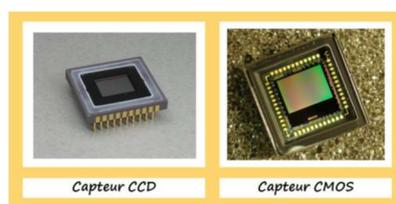


Photographie numérique

Les principes de fonctionnement

Les principes de base

- Appareil argentique ou numérique, il faut capturer la lumière de façon à impressionner un capteur qui est :
 - une pellicule pour un argentique. Une fois la photo prise, la pellicule est marquée (impressionnée). Elle ne peut pas être réutilisée, elle est difficilement modifiable et doit être développée selon un procédé chimique pour obtenir une image sur papier.
 - un capteur électronique CDD ou CMOS pour un appareil numérique. Une fois la photo prise, ce capteur transmet une importante quantité de données stockées dans un volumineux fichier informatique au format RAW et, parfois, directement interprétées et converties en un format plus léger (comme le célèbre JPG). Le capteur est réutilisable, le fichier peut être lu par un logiciel pour être affiché sur de nombreux supports différents (écran, papier).

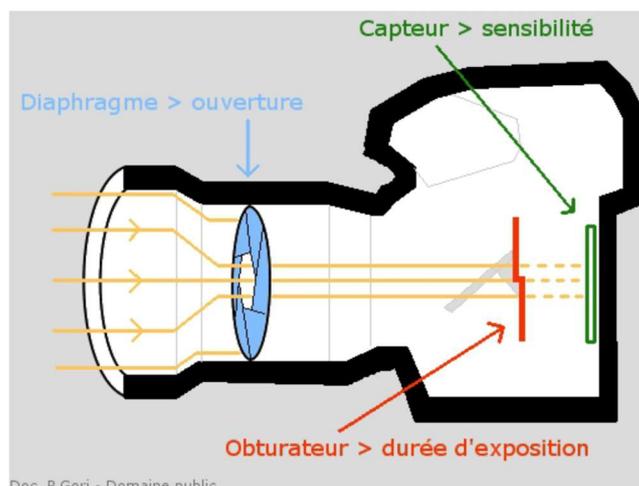


- La pellicule est fragile et doit être conservée avec précautions pour ne pas se dégrader. Le stockage nécessite un gros volume de rangement... mais ne consomme aucune énergie.

Les données des capteurs génèrent des fichiers informatiques. On peut en stocker de grandes quantités sur un volume très restreint... mais cela à un coût énergétique.

La capture de la lumière

Voici un schéma du fonctionnement d'un appareil photo argentique ou numérique.



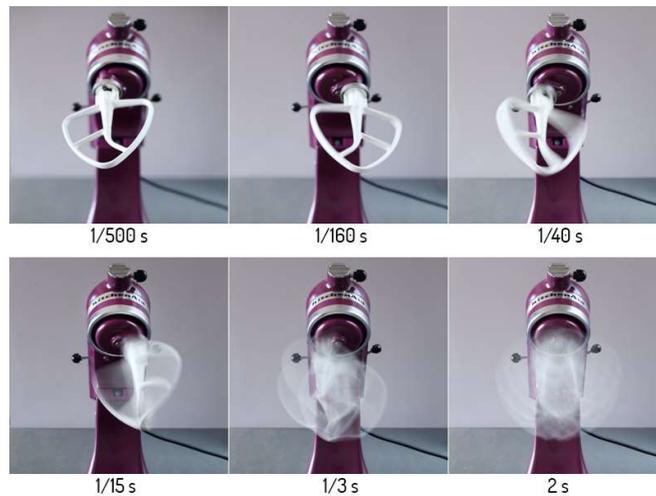
- Un appareil photo argentique possède un boîtier contenant un système optique qui guide la lumière vers le capteur (une pellicule) ou vers le viseur qui permet de visualiser ce qu'on photographie.

- Le boîtier d'un appareil numérique peut également contenir un système optique mais le capteur est électronique et on y trouvera également la mémoire pour stocker les données et l'ordinateur qui effectuera les algorithmes de traitement de ces données.

Ouverture et vitesse

Le grand public, habitué des appareils photographiques modernes, utilise des modes automatiques mais la photo, numérique ou non, repose sur deux modes principaux fondamentalement liés :

- la priorité à l'ouverture (liée au diaphragme et à l'objectif)
- la priorité à la vitesse (temps d'exposition du capteur).
- Plus le temps d'exposition est long, plus la quantité de lumière qui frappe le capteur est importante mais plus le risque de flou est grand .



<https://www.laphotoculinaire.com/vitesse/>

- L'ouverture du diaphragme, selon l'objectif utilisé, détermine, elle, le champ de profondeur.
 - o Une ouverture importante donne une faible profondeur de champ : c'est le mode portrait de votre appareil (par exemple). La vitesse d'obturation est rapide, la photo nette mais l'arrière plan flou (fendu).
 - o Une ouverture plus petite augmente la profondeur de champ. Mais pour conserver une quantité suffisamment importante de lumière, la vitesse de prise de vue diminue (le temps d'exposition augmente) et le risque de flou devient important.





