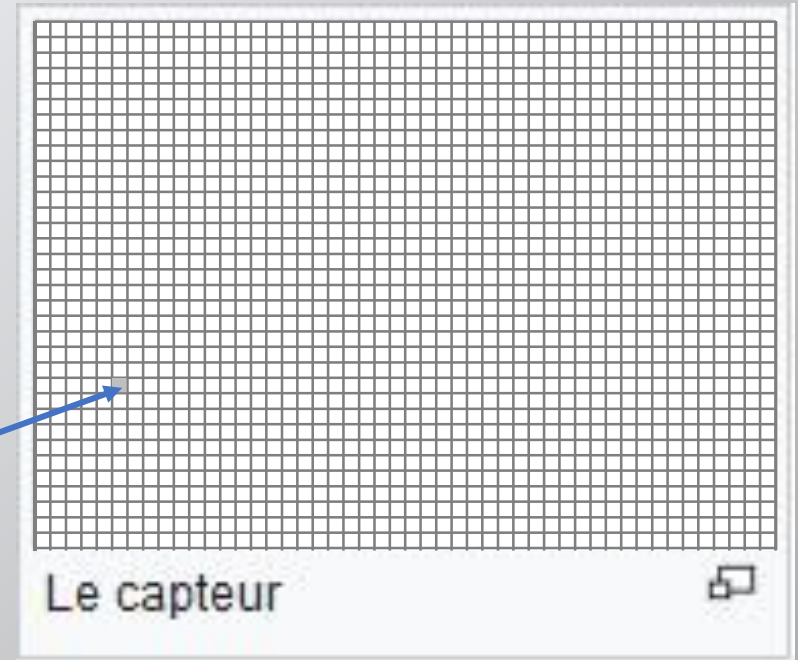


HISTOGRAMME

Le Pixel et le Photosite (1) (*Rappel ?*)



1 photosite



Le Photosite enregistre la luminance
d'un point de la scène.
Le capteur de l'APN est constitué
d'une matrice de photosites

Définition du capteur : dimension en pixels (*ex: 4000 x 6000*)

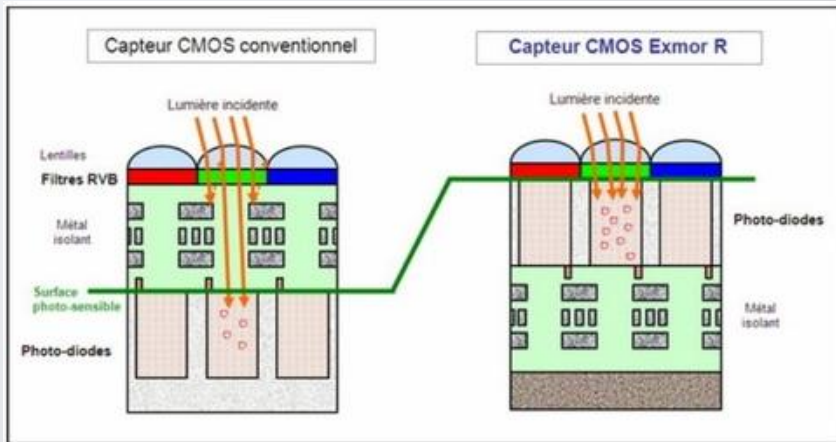
Autant de pixels que de photosites

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Dématriçage>

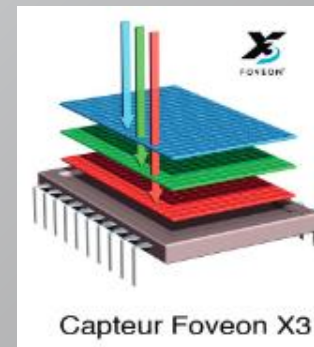
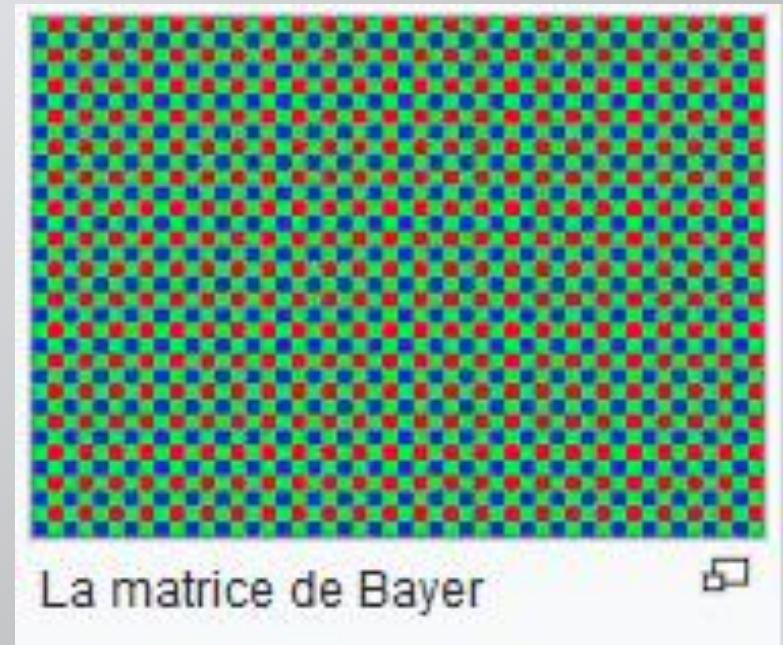
Le Pixel et le Photosite - 2 (*Rappel ?*)

