

Sciences du Numérique et Technologie



La Photographie numérique TD n° 1 L'œil et le capteur photographique et la construction d'une image



Objectif de la séance :

- Distinguer les photosites du capteur et les pixels de l'image
- Retrouver les metadonnees d'une photographie
- Traiter par programme une image pour la transformer



Mots-clés :

Algorithme : ensemble d'instructions qui permet de résoudre un problème.

Capteur : dispositif transformant l'information lumineuse en information électrique.

Code RVB : système de codage des couleurs.

Compression : réduction du poids d'une image.

Définition d'un capteur : nombre total de photosites.

Définition d'une image : nombre total de pixels.

Extension : identification d'un format.

Format : type d'un fichier numérique.

Métadonnées : informations sur une photo numérique.

Photosite : élément d'un capteur qui mesure l'intensité lumineuse.

Pixel : unité de base composant une image numérique.

Poids d'une image : mémoire nécessaire à son enregistrement.

Profondeur de couleur : mémoire utilisée pour stocker la couleur d'une image.

Résolution d'une image : nombre de pixels par unité de longueur (pixels par pouce ou ppp).



A la fin de cette séance j'aurai acquis ...

Des connaissances	Des compétences
- Pixel - Capteur CDD - Les Photosites	- Identifier les résolutions du capteur et de l'image - Traiter par programme une image pour la transformer - Expliciter des algorithmes associés à la prise de vue

Vous écrierez les réponses aux questions sur le document

I. Historique de la photographie :

1827

La naissance de la photographie

En 1827, le Français Nicéphore Niépce fixe pour la première fois une image (la vue depuis la fenêtre de sa maison) sur un support. Il s'agit d'une plaque d'étain recouverte d'une sorte de goudron qui réagit chimiquement avec la lumière. L'image nécessite alors plusieurs jours de pose. Mais la photographie ne naît officiellement que le 7 janvier 1839, jour de la présentation des travaux de Niépce et de son partenaire Louis Daguerre à l'Académie des sciences. Ce dernier remplace ensuite le goudron par de l'iodure d'argent, réduisant la pose à quelques dizaines de minutes et ouvrant la voie à la photographie argentique.



La première photographie au monde, le Point de vue du Gras

1861

Le début de la photographie en couleur

La première photographie en couleur, prise par l'Anglais Thomas Sutton et l'Écossais James Clerk Maxwell en 1861, représente un ruban de tissu. Elle est obtenue grâce à des prises de vue du ruban sous trois filtres différents : un filtre rouge, puis un vert et un bleu. Les plaques ont été développées et projetées sur un écran par trois projecteurs, chacun avec le même filtre coloré que celui utilisé lors de la prise de vue. L'image créée à partir des trois sources lumineuses colorées forme alors une image en couleur. Ce procédé s'inspire de la vision des couleurs de l'œil humain. Il est aujourd'hui à la base du codage **RVB** permettant à nos écrans d'afficher des millions de couleurs.



La première photographie en couleur fut celle d'un ruban à carreaux

1957

La première photo numérisée

L'Américain Russell Kirsh est l'un des premiers à numériser une photo en 1957. Sa résolution est très faible (l'image est donc peu détaillée), sa taille très petite (5 cm²), et elle n'est pas en couleur mais en niveaux de gris. Cette technologie a alors pour but de transférer une photo argentique papier vers un ordinateur pour la mettre en mémoire ou encore l'afficher à l'écran.



Walden, le fils de 3 ans de Russell Kirsh, a été le sujet d'une des premières photos numérisées !



Le prototype du premier appareil photo numérique qui pesait 3,6 kg !

1975

L'apparition des appareils photo numériques

Le premier appareil photo numérique, c'est-à-dire capable d'enregistrer une image sous forme de **bits** dans sa mémoire, est créé en 1975 pour la société américaine Kodak par Steven J. Sasson. Cet appareil utilise un capteur CCD et enregistre des images en noir et blanc sur des cassettes, un processus qui prend 23 secondes !

