

Regarder la vidéo suivante, vous y découvrirez le matériel et les logiciels que renferme le smartphone *Google Pixel 2*, présentés par l'équipe de conception (≈ 9 min ; activez les sous-titres, c'est passionnant !). Regardez attentivement, nous reviendrons sur certains points dans cette fiche.

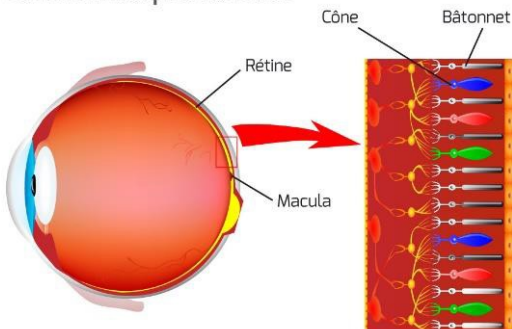


https://youtu.be/Plbeiddq_CQ

Prise de notes :

PERCEPTION DES COULEURS PAR L'ŒIL

Schéma en coupe de la rétine



La lumière arrive et pénètre dans l'œil par la cornée, la pupille et le cristallin.

La lumière atteignant la rétine active des photorécepteurs (cellules en cônes et en bâtonnets).

Les cônes (sensibles au rouge, vert et bleu) captent les couleurs et les bâtonnets seulement la luminosité (en particulier les faibles luminosités).

Le signal capté par les photorécepteurs circule vers le nerf optique par des cellules nerveuses.

Les différentes informations sont transmises au cerveau qui les traite pour reformer une image complète.

Le cerveau réalise la **synthèse additive** des trois couleurs primaires perçues (Rouge Vert Bleu = **RVB** ; **RGB** en anglais) par les cônes et crée ainsi l'ensemble des couleurs observables.


C'est l'intensité de chaque couleur qui permet de créer une palette plus ou moins étendue.

CODE RVB/RGB

Chaque photosite capte une couleur (R, V ou B). L'intensité de cette couleur est codée en langage binaire par le capteur (vu à l'activité précédente) : on la code sur 1 octet (8 bits).

Donc **chaque couleur primaire prend une valeur comprise en 0 et 255** ($2^8=256$ et on commence à 0).

Les 3 valeurs RVB permettent donc de coder (sur 3 octets) 2^{24} couleurs, c'est-à-dire 16 777 216 teintes (trente fois le nombre de couleurs différenciables par l'humain dans de bonnes conditions) !

Par exemple la couleur correspondant au codage RVB(110, 164, 215) est ce bleu : . On utilise souvent un **codage hexadécimal** (base 16) pour coder ces couleurs. Celui-ci utilise 16 symboles (0 ; 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; A ; B ; C ; D ; E ; F) et permet de coder en un « mot » court un nombre très grand.

Par exemple, la couleur RVB(110, 164, 215) est codée par #6EA4D7 en hexadécimal. Cela signifie que 110 est codé en 6E, 164 en A4 et 215 en D7.

Explications rapides :

+ [voir ici](#) si ça vous intéresse :)

Décimal	Binaire	Hexadécimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

• 6^e (hexadécimal) correspond à

$$14 \times 16^0 + 6 \times 16^1 = 110 \text{ en décimal}$$

• A4 (hexadécimal) correspond à

$$4 \times 16^0 + 10 \times 16^1 = 164 \text{ en décimal}$$

• idem pour D7 qui correspond à 215.

Finalement, en hexadécimal, les couleurs R, V ou B (rappel : codées sur 1 octet chacune) varient de 00, qui est la plus faible intensité d'une couleur, à FF qui représente l'intensité la plus élevée (FF correspond à $15 \times 16^0 + 15 \times 16^1 = 255$ en décimal).

À faire : allez sur <http://colorizer.org>, et trouvez¹ la couleur correspondant au codage RVB(215, 110, 164). Vous aurez le codage hexadécimal directement (très utilisé pour coder des pages Web en HTML par exemple).

Observez sur ce site qu'il existe d'autres façons de coder des couleurs : **HSL** (Hue, Saturation, Lightness/Luminance), **CMYK** (Cyan, Magenta, Yellow, black) noté **CMJN** en français (Cyan Magenta Jaune Noir), **HSB** (Hue, Saturation, Brightness), **HSV** (Hue, Saturation, Value), etc.

