

Traitementdimage

Écrit par Administrator

Lundi, 09 Juillet 2007 17:45

Par Volker Gilbert

- [La capture linéaire](#)
 - [Bien exposer vos fichiers RAW \(1\)](#)
 - [Bien exposer vos fichiers RAW \(2\)](#)
 - [La balance des blancs \(page 2\)](#)
 - [Format RAW et bruit numérique \(page 2\)](#)
-

La capture linéaire

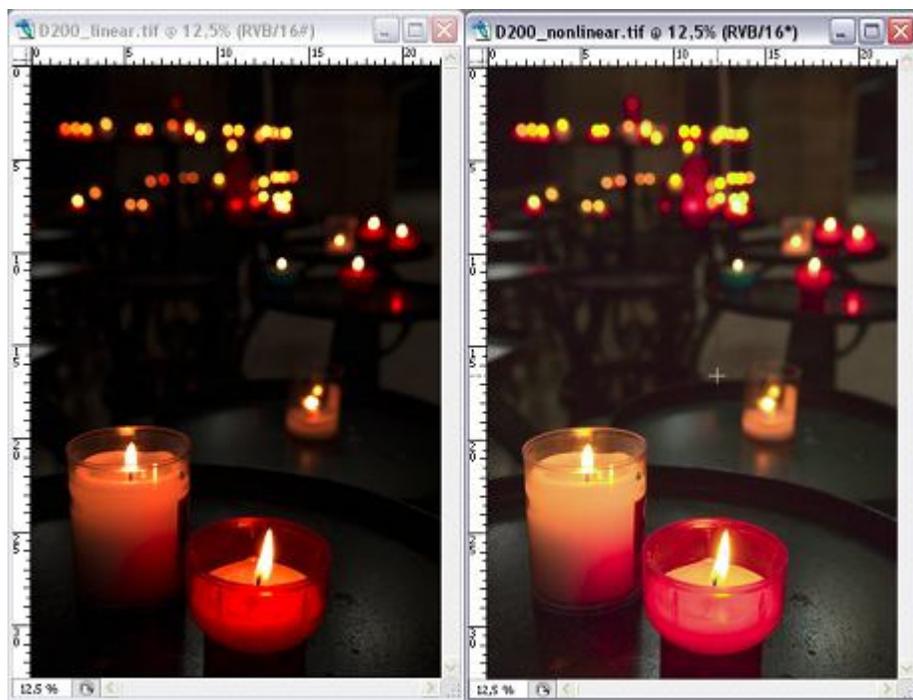
Une des plus grandes différences entre la photographie argentique et numérique est leur réponse à la lumière. Le film photographique est contraint d'imiter la perception de l'œil. Cette dernière fonctionne selon un mode non linéaire. Si vous exposez l'œil humain au double de la quantité de lumière initiale, celui-ci ne perçoit pas cette quantité comme étant deux fois initiale. L'œil intègre une compensation automatique qui nous protège d'une surstimulation dangereuse ayant pour effet l'aveuglement dans le cas d'une trop forte dose de lumière. Cette aptitude permet en outre une adaptation rapide aux niveaux de luminosités variables. Le film, ayant pour but de reproduire l'image perçue par l'œil, présente une courbe quasi linéaire pour les tons moyens et un "aplatissement " pour les hautes lumières et les ombres.

Les capteurs numériques présentent, eux un mode de fonctionnement linéaire. Le capteur s'obstine à collecter les photons sans appliquer la moindre compensation lors de la capture. Le niveau de pixel est donc proportionnel à l'illumination qu'il a reçu : de ce fait nous obtenons une foule d'informations dans les hautes lumières et très peu dans les basses lumières.

Si nous partons d'une latitude d'exposition (dynamique) d'un capteur numérique de six diaphragmes, et d'un codage de l'information couleur sur 12 bits/couche (4096 niveaux de pixels), le diaphragme le plus lumineux occupe la moitié, 2048 niveaux, le diaphragme suivant 1024, le troisième 512, le quatrième 256 et le cinquième 128 niveaux. La zone la plus sombre représenterait finalement que 64 niveaux, comme le démontre la figure suivante.