Passage à la couleur

Utilisation d'une grille de lentilles colorées superposée aux photosites

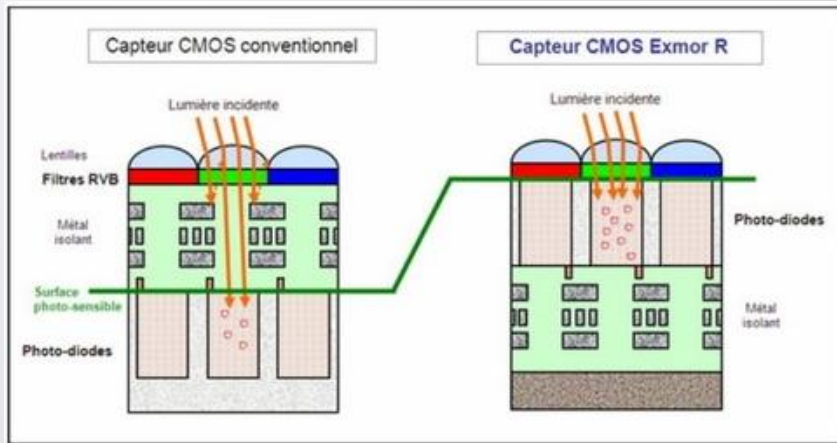


Il existe d'autres types de capteurs

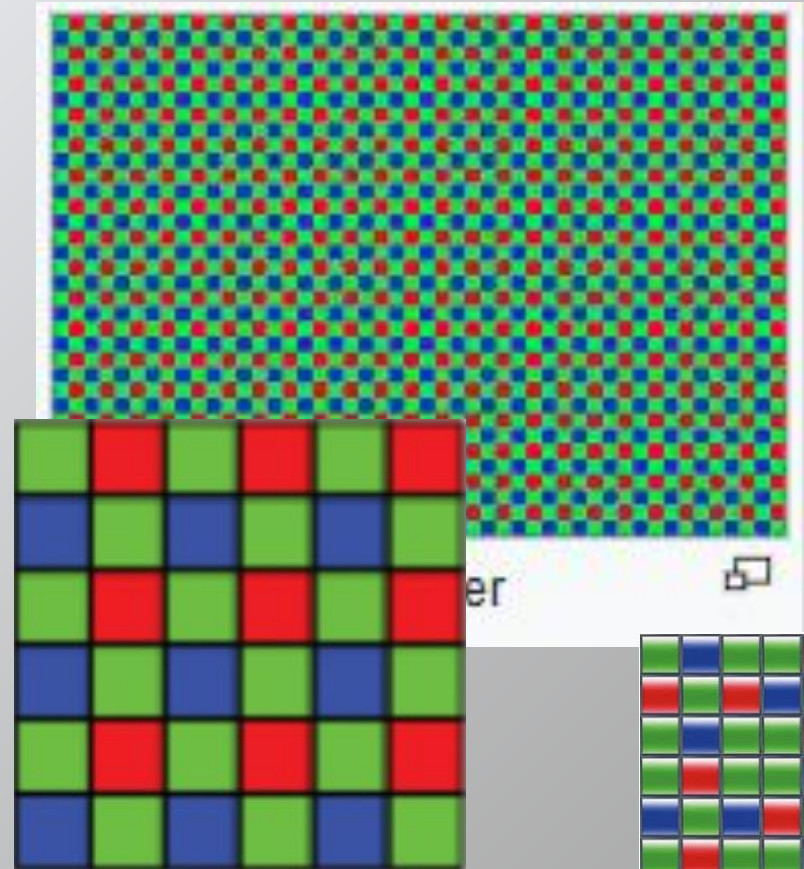


*ci-contre
Chaque photosite
donne les trois
composantes*

Le Pixel et le Photosite (3) (*Rappel ?*)



Deux fois plus de lentilles vertes
Chacune est entourée de 2 rouges et de 2 bleues



*Capteur à
matrice "aléatoire"*

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Dématriçage>

Le Pixel et le Photosite - Dématriçage

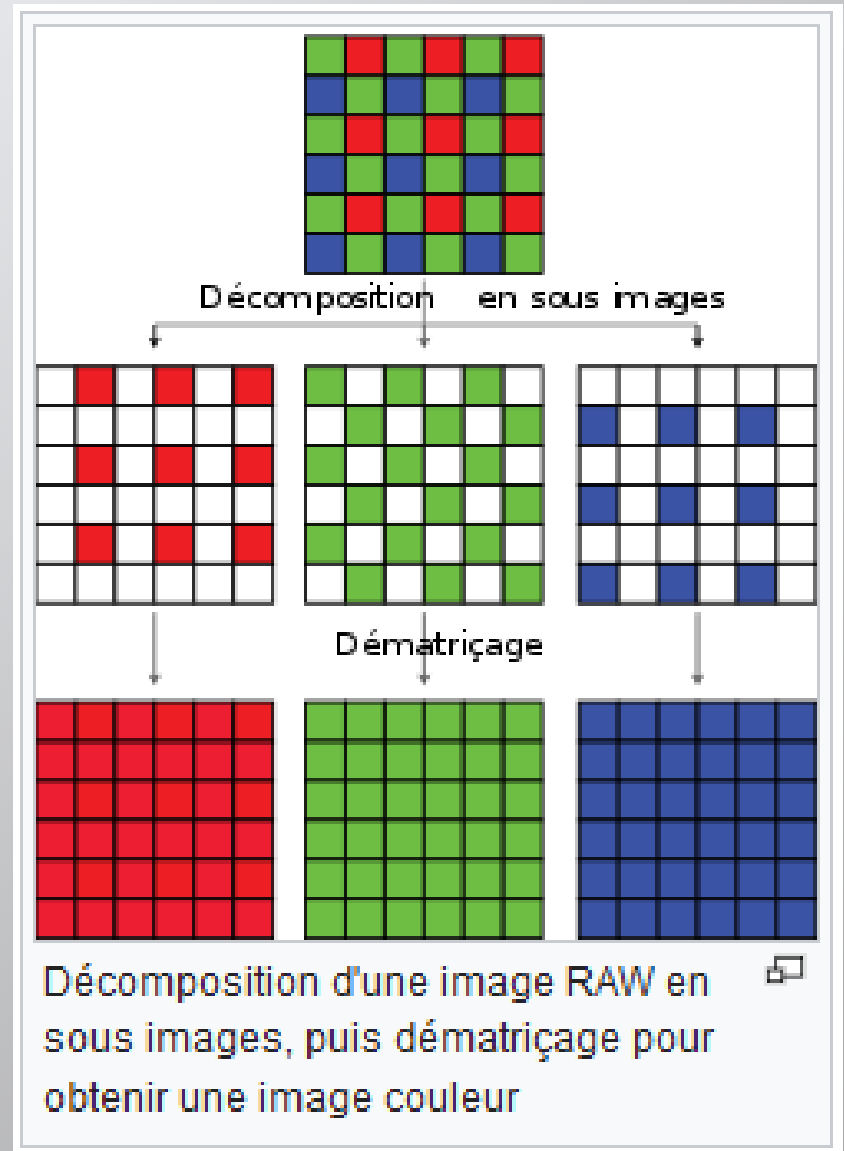


Chaque photosite correspond à 1 pixel
Chaque pixel est représenté par 3 valeurs :
ses niveaux de **Rouge**, de **Vert** et de **Bleu**

Un appareil de 24 Mpx
a 24 M photosites

Chaque composante de couleur d'un pixel
est obtenue directement ou par interpolation
à partir des pixels voisins