1969

L'invention du capteur CCD

L'un des premiers capteurs CCD

En 1969, l'invention du **capteur CCD** (charge coupled device, en français « dispositif à tranfert de charge ») par le Canadien Willard Boyle et l'Américain George E. Smith révolutionne la photographie. On passe d'une pellicule photo à une plaque, composée de **photosites**, c'est-à-dire de petites cellules photoélectriques qui captent la lumière pour chaque **pixel** constituant l'image. C'est ce capteur qui transforme ce que vous voyez à travers votre viseur en une image numérique.

2000

Les téléphones portables avec appareil photo

Les premiers téléphones portables capables de prendre des photos ont été vendus par Sharp et Samsung en 2000, démocratisant ainsi la photo numérique. Aujourd'hui, plus de 1 000 milliards de photos sont prises chaque année par des smartphones, soit plus de 85 % des photos dans le monde.



Le Samsung SGH-V200, l'un des premiers téléphones avec appareil photo intégré

Exercice 1 : Evolution des technologies de la photographie

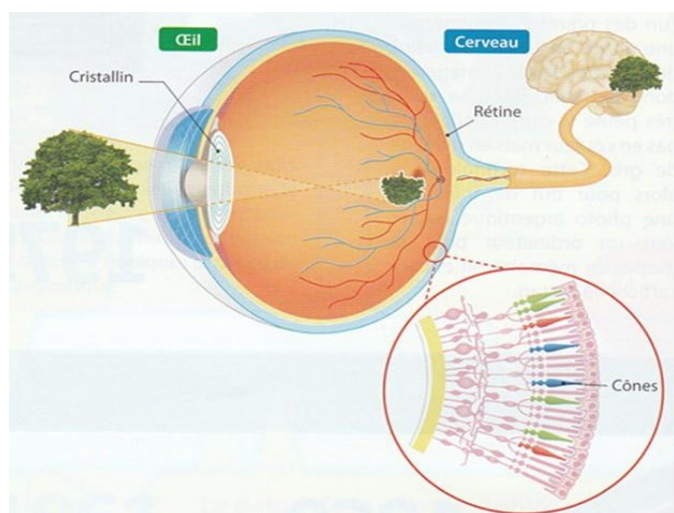
Après avoir regardé les deux vidéos sur le site internet de **la séance n°1 sur l'histoire de la photographie**, **CCD : Le cœur d'un appareil photo numérique** et à l'aide des documents répondre aux questions suivantes :

- 1) Donner la latitude, la longitude et l'heure sur la première trame NMEA (Doc 2)
- 2) Comparer la vitesse de l'évolution des technologies de la photographie argentique avec celle de la photographie numérique.
- 3) Indiquer les différences fondamentales entre une photographie argentique et une photographie numérique.
- 4) Que change le capteur CCD pour la photographie ?

II. L'œil et le capteur photographique :

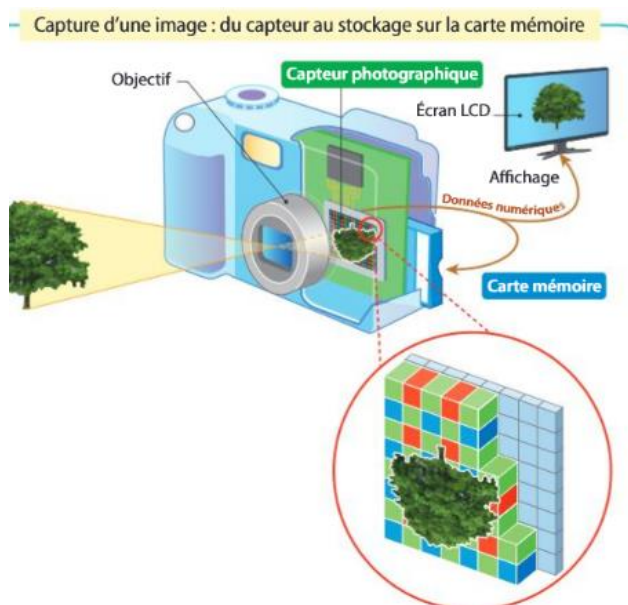
L'appareil photo numérique, largement inspiré de l'œil humain, permet de capturer puis d'enregistrer les images de manière à reproduire ce que nous voyons le plus fidèlement possible.

