

Chapitre A

La photographie numérique

Les images ont envahi nos quotidiens. Il est déjà loin le temps où prendre, retoucher, puis développer des photos représentait un travail fastidieux, long et technique. Avec la révolution informatique, numérique et technologique, ce travail est simplifié. Il a même changé de nature. La captation d'images brutes évolue peu. Ce sont les algorithmes de développement, d'amélioration ou de manipulation de l'image qui caractérisent les progrès actuels.

La photographie numérique présente un coût marginal faible. Les formats d'image créés rendent leur diffusion rapide et simple. Ce sont des milliards de photos qui sont prises et partagées chaque jour.

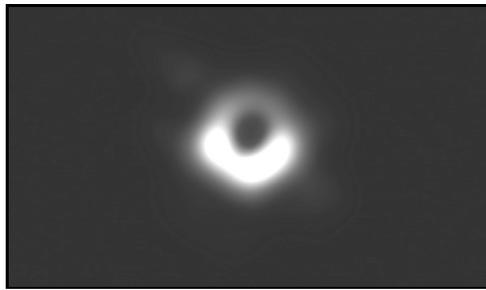
1 - Repères historiques

- 1813 : Premiers essais photographiques de **Joseph Nicéphore Niépce**.
- 1826 : Naissance de la photographie argentique.



"Point de vue du Gras" par Joseph Nicéphore Niépce,
première photographie connue de l'histoire (1826)

- 1903 : Invention par les frères Lumière de l'autochrome, des plaques, à base de féculé de pomme de terre, teintées aux 3 couleurs fondamentales , mises en vente en 1907.
- 1923 : Création du premier format 24x36.
- 1968 : Le premier reflex avec contrôle automatique de l'exposition par mesure de la lumière à travers l'objectif.
- 1975 : Apparition des premiers appareils numériques.
- 1997 : Développement du premier téléphone portable capable de prendre des photographies par Philip Kahn.
- 2007 : Arrivée du smartphone.
- 2019 : Première photo d'un trou noir dévoilée par une équipe internationale de scientifiques. C'est une avancée astrophysique majeure qui conforte la théorie de la relativité générale d'**Albert Einstein**.



Première photo d'un trou noir dévoilée le 10 avril 2019

2 - Impact

Traditionnellement, la photographie est un art ou un mode d'archivage. En sciences, elle était principalement utilisée pour recueillir des données visuelles afin de les analyser ou de les archiver. Par sa technique et les technologies employées mêlant optique, chimie et mécanique, elle était l'affaire de spécialistes. Aujourd'hui, grâce au numérique, la photographie laisse la place à tous, l'amateur, comme le professionnel. Le moindre smartphone permet de prendre des photos de plusieurs dizaines de mégapixels, de les retoucher, de les stocker. De plus, l'immédiateté et la gratuité de la réplification des images introduisent de nouveaux usages. Les photos se partagent, permettent d'identifier des personnes, des situations, de rester informé à leur sujet, servent de support à la mémoire (photo d'une liste de courses, de place de parking, ...).

Étant donné que les images sont omniprésentes des réseaux sociaux,

du Web et de tout moyen de communication moderne, la notion même de propriété d'une image est mise à mal. Apparaissent ainsi de nouvelles problématiques. Les images diffusées sur Internet ne disparaîtront jamais. Qu'en est-il du droit à l'image et du droit à l'oubli ?

De plus, les images numériques peuvent être aisément manipulées. On peut falsifier leur contenu. D'ailleurs, leur authentification est très difficile à obtenir. Dans l'actualité, cette facilité à la modification a permis à de nombreuses reprises la diffusion dans les médias de fausses informations. Cela rend nécessaire une vérification rigoureuse de l'information en cas de réutilisation ou de simple consultation.

En dépit de cela, la photographie numérique peut s'avérer essentielle dans de nombreux domaines. Elle a révolutionné la science. En astronomie et en astro-physique, les images numériques sont des supports que l'on peut facilement obtenir et que l'on sait analyser. Leur transmission aux agences spatiales basées sur terre sont assez simples, rapides et parfaitement maîtrisées. Par exemple, en décembre 2018, quasiment 15 ans jour pour jour après l'entrée en orbite martienne de la sonde Mars Express, l'Agence spatiale européenne (ESA) a dévoilé une impressionnante photo prise en provenance de la planète rouge. Elle montre le gigantesque cratère Korolev ; il s'agit d'un lac de 82 km de long recouvert d'une couche de glace d'1,8 km d'épaisseur. Cette photo apporte une nouvelle preuve que l'eau est présente sur Mars.