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Dématriçage>

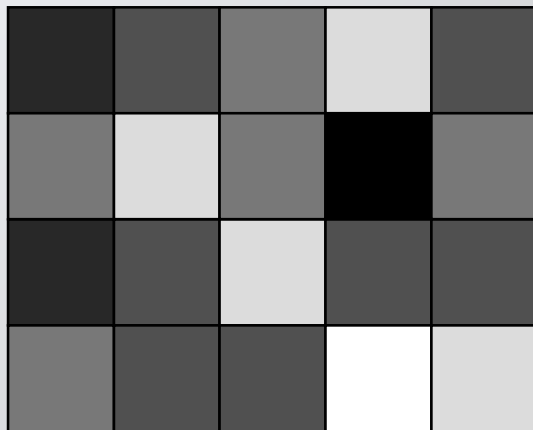


Définition de l'histogramme - Monochrome

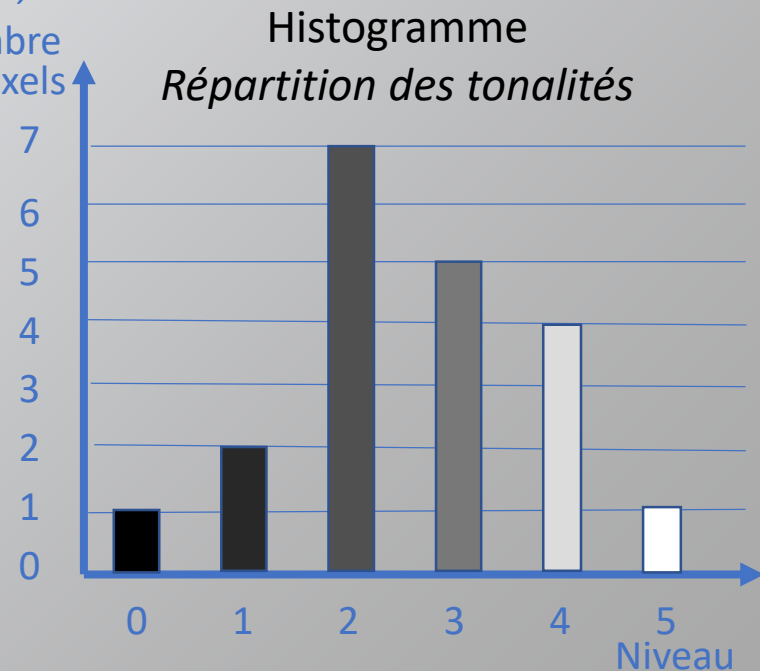
- Chaque photosite, placé sous un filtre coloré (R, V ou B), reçoit une certaine quantité de lumière proportionnelle à la luminance d'une source lumineuse ou réfléchie par une surface (le sujet).
- La luminance est traduite par une valeur (niveau, tonalité) (*de 0 absence de lumière à la limite de saturation pour le capteur - 255 ou plus suivant la discrétisation*)
- **Pour chaque niveau on indique le nombre de pixels ayant cette valeur** de luminosité. Pour un écran on a habituellement 256 niveaux (de 0 à 255)

Exemple monochrome avec seulement 6 niveaux, de 0 (noir) à 5 (blanc pur)

Image sur le capteur

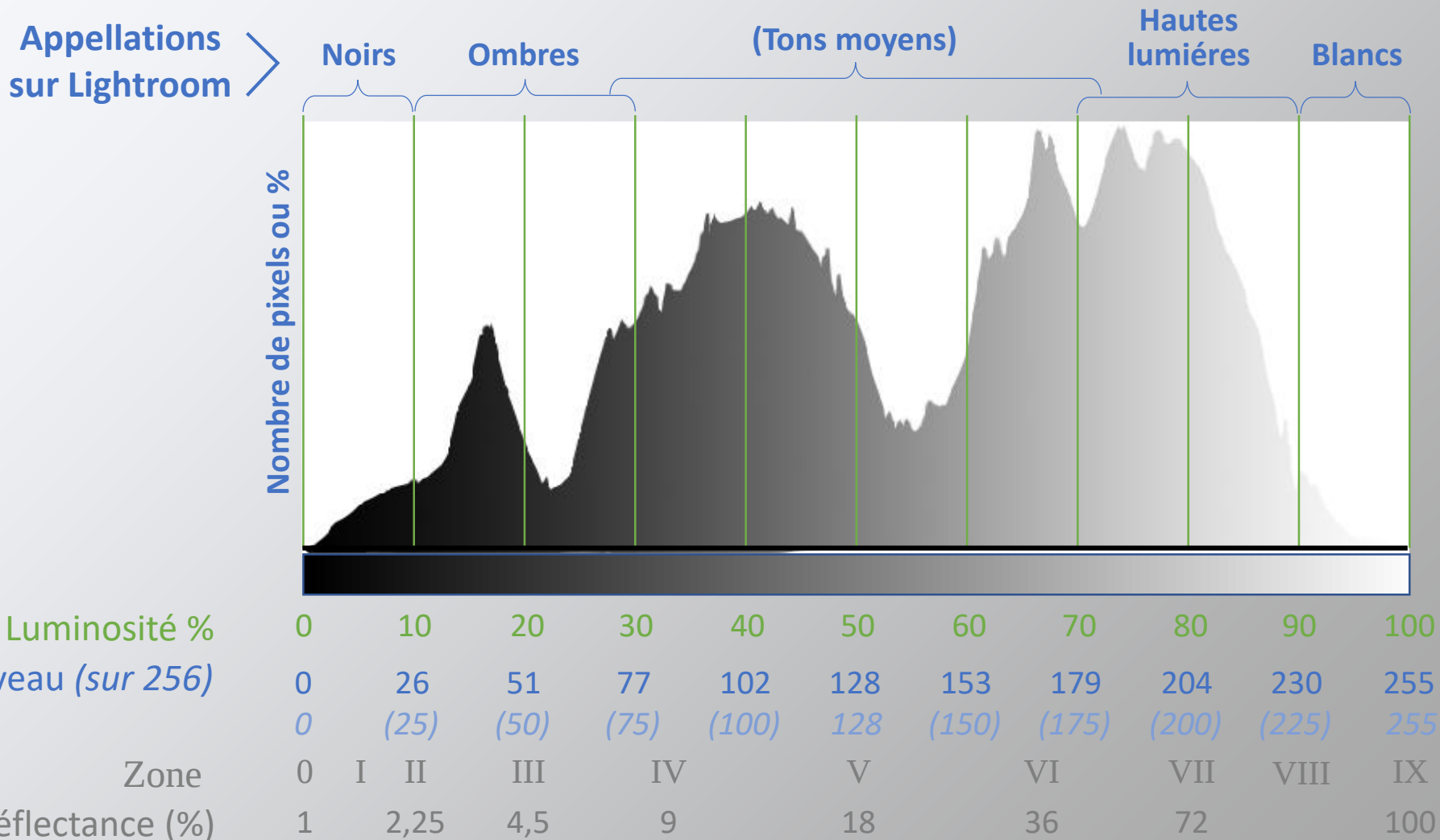


Nombre
de pixels



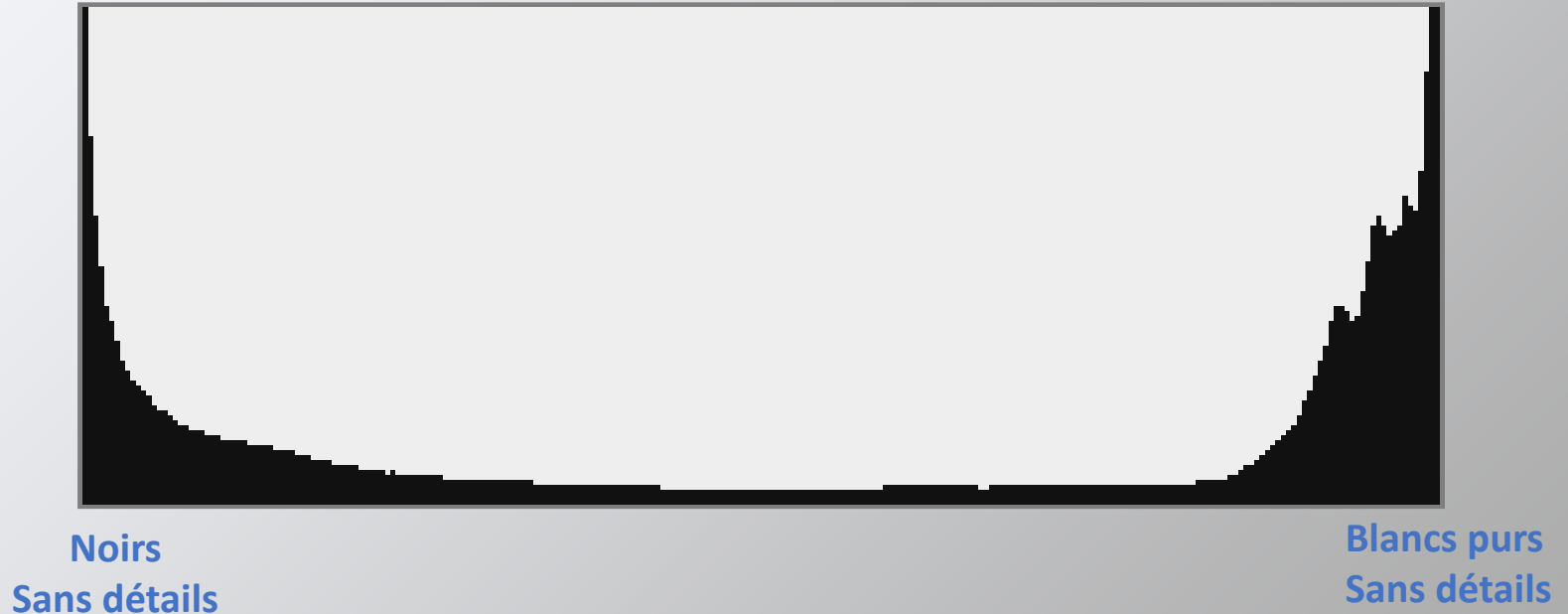
Définition de l'histogramme - les zones

Les logiciels de traitement interviennent sur différentes zones de l'image



Définition de l'histogramme - Zones extrêmes

Les images supportent plus facilement les zones bouchées que les zones brûlées *ex: contre-jours*