Zone d'exposition	RAW	RAW Niveaux dans chaque zone			Gamma 2.2	Gamma 2.2 Niveaux dans chaque zone	
		10 bits	12 bits	14 bits		Niveau (8bit)	8-bit
1	1/2	512	2048	8192	255	69	17712
2	1/4	256	1024	4096	186	50	12925
3	1/8	128	512	2048	136	37	9415
4	1/16	64	256	1024	99	27	6883
5	1/32	32	128	512	72	20	5023
6	1/64	16	64	256	53	14	3665
7	1/128	8	32	128	38	10	2675
8	1/256	4	16	64	28	8	1952
9	1/512	2	8	32	21	6	1425
10	1/1024	1	4	16	15	4	1039
11	1/2048	--	2	8	11	3	758

Bien que ce nombre est suffisant en soi, n'oubliez pas qu'il faut éclaircir ces régions, enterrées et sans détails. Il convient de compenser cette distribution inégale des niveaux, via l'application, manuelle ou automatique, d'une courbe de transfert. Cette dernière redistribue (étire) les valeurs dans les basses lumières, opération qui ne reste jamais sans conséquence : on risque d'introduire un effet de bande fort disgracieux.



Deux fois la même image. Développement dans Bibble utilisant le mode linéaire et ouverture dans Photoshop (image de gauche), puis attribution du profil "Nikon D200_Bibble_linear", établi à l'aide du logiciel GMB Profilemaker (image de droite).



Attribution d'un profil intégrant une courbe de transfert, dans Photoshop CS2.

Vu sous cet angle, il est évident qu'une profondeur d'analyse la plus élevée possible est bénéfique non seulement pour étendre la dynamique (pour capter des informations sur 7, voir 8 diaphragmes), mais également pour augmenter le nombre de niveaux dans les parties les plus sombres de l'image. Les 14 bits (Fuji S3 Pro), voire 16 bits/couche (dos numériques MF) ne peuvent donc qu'apporter un meilleur rendu dans les basses lumières. Selon le tableau, un enregistrement sous 14 bits/couche à la prise de vue vous fait gagner l'équivalent de 2 diaphragmes, ce qui n'est pas insignifiant ! J'invite les fabricants à travailler dans ce sens, plutôt que d'augmenter le nombre de pixels sur un capteur de taille identique : cela ne fait que monter le bruit (et diminuer la dynamique exploitable) d'un capteur !

Mais revenons au format RAW, format que l'appareil utilise invariablement pour enregistrer les informations à provenance du capteur. Comme ce format de fichier n'est pas exploitable en direct, l'appareil ou le logiciel de conversion effectuent une conversion des données vers un format « universel », tels les formats TIFF et JPEG. Et là, les différences sont de taille. Lorsque l'appareil effectue cette opération à la volée, juste avant d'enregistrer un fichier JPEG sur la carte-mémoire de l'appareil, vous n'avez que peu de contrôle sur le choix des paramètres. L'appareil entérine vos choix pour la balance des blancs, le contraste, l'accentuation, la saturation des couleurs et l'espace de travail, tout en supprimant environ un tiers des nuances de votre fichier brut, d'une manière aveugle.

Pour préserver tout le potentiel de votre image, seule la conversion dans un logiciel dédié s'impose : le logiciel de conversion. Pour illustrer cette différence entre un fichier linéaire et un fichier ayant subi une correction du gamma via une courbe de transfert, j'ai développé un fichier NEF du Nikon D200 à l'aide du logiciel Bibble, qui permet un développement linéaire. J'ai ensuite ouvert l'image (cf. ci-dessus) dans Photoshop (image de gauche) et attribué un profil linéaire qui intègre, lui, une courbe de transfert (image de droite). Le résultat est une image qui retrouve ses couleurs d'origine ainsi que d'une tonalité appropriée. Cette procédure est d'ailleurs presque toujours automatisée puisque la quasi-totalité des logiciels de conversion effectue cette conversion du gamma linéaire (1) vers un gamma de 2,2 sans notre intervention.

Bien exposer vos fichiers RAW (1)

Les formats JPEG et RAW mènent aujourd'hui une coexistence des plus pacifiques au sein des réglages de nos boîtiers reflex numériques. De nombreux photographes utilisent l'enregistrement simultané des deux pour obtenir un fichier « prêt à consommer » (JPEG) et un deuxième (RAW), facilitant par ses réserves en qualité une éventuelle postproduction, même intensive. Cependant il n'est pas facile de rendre justice aux deux formats pour ce qui concerne une exposition appropriée car les deux formats nécessitent là un traitement différencié.