<https://apprendre-la-photographie.net/profondeur-de-champ/>

- Si une ouverture trop petite induit une vitesse trop lente, et donc un risque de flou important, on va rendre le capteur plus sensible : la quantité de lumière nécessaire diminue donc on pourra augmenter la vitesse. On prendra alors une pellicule avec un ISO plus important ou, sur un numérique, on augmentera la sensibilité du capteur via le logiciel de l'appareil (qui le fait automatiquement le plus souvent). Cependant, augmenter la sensibilité du capteur favorise l'apparition de parasites (bruit) sur celui-ci et augmente le grain de la photo : le procédé a donc des limites

La conception d'une image numérique

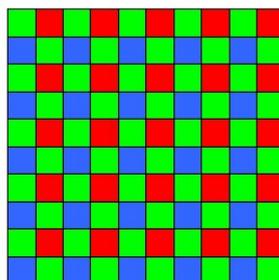
Lors de la prise d'une photographie, les rayons lumineux atteignent la surface sensible d'un capteur qui les transforment en une suite de 0 et de 1 .

La surface du capteur est constituée de multiples photosites. Chacun d'entre eux engendrera, sur l'image finale, un point (ou pixel = *picture element*). Lorsqu'ils sont frappés par les rayons lumineux, les photosites produisent une impulsion électrique. Celle-ci possède une intensité proportionnelle à la quantité de lumière reçue. L'impulsion est par la suite codée sur un octet (suite de huit bits de valeur 0 ou 1, soit 256 possibilités différentes).

Afin de reconstituer les couleurs, chaque photosite est recouvert d'un filtre coloré, ne laissant passer que les rayons d'une certaine couleur (rouge, vert, bleu pour les capteurs fonctionnant en *synthèse additive*). La plupart des capteurs disposent de filtres disposés de la manière suivante :

- vert - rouge - vert - rouge... bleu sur la première ligne
- bleu - vert - bleu -vert... sur la seconde et ainsi de suite...

Cet ensemble forme une « matrice ».



Exemple de « matrice »

Pour imiter la physiologie de l'œil humain, plus sensible à la couleur verte, il a deux fois plus de filtres verts que de rouges ou de bleus. Ce déséquilibre s'explique par l'omniprésence de la composante verte du monde rempli de végétaux dans lequel les animaux évoluèrent pour aboutir aux humains que nous sommes. L'organe visuel devait d'être capable de distinguer plus particulièrement les différentes nuances du vert afin d'augmenter les chances de survie (prédation, cueillette, dissimulation...).

Chaque photosite mesure avec précision l'intensité lumineuse d'une seule couleur primaire. Il manque alors toujours de l'information : les valeurs de rouge et de vert pour les pixels correspondant aux

photosites recouverts d'un filtre bleu, de bleu et de vert pour ceux pourvus d'un filtre rouge, etc. Le processeur intégré à l'appareil numérique doit, pour récupérer les mesures manquantes, calculer les informations complémentaires en se basant sur la couleur mesurée par les pixels adjacents. Cette méthode donne lieu à d'excellents résultats la plupart du temps, mais révèle parfois ses limites dans des conditions extrêmes (forts contrastes notamment).

Puisque chaque canal de couleur est codé sur un octet, soit 256 valeurs différentes possibles, nous obtenons une étendue de $256 \times 256 \times 256 = 16,8$ millions de couleurs envisageables (c'est le mode *true color*, ou 24 bits). Par ailleurs, quelques appareils milieu et haut de gamme sont capables de gérer des couleurs d'une profondeur plus importante (30 bits, 36 ou même 48 pour certains modèles professionnels). Cela permet notamment une lecture plus fidèle des zones sous ou surexposées, afin d'en ressortir un maximum de détails. Toutefois, l'image est le plus souvent convertie en mode 24 bits. L'ensemble de ces données est alors stockées dans un fichier de données brutes volumineux au format *raw* ou converties au format plus léger *jpg*.

Sources :

<https://docplayer.fr/25093498-Techniques-de-dematricage-d-images-couleur-camera-couleur-filtre-cfa-algorithmes.html>

<https://www.clubic.com/article-14325-2-la-photographie-numerique-comment-ca-marche.html>

Apports du numérique

En argentique, la pellicule réagit à la lumière et fournit une image unique dépendant des réglages effectués par le photographe et de la qualité de l'appareil photo (optique → physique, pellicule → chimie).

Le photographe doit faire des choix :

- Une profondeur de champ réduite mais un arrière-plan flou.
- Une grande profondeur de champ mais une image moins nette.
- Un premier plan très clair mais un arrière-plan manquant de détails.
- Une pellicule avec une sensibilité ISO bien choisie selon la quantité de lumière qui oblige à prendre toutes les photos de la pellicule avec cette même sensibilité.

La photographie numérique affranchit le photographe de tous ces compromis.