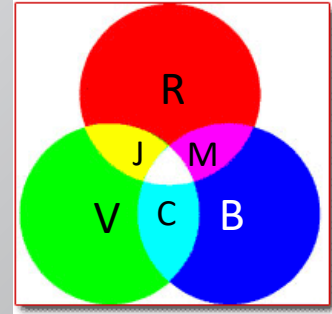
Exposer à droite mais pas trop !

On verra par la suite le cas des photos faites en JPEG ou en Raw

Définition de l'histogramme - Couleurs

- Chaque pixel, après le *dématriçage*, est représenté par trois valeurs R, V, B

Pour une image couleur, présentée sur un écran en synthèse additive >

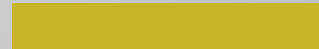


- Suivant les performances du capteur et de l'électronique associée, chaque couleur est discrétisée en un nombre plus ou moins grand de niveaux

Avec 256 niveaux par couleur de base



Exemple : R =200, V=180, B=40



Pour chaque couche correspondant à une couleur de base (R ou V, B), on peut construire un histogramme donnant le nombre de pixels par niveau

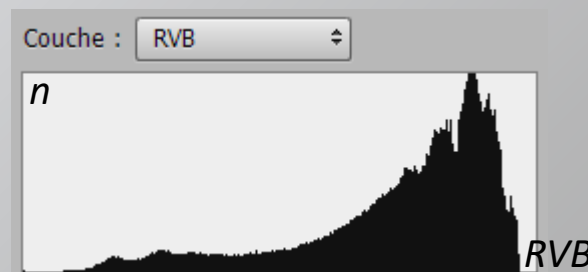
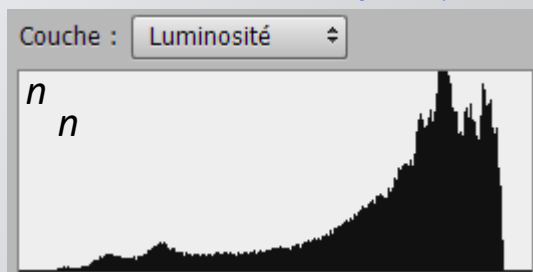
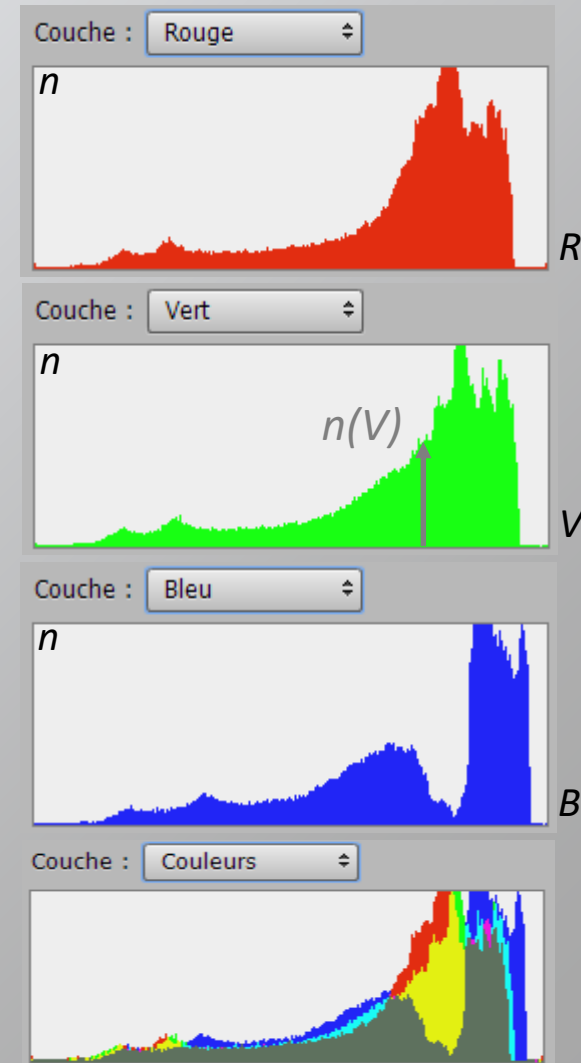
Définition de l'histogramme - Couleurs *suite*

Exemple des différents histogrammes pour une image (Ici sur Photoshop)



Pondéré par la sensibilité
de l'œil : $L = \Sigma(\alpha.R, \beta.V, \gamma.B)$

$$n(RVB) = \Sigma[n(R), n(V), n(B)]$$



RVB

L

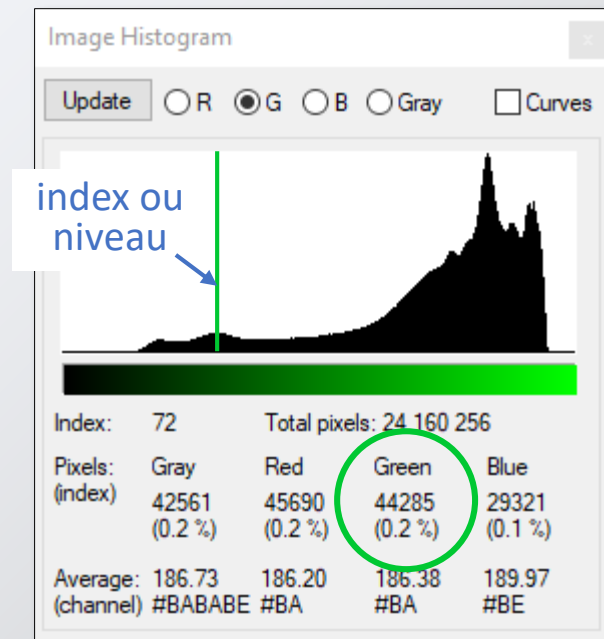
RVB

L'histogramme dans les logiciels - *Informations*

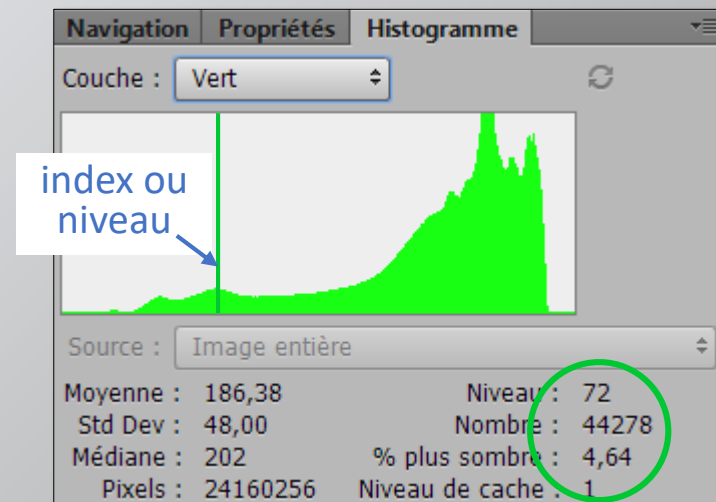
Type d'informations obtenues sur un Histogramme

Exemples avec Photoshop <Fenêtre/Histogramme> et Irfanview <Maj+H>)

Irfanview



Photoshop



L'histogramme : Pour quoi faire ?