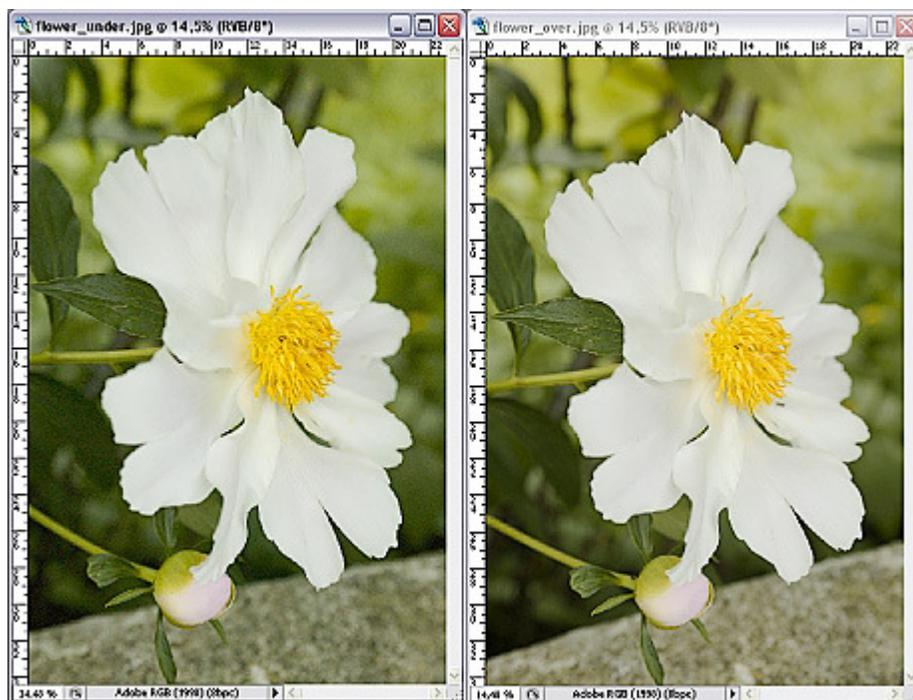


La même prise de vue, en enregistrement simultané RAW+JPEG, à gauche : l'image JPEG et à droite, le fichier RAW, développé dans Camera RAW 3.4

Le format JPEG généré par l'appareil est en réalité un fichier RAW, pour lequel le dématricage est effectué par le processeur d'image interne, avec pour but de créer une image immédiatement exploitable. L'appareil procède à l'interpolation couleur (l'interprétation des données obtenues à partir de la matrice Bayer employée dans la plupart des appareils), à la compensation du gamma (de 1.0 vers 2.2), à une conversion des données colorimétriques du profil ICC natif vers un espace de travail (sRVB ou Adobe RVB 1998) ainsi qu'à l'application d'un certain nombre de paramètres (netteté, contraste, saturation...) afin d'obtenir une image aussi attractive que possible. Parallèlement, le processeur d'image convertit les 4096 niveaux par couche (pour une image RAW codée sur 12 bits) en 256 niveaux (8 bits) par couche d'un fichier JPEG. Il est évident qu'on perd au passage un certain nombre d'informations. Le fichier ainsi généré ne dispose que d'un potentiel limité pour la postproduction. Il est par exemple illusoire d'effectuer des modifications importantes de la balance des blancs ou de l'exposition sans que le résultat final en souffre, le JPEG n'est pas fait pour être retravaillé, utilisez-le tel quel ! Son exposition s'apparente à celle d'un film inversible. Comme avec ce dernier, une surexposition se soldera par des hautes lumières grillées et irrécupérables, une sous-exposition risque de transformer vos ombres en une agglomération noire, sans détail. Vous devez donc impérativement prévisualiser le résultat final lorsque vous appuyez sur le déclencheur, ce qui nécessite de solides connaissances en photo....

