

Capture de la lumière avec un appareil photo numérique

- Mesure de la lumière
- Capture de la lumière
 - Le dématricage
- Les fichiers brut (raw en anglais)
 - RAW /JPEG

Cellule photo

- Comme toutes mesures celles des cellules photos sont basées sur un étalonnage, la référence en la matière est celle définie par kodak dans les années 30 : le gris à 18%, c'est-à-dire que lorsque que nous mesurons la lumière réfléchi par un objet (la luminance) en visée spot, notre appareil photo la compare avec sa référence et se cale dessus. Il règle ses paramètres pour « voir » l'objet en gris 18%.
- Ainsi une mesure faite sur une zone très blanche comme de la neige au soleil donnera généralement une photo sous exposée ,la cellule l'enregistrant comme un gris neutre.A l'inverse une mesure sur une zone très sombre donnera généralement une photo surexposée

- Ces constatations sont valables lorsque les mesures sont faites sur des zones très précises, les appareils photos actuels proposent des zones de mesures plus larges et intègrent un grand nombre d'étalonnages qui permettent d'excellentes corrections dans la plupart des cas , néanmoins ils sont parfois pris en défaut ou le rendu ne sera pas celui que vous souhaitez d'où l'intérêt d'avoir une petite idée de comment cela fonctionne

La mesure de la lumière en photographie

- En photographie, la mesure de la lumière est exprimée en Diaphs, IL, EV ou en stop, c'est-à-dire en nombre de crans de fermeture du diaphragme. La particularité de cette mesure est qu'entre chaque cran, on divise ou on multiplie par 2 la quantité de lumière.
- A savoir que l'étendue de luminosité que l'on trouve dans la nature est extrêmement large. Voici quelques valeurs typiques d'éclairement d'une scène.
- Soleil : 100000 lux
- Ciel gris : 25000 lux
- Intérieur : 100 lux
- Lumière à la bougie : 10 lux
- Pleine lune : 0.2 lux

Limite de la dynamique du capteur

Quel que soit le système mise en œuvre pour capturer une image, celui-ci fonctionne sur une plage de valeur de niveaux de luminosité limitée. L'étendue de cette plage est appelée dynamique du capteur : écart entre la luminosité la plus sombre et la plus claire.

Pour se fixer les idées, voici des ordres de grandeur de dynamiques de différents systèmes :

- Œil : 27 IL
- Négatif N&B : 14 IL
- Reflex numérique : 8 ou 10 IL
- Compact : 6 IL
- Papier photo : 7 IL

Cette limitation technique impacte fortement le rendu photographique d'une scène à forts contrastes. Votre capteur n'aura probablement pas la capacité d'enregistrer l'ensemble des niveaux de luminosité de la scène. L'image présentera alors des zones bouchées (aplats noirs) ou des zones cramées (aplats blancs).

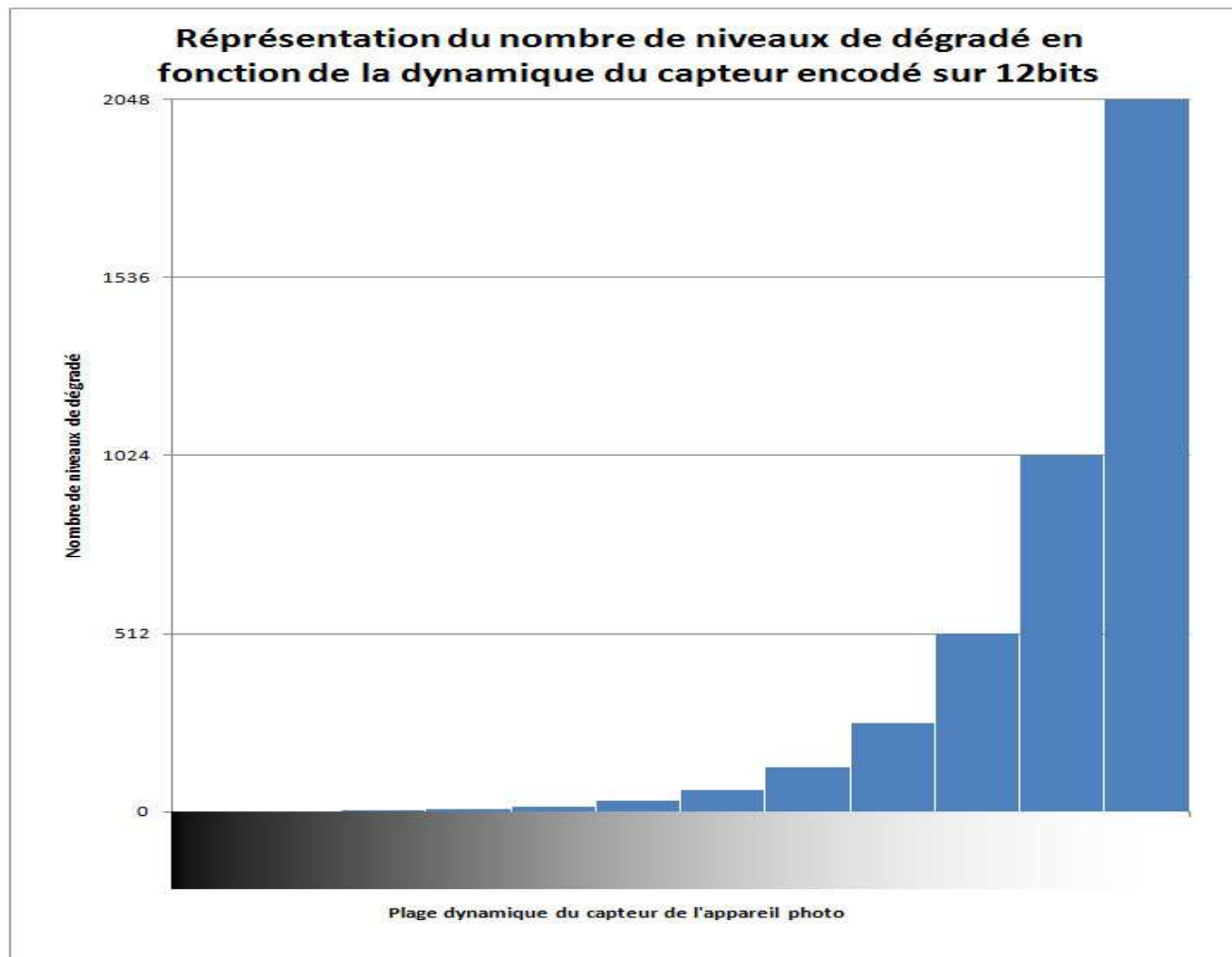
Précision de la mesure

- Pour avoir un rendu fidèle de la scène, il est important d'avoir assez de finesse dans les nuances de luminosité de l'image produite. C'est ici qu'intervient l'importance du choix du format de fichier d'enregistrement de son appareil.