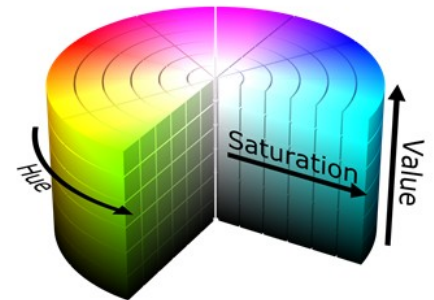
Vous trouverez des schémas assez clairs en bas du site.

¹ Réponse : #D76EA4

CODE HSL

Le code **HSL** (*Hue, Saturation, Luminance*, ou en français TSL) est un modèle de représentation dit "naturel", c'est-à-dire proche de la perception physiologique de la couleur par l'œil humain.

En effet, le modèle RGB aussi adapté soit-il pour la représentation informatique de la couleur ou bien l'affichage sur les périphériques de sortie, ne permet pas de sélectionner facilement une couleur : cela se fait généralement à l'aide de trois glisseurs ou bien de trois cases avec les valeurs relatives de chacune des composantes primaires. Or, l'éclaircissement d'une couleur demande d'augmenter proportionnellement les valeurs respectives de chacune des composantes.



HSL a donc été mis au point afin de pallier cette lacune du modèle RGB.

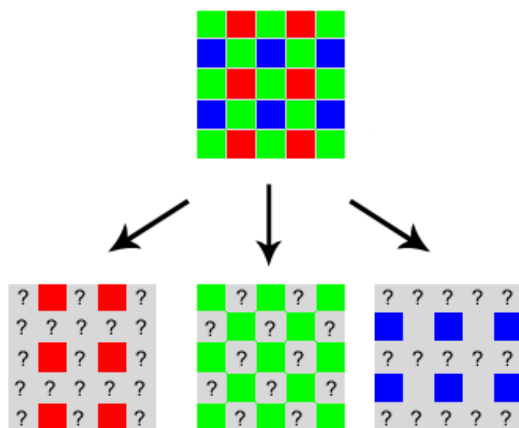
Le modèle HSL consiste à décomposer la couleur selon des critères physiologiques :

- la **teinte** (en anglais Hue), correspondant à la perception de la couleur
exemple : T-shirt mauve ou orange
- la **saturation**, décrivant la pureté de la couleur, c'est-à-dire son caractère vif ou terne
exemple : T-shirt neuf ou délavé
- la **luminance**, indiquant la quantité de lumière de la couleur, c'est-à-dire son aspect clair ou sombre
exemple : T-shirt au soleil ou à l'ombre.

DÉMATRIÇAGE

À [3:25](#) de la vidéo d'introduction, on parle de dématricage (*demosaiicing*) mais il n'est pas expliqué le traitement appliqué pour passer des intensités (R, V, ou B) captées par les photosites à une couleur « vraie ».

Chaque pixel a des photosites R, V et B (ici 25 %, 50 %, 25 %) et les intensités captées par ces capteurs sont codées en langage binaire dans un fichier au format **RAW** (*raw* signifiant « brut » en anglais). Mais si l'on affiche ainsi les intensités captées, on obtient un fichier de ce type →

