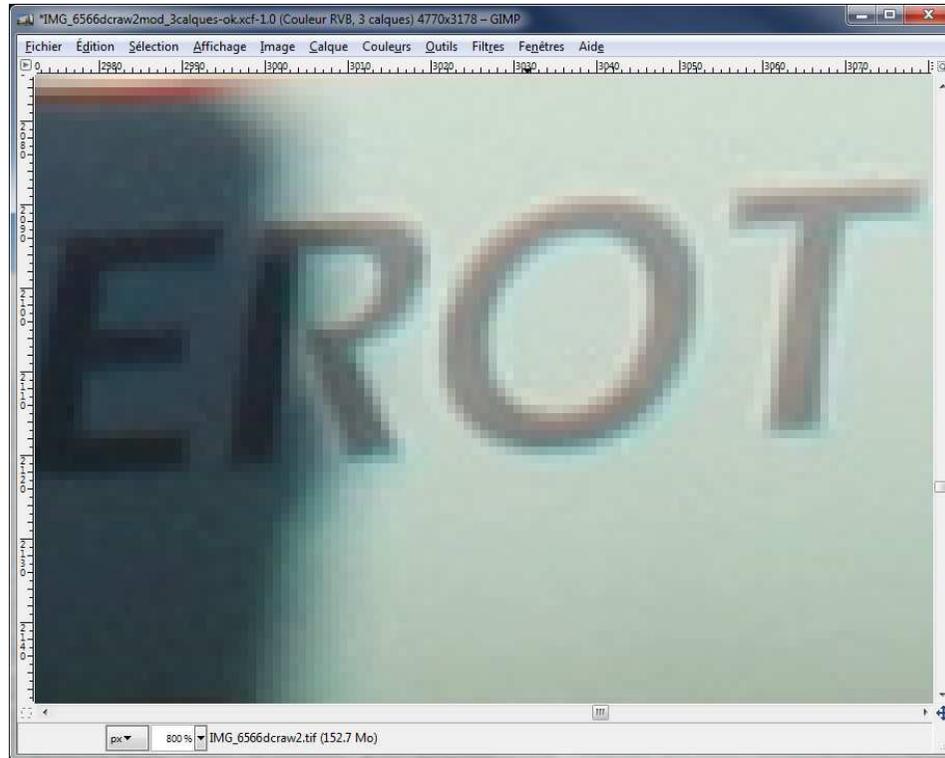


Avant

« dématricage » les pixels sont affectés de leur couleur (unique R V ou B)

Le « dématricage » consiste en une série d'opérations qui va permettre d'attribuer un triplé (RVB) à chaque pixel qui était R, V ou B uniquement. Plusieurs algorithmes sont utilisés en général, suivis par une compression, avec ou sans perte