- En effet , en fonction du type de fichier, la précision d'enregistrement peut être plus ou moins importante. Pour rappel, un fichier de type JPG (8bits) pourra restituer que 256 niveaux de luminosité alors qu'un fichier RAW codé sur 12bits, 14bits ou 16bits pourra enregistrer respectivement 4096, 16384 ou 65536 niveaux de luminosité.

Non-linéarité du fichier d'enregistrement

- Les capteurs numériques enregistrent la lumière de manière non linéaire .Les données enregistrées ne sont pas réparties de façon uniforme du blanc au noir. 50% sont consacrés aux plus hautes lumières, puis la moitié de ce qui reste aux nuances voisines, puis la moitié de la moitié aux suivantes et ainsi de suite . A chaque fois que la luminosité est divisée par deux (*clair vers foncé*), deux fois moins d'informations sont enregistrées. On a donc une foule d'informations dans les hautes lumières et presque plus rien dans les tons très foncés. Comme le montre le tableau suivant.



Basses lumières		Tons moyens			Hautes lumières	
0,78%	1,56%	3,12%	6,25%	12,5%	25%	50%

Pourcentage d'informations captées par zone de luminosité

Pour profiter au maximum de la capacité du capteur de votre appareil photo, il faut donc s'arranger pour avoir un maximum de luminosité dans l'image **en prenant bien garde à ne pas pour autant dépasser sa capacité et risquer de cramer les hautes lumières qui ne seraient donc pas enregistrées dans le fichier.**

Ce qui se traduit dans l'observation de l'histogramme de faire en sorte d'optimiser l'image dans les hautes lumières , soit à droite de ce dernier , d'où l'expression souvent utilisée « d' exposition à droite »

En pratique , utilisation de l'histogramme

- Représentation d'un histogramme calé sur la gauche caractéristique d'une image présentant des zones bouchées.



- Représentation d'un histogramme calé sur la droite caractéristique d'une image présentant des zones cramées.



- Représentation d'un histogramme équilibré, mais non optimisé.

L'aperçu de votre photo sur l'écran de votre boîtier devrait correspondre à une exposition correcte de la scène photographiée. C'est typiquement le type d'histogramme que produisent les automatismes de votre boîtier des modes P, S ou A (priorités programme, vitesse ou ouverture).



- Représentation d'un histogramme optimisé et correctement calé sur la droite.

Utilisez la commande de correction de l'exposition de votre boîtier en augmentant progressivement sa valeur au fur et à mesure des essais. Ne soyez pas surpris si votre aperçu semble surexposé, car justement, c'est ce que nous souhaitons.



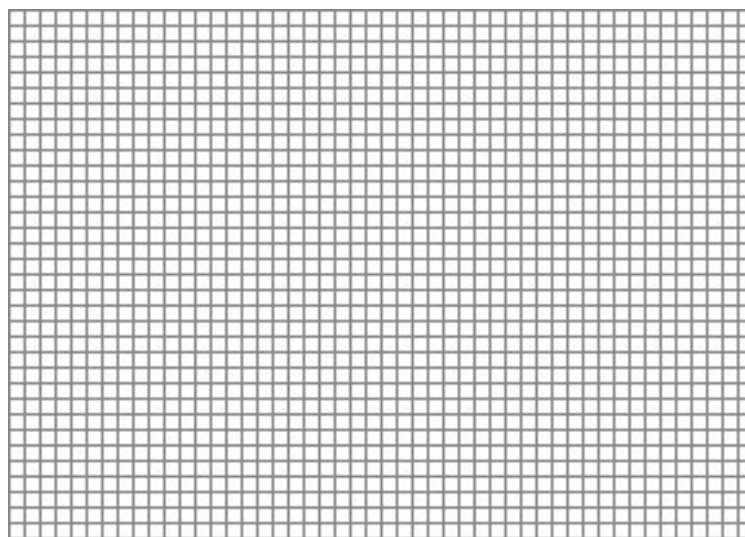
Cette technique n'a de sens que :

Si vous shootez en RAW et si vous prenez le temps de retoucher votre photo pour corriger les tons de l'image finale de manière à retrouver l'ambiance de la scène initiale.

De la Capture de la lumière à l'image restituée

.

Les capteurs photographiques, sont formés d'alignements d'éléments appelés "photosites". Les colonnes et rangées de ces photosites composent la "matrice" du capteur.