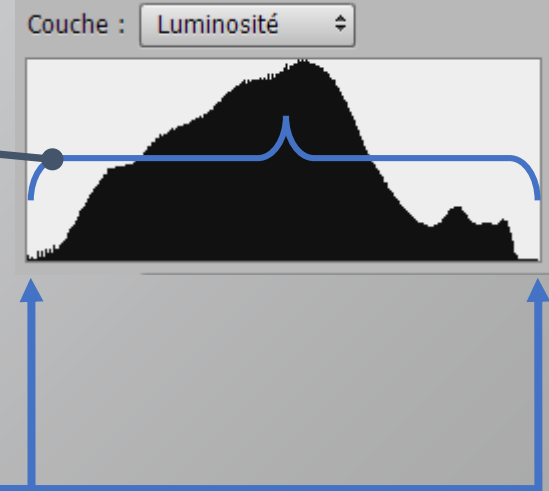
(il serait temps de s'en préoccuper...)

Pas pour savoir si la photo est bonne !

Il n'y a pas de bon histogramme

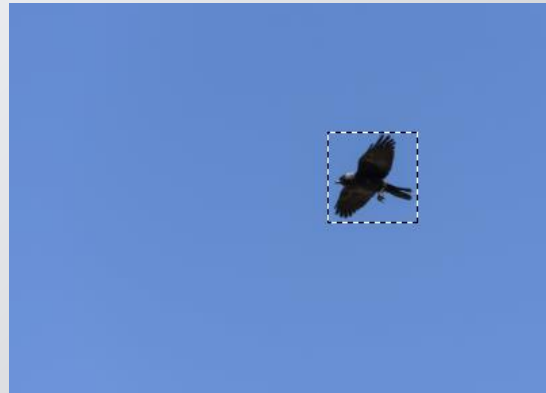
La forme de l'histogramme dépend de la répartition des tonalités (qui est indépendante de la qualité de la photo !)

- Pour étudier la répartition des luminosités de la scène
- Pour des ajustements éventuels à la prise de vue et/ou en post-production
- Pour vérifier les tons extrêmes



Répartition des tonalités

Vérification d'une petite zone



Problèmes des corrections



Après correction



Ex : Corrections de tonalité
Cas d'une image à faible dynamique

<Commande niveaux>

Image **définie sur 256 *niveaux***

Après correction pour augmenter les contrastes, les 164 niveaux utilisés sont répartis pour aller de 0 à 255. Cette opération crée des "trous dans l'histogramme"

Histogramme : tons extrêmes

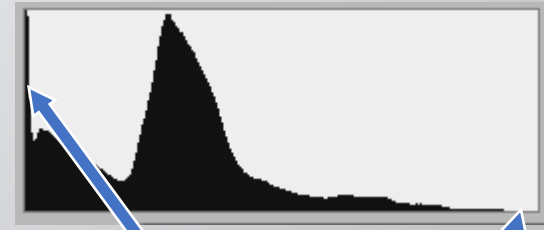


Image sous-exposée
(A la prise de vue) Si l'on veut du détail dans les tons foncés on peut faire une correction d'exposition (il y a de la marge comme le montre la partie droite de l'Histogramme).

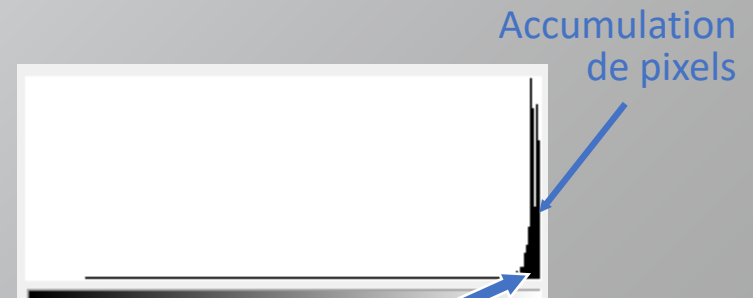


Image surexposée, pas de détail dans les blancs.

Histogramme en Raw et JPEG (1)

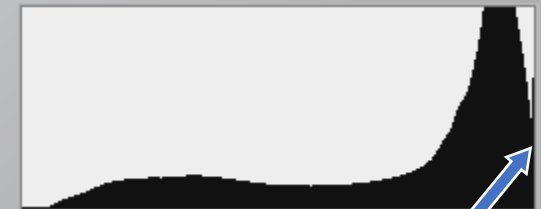


Histogramme
image RAW



*Les hautes lumières ne
sont pas écrêtées
(brulées)*

Histogramme
image JPEG

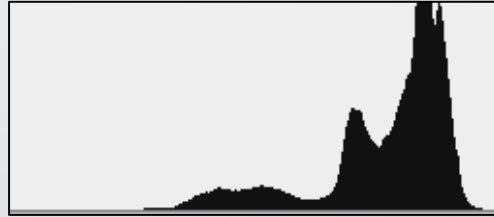


*Pas de détail dans les
plus hautes lumières*

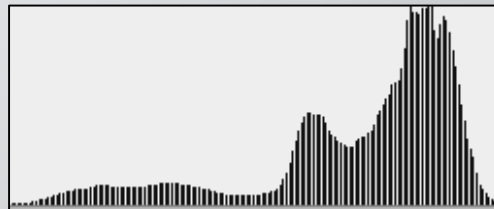
Intérêt des images enregistrées en RAW.

Suivant la dynamique du capteur chaque ton de couleur est défini par une valeur codée sur 10, 12 ou 14 bits (1024, 4096, 16384 niveaux) au lieu de 8 bits pour le JPEG (256 niveaux)

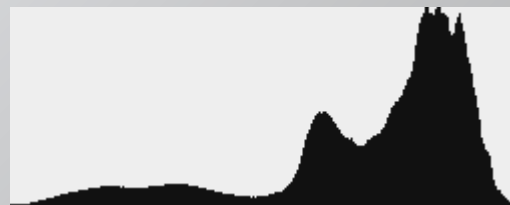
Images en Raw et en JPEG (2) Intérêt lors des traitements de l'image



Ex. : Ajustement avec la commande "Niveaux" (en post-traitement)



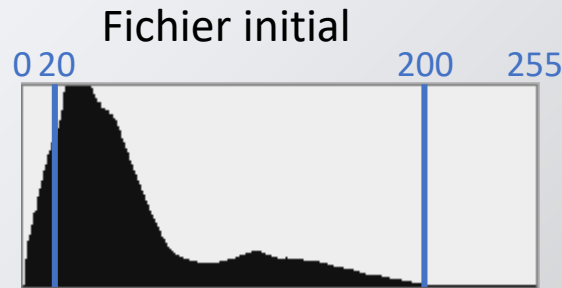
Transformation à partir du fichier JPEG.
L'extension de la distribution crée des trous dans la courbe