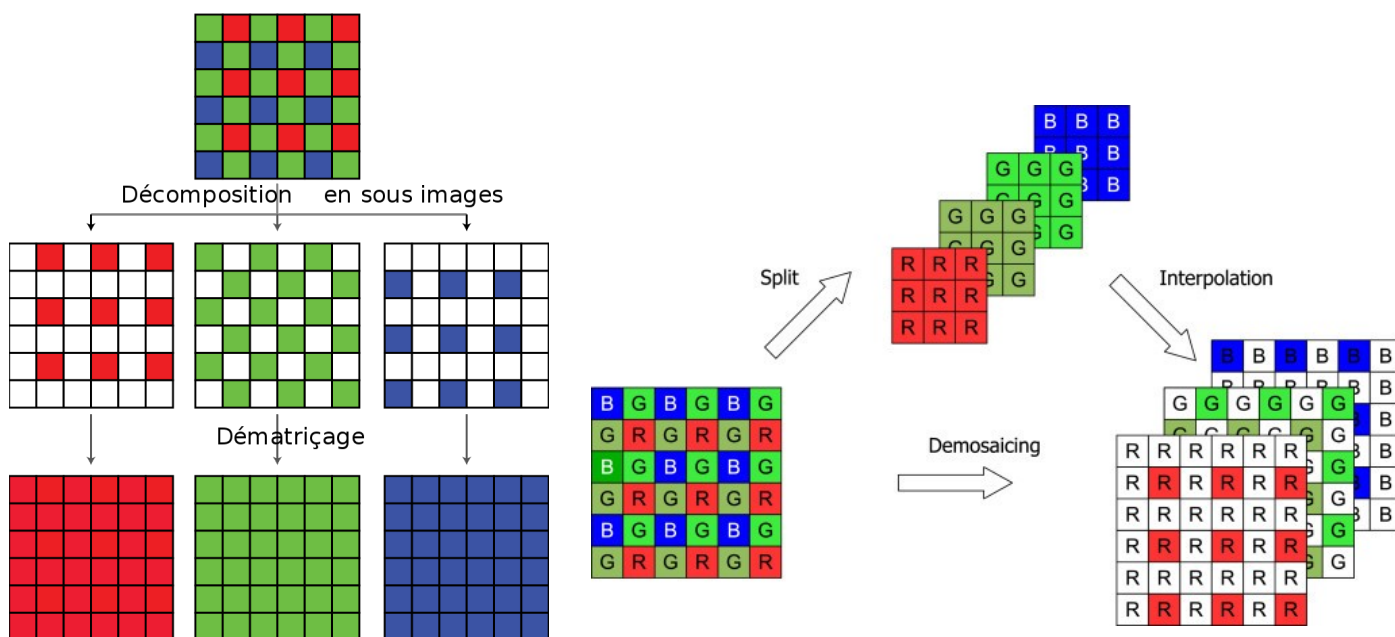


En effet, il va falloir « remplir » les informations manquantes pour chaque photosite, car on veut associer à chaque photosite une couleur RVB et non pas seulement du R, du V ou du B.



Le **dématricage** correspond à une interprétation des données transmises par le capteur et traitées par le processeur de votre appareil photo numérique ou par votre logiciel de retouche en vue de générer une image.

Tout appareil qui affiche une image a donc appliqué des algorithmes sur ce fichier RAW : c'est le dématricage ! Dans cette opération, on va faire ce qu'on appelle une **interpolation**, c'est-à-dire appliquer des algorithmes mathématiques (il en existe des milliers !).

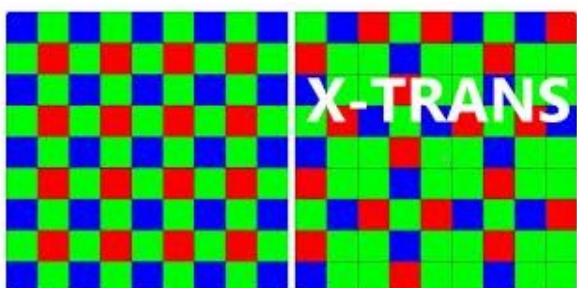


Un fichier RAW contient donc les données brutes du capteur : le fichier est plus volumineux que celui au format JPEG par exemple, mais il n'a pas subi de transformations irréversibles, ce qui permet de retravailler sans dommage.

Chaque fabricant d'appareil photo numérique ou éditeur de logiciel de traitement RAW a son propre algorithme pour dématricer. Il existe des milliers de fichiers RAW différents (un par appareil) et donc un nombre colossal d'algorithmes de développement qui existent pour interpréter ces types de fichiers !

Pour conclure, approfondir et faire un bilan sur ce qui a été vu jusqu'à présent :

[lire cet excellent article](#) (≈ 4 min)



<https://youtu.be/1bHaUI1yGGA?t=113>
(≈ 2 min)

Regarder l'extrait de la vidéo suivante (à partir de 1:53, cliquer sur le lien ou l'image) qui vous montrera rapidement l'utilisation du logiciel **darktable** pour afficher un fichier RAW et faire le dématricage de son choix sur ce fichier !

darktable est un logiciel libre de traitement d'image non-destructif et sans perte, principalement axé sur le traitement de photographies numériques brutes de capteur (RAW), mais il supporte aussi les fichiers compressés comme JPEG.

AUTRES ALGORITHMES...

Le dématricage étant fait par l'appareil photo numérique, d'autres algorithmes sont utilisés pour améliorer la photo. Dans la vidéo d'introduction, on nous apprend que le Pixel 2 effectue entre 30 et 40 opérations !

Extrait du programme de SNT :

Des algorithmes permettent de traiter toutes les lumières, d'effectuer une retouche facile, avec une qualité maintenant bien supérieure à l'argentique. Avec l'arrivée du téléphone mobile, des algorithmes de fusion d'images permettent de concilier une excellente qualité avec un capteur et un objectif minuscules.