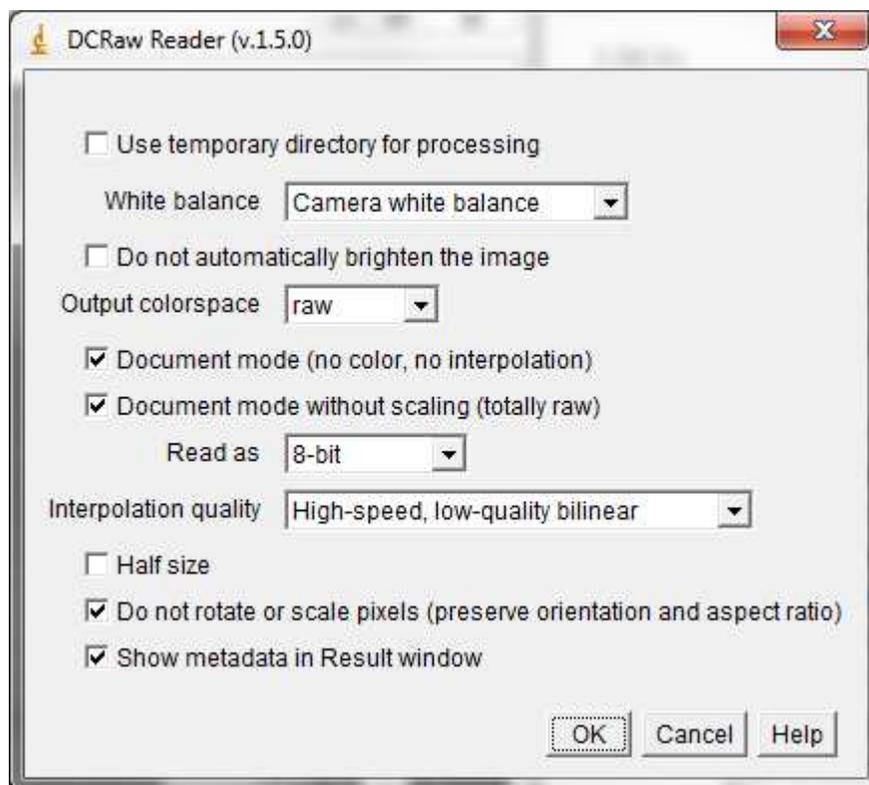
Le même détail dans l'image finale



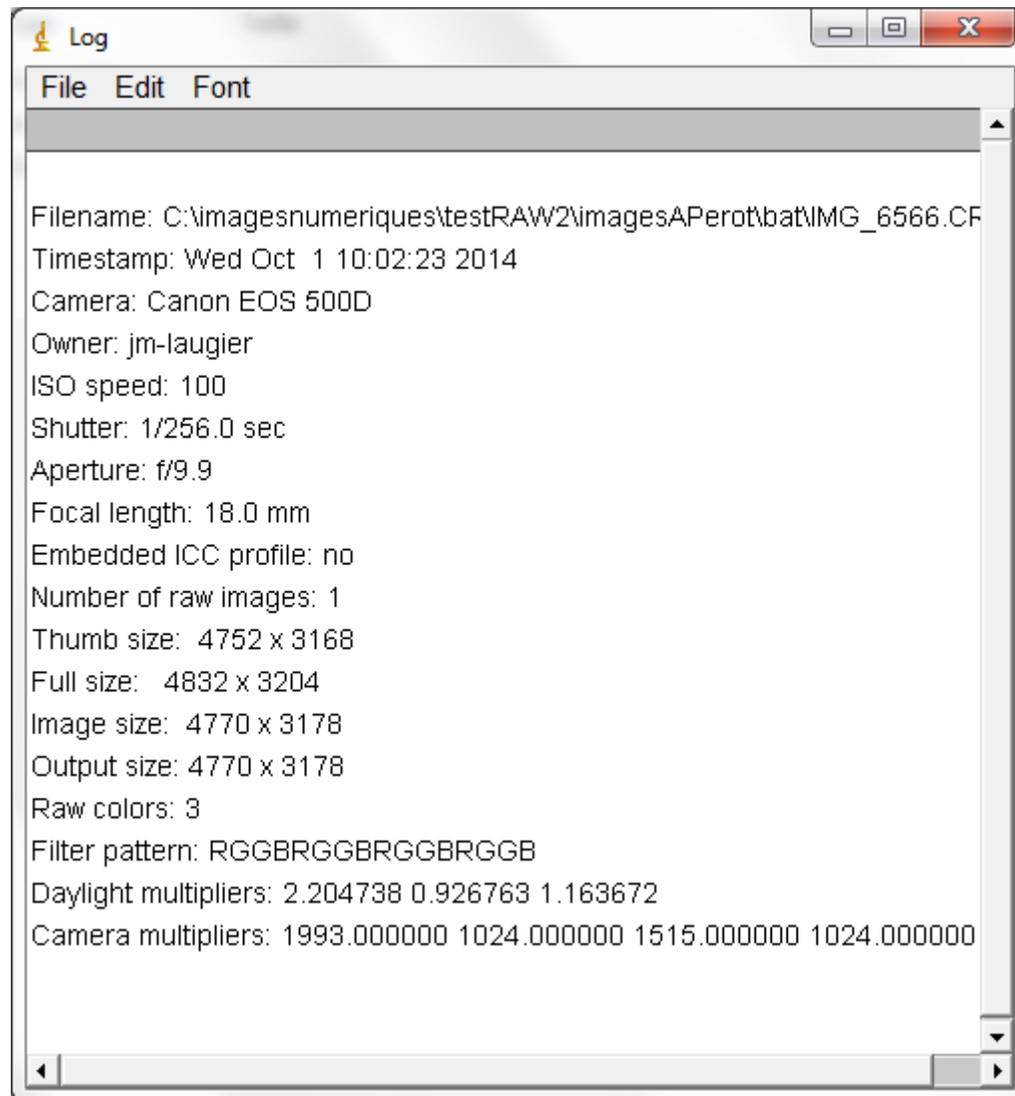
Pour l'image complète



Procédure :
ouvrir xx.CR2 avec ImageJ et le plug in DCRaw
enregistrer en TIF ou BMP
par exemple avec les options



ImageJ affiche une image en niveau de gris « Full size » avec les informations dans le fichier log



Sauver au format TIF

Ouvrir le fichier Python et saisir le nom du fichier à transformer et les noms de sortie,
Lancer le fichier Python, on obtient un fichier dématricé sans aucune interpolation,
les pixels sont « purs » R, V ou B (xxmod.tif), l'image est sombre, on n'utilise pas de
correction de sensibilité
En superposant dans Gimp les images raw en gris, tif dématricé sans interpolation
et jpeg (traité par le logiciel de l'appareil photo), on peut voir que quelques rangées
de pixels sont éliminées dans l'image finale

+ format propriétaire RAW = format brut

Exemple :

Pour une image obtenu avec un capteur 15Mpx, on peut avoir des fichiers de taille 17Mo en format RAW (CR2 pour canon), 44Mo en TIFF, 8Mo en JPEG 100%, 2Mo en JPEG 40% et 1.2Mo en JPEG 20%

Question : Quel est le « poids » en Mo de cette image sans compression ?

$15\text{Mpx} \times 3$ (pour 3couleurs) = environ $45/1024/1024 = 43\text{Mio}$

Remarque

http://fr.wikipedia.org/wiki/Unité_de_mesure_en_informatique

Les [unités de mesure](#) suivantes sont utilisées en [informatique](#) pour quantifier la taille de la mémoire d'un [ordinateur](#), l'espace utilisable sur un [disque dur](#), la taille d'un [fichier](#), d'un répertoire ou autre.