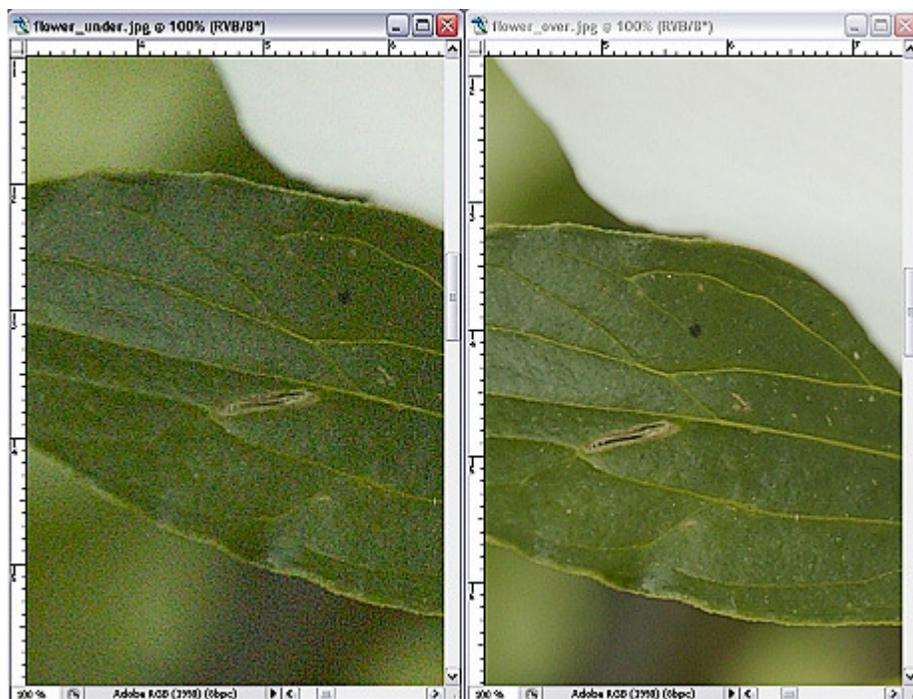
Le format RAW que vous récupérez sur votre ordinateur, n'a pas subi de modification dans l'appareil et préserve tout son potentiel, afin d'être développé dans un logiciel de conversion spécialisé, qui offre souvent des outils très perfectionnés pour « sculpter » votre image selon vos goûts. Le fichier possède donc une grande richesse en informations (il est toujours codé en 12 bits/couche), le logiciel de conversion travaille lui souvent en 15 ou 16 bits/couche et dans un espace colorimétrique intermédiaire, linéaire et large (le gamut d'un appareil numérique haut de gamme dépasse largement celui de l'espace Adobe RVB 1998), ce qui favorise la qualité finale. L'exposition du fichier RAW est donc beaucoup moins critique que pour le format JPEG et tolère une surexposition d'environ 1 à 1.5 EV, tout en préservant davantage de détails dans les basses lumières. Cette tolérance du format RAW pourrait nous amener à le considérer comme un négatif (couleur) numérique, qui est comme son homologue argentique très tolérant vis-à-vis d'une surexposition, mais moins face à une sous-exposition. Mais ne rêvons pas, le format RAW est encore loin de la fabuleuse

souplesse d'un film négatif couleur, coqueluche de nombreux photographes.



Une preuve de la souplesse du format RAW. Le même sujet, en deux expositions, d'un écart de presque 3 diaphragmes (EV). Appareil Canon EOS IDS, développement dans Bibble 4.7, à gauche : F5.6, 1/640s, ISO 320 ; à droite : F5.6, 1/100s, ISO 320.

Cette particularité du format RAW peut nous amener à considérer ses fichiers tels des "bruts de scan". Ces derniers doivent enregistrer toutes les nuances de l'original (du sujet photographié), le photographe décidera lors de la conversion quelles informations il souhaite garder. Nous nous éloignons donc de l'esprit du film diapositive, le RAW doit être capable d'enregistrer un maximum d'information avec la meilleure qualité possible.