De nombreux algorithmes sophistiqués sont utilisés dans les appareils de photographie numérique :

- Lors de la prise de vue : calcul de l'exposition, mise au point, stabilisation par le capteur et/ou l'objectif, le tout en automatique ou manuel assisté, *focus-peaking* (scintillement des contours nets), prise en rafales rapides d'images multiples avant et après appui sur le déclencheur.
- Lors du développement de l'image issue du capteur en une image pixellisée : gestion de la lumière et du contraste, balance des blancs, netteté, débouchage des ombres, correction automatique des distorsions ou des aberrations optiques.
- Après le développement : compression du fichier (TIFF sans perte, JPEG avec perte).
- En utilisant la fusion d'images : réduction du bruit et amélioration de la netteté, panoramas, HDR (*High Dynamic Range*), super-résolution par micro-décalages du capteur, *focus stacking* pour étendre la netteté avec plusieurs mises au point successives, réduction du bruit et amélioration de la netteté.
- Certains appareils peuvent augmenter leurs fonctionnalités par téléchargement de nouveaux logiciels.

Ouvrir [le fichier suivant](#) qui montre des exemples d'algorithmes connus.

À [3:54](#) de la vidéo d'introduction, on nous parle de HDR (*High Dynamic Range*) et du mode Portrait, les deux algorithmes les plus utilisés.

... LE MODE HDR ...

Lire cet article (≈ 5 min), cela vous sera utile sur vos smartphones : <https://www.androidpit.fr/qu-est-ce-que-mode-hdr>

... L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ...

Depuis quelques années, l'intelligence artificielle (IA) est utilisée, en complément des autres algorithmes.

Mais concrètement, il existe plusieurs formes d'IA : il peut s'agir d'une simple reconnaissance de scène, qui va donc rendre le mode automatique encore plus automatique en ajustant les paramètres selon que vous preniez un portrait, une photo de nourriture ou de paysage. Chez Huawei et Honor, le mode IA permet ainsi d'augmenter par exemple le bleu du ciel lorsque vous prenez une photo de paysage afin de le faire encore plus sortir dans l'image, ou d'accentuer le vert de la végétation. Chez Samsung, c'est grâce à la reconnaissance de scène et donc au mode IA que l'on va pouvoir passer en mode nocturne sur le Galaxy S10.

Néanmoins, il peut arriver qu'il s'agisse d'une intelligence artificielle encore plus poussée, avec du *machine learning*. C'est le cas par exemple sur le Pixel 3 de Google. **Les serveurs de Google hébergent en effet des milliards d'images* et le Pixel 3 est capable grâce à ces images de reconstituer en partie ce qu'on peut attendre d'une photo.** C'est ainsi que le zoom du Pixel 3 est capable d'augmenter artificiellement le niveau de détails d'un cliché tout en conservant un aspect naturel, puisqu'il s'est basé pour ce faire sur des millions d'images du même type.²

* à méditer !

² https://www.frandroid.com/comment-faire/comment-fonctionne-la-technologie/578741_tout-savoir-photo-smartphone

... ET LE MODE PORTRAIT

Du fait de la petite taille des capteurs photo des smartphones, la profondeur de champ est nécessairement élevée sur smartphone. Concrètement cela veut dire que sans traitement, il serait physiquement impossible de proposer de jolis flous d'arrière-plan pour les photos en mode portrait.

Le mode portrait avec deux capteurs

Pour savoir où se situe le sujet à garder net et quelle zone flouter, encore faut-il connaître la profondeur de la scène. Celle-ci peut être calculée par le smartphone en utilisant un deuxième capteur. Ainsi, en analysant les deux clichés positionnés à deux endroits différents au dos, il sera possible pour le smartphone d'évaluer la différence entre les deux images et donc de reconstituer en partie la scène en 3D. L'appareil va alors être capable de comprendre quel est le sujet net, sur qui la mise au point a été faite, et quelles sont les zones floues. C'est par exemple à cela que sert le second capteur au dos du OnePlus 6T.

Par ailleurs les Pixel 3 et Pixel 3 XL de Google, qui n'utilisent qu'un seul capteur, arrivent au même résultat. Pour ce faire, la firme utilise une technologie qu'elle qualifie de « dual pixel ». Pour faire simple, chaque photosite du Pixel 3 est en fait découpé en deux photosites, un à gauche et un à droite. Cela permet au smartphone d'enregistrer deux images très légèrement décalées, d'analyser la profondeur de la scène grâce à la parallaxe, et de mettre en avant le sujet.