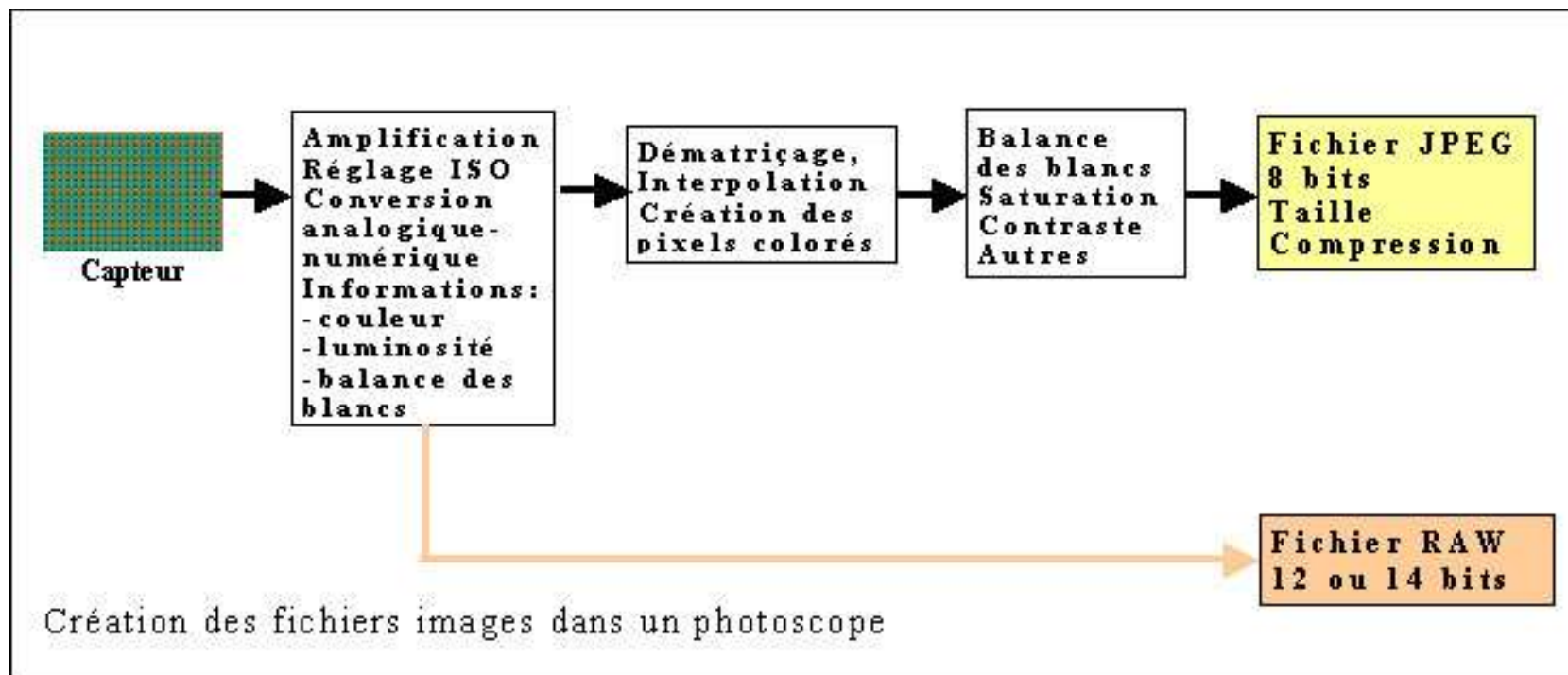
- Ces photosites transforment la lumière reçue en charge électrique, mais ils sont daltoniens. En effet, ils ne savent pas différencier les couleurs.

La formation de l'image à la prise de vue dans l'appareil photo:

Tout d'abord il faut « vider » les photosites des charges électriques qui se sont accumulées au cours du temps de pose, puis procéder immédiatement à leur amplification.

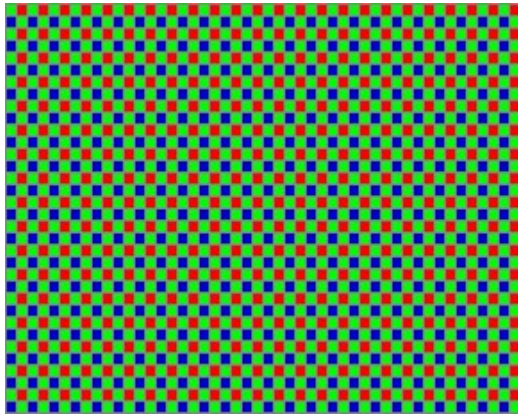
Le signal de chaque photosite, une fois amplifié, est toujours un signal analogique.

Il est ensuite numérisé par un convertisseur analogique/numérique sur 12 ou 14 bits, avant d'être envoyé vers le processeur pour y être traité.



Pour leur faire voir les couleurs, dans la plupart de appareils, la matrice est recouverte d'une mosaïque de filtres, dite "matrice de Bayer", dédiant chaque photosite à une couleur parmi les trois primaires utilisées, Rouge, Vert et Bleu, désignées sous les initiales RVB ou RGB (Red Green Blue, en anglais). Cette matrice de Bayer a la particularité de présenter deux V pour un B et un R. Cette matrice comporte donc une alternance de lignes Vert -Rouge et de lignes Vert-Bleu.

Ainsi, 50% des photosites reconnaissent le vert ,cela permet de compenser une caractéristique de la vue humaine, plus sensible au vert-jaune qu'aux autres couleurs., 25% le rouge et 25% le bleu.



Matrice de bayer

A ce stade on ne parle pas encore de « pixels ».