On peut utiliser avec la plupart de ces unités :

- soit des [préfixes binaires](#) (*kibi-* multiplie par 2^{10} soit 1 024 ; *mébi-* par 2^{20} soit 1 048 576 ; *gibi-* par 2^{30} soit 1 073 741 824, etc.)
- soit des [préfixes du système international d'unités \(SI\)](#) (*kilo-* (k) multiplie par 1 000 ; *méga-* (M) par $1\,000^2$; *giga-* (G) par $1\,000^3$, etc.)

La bonne écriture !

http://www.bipm.org/fr/si/si_brochure/chapter3/prefixes.html

Les préfixes SI représentent strictement des puissances de 10. Ils ne doivent pas être utilisés pour exprimer des puissances de 2 (par exemple, un kilobit représente 1000 bits et non 1024 bits). Les préfixes adoptés par la CEI pour les [puissances binaires](#) sont publiés dans la norme internationale CEI 60027-2 : 2005, 3^e édition, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique – Partie 2 : Télécommunications et électronique*. Les noms et symboles des préfixes correspondant à 2^{10} , 2^{20} , 2^{30} , 2^{40} , 2^{50} , et 2^{60} sont, respectivement : kibi, Ki ; mébi, Mi ; gibi, Gi ; tébi, Ti ; pébi, Pi ; et exbi, Ei. Ainsi, par exemple, un kibioctet s'écrit : $1 \text{ KiB} = 2^{10} \text{ B} = 1024 \text{ B}$, où B désigne l'octet. Bien que ces préfixes n'appartiennent pas au SI, ils doivent être utilisés en informatique afin d'éviter un usage incorrect des préfixes SI.

ou <http://physics.nist.gov/cuu/Units/binary.html>