Le mode portrait avec un seul capteur

Une méthode, un peu moins fiable, pour proposer le mode portrait avec un seul capteur, est d'utiliser de simples algorithmes. C'est souvent le cas sur les appareils photo en façade, pour les selfies.

Les constructeurs qui proposent cette fonctionnalité ne se basent en fait que sur les données d'un seul capteur. Il revient donc au processeur et au rendu d'image d'analyser la photographie capturée pour mettre en avant le sujet et intégrer du flou tout autour. Forcément, en raison d'informations moindres, notamment sur la profondeur, le résultat est souvent moins précis et il arrive souvent que le détourage soit aléatoire, notamment au niveau des cheveux ou des lunettes. Par ailleurs, lorsqu'on souhaite utiliser le mode portrait – ou ouverture – sur des objets, certains smartphones comme l'iPhone XR peuvent l'empêcher, puisque ce mode ne fonctionne que sur des visages.

Le mode portrait avec un capteur ToF

L'une des dernières nouveautés dans le monde de la photo sur smartphone est celle du capteur ToF, dit « time of flight ». Concrètement, il s'agit d'un capteur qui va analyser la vitesse à laquelle un signal lumineux émis va prendre pour être retranscrit dans l'appareil photo. En analysant les différentes mesures pour différents points, le capteur va permettre d'établir une cartographie 3D de la scène et donc d'analyser la profondeur avec précision.

Source : https://www.frandroid.com/comment-faire/comment-fonctionne-la-technologie/578741_tout-savoir-photo-smartphone

FORMATS D'IMAGES USUELS

Document 5 p.127 :



DOCUMENT 5 Formats d'images usuels

1 pixel occupe 3 octets de mémoire dans un fichier non compressé. Le nombre d'octets occupés par l'image en mémoire de stockage correspond au poids du fichier, qui peut être très « lourd » pour les images de grande définition.

Format	Compression	Profondeur de couleurs	Utilité
RAW	Non	Jusqu'à 14 bits par composante	Photo
JPEG	Réglable avec pertes	24 bits/16 millions	Photo
GIF	Oui sans perte	8 bits/palette de 256	Web
PNG	Oui sans perte	8 ou 24 bits/palette de 256 ou 16 millions	Web
TIFF	Faible sans perte	De monochrome à 16 millions	Numérisation sans perte

Le nombre de couleurs différentes qui peut composer une image est défini par **la profondeur de couleurs** et s'exprime en bit.

À l'instar des fichiers musicaux ou vidéos, les fichiers images disposent eux aussi de plusieurs formats, qui servent souvent à compresser les fichiers, avec ou sans perte.

Les 5 formats les plus utilisés sont BMP, TIFF, JPEG ou JPG, GIF et PNG.

Windows BitMaP : BMP

L'un des premiers formats d'image utilisé sous Windows.

Pas de compression, donc pas de perte de qualité mais « lourd ».

Tagged Image File Format : TIFF

Orienté vers les professionnels (imprimeurs, publicitaires...) car il a l'avantage d'être reconnu sur tous types de système d'exploitation : Windows, Mac, Linux, Unix...

Permet d'obtenir une image de très bonne qualité, mais sa taille reste volumineuse.

Joint Photographic Expert Group : JPEG

Offre des taux de compression inégalés, mais la qualité de l'image s'en ressent au fur et à mesure que vous augmentez la compression.

Est devenu le standard des formats d'image sur le Web (fichier chargés rapidement, même avec une connexion bas débit).

Graphics Interchange Format : GIF

Fichiers de petites tailles car ces images ne peuvent enregistrer que 256 couleurs : le plus gros avantage du format est lié à son plus gros inconvénient.

Permet également la création d'animations et de détourage³ ; très utilisé sur le Web.

Portable Network Graphic : PNG

Appelé à devenir le futur standard du Web. Comme le GIF il permet le détourage des images, mais là où le format GIF enregistre 256 couleurs, le PNG en retient 16,7 MILLIONS avec un excellent rendu des nuances et des dégradés.

La taille des fichiers reste raisonnable, et il permet la compression sans perte de données !

COMPLÉMENTS : DEVIENS UN PRO DE LA PHOTO

Si tu veux apprendre à comprendre et utiliser ton appareil photo numérique (de ton smartphone par exemple), voici une **merveilleuse fiche** faite par un collègue (Pablo Sanchez) : [cliquer ici](#).

³ Le détourage est une opération consistant à ne retenir d'une illustration qu'une partie, par exemple une personne, sans fond.