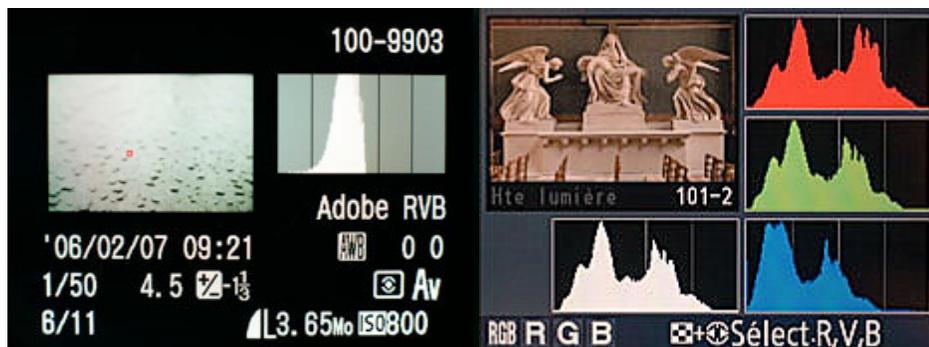
Ces extraits agrandis à 100% des images précédentes prouvent que la souplesse du format RAW est toute relative : l'image sous-exposée dispose d'un niveau de bruit élevé, l'image surexposée est par contre parfaitement lisse, sans bruit ! Il vaut donc mieux surexposer que sous-exposer une image....

La plupart des photographes ont intériorisé qu'il vaut mieux ne pas surexposer une image, les zones ainsi écrêtées étant irrécupérables. Une sous-exposition modérée s'avère souvent efficace pour éviter un écrêtage éventuel des hautes lumières. Mais je suis intimement convaincu que cette stratégie s'avère plutôt contre-productive lorsque vous utilisez le format RAW. Voici les deux arguments pour vous faire changer d'avis :

- Nous avons vu dans le chapitre précédent que l'appareil capte l'information selon un mode de fonctionnement linéaire. Le mode linéaire fait que les hautes lumières du sujet occupent davantage de niveaux de pixel que les ombres qui se contentent, elles, de quelques niveaux peu nombreux. Dans le cas d'un appareil reflex numérique et un sujet avec une dynamique sur six diaphragmes, la zone d'exposition la plus lumineuse rassemble 2048 niveaux contre seulement 64 niveaux pour la zone la plus sombre. Si vous sous-exposez votre sujet vous déplacez les pixels vers les zones les moins riches en niveaux ce qui vous fait perdre un grand nombre d'informations utiles.
- Une sous-exposition augmente le niveau de bruit d'une image. Et ce bruit devient très visible dans les ombres que vous tentez d'éclaircir par la suite. Gare aux artefacts !
Il est donc nettement plus intéressant de surexposer ses images autant que possible, sans pourtant écrêter les hautes lumières. Vous pouvez ainsi optimiser la dynamique du capteur et minimiser le bruit, avec des résultats parfois spectaculaires. Une image prise à une sensibilité ISO 800 et bien exposée (cela veut dire exposée correctement) possède souvent un niveau de bruit inférieur à une autre, sous-exposée et prise à ISO 200.....

Toute la difficulté repose donc dans l'exposition de nos chers fichiers RAW. Vu les progrès constatés sur les afficheurs LCD de nos appareils reflex récents, on pourrait penser que ce contrôle d'exposition se fait « en direct », en consultant l'image sur l'écran arrière de l'appareil. Et non, ce n'est pas une stratégie adaptée : malgré leur aspect flatteur, ces aperçus ne sont pas suffisamment fidèles pour afficher les couleurs, la luminosité ou le contraste de nos images ! La seule façon de contrôler l'exposition reste actuellement l'histogramme, outil trop souvent encore caché dans les profondeurs du menu utilisateur. Pourtant, l'histogramme est capable de donner de précieux renseignements quant à la distribution des pixels de l'image et il affiche souvent les hautes lumières grillées (écrêtées) via un affichage clignotant desdites zones. L'histogramme se réfère à une image finalisée dans l'appareil et affiche ainsi l'aspect visuel et la répartition des pixels d'un fichier JPEG codé en 8 bits/couche. On distingue deux types d'affiche pour cet histogramme :

- L'histogramme de luminance n'affiche qu'une moyenne des valeurs des trois couches. Ce type d'histogramme est encore très répandu tout en étant moins précis que l'histogramme RVB. L'histogramme de luminance est, hélas, incapable de distinguer un écrêtage d'une seule couche (provoqué par exemple d'une teinte très saturée) d'une surexposition affectant deux ou trois couches...
- Ce dernier point est à l'avantage de l'histogramme RVB qui affiche les informations sur trois graphiques séparés selon les couches rouge, vert et bleu. L'histogramme RVB est à ce jour encore réservé à l'élite des appareils reflex numériques.