Cratère de Korolev, lac recouvert de glace, preuve de la présence d'eau sur Mars

En médecine, la rapidité de prise, de tirage et les algorithmes analysant les images numériques ont permis un gain de temps conséquent et une efficacité non négligeable dans la prise en charge des malades. Il n'est plus nécessaire d'être un expert en imagerie numérique pour produire des images à usage médical. De même, les technologies d'imagerie, notamment les algorithmes d'analyses de l'information, ont beaucoup progressé depuis 15 ans et ont permis d'affiner les diagnostics de certaines pathologies ainsi que les traitements prescrits.

Pour le recensement et le suivi des espèces animales ou végétales, la photographie numérique remplace dorénavant des techniques beaucoup plus complexes et coûteuses. D'ailleurs, ce domaine se développe avec la démocratisation de la photographie numérique. Par exemple, le projet **iNaturalist** met en réseau plus d'un million de naturalistes amateurs comme professionnels afin de photographier, identifier et localiser des espèces animales partout dans le monde. Il en résulte une carte numérique des espèces peuplant le monde.

<https://www.inaturalist.org/>



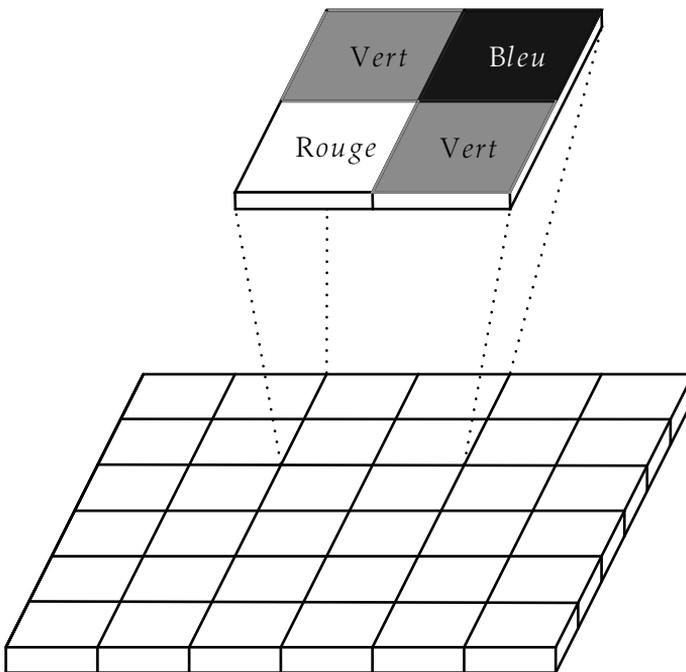
La photographie numérique est également un formidable support pour l'intelligence artificielle. Que ce soit la reconnaissance de caractères (reconnaître une lettre manuscrite), de visages, ... la manière d'encoder les images numériques permet un traitement des données efficace et de moins en moins coûteux. Depuis le milieu des années 90, l'algorithmique en ce sens a connu un essor très important. Aujourd'hui, par exemple, l'intelligence artificielle permet l'analyse de centaines de téraoctets de photos pour identifier des personnes et analyser leur comportement. Les nouveautés en ce domaine n'ont jamais été aussi nombreuses.

On constate que la photographie numérique représente une formidable révolution; elle pose également de nombreuses questions éthiques. Quels qu'en soient les usages, la question de la propriété des images est essentielle. Qui peut en disposer, les modifier? Si la loi est relativement claire sur le sujet, son application reste compliquée.

Ex. A1 *En soirée, un ami me prend en photo avec son téléphone portable. Il la diffuse ensuite sur les réseaux sociaux. Cette photo m'embarrasse mais j'ai des scrupules à lui demander de la retirer car, après tout, selon moi, il en est le propriétaire. Néanmoins, il s'agit de mon image. Que dit la loi ?*

3 - Les capteurs

Dans un appareil photo numérique, le capteur est un composant électronique photosensible qui sert à capter un rayonnement (lumière visible, infra-rouge, UV). Un tel capteur est composé de **photosites**. Ce sont les plus petits éléments qui réagissent à l'intensité lumineuse. En général, ces photosites sont répartis par quatre, sous forme de matrices carrées : deux photosites verts, un bleu et un rouge. Ces matrices se nomment les filtres de Bayer.