Le smartphone (sortez le, si si ...) intègre une application pour la photographie qui, la plupart du temps, ne donne pas accès aux réglages manuels (ou seulement en partie) mais propose des modes pré-programmés (portrait, paysage, sport ...) bien pratiques mais cachant le fonctionnement de l'appareil.

L'application gratuite *OpenCamera* permet d'accéder aux réglages de l'appareil photo.

- Test de luminosité. Prendre une photographie dans une pièce ouverte sur un extérieur éclairé. Une icône  propose deux options de réglage d'exposition.

- on veut voir l'intérieur : à ce moment, l'extérieur, surexposé, sera fondu.
- on veut voir l'extérieur : il faut sous-exposer la photo mais l'intérieur sera sombre.



- Profondeur de champ :

Ouvrir le menu en cliquant sur l'icône  et sélectionner le focus auto .

L'appareil effectue la mise au point sur la zone sélectionnée en cliquant sur l'écran.

Prendre une photo en mettant un index devant l'objectif. En cliquant sur ce doigt, ce dernier sera net mais l'arrière-plan sera flou et inversement en cliquant sur l'arrière-plan.



En argentique, il faut choisir ou prendre 2 clichés avec le coup de développement induit. Le numérique permet de s'affranchir de ce choix grâce au travail des algorithmes

- Netteté d'une scène entière par le « focus-stacking ».

Le principe est simple mais irréalisable en argentique :

L'appareil numérique prend de multiples clichés de la même scène simultanément en réglant la mise au point sur différents endroits. On obtient ainsi de multiples photos nettes à différents endroits et floues à d'autres.

Un algorithme opère un filtre sur les images pour en composer une seule avec les zones les plus nettes de chaque photo.

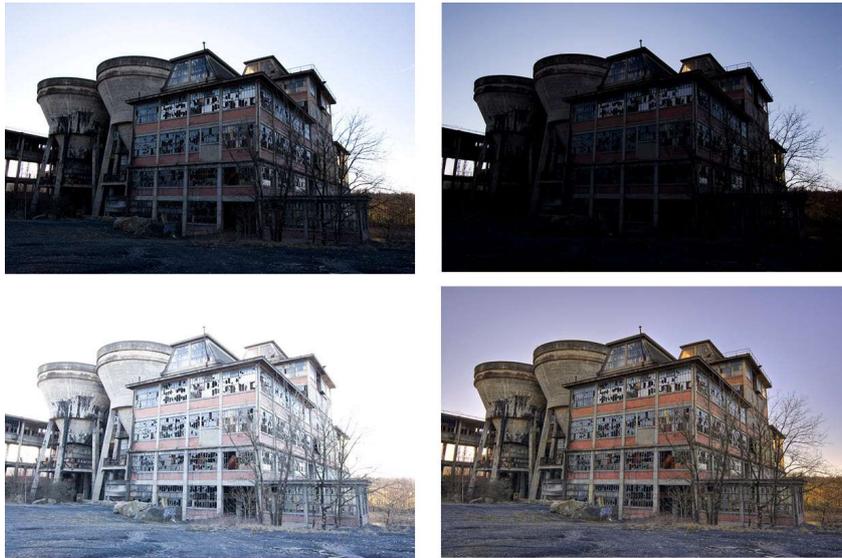


http://www.az-co.com/pages/page_01/pagestuto/macro/index.html

- Le « HDR » (High Dynamic Range)

Ce mode ressemble à du focus-stacking car, là encore, on utilise de multiples clichés. Mais ici, on souhaite optimiser la luminosité d'une scène. L'appareil prend plusieurs photographies simultanément d'une même scène en faisant varier l'exposition puis recompose une image issue des différents clichés en ne conservant que les pixels les plus lumineux. On obtient alors une photographie parfaitement éclairée et impossible à obtenir en argentique.

Dans l'exemple ci-dessous, les trois premiers clichés ont été pris avec trois expositions différents. La quatrième est la résultante de ces 3 clichés après traitement.



<https://www.nikonpassion.com/quest-ce-que-le-hdr/>

De nombreux smartphone intègre le mode HDR. Il suffit alors de sélectionner le mode et garder le smartphone stable durant les prises de vues. Celles-ci sont prises très rapidement, ce temps est donc très réduit. Le traitement est immédiat.

- Post-production

Une fois le cliché numérique pris, il est enregistré dans votre appareil soit au format RAW (données brutes, utilisées par les professionnels ou les amateurs éclairés) soit déjà interprété par un algorithme de l'appareil et compressé (perte de données) en JPG (le plus souvent).

Les logiciels de retouche d'images permettent de modifier les données du fichier source via de nombreux filtres. Photofiltre est l'un de ces logiciels. Il en existe énormément mais ce dernier est léger et gratuit pour un usage éducatif.

Des applications de retouche sont également disponibles pour les smartphones. Certaines traitent même l'image de la caméra en direct.

Revers à la médaille : les photos peuvent être modifiées dans un objectif nuisible