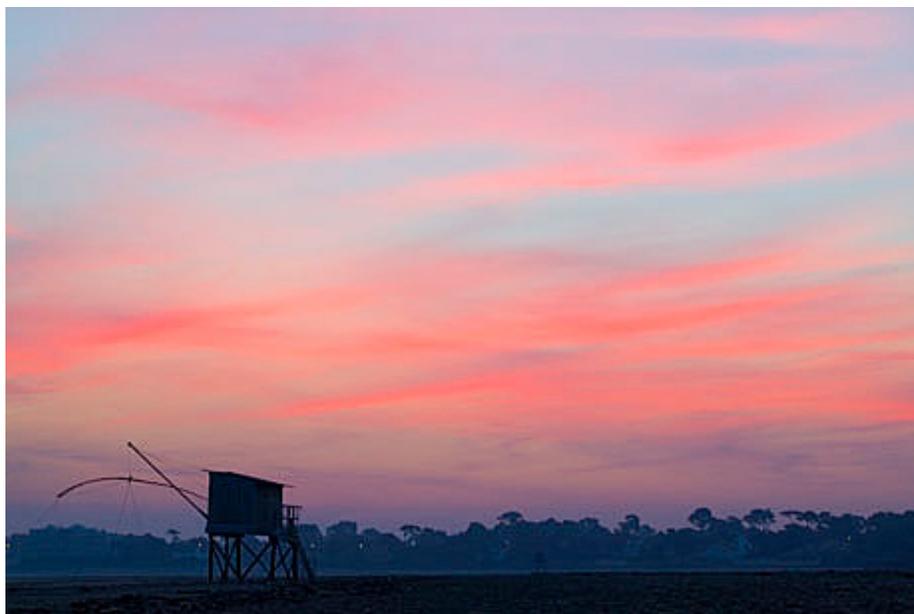


Pour le format RAW, sa précision devient toute relative et vous devez interpréter ses données en tenant compte des particularités de votre capteur. Certains appareils permettent une récupération aisée des zones surexposées (par exemple les Canon 1D Mk2, 1DS et 1Ds Mk2), d'autres sont intransigeants et ne permettent de récupérer qu'une très légère surexposition...

«Exposer à droite" (d'après l'expression anglaise "expose to the right") est la méthode pour exploiter au mieux la dynamique du capteur et le chapitre suivant y sera entièrement dédié.

Bien exposer vos fichiers RAW (2)

Nous l'avons évoqué dans l'article précédent : il vaut mieux éviter de sous-exposer de façon systématique nos photos numériques pour éviter une surexposition. Bien que moins grave qu'une perte de détails dans les hautes lumières, la sous-exposition révèle le bruit d'une image et risque de faire apparaître un effet de « banding » et des aplats disgracieux dans les parties les plus sombres de nos images. Afin de mieux exploiter toute la dynamique du capteur, le photographe peut exposer le "plus à droite possible", sans toutefois tomber dans l'autre extrême : l'annihilation brutale des informations dans les hautes lumières. Cette stratégie, appelée outre-atlantique "expose to the right", tente de placer les détails sombres d'une image le plus possible vers le milieu de la gamme dynamique, plus riche en niveaux.



Canon EOS 1DS, EF 4/70-200 L USM, F10, 1/4s, 160 ISO

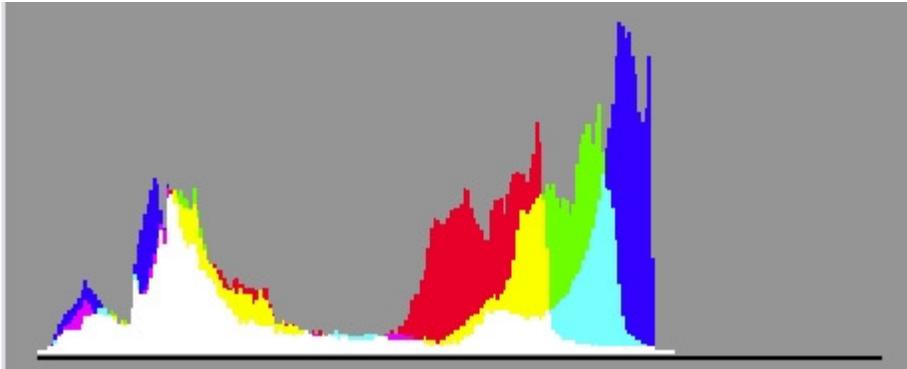
Mais au lieu de vous précipiter à appliquer une correction d'exposition de 2/3 ou 1EV, je tiens à vous dire que la méthode décrite est loin d'être aussi simple qu'elle ne paraît. Tout dépend de votre appareil photo

