



manuel utilisé et mentionné dans cette fiche →

Regarder les deux vidéos suivantes et prendre note des informations essentielles :



<https://youtu.be/pEtUsh7DI9k>
La photo, de l'argentique au numérique
(< 6 min)



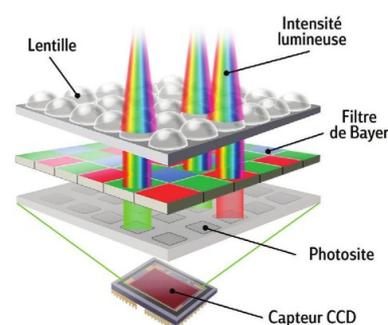
<https://youtu.be/QFCoCo99N88?t=21>
Repères historiques, éd. Delagrave
(< 3 min)

COMMENT ÇA MARCHE ?

p.124/125 :

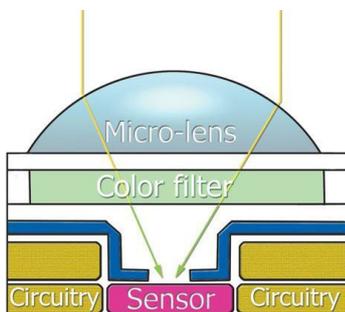
DOCUMENT 1 Les photosites

Le **photosite**, élément sensible du capteur de l'appareil photo numérique, transforme l'énergie lumineuse (photons) en énergie électrique (électrons) grâce aux propriétés du semi-conducteur qui le compose, généralement du silicium. C'est l'**effet photoélectrique**. Ce principe est utilisé également par les panneaux photovoltaïques pour produire de l'électricité. Chaque photosite est chapeauté par une lentille microscopique qui concentre la lumière et collecte les électrons produits dans un « puits ». Le nombre d'électrons collectés est proportionnel à la quantité de lumière reçue et crée un courant mesurable qui permet de définir l'intensité lumineuse.



Concentration de la lumière sur les photosites

Les photosites sont uniquement sensibles à l'intensité et non à la couleur. Pour enregistrer les couleurs, il faut ajouter des filtres colorés, rouge, vert et bleu (filtres de Bayer) devant chaque photosite. Un filtre de couleur ne laisse passer que la composante de lumière de sa couleur.



Photosite Petite surface d'un capteur électronique destinée à capter de la lumière.

DOCUMENT 2 Le capteur

Les photosites qui constituent le capteur sont répartis en **matrice**. Leur organisation en lignes et en colonnes permet de transférer tous les électrons contenus dans les photosites d'une ligne, dans celle immédiatement inférieure. La dernière ligne permet de mesurer l'intensité électrique résultant de l'intensité lumineuse. Cette valeur est numérisée ; pour cela elle est transformée en langage binaire. Ce dispositif à transfert de charge a donné son nom au capteur CCD (*charge-coupled device*). La taille des capteurs varie selon les appareils, les hauts de gamme utilisent une surface de capteur identique aux anciennes pellicules de taille 24 x 36 mm. Celle des capteurs de smartphone est bien plus réduite. Le nombre de photosites peut être identique sur ces deux capteurs, c'est leur taille qui change et leur capacité à capter la lumière.

dispositif à transfert de charges

Capteur « haut de gamme »

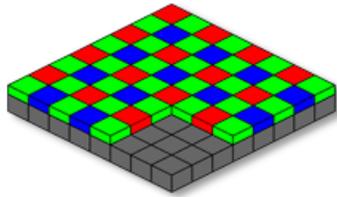
24 mm x 36 mm
Plein format



Capteur de smartphone
8 mm x 6 mm

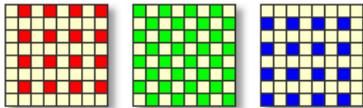
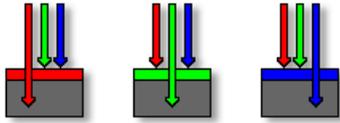
Comparatif des tailles de capteur

Matrice Famille d'éléments habituellement présentée sous la forme d'un tableau rectangulaire à x lignes et y colonnes, chacune des cases contenant la valeur quantifiant un élément. Dans le cas d'une matrice CCD, il s'agit de l'intensité de la lumière captée par le photosite.



Capteur photosensible recouvert d'une grille de Bayer

Rayonnement



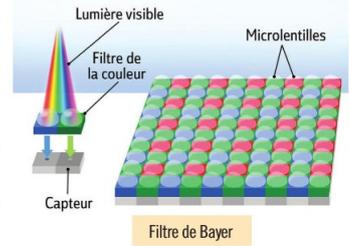
DOCUMENT 4 Du photosite au pixel

La présence du filtre de Bayer sur un capteur permet de n'obtenir qu'une seule et unique information couleur par photosite. Un filtre ne laisse passer que la composante de lumière de sa couleur. Le filtre rouge laisse passer la lumière rouge, etc. L'image vue par la matrice du capteur peut ressembler à l'exemple ci-dessous, avec la répartition suivante des couleurs.