Le dématricage

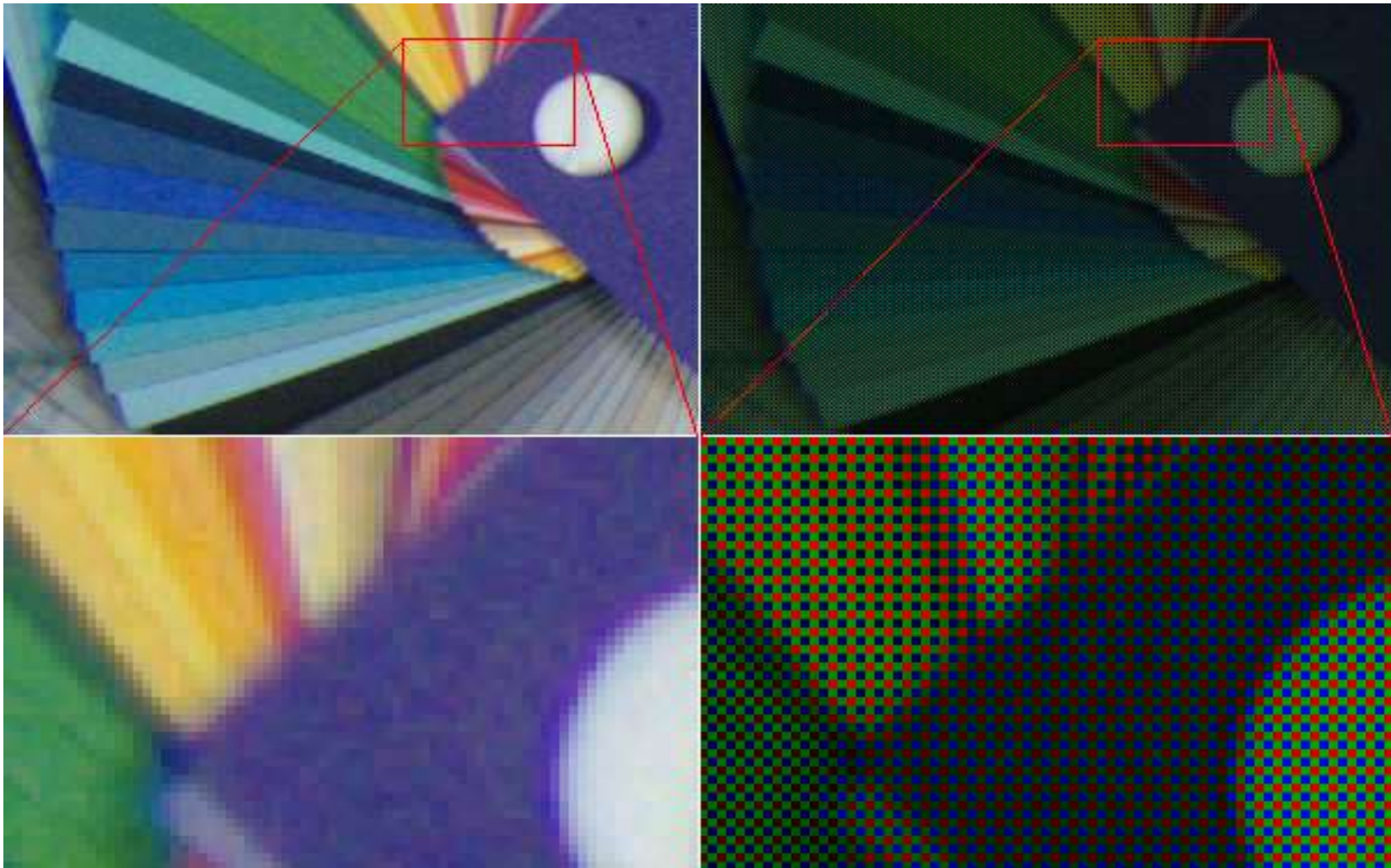
Un photosite n'enregistre l'information que pour une seule couleur.

Les autres couleurs sont donc "recréées" mathématiquement, pour chaque pixel, à partir des pixels adjacents.

Cette opération, appelée "dématricage", peut causer l'apparition de problèmes dans l'image, comme le moiré (lignes colorées au lieu de noir et blanc).

Image matricée

L'image vue par un capteur (ici matrice de bayer) n'est donc pas complète.
Comparons l'image réelle (à gauche) à celle enregistrée par le capteur (à droite) :



Pour chaque pixel, un seul "canal" (rouge, vert OU bleu) est enregistré. Si l'on zoome sur une partie de l'image (en bas), on constate que la matrice de Bayer est bien visible dans le blanc, et plus ou moins remplacée par des "trous" dans les zones saturées de l'image : dans une zone rouge, par exemple, les pixels sensibles au rouge sont clairs, mais ceux sensibles au bleu ou au vert sont noirs.



Le capteur envoie donc un tableau de nombres, chacun correspondant à un seul canal (dans notre exemple, tableau en pourcentages correspondant à un extrait du centre de l'éventail). C'est ce tableau de données brutes qui est stocké dans un fichier "Raw" sur les appareils proposant cette fonction.

Dématriçage

Or, une image informatique comporte bien trois valeurs par pixel : rouge, vert et bleu, et c'est le mélange de ces trois valeurs qui lui donne sa couleur. Il nous faut donc trois nombres pour chaque pixel. C'est l'opération baptisée "dématriçage" : on regarde autour pour attribuer les valeurs manquantes.

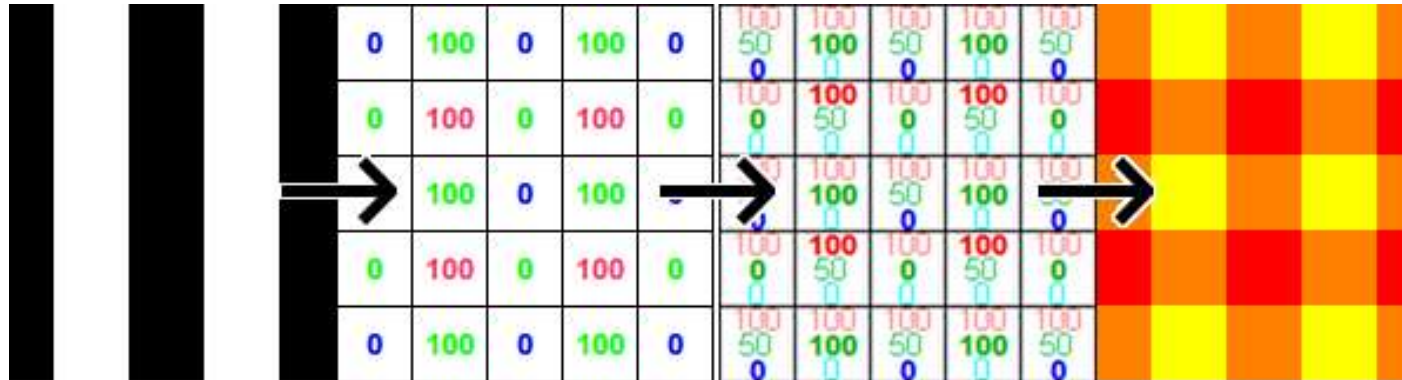
		36				
		36				
		36		57		73
				67		
	63	71	78			
			39	61		78
		27	42	55		
			47			

30	33	36	43	49	57	64
19	19	18	18	32	43	50
61	61	66	71	77	82	82
30	33	36	45	53	61	69
19	17	16	23	35	47	57
61	61	66	71	77	82	82
30	33	36	47	57	65	73
17	15	18	22	40	53	57
62	62	68	75	79	83	83
30	35	40	50	59	67	76
18	16	17	32	48	55	60
63	63	71	78	81	84	84
29	37	44	53	61	70	78
15	13	24	39	50	59	61
66	66	73	80	83	85	85
29	37	46	54	63	71	78
15	18	27	42	55	59	63
69	69	76	82	84	86	86
28	38	47	56	65	72	78
16	16	30	47	54	60	62
69	69	76	82	84	86	86

Par exemple, on peut faire la moyenne des valeurs de la couleur qu'on cherche dans les pixels adjacents (à gauche), sur deux ou quatre pixels selon le cas. On obtient alors un tableau (à droite, en **les valeurs enregistrées gras**, les valeurs calculées en maigre) avec, pour chaque pixel, les trois couleurs : autrement dit, une image "bitmap" que l'on pourra par exemple enregistrer en Jpeg. Du point de vue de l'ordinateur, c'est ce tableau-ci que l'on affichera à l'écran.