numérique, votre mode de mesure et du contraste de votre sujet.

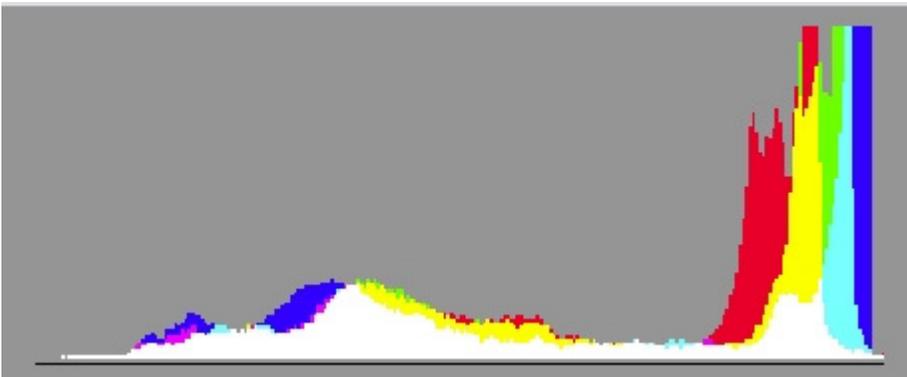
- « Exposer à droite » ne fonctionne pas aussi bien avec tous les appareils. En règle générale, plus un capteur est grand, plus il sera adapté à cette gymnastique. Les capteurs CMOS « full frame » des appareils Canon 1Ds, 1D Mk II, 1DS Mk II et 5D s'y prêtent à merveille, suivis des capteurs CMOS de format APS-C du même fabricant, les appareils enregistrant les fichiers RAW au format .CR2 rendant de meilleures performances. Les appareils Nikon disposent d'une marge de manœuvre réduite, leurs capteurs CMOS et CCD de format APS-C n'offrent qu'une dynamique plus étroite. Suivent les capteurs du format 4/3, handicapés par leur petite taille...
- Les appareils reflex numériques modernes possèdent tous un système de mesure perfectionné, censé nous épargner des images mal exposées. En pratique, ils sont souvent calés en sous-exposition pour éviter les hautes lumières grillées. Il est possible d'utiliser une cellule à main, en connaissance de cause : une fois déterminée la "vraie sensibilité" de nos capteurs. Car ces derniers oscillent autour de la sensibilité nominative, avec une tolérance plus au moins grande (un bon exemple : l'EOS 5D, plus sensible d'environ 2/3 de diaphs ou les appareils Nikon, souvent un peu moins sensibles). En outre, l'histogramme de l'appareil n'offre pas toujours la précision requise pour évaluer l'exposition. Les histogrammes « composite » qui affichent une moyenne des valeurs de pixels des trois couches sont à écarter d'emblée. Bien qu'ils fonctionnent plutôt bien lorsque le sujet dispose d'une distribution des couleurs équilibrée, ils ne savent pas détecter l'écartement d'une dominante colorée. Il est ainsi possible de découvrir une surexposition forte d'une ou plusieurs couches une fois le fichier ouvert dans votre logiciel de conversion, tandis que l'histogramme de l'appareil ne détecte aucune anomalie. Les histogrammes RVB affichent la répartition des pixels couche par couche (RVB, trois couches) et se prêtent ainsi à la surexposition contrôlée. Mais ils ne se trouvent que sur les appareils haut de gamme...
- Le contraste de la scène photographiée joue également un rôle important. Plus le contraste est fort, plus il sollicite toute la dynamique du capteur. Et dans ce cas il n'existe qu'une seule exposition « idéale » - la surexposition contrôlée est donc identique à l'exposition proposée par le système d'exposition d'un bon appareil. Si le contraste de la scène est inférieur à la dynamique du capteur (moins de six diaphragmes), vous pouvez appliquer la méthode "exposer à droite".