Même transformation à partir du fichier Raw.
Il y a plus de niveaux disponibles pour calculer les valeurs intermédiaires

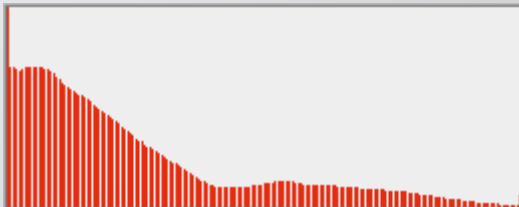
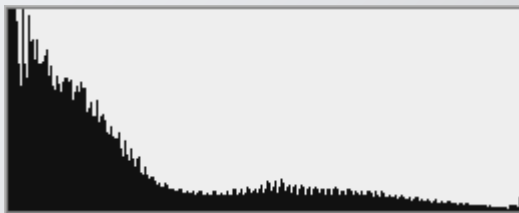
Images en Raw et en JPEG (3)

Influence des traitements de l'image sur les histogrammes
Luminosité et Couleur



JPEG

RAW



Ex. : Ajustement avec la commande "Niveaux" (en post-traitement)

Augmentation du contraste on garde les **niveaux entre 20 et 200**

JPEG *L'extension de la distribution crée des creux plus visibles*
Sur les histogrammes couleur

Raw *Il y a plus de niveaux disponibles pour calculer les valeurs intermédiaires*

Prise de vue - Avertissement des zones écrêtées sur l'écran de l'appareil

L'utilisation de cette fonction, **après la prise de vue**, permet de mettre en évidence les zones brûlées.

Écran de l'appareil après la prise de vue.



Clignotement des zones écrêtées

En complément, la lecture des histogrammes montre que c'est le bleu qui est le plus collé à droite (ciel)



Prise de vue - utilisation de l'Histogramme

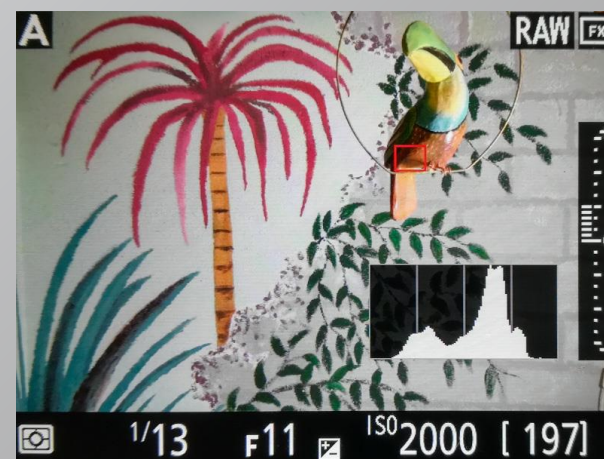
Ajustement de l'exposition

Pour les réflex en *Live View*, les hybrides, les bridges et certains compacts experts, on peut modifier l'exposition en s'aidant de l'histogramme, **avant d'appuyer sur le déclencheur**.

Photo sans corrections



Écran de l'appareil



Prise de vue - utilisation de l'Histogramme

Ajustement de l'exposition pour les valeurs extrêmes

Écran de l'appareil

Photo en JPEG

Photo en RAW



En JPEG, l'histogramme ne doit pas coller à droite. En Raw on peu (mais pas plus !)

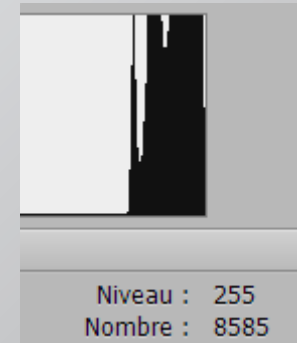
Sauf si on le veut !

Détail sur une zone de hautes lumières

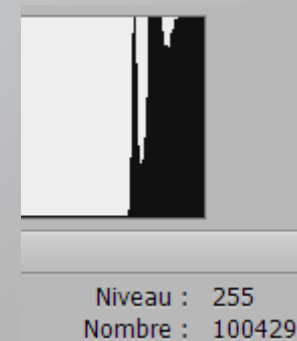
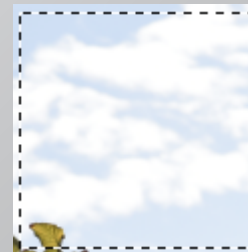
Analyse en post-production



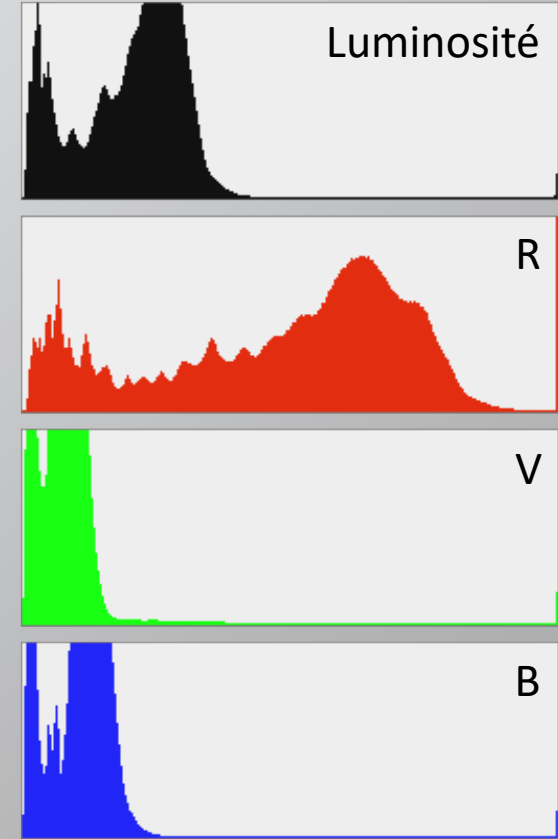
RAW



JPEG

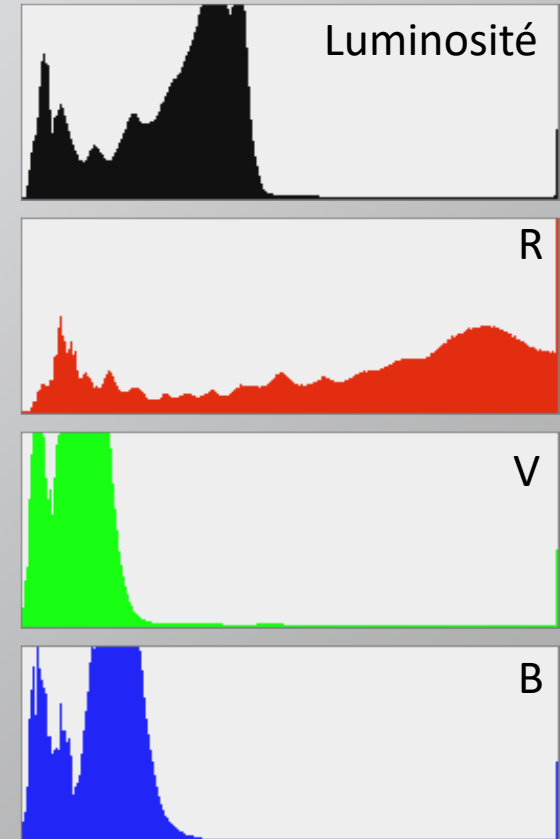


Prise de vue - Histogramme RVB



L'histogramme de luminosité est sensiblement à gauche comme ceux de Vert et Bleu. La photo peut-elle être éclaircie ?