Moiré

Quelle importance, le dématricage ? Et bien, c'est simple : c'est lors de cette étape que peuvent apparaître certaines interférences déplaisantes, la plus connue étant le moiré. Prenons un cas extrême, parfait comme il n'en existe qu'en théorie :



Nous photographions des lignes verticales noires et blanches qui, coup de chance, sont projetées sur le capteur avec exactement la même alternance que les photosites de celui-ci (on parle de "fréquence spatiale").

Voyez : les photosites sensibles au bleu sont tous sur des lignes noires, et renvoient 0. Ceux sensibles au rouge sont sur des lignes blanches, et renvoient 100 ; enfin, les verts alternent entre les deux extrêmes

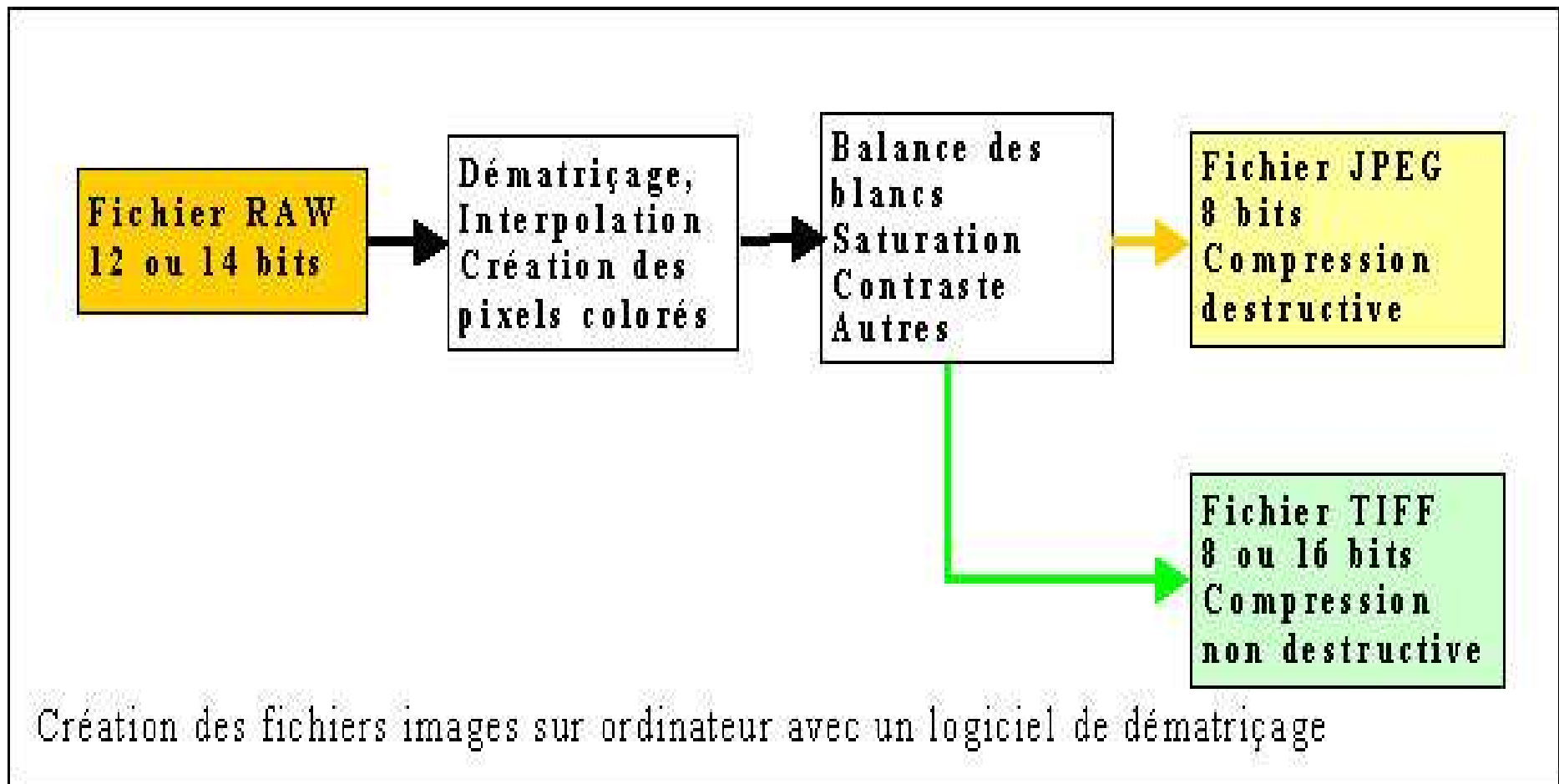
Le dématricage, en propageant les valeurs aux pixels adjacents, produit des interférences colorimétriques : l'image paraît quadrillée rouge / jaune au lieu d'être striée blanc / noir.