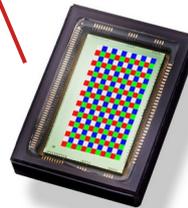
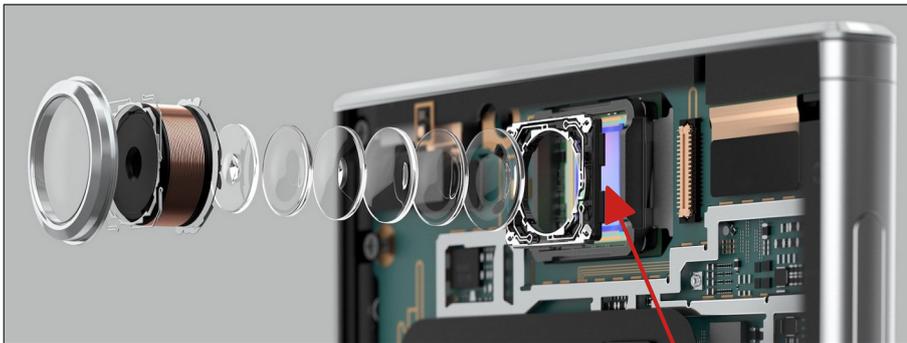
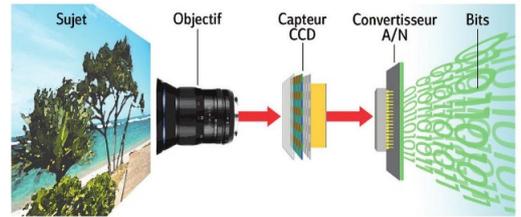
Vision du capteur pour chacune des couleurs

L'œil humain étant deux fois plus sensible au vert, une matrice contient deux fois plus de filtres verts que de filtres rouges et bleus.



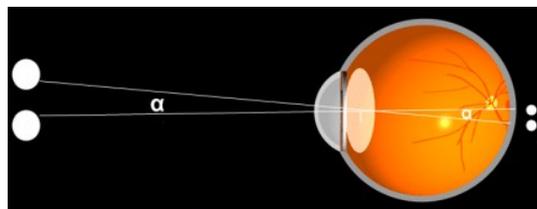
DOCUMENT 5 Numérisation des couleurs

Chacune des intensités de couleurs est codée en langage binaire par le capteur. L'élément de base dans le système de numération binaire est le bit qui ne peut prendre que deux valeurs : 0 ou 1.



Mais... quand nous regardons une image sur un écran d'ordinateur, nous "voyons" des pixels de différentes couleurs (jaune, mauve, etc.), pas des pixels constitués de rouge, de vert et de bleu ! Pourquoi ?

Cela est dû à une limitation de notre œil : son pouvoir séparateur !



Quand vous regardez 2 points très proches l'un de l'autre, l'œil "voit" deux points si l'angle α (voir le schéma ci-dessus) est supérieur à $0,017^\circ$. En dessous de cette valeur, votre œil "superposera" les 2 points, il ne verra pas deux, mais un seul point.

Un pixel est tellement petit que notre œil superposera la partie rouge, la partie verte et la partie bleue du pixel, voilà pourquoi nous voyons des pixels de différentes couleurs.

DÉFINITION ET RÉOLUTION D'UN ÉCRAN

DOCUMENT 3 Définition et résolution

La taille d'une image est appelée **définition**. Elle est constituée par le nombre de points appelés **pixels** qui la composent en hauteur et en largeur. Le pixel est l'élément le plus petit qui constitue l'image. Chaque pixel est composé d'un mélange des trois couleurs : rouge, vert et bleu.

Il faut un capteur doté d'au moins autant de photosites que de pixels souhaités pour créer une image.

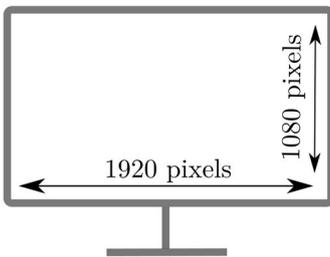
Définition		Hauteur		Largeur	Format
12 mégapixels	=	3 000	×	4 000	3/4
15,4 mégapixels	=	3 200	×	4 800	2/3

La **résolution** est la quantité de pixels par unité de longueur exprimée en PPP (point par pouce) ou DPI (*dots per inch*), le pouce étant une unité britannique équivalant à 2,54 cm. Les PPP n'ont de sens qu'au moment où l'image est sur un support physique. Plus la résolution est élevée, c'est-à-dire plus la densité de points sur la surface est importante, plus les points seront petits et l'image précise.

pixel provient de la locution anglaise *picture element*, qui signifie « élément d'image »

on considère en général qu'un pixel est composé de 4 photosites :

1 bleu + 1 rouge + 2 verts



Cet écran comporte 2 073 600 pixels répartis uniformément sur toute sa surface. On dit que 1920×1080 est la **définition native** de l'écran.

Lorsque dans les réglages de votre ordinateur on vous propose de changer la « résolution » (confusion de vocabulaire !), en la baissant par exemple à 1280×720, les 2 073 600 pixels de cet écran restent bien présents mais se regroupent pour simuler un écran comportant moins de pixels : la qualité d'affichage se trouve alors dégradée.