Prise de vue - Histogramme RVB



Une correction d'exposition de + 1 surexpose les rouges. La luminosité est peu modifiée d'où l'importance de regarder l'histogramme des différentes couches lorsque la photo paraît avoir une dominante marquée.

Résumé

Vérifier l'histogramme (*luminosité et/ou couleurs*) avant ou après la prise de vue
Plus précis que l'alerte de surexposition (mais plus long)

Corriger l'exposition pour profiter au mieux de la dynamique du capteur
En Raw (en général post-traitement) on essaie d'enregistrer le maximum d'informations. L'histogramme peut être collé à droite et/ou à gauche
En JGEG on reste entre les limites; s'il faut choisir, éviter de coller à droite, l'histogramme un peu en retrait à droite améliore les couleurs

Si l'histogramme est collé des deux cotés vérifiez sa situation à droite
En Raw essayez par des corrections d'expo (si on a le temps !)
En JGEG sous-exposez pour le ramener dans le cadre

Si vous avez des lumières ou des reflets dans le champ $\Rightarrow$ surexposition. Sur l'histogramme cela peut être confondue avec une zone de l'image surexposée.
L'alerte de surexposition permet de les discriminer

... Oubliez tout ou partie de ces conseils si vous avez une intention particulière

MERCI

des questions ?

Wikipedia : Dématricage Wiki.pdf

<https://apprendre-la-photo.fr/exposer-a-droite-pourquoi-comment/>

<https://avecunphotographe.fr/histogramme-en-photo/>

L'Art de l'exposition Michael Freeman - Pearson

Histogramme

Textes d'accompagnement du document "Histogramme MG 2019"

Remarques et suggestions à mgrignon.enr@gmail.com

Page	Commentaires / Remarques / Compléments
2	Le Pixel et le Photosite - 1 - Les photosites sont les parties physiques du capteur. Photosite + électronique = capacité à détecter les niveaux de luminance - C'est un microcapteur - Un capteur de 24MP est composé d'une matrice de 24 millions de photosites. - Rappel : Définition d'un écran/capteur : dimension en pixels (ex: 4000 x 6000) Résolution d'un écran/capteur : densité par unité de longueur (ex: 240 dpi soit 240 points par inch (2,54cm)) WIKI : Un capteur photographique est un composant électronique photosensible servant à convertir un rayonnement électromagnétique (UV, visible ou IR) en un signal électrique analogique. Ce signal est ensuite amplifié, puis numérisé par un convertisseur analogique-numérique et enfin traité pour obtenir une image numérique... (https://fr.wikipedia.org/wiki/Capteur_photographique) Il est nettement plus efficace que la pellicule : jusqu'à 99 % (en théorie) et près de 50 % (en pratique) des photons reçus permettent de collecter un électron, contre environ 5 % de photons qui révèlent le grain photosensible de la pellicule, d'où son essor initial en astrophotographie.
3	Le Pixel et le Photosite - 2 - Les photosites sont sensibles à la luminance (dans une certaine plage de longueurs d'ondes) - Indépendamment de la couleur. - Pour ne détecter qu'une seule couleur on place un filtre de Bayer (mosaïque de lentilles colorées) devant le capteur. - Pour tenir compte de la sensibilité de l'œil (meilleure résolution et cela s'arrange bien avec la grille choisie) on met deux fois plus de lentilles vertes que de bleus ou de rouges. (appareil 24 MP --> 12 M verts, 6 M rouges, 6 M bleus) Capteur Fovéon capte directement les composantes RVB (pénétration différentielle du silicium en fonction des longueurs d'ondes). - Capteur conventionnel et Exmor (Sony) http://www.optique-ingenieur.org/fr/cours/OPI_fr_M05_C06/co/Contenu_17.html - Capteur à matrice aléatoire (ex : capteur X-Trans Fujifilm) pour éviter le filtre passe bas - http://lejournaldepixel.com/des-capteurs-photo-pas-comme-les-autres-avancees-techniques-et-perspectives/
4	Le Pixel et le Photosite - 3 - En complément, le capteur peut être recouvert (ou non suivant la résolution du capteur) par un filtre passe-bas pour éviter le crénelage et atténuer le moirage (filtre "<i>anti aliasing</i>" en anglais) - Chaque Photosite est recouvert d'une lentille pour recentrer la lumière et éviter la perte de surface entre les photosites - En bas à droite : capteur à matrice (presque !) aléatoire

5	Le Pixel et le Photosite - Dématriçage Pour chaque couche (R, V, B), les couleurs manquantes d'une partie des pixels sont reconstituées par interpolation (différentes méthodes) des couleurs correspondantes des photosites voisins. https://fr.wikipedia.org/wiki/Dématriçage
6	Définition de l'histogramme - Informations de tonalités et/ou de couleurs des images - Pour une image monochrome, c'est-à-dire à une seule composante, l'histogramme est défini comme une fonction discrète qui associe à chaque valeur d'intensité le nombre de pixels prenant cette valeur. Remarque : Sur un appareil à visée électronique, hybride, bridge et certains compacts, vous pouvez le voir dans le viseur ou sur l'écran avant la prise de vue. Pour les réflex, en mode normal, il faut attendre la fin de l'enregistrement de la photo pour le voir, ou être en <i>Live View</i> et choisir le mode d'affichage ad hoc.
7	Définition de l'histogramme - les Zones - L'histogramme montre la répartition des tonalités - Ici : Histogramme des luminosités - Les logiciels peuvent travailler sur des images ayant une meilleure résolution des couleurs (1024 niveaux, 4096...) Complément : Zone System Voir présentation Guillaume de Smedt (et doc sur le Web) Méthode pour optimiser une exposition 1/ Représentation mentale de la scène 2/ Choix d'un ton clé sur un élément de la scène 3/ Décider dans quelle zone on souhaite qu'elle soit (ex: zone VII) 4/ Viser en mesure ponctuelle sur cette zone - l'appareil la place en zone V (le gris moyen) 5/ Utiliser la correction d'exposition pour que l'exposition de l'élément soit dans la zone choisie (exemple pour passer de V à VII => 2 diaph)
8	Définition de l'histogramme - Zones extrêmes L'accumulation de pixels aux extrémités indique des zones bouchées ou brûlées ou/et de nombreuses petites zones qui seront moins gênantes et que l'on pourra laisser telles quelles ; par exemples des lumières spéculaires comme des ampoules ou des spots.
9	Définition de l'histogramme - Couleurs Info/rappel Affichage écran : https://fr.wikipedia.org/wiki/Synthèse additive procédé consistant à combiner les lumières de plusieurs sources colorées dans le but d'obtenir une lumière colorée quelconque Impression : https://fr.wikipedia.org/wiki/Synthèse soustractive : procédé consistant à combiner l'absorption d'au moins trois colorants pour obtenir les nuances d'une gamme. Exemple de compositions en synthèse additive sur les écrans : jaune (addition du rouge et du vert), cyan (addition du vert et du bleu), magenta (addition du bleu et du rouge) le blanc (addition des trois couleurs primaires).