Document 1 : La vision Humaine



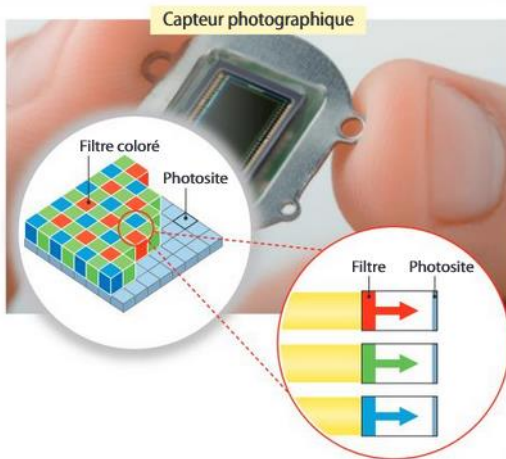
Les rayons lumineux provenant d'un objet sont projetés au fond de l'œil sur **la rétine**. Celle-ci comprend des cellules sensibles à la lumière : les **cônes**. Certains cônes perçoivent la couleur rouge, d'autres la couleur verte et d'autres la couleur bleue. Les cônes sensibles au vert sont les plus présents chez l'être humain. Ils transforment l'énergie lumineuse en impulsion électrique. Cette impulsion est transmise au cerveau par l'intermédiaire du nerf optique. La couleur est ensuite reconstituée par le cerveau par addition du rouge, du vert et du bleu.

Document 2 : L'appareil photo numérique



Les rayons lumineux provenant d'un objet sont projetés dans l'appareil photo **sur le capteur photographique**. Celui-ci est constitué de cellules sensibles à la lumière. La mesure de l'intensité lumineuse est transformée en données numériques puis stockée dans la mémoire de l'appareil.

Document 3 : Le fonctionnement du capteur photographique

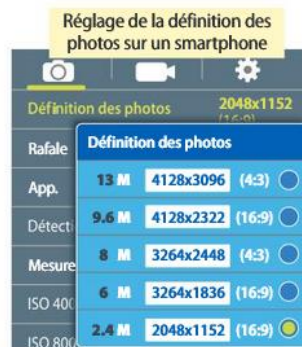


Les capteurs photographiques sont des éléments électroniques sensibles à la lumière, qui produisent des électrons (de l'électricité) lorsqu'ils reçoivent des photons (de la lumière). Un capteur d'appareil photo numérique est composé de cellules photosensibles : **les photosites**. Pour que ceux-ci distinguent les couleurs, chacun est placé derrière un filtre qui ne laisse passer que les rayons d'une seule couleur : rouge, vert ou bleu (2 verts, 1 rouge et un bleu par carré). Les photosites mesurent ainsi l'intensité lumineuse des rayons rouges (R), des rayons verts (V) et des rayons bleus (B). La tension électrique produite est ensuite convertie en nombre et envoyée au processeur de l'appareil photo. **La définition d'un capteur** est le nombre total de ses photosites.

Document 4 : Les Pixels d'une image



Après la capture d'une image, les données de couleurs sont enregistrées sous la forme d'un « tableau de **pixels** », c'est-à-dire de petits carrés d'une couleur donnée. Une image est formée de millions de pixels, plus ils sont nombreux plus l'image est précise.



Dans l'appareil photo, il est possible de régler :

- la **définition d'une photo**, soit le nombre total de pixels qui composent l'image (nombre de pixels en longueur $\times$ nombre de pixels en hauteur, par exemple 2048×1152) ;
- la **résolution d'une photo**, soit le nombre de pixels par unité de longueur. Elle s'exprime en général en pixels par pouce (ppp). Elle est utilisée pour connaître la qualité d'une image sur un écran ou imprimée.

Exercice 2 : En quoi l'image produite dépend-elle des caractéristiques du capteur et du réglage de l'appareil ?