Les expressions « HD », « Full HD » et « 4 K » sont des normes relatives à des définitions d'écran.

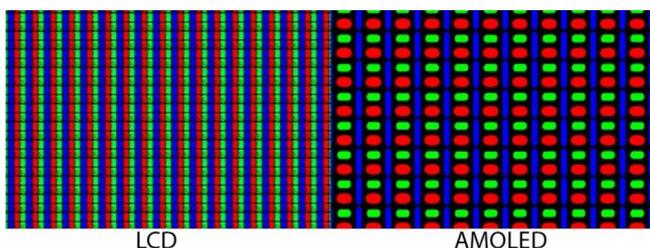
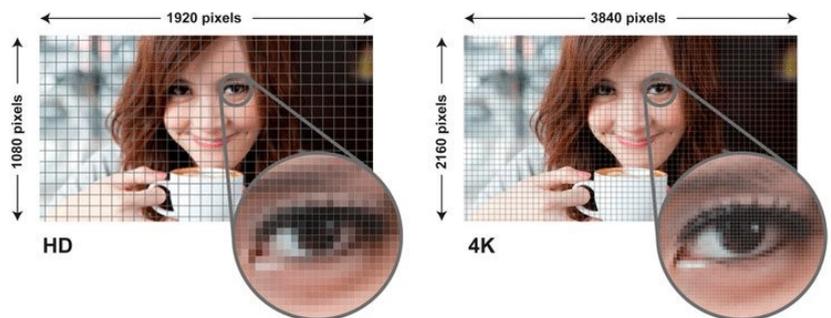
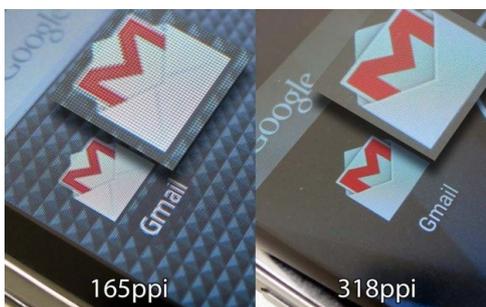
HD : 1280×720 pixels = 921 600 pixels

Full HD : 1920×1080 pixels = 2 073 600 pixels (2,25 fois plus que la HD)

4 K* : 3840×2160 pixels = 8 294 400 pixels (4 fois plus que la Full HD)

* appelée aussi Ultra HD (UHD)

Plus la définition de l'affichage est élevée, plus le processeur et la puce graphique du smartphone auront besoin de puissance pour maintenir un affichage des images à un rendu natif.

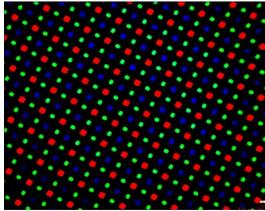


Le type de dalle que contient l'écran est aussi très important. La plupart des écrans LCD utilisent trois sous pixels pour former un pixel : un sous pixel rouge, un sous pixel vert et un sous pixel bleu (RGB). Ce n'est pas le cas des dalles AMOLED de Samsung, qui

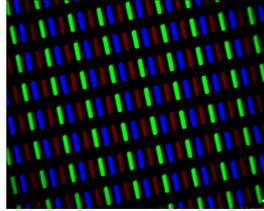
utilisent la technologie PenTile RGBG. Elle permet de produire à moindre coût et plus facilement des dalles dotées d'une plus haute définition. Mais sur une dalle PenTile, un pixel est composé de deux sous-pixels : soit rouges et verts, soit bleus et verts.

Ainsi, la définition annoncée par Samsung est uniquement atteinte par les sous-pixels verts alors que les sous pixels bleus et rouges sont deux fois moins nombreux. Si c'était un problème à l'arrivée des premières générations de smartphones AMOLED, ce n'est plus le cas aujourd'hui où la qualité des dalles et l'augmentation des définitions ont largement compensé le déficit de la technologie PenTile.

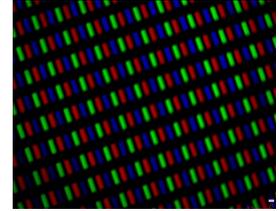
À l'aide d'une loupe binoculaire (au à défaut d'une loupe à main), on peut observer la surface d'un écran d'ordinateur ou d'un téléphone et observer la façon dont les pixels/photosites sont agencés :



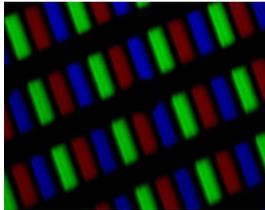
Samsung GalaxyA5



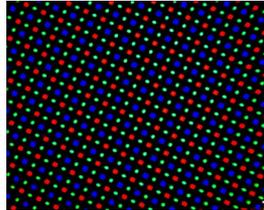
Samsung GalaxyJ1



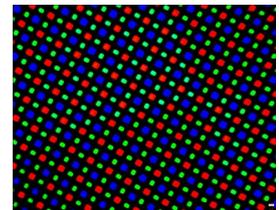
Echo Horizon



Iphone 5S



Galaxy Note 9



iPhone X

source : B. Castagnetto, académie de Strasbourg