Solutions proposées par les constructeurs pour y remédier

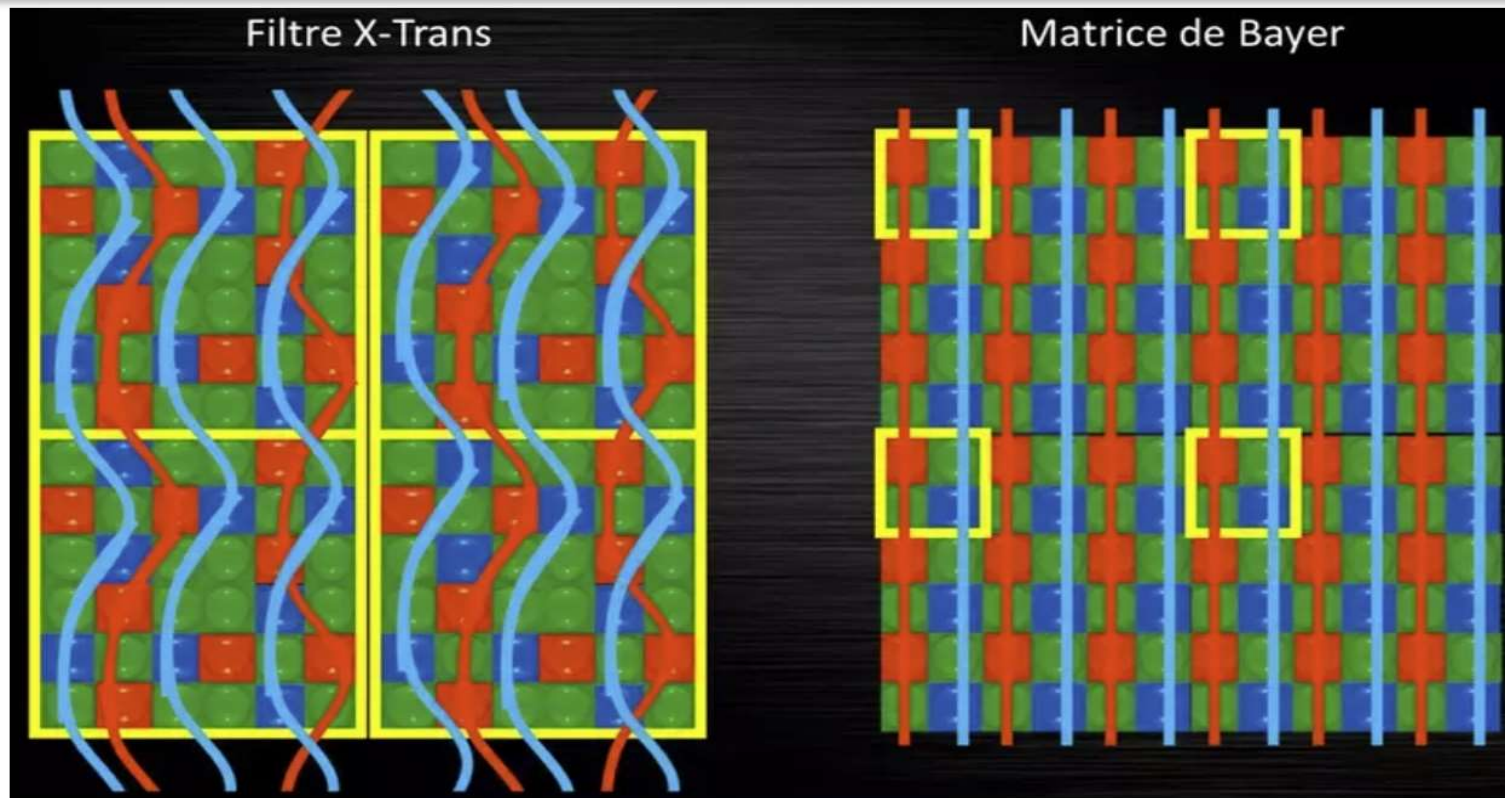
La première est d'installer un filtre dit "passe-bas" sur le capteur, qui va délibérément flouter l'image pour qu'aucun point de moins de deux pixels de diamètre ne soit visible : ainsi, nos lignes à problèmes sont transformées en un gris uniforme. Les détails disparaissent, mais les interférences aussi.

La deuxième est de modifier l'algorithme de dématricage, par exemple en ajoutant un système détectant les lignes : dans le cas présent, il détecterait des lignes verticales et ne regarderait plus les pixels de gauche et de droite, mais seulement ceux de l'axe verticale. Les lignes blanches apparaîtraient alors jaunes (mélange de rouge et de vert, l'ordinateur ne pouvant deviner que sur ces colonnes il y a aussi du bleu), mais les lignes noires resteraient noires, ce qui serait déjà moins perturbant

Traitement des fichiers RAW sur ordinateur avec un logiciel de dématrissage et de traitement d'images.



Autres capteurs



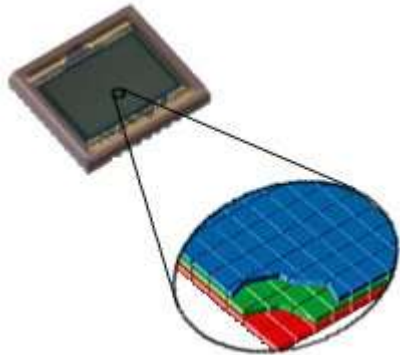
Avec le X-Trans le motif ne se répète pas tous les 2 x 2 pixels, mais tous les 6 x 6 points. L'unité de base est donc 3 x 3 pixels avec 5 zones vertes, 2 rouges et 2 bleues.

Il est donc "normal" que les algorithmes utilisés pour la matrice de Bayer ne fonctionnent pas avec la matrice Fujifilm.

Généralement, les constructeurs sont plutôt avares en information concernant ces technologies propriétaires qui font leur singularité. Fujifilm notamment ne donne pas facilement les clés de dématricage et il faut opérer en rétro-ingénierie pour lire les .RAF des boîtiers X-Trans. C'est pourquoi il a fallu beaucoup de temps pour que les principaux dérawtiseurs parviennent à prendre en charge les fichiers bruts Fujifilm et certains logiciels, comme DxO Optics Pro, ne les prennent toujours pas en compte.

Le foveon

- *Il existe un capteur n'utilisant pas de matrice : le Foveon X3,*



-

Le Foveon est en fait constitué de trois couches de photosites superposées, comme s'il y avait trois capteurs l'un au-dessus de l'autre. La lumière pénétrant le silicium différemment selon sa longueur d'onde (le rouge pénètre plus profondément que le bleu), les trois couches voient des couleurs différentes.