Capteur et Photosites

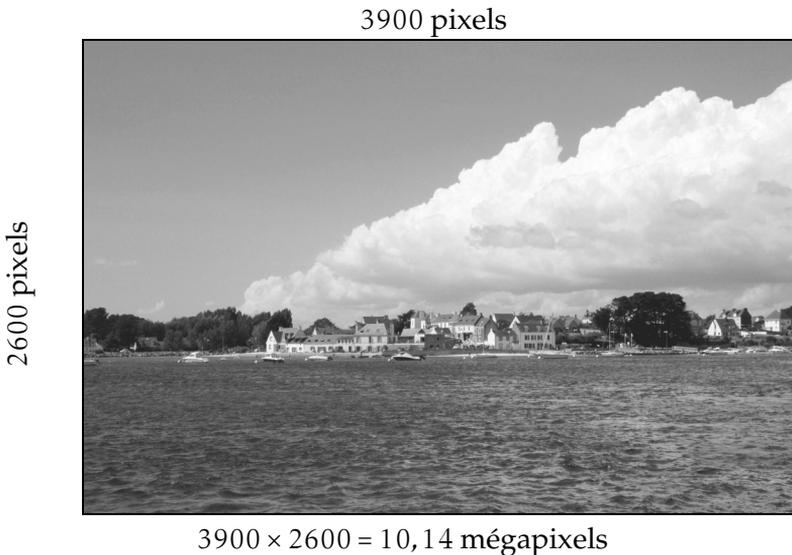
Cette prépondérance des photosites captant le vert est la conséquence du fait que l'œil humain distingue plus de nuances dans la couleur verte.

C'est un héritage biologique de la longue période où l'homme était un chasseur-cueilleur et où la bonne vision de la couleur verte était essentielle à sa survie.

La résolution du capteur se compte en millions de photosites.

4 - Les pixels

Une image numérique est composée de **pixels** colorés. En réalité, c'est un tableau constitué de lignes et de colonnes de pixels. On distingue la définition et la résolution d'une image. La **définition d'une image** est son nombre de pixels, elle se compte en mégapixels (millions de pixels).



La **résolution d'une image** s'exprime en nombre de pixels par unité de mesure. L'unité couramment utilisée est le **dpi** (dots per inch) ou **ppp** (pixels par pouce). Un pouce mesure 2,54 cm.

Plus la résolution en dpi d'une image est grande, plus la densité de pixels de l'image est élevée. La résolution est liée à l'usage que l'on fait d'une image : un moniteur, une impression papier, ou un écran de cinéma demandent des résolutions différentes.

Ex. A2 Une image de dimension 12 cm par 16 cm comporte 2500 pixels en hauteur et 3500 pixels en largeur. Déterminer sa définition et sa résolution.

5 - Les couleurs

Dans une image numérique, la **couleur** de chaque pixel est représentée en 24 **bits** par trois nombres **RVB** (rouge, vert, bleu), chacun codé en 8 **bits**. Cela permet 256 (2^8) niveaux d'intensité de couleur pour le rouge, le vert et le bleu. Cela définit la profondeur des couleurs.

Par exemple :

- (0, 0, 0) correspond au noir ;
- (255, 0, 0) correspond à la couleur rouge ;
- (0, 255, 0) correspond à la couleur verte ;
- (0, 0, 255) correspond à la couleur bleue ;
- (242, 225, 0) correspond à un jaune ;
- (255, 255, 255) correspond au blanc.

Ex. A3 À quelles couleurs correspondent les triplets (255, 255, 0), (255, 0, 255), (237, 127, 16) et (100, 100, 100) ?

On distingue différents formats de fichiers images, compressés ou non, avec ou sans perte :

Format	Compressé	Perte
BMP	NON	NON
TIF ou TIFF	OUI ou NON	OUI ou NON
JPEG	OUI	OUI
PNG	OUI	NON

Le format TIF ou TIFF a la particularité de laisser le choix de compresser les images ou non, avec perte ou non. Cela dépend de l'utilisation que l'on veut en faire. Il est surtout destiné aux milieux professionnels.

6 - Métadonnées

Au moment de chaque prise de vue, des informations sont enregistrées dans la photo. Ce sont les métadonnées **EXIF** (Exchangeable Image File). Elles peuvent regrouper beaucoup d'informations :

- La date et l'heure à laquelle la photo a été prise.
- Les paramètres de prise de vue (vitesse, diaphragme, sensibilité ISO, mémorisation d'exposition, ...).
- L'identification du type de boîtier et d'objectif (éventuellement les numéros de série).
- Des informations relatives aux droits d'auteur et au copyright si un nom a été enregistré dans l'appareil.
- La géolocalisation de l'image (pour les appareils équipés de la fonction GPS).

Les logiciels de retouche photo ajoutent également des informations aux métadonnées EXIF en cas de modification.

Ex. A4 Télécharger sur le site de la collection ou sur le site *ninjalechat.free.fr* la photo **vacances.jpg**. Recueillir les informations permettant de déterminer la date et le lieu de prise de cette photo.