A l'aide des documents répondre aux questions suivantes :

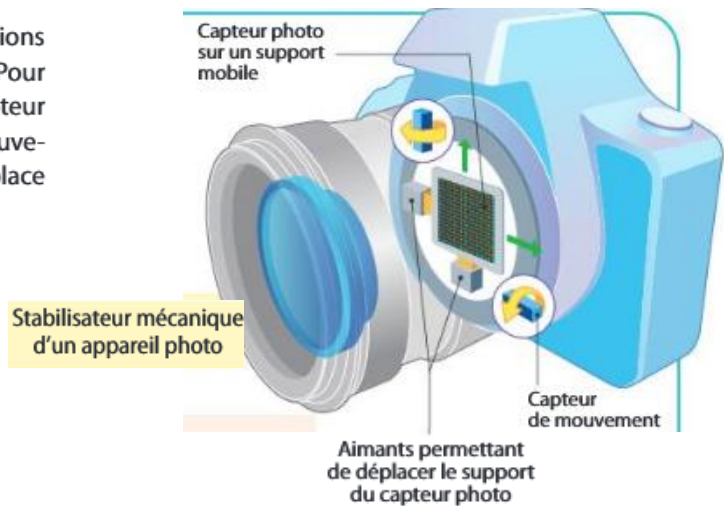
- 1) En comparant les images schématisant la vision humaine et l'appareil photo numérique, quel est l'équivalent au niveau de l'appareil numérique :
 - a. Du cristallin de l'œil humain ?
 - b. De la rétine de l'œil ?
 - c. Du cerveau humain ?
 - d. D'un cône ?
- 2) Où se situe le capteur d'un appareil photo ?
- 3) Pourquoi mettre sur un capteur photographique deux fois plus de photosites sensibles à la couleur verte qu'aux deux autres couleurs ?
- 4) Que représente la définition d'un capteur photo ?
- 5) Quels sont les principaux éléments d'un appareil photo ? Résumer son principe de fonctionnement

III. Construction d'une image et algorithme de prise de vue :

Les appareils photos numériques offrent une assistance lors de la prise de vue et du traitement de l'image grâce à de nombreux algorithmes perfectionnés. Ces derniers permettent ainsi de réaliser des photos d'excellente qualité, même avec un objectif et un capteur minuscules comme ceux des téléphones mobiles.

Document 1 : Algorithme de stabilisation mécanique

Le **stabilisateur d'image** permet de corriger les vibrations de l'appareil afin d'améliorer la netteté de l'image. Pour compenser les mouvements du photographe, le capteur photo est placé sur un support mobile. Lorsqu'un mouvement involontaire est détecté, le support mobile se déplace pour stabiliser le capteur.



Document 2 : Algorithme de correction de flou

La stabilisation numérique corrige le flou lié au mouvement :

- en diminuant le délai entre la prise de vue et le déclenchement de la photo ;
- ou en prenant rapidement plusieurs photos pour conserver la plus nette.

C'est le mode de stabilisation de base présent dans les appareils qui ne sont pas équipés de stabilisation mécanique. Elle est réalisée avant l'enregistrement de la photo au format Raw.



Document 3 : Algorithme d'aide à la mise au point : Le focus peaking

Le **focus peaking** est une fonction d'aide à la mise au point proposée dans le menu de prise de vue de certains téléphones. Le smartphone détecte les bords les plus contrastés des objets et les met en évidence avec des couleurs. On peut donc voir presque immédiatement les zones nettes de l'image.



Document 4 : Algorithme de correcteur des couleurs

Les couleurs capturées par les photosites du capteur peuvent parfois sembler fades pour l'œil humain ou bien trop intenses. L'intensité de la couleur est mesurée par la **saturation**. Un traitement numérique, après l'enregistrement de la photo au format Raw et avant la compression, est alors nécessaire. Il est effectué par des algorithmes de correction de la saturation des couleurs. Les smartphones proposent plusieurs réglages de saturation dans les filtres. L'image est traitée numériquement à partir de la même prise de vue pour corriger la saturation des couleurs.



Exercice 3 : Quels sont ces algorithmes et quand interviennent-ils dans la construction de l'image ?

A l'aide des documents répondre aux questions suivantes :

- 1) Expliquer la différence entre un stabilisateur mécanique et stabilisateur numérique ?
- 2) Que permet le *Focus Peaking* ?
- 3) La correction de la saturation intervient-elle avant ou après la capture d'image ?