Résultat : pour chaque pixel, les trois valeurs rouge, verte et bleue sont connues. Il n'y a pas besoin de dématricage et aucun risque de moiré.

Les fichiers raw

Le format RAW, ou comment tirer toute la substance de vos photos

PAR ERIC HEYMANS

- Un moment donné ; dans la vie d'un photographe, vient **une question quasi sémantique : RAW ou JPEG ?**
Avant d'arrêter ce choix de manière définitive, ou pas, vous devez vous interroger sur la destination de vos images.

Je shoote au format RAW : Pourquoi ?

- En effet, la destination définira le besoin en qualité de l'image et la rapidité avec laquelle vous aurez à la produire.
Ce second paramètre – la rapidité – n'est pas un élément négligeable. Il est sérieusement à prendre en considération.

Le format RAW, une boîte à outils !



- **Différents types de fichiers, mais pourquoi?**

Les reflex modernes produisent, à la demande, un fichier « brut » (RAW) et/ou un fichier au format standardisé JPEG.

Au plus vous irez vers la gamme des appareils dits « Compact », au plus vous serez obligés d'accepter le format JPEG . **La différence fondamentale** entre les deux types de fichier réside dans le fait que le JPEG est un fichier «développé » (comme si il était passé par la chambre noire de développement des films analogiques) tandis que le RAW est un fichier qui **DOIT** encore être développé.

Une **deuxième différence** importante réside dans la quantité d'information que contient chaque format !

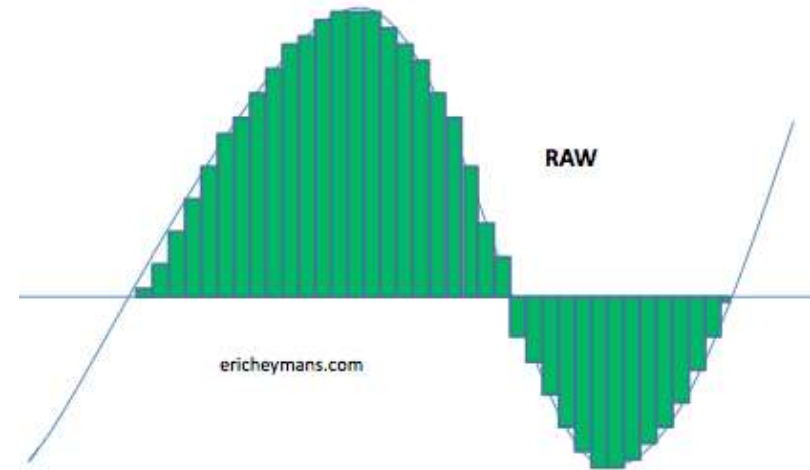
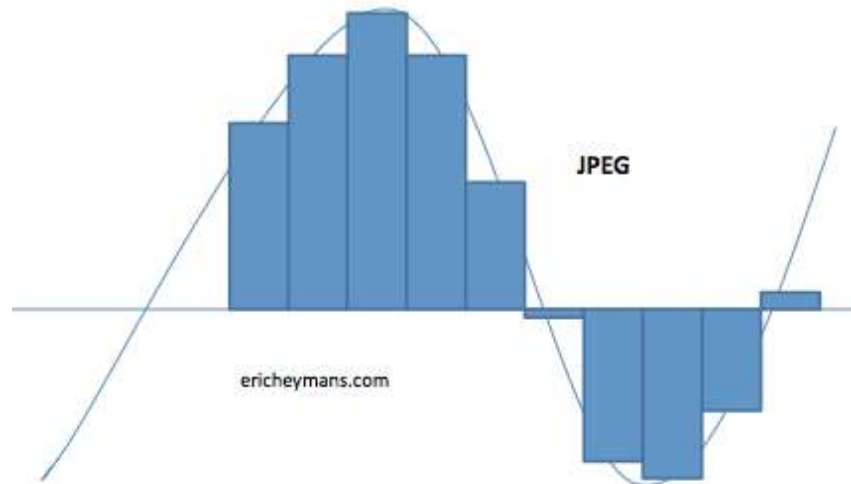
Le JPEG est codé sur 8 bits (1 byte ou 1 octet), soit 256 niveaux d'information par couche tandis que le RAW est codé sur 12 ou 14 bits, soit 4096 ou 16384 niveaux d'information par couche!!!!

Avant / Après : Format RAW : Balance des blancs, couleurs, luminosité, détails .. :)



- Dans la nature, la transcription sur l'œil des couleurs et de l'intensité lumineuse se fait de manière linéaire (analogique). Il s'agit de belles courbes dont la granularité est infinie.
- En digital il s'agit de colonnes dont les sommets forment une sorte d'escalier. Pour une hauteur donnée, le JPEG contiendra 256 marches, un RAW 4.096 ou 16.384 marches ... mais beaucoup plus étroites. La granularité de l'information est donc beaucoup plus grande dans un format RAW.
- Pour prendre un autre exemple, le JPEG contiendra 256 niveaux de gris alors que le RAW en contiendra 4.096 ou 16.384. Les dégradés seront donc bien plus beaux (sur des grands tirages).

Un dessin (très exagéré intentionnellement) :



- Une **troisième différence** importante réside dans la manière dont les informations sont enregistrées. Dans un JPEG, l'information est enregistrée en une couche et en données compressées. C'est-à-dire que des paramètres tels que la luminosité, les couleurs, la balance des blancs, etc ... sont **FIXEES** en une **SEULE** couche de données numériques. Dans un RAW, les données sont enregistrées dans **PLUSIEURS** couches de données numériques. La différence se fera sentir en post traitement puisque avec le format RAW, vous agissez sur chaque paramètre séparément (je modifie la couche de données « bleu », mais que le bleu) et avec le JPEG vous agissez sur tous les paramètres en même temps (je modifie le bleu, et en même temps le vert et le rouge et la luminosité, etc ...).
- La précision du développement et la liberté d'action sont donc plus grands avec un RAW.