10	Définition de l'histogramme - Couleurs • Luminance : C'est l'intensité du rayonnement dans une direction donnée. En tenant compte de la sensibilité de l'œil, on évalue la luminosité (ressentie). D'autres conditions extérieures peuvent intervenir mais ne rentrent pas en considération dans les calculs • Luminosité : l'œil humain est deux fois plus sensible au vert (longueur d'onde 546nm) qu'au rouge (700nm) et cinq fois plus qu'au bleu (436nm) <i>Luminosité pour 1 pixel : $L = 0.299 \times R + 0.587 \times V + 0.114 \times B$</i> • Histogramme des luminosités, on compte, pour chaque niveau, le nombre de pixels ayant la luminosité L calculée.
11	L'histogramme dans les logiciels - Informations • Niveau moyen = $\text{somme}(\text{niv} \times \text{nb px}(\text{niv})) / \text{nb total px}$ • Irfanview : Gray = (?) histogramme de luminosité (<i>Luminosité pour 1 pixel : $L = 0.299 \times R + 0.587 \times V + 0.114 \times B$</i>) Photoshop : > Pensez à réactualiser pour effectuer le calcul sur la totalité des pixels. > Colonne de gauche : calculs sur la totalité de la zone sélectionnée ou sur l'image entière. > Colonne de droite : calcul pour le niveau choisi ou pour la zone de niveaux, sélectionnée avec le curseur sur le graphique.
12	L'histogramme : Pour quoi faire ? • Ajustements en post-production à l'aide des fonctions niveaux, courbes, contraste, exposition... • Examen des tons extrêmes pour vérifier s'il existe des zones de l'image surexposées (brûlées / blanc pur) ou sous-exposées (bouchées / noir sans détail) Remarque : Le seul moyen vraiment efficace sur le terrain (plus rapide mais moins précis) est la fonction de clignotement des zones écrêtées si elle est disponible.
13	Répartition des tonalités La modification de cette répartition, par exemple pour augmenter le contraste, se fait souvent en étendant l'histogramme au plus près des noirs profonds et des blancs purs. Cette extension recalcule les niveaux pour les disposer sur une plage de tonalité plus grande. Le problème est identique avec toutes les actions qui modifient l'histogramme de façon non uniforme. Ici niveaux initiaux utiles de 77 à 241 ==> 77 est considéré comme 0 et 241 comme 255 Ex. de calcul simple pour la transformation d'un niveau : <i>nouveau niveau $n = (\text{ancien} - 77) \times 255 / (255 - 241)$</i> Comme l'on garde les parties entières des nouvelles valeurs, des trous apparaissent (si il y a beaucoup de niveaux, <u>cela ne se voit pas</u>. Si les niveaux sont en nombre limités (255 !) c'est visible

14	Histogramme : tons extrêmes On peut choisir de faire coller l'histogramme aux noirs profonds et/ou aux blancs purs ce n'est pas une obligation c'est le choix du photographe d'avoir du blanc pur ou du noir sans détails Attention à l'examen de l'histogramme, surtout sur un petit écran, les pixels accumulés aux extrémités peuvent se confondre avec le cadre de l'histogramme Accumulation de pixels à droite (blanc pur) ou à gauche (noir sans détails) <i>Photo du haut : possibilité d'augmenter de 1 stop (sans changer les autres paramètres : correction d'exposition +1 / augmenter l'ouverture, nombre plus petit (!!! profondeur de champ) / diminuer la vitesse (!!! bougé) / augmenter la sensibilité (!!! bruit)</i>
15	Histogramme en Raw et JPEG (1) Le capteur peut couvrir plus de "diaph" que ne le permet le JPEG Meilleure résolution des tons sur les images en Raw qu'en JPEG. La résolution des couleurs sur les capteurs est supérieure aux 256 niveaux du JPEG. Ex : Pour passer du niveau noir pur à blanc pur, on divise cet espace de tons en 256 (JPEG) ou 1024, 4096, 16384 (RAW)
16	Histogramme en Raw et JPEG (2) Plage étroite de tonalités En Jpeg, plus on étend une image avec une plage étroite de tonalités plus on crée de trous (et plus on s'éloigne de la réalité). En RAW, en raison de la discrétisation, on crée aussi des trous mais, du fait d'une densité plus importante, ils n'apparaissent pas sur une présentation ou l'étendue est comprimée sur 256 niveaux.
17	Histogramme en Raw et JPEG (3) En JPEG l'apparition de trous dans l'histogramme est beaucoup plus visible sur les histogrammes couleur. (Cela vient de la construction de l'histogramme des luminosités qui utilise les trois composantes, dont les trous, après correction de l'image, ne se trouvent pas sur les mêmes niveaux.) La présentation des histogrammes se fait toujours avec 256 niveaux.
18	Prise de vue - Avertissement des zones écrêtées sur l'écran de l'appareil On constate aussi les différences entre les histogrammes des différentes couleurs Si une seule couleur est brulée (au maxi), du fait de l'ajout des autres composantes, des nuances apparaissent évitant l'uniformité.
19	Prise de vue - utilisation de l'Histogramme - Ajustement de l'exposition Permet de recentrer les tonalités pour avoir plus de détails soit dans les blancs, soit dans les noirs ou de placer une zone tonale sur une zone choisie (<i>zone system - diapo 7</i>). <i>Rappel</i> : en Raw on cherche à obtenir le plus d'informations pertinentes. On "développe" ensuite la photo

20	Prise de vue - utilisation de l'Histogramme - Ajustement de l'exposition pour les valeurs extrêmes • Problème des zones extrêmes collées ou non... En JPEG Veiller à ce que l'histogramme soit décollé des extrémités (un peu plus que pour le cas présenté, il reste des zones brûlées dans les nuages). En RAW il peut être collé (et même plus). • 2ème rangée d'images. Si l'on veut augmenter l'exposition pour le 1^{er} plan (les feuillages), augmentation d'un stop (1 IL ou 1EV), on vérifie après la prise de vue. Rappels : <i>L'indice de lumination (IL), aussi appelé Exposure Value (EV) en anglais, ou plus simplement « stop » voire « diaph » (abrégé de diaphragme).</i> Correction d'exposition : (pour 1 diaph en plus ou en moins) -1 : Vitesse : doublement (plus rapide) ex : 1/125 -> 1/250 Diaphragme (1/N) (diminue ouverture plus petite) : f/N est divisé par 1,414 ex : f/5,6 -> f/ 8 Sensibilité ISO (diminue) divisé par 2, ex : 200 ISO -> 100 ISO +1 : Vitesse : moitié (plus faible) ex : 1/125 -> ~1/60 Diaphragme (1/N) (augmente, ouverture plus grande) : f/N est multiplié par 1,414 ex : f/4 -> f/ 2,8 Sensibilité ISO (augmente) multiplié par 2 ex : 400 ISO -> 800 ISO
21	Détail sur une zone de hautes lumières • Vérification précise des zones brûlées ou bouchées. • L'histogramme est calculé sur la zone de sélection.
22	Prise de vue - Histogramme RVB <i>Abbaye de Fontevrault (Maine et Loire) - Installation de Claude Lévêque</i> Remarque sur les histogrammes : Les tubes fluos, surexposés, apparaissent à l'extrémité droite par les petits traits sur V et B ainsi que la grande ligne verticale sur R. (Ils peuvent, sur certains styles de graphiques être confondus avec le cadre.)
23	Prise de vue - Histogramme RVB suite • Essai de surexposition du rouge ; L'histogramme des luminosités est peu modifié, celui du rouge montre la nette surexposition de cette composante.
24	Résumé En Raw si l'on a collé l'histogramme à droite on ne sait pas s'il dépasse un peu ou beaucoup ! On peut alors faire un/quelques essai(s) en diminuant l'expo (correction d'exposition) par tiers de stop
25	Fin