Avant/Après: RAW : L'image se passe de commentaire



- Il est important de noter ceci : Quand vous travaillez sur un RAW dans votre logiciel de développement (Afinity, darktable...) aucune modification n'est destructive, vous pouvez revenir en arrière. Quand vous travaillez sur un JPEG, les modifications induites par la compression sont définitives, vous ne pouvez pas revenir en arrière.
- Le JPEG est un format de données compressées. C'est important lorsqu'il s'agit d'espace de stockage sur les cartes et de rapidité d'action. Bien souvent, les **professionnels**, dans la photo de sport par exemple, doivent remettre leurs travaux très rapidement et ils n'ont absolument pas le temps de passer cinq ou dix minutes sur chaque image pour les développer. Ils préféreront donc le JPEG au RAW.

Standardisation

- S'il est un domaine dans lequel le JPEG prend l'avantage sur le RAW, c'est bien au niveau de la standardisation. JPEG est l'abréviation de « Joint Photographic Experts Group ». Ce groupe a défini comment une image doit être compressée et lue. Tout logiciel ou appareil qui produit un JPEG le fera suivant la norme définie, ce qui garantit la portabilité des fichiers et une lecture identique quel que soit l'outil de visualisation.
- Le RAW ne rencontre malheureusement pas ce niveau de standardisation, sauf dans un cas sur lequel je reviendrai. Pour ne parler que d'eux, Canon et Nikon développent leur propre format RAW, et pas seulement pour leur marque, mais bien PAR MODELE !
- En pratique, et ce ne sont que des exemples, le RAW d'un Nikon D7000 n'est pas le même que celui d'un Nikon D3200, celui d'un Canon 5DMIII n'est pas le même que celui d'un EOS 7D

Avant / Après : Format RAW – Si les informations existent dans le fichier, il est possible de révéler des détails et des couleurs



Pourquoi un RAW par modèle ?

- Parce que nos chers constructeurs mettent dans le RAW bien plus que l'image en elle-même. Ils mettent aussi les paramètres de configuration de l'appareil. Chez Nikon, par exemple, la fonction D-Lighting permet de déboucher les ombres à la prise de vue pour autant qu'elle soit activée. En passant dans Capture NXD (logiciel de Nikon), le paramètre passera et l'image affichée tiendra compte du D-Lighting.
- Est-ce que cela veut dire que seul Capture NXD sait lire l'entièreté du fichier RAW Nikon ?
La réponse est OUI.
Aucun autre logiciel sur le marché ne retrouvera TOUS les paramètres du format RAW Nikon.
- La même chose est valable pour Canon et son logiciel DPP.
- Je reviens vers l'exception dont je parlais plus haut : le format DNG est un format « ouvert » issu du monde « open source » qui a le mérite de définir des standards assez proches du RAW (qui en fait n'est pas vraiment un format, vous l'aurez compris). Le nom le plus connu, attaché à ce format, est Adobe Photoshop.
- Certains constructeurs tels Leica ou Olympus et quelques autres ont décidé d'utiliser ce format pour leurs fichiers RAW. Ceci à l'avantage de permettre à tous les logiciels de développement d'avoir accès à toutes les informations de tous les modèles d'appareils qui l'utilisent, et ce sans devoir mettre le logiciel de développement à jour lorsqu'un nouveau modèle apparaît sur le marché. MERCI !

Avant / Après : Format RAW – Rendre l'ordinaire .. extraordinaire



Le format RAW ne contient aucune couleur!

- Non ! ... et oui.
- Les informations RVB (Rouge, Vert, Bleu) sont contenues chacune dans une couche différente suivant une matrice qui correspond à l'agencement des pixels sur le capteur. Il n'y a donc pas de besoin d'enregistrer la couleur en soi.
- Le logiciel qui lira le RAW contient un algorithme de « dématricage » qui va aller lire ces couches et leur rendre leur couleur respective (même chose pour les autres paramètres). Chaque logiciel a son PROPRE algorithme. Un même RAW sera donc présenté de manière différente à l'écran par chacun d'entre-eux. En clair, cela veut dire qu'un même RAW apparaît différemment dans Aperture, Lightroom, DxO, Capture One, Capture NX2, DPP, etc ... Il s'agit déjà d'un développement en soi.

Le saviez-vous ?

- L'histogramme que vous visualisez sur votre reflex est issu d'un JPEG rapidement créé
- Toutes les miniatures que vous visualisez sur votre reflex aussi
- Même les compacts utilisent le RAW mais l'image est convertie en JPEG au bout de la chaîne pour écrire les données rapidement sur la carte mémoire et permettre de stocker d'avantage d'images.

**Le traitement direct des fichiers RAW par les logiciels de dématricage
permet de prendre la main sur:**

La balance des blancs, avec plusieurs profils prédéfinis ;
La teinte globale (dominante) ;
L'exposition (modifie le point blanc) ;
Réglage des tons foncés (modifie le point noir) ;
La luminosité (modifie les valeurs intermédiaires) ;
Le contraste ;
La saturation des couleurs ;
La netteté ;
La réduction du bruit des couleurs ;
Le vignetage et les aberrations chromatiques ;
La correction de la distorsion ;
Des actions séparées (sélective) sur les couleurs.
L'espace couleurs (sRGB, Adobe RGB, etc.) ;
La profondeur de couleurs : 8 à 16 bits.

**Et cela de façon réversible si vous prenez soin de conserver le fichier
RAW original.**

Les avantages ...

Il contient toutes les données brutes du boîtier et les préserve,
Il permet une bien plus grande souplesse des réglages,
Ces réglages appliqués à l'image sont non destructifs,
Il s'affranchit des profils colorimétriques du boîtier,

Nous avons là l'image la plus pure qui puisse sortir du boîtier : elle reste ouverte à tous les réglages de balance, contraste, luminosité et même au-delà. Le tout sans altération.

les contraintes du RAW

S'il était standardisé, il pourrait être un format d'archivage crédible. La taille qu'occupent ces fichiers et la nécessité de traiter chacun d'entre eux peut rebuter ceux portés à se satisfaire de photos de famille. Après tout, les tirages argentiques, même parfois un peu bâclés, faisaient le bonheur de bien des utilisateurs.

Quelques formats RAW :

Canon : CR2, CRF

Nikon : NEF

Sony/Minolta : MRW

Fuji : RAF

Olympus : ORF