La technique dans la pratique

Pour apprendre à exposer à droite, vous pouvez prendre une série de vues « bracketées » en surexposition (par exemple +1/3, +2/3, +1 EV) à partir de la valeur d'exposition proposée par votre appareil photo. Cette méthode vous procure la sécurité de détenir la bonne exposition parmi celles effectuées. Mais pour économiser de l'espace sur votre carte de stockage, vous pouvez simplement faire un essai autour de +0.5 à +1.5 EV en scrutant l'histogramme au dos de l'appareil. Activez l'avertissement de surexposition qu'offre votre appareil : seules doivent clignoter les hautes lumières de votre image (hautes lumières spéculaires), avec un des capteurs full frame de chez Canon, vous pouvez aller (un peu) plus loin.



Exposition normale



Exposition à droite

Les deux premiers exemples ci-dessous ont été pris à main levée (ce qui explique le cadre différent pour chaque vue) et vous montrent les limites de la technique. L'image exposée selon notre méthode (+1 2/3 EV par rapport à l'image exposée normalement) perd des détails dans les hautes lumières (nuages) qui restent irrécupérables. Pourtant le Nikon D200 utilisé n'affichait que peu de zones écrêtées. La surexposition du deuxième exemple, pris avec un Canon EOS 1DS, ne montre aucun effet néfaste. Bien que nous ayons réduit le bruit dans les ombres, les hautes lumières restent détaillées ! Le troisième exemple, pris sur un trépied ne montre, malgré l'écart de deux diaphragmes, pas la moindre différence visuelle entre les deux photos...

1er exemple - Nikon D200 NEF



exposition "normale", F11, 1/100s



exposition à droite, F11, 1/40s

2ème exemple - Canon EOS 1Ds RAW-TIFF



exposition normale : F11, 1/250s



exposition à droite, F11, 1/125s

3ème exemple - CANON EOS 1D RAW-CR2



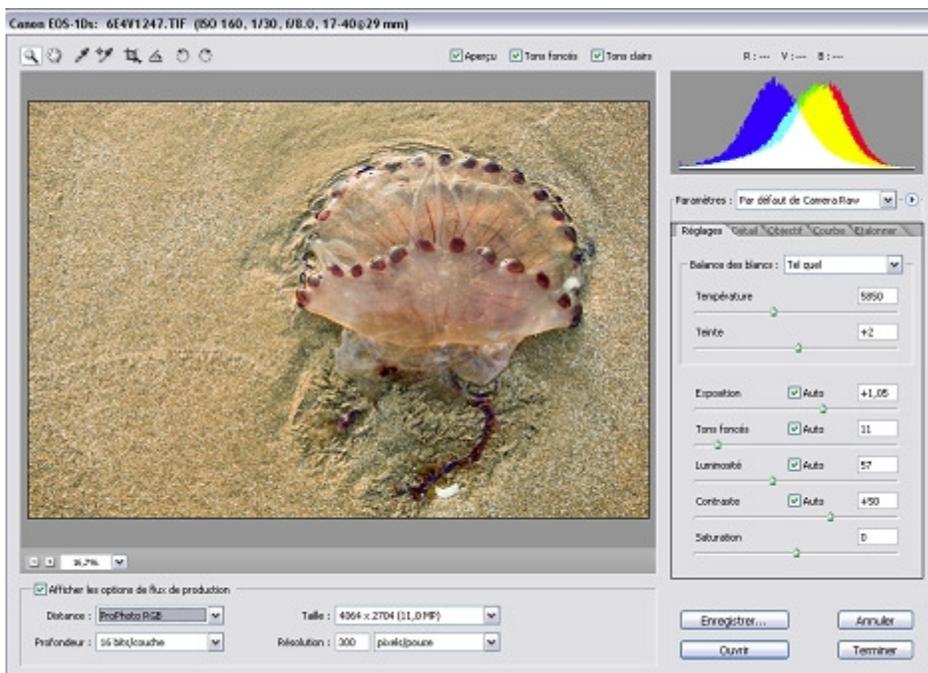
exposition normale : F11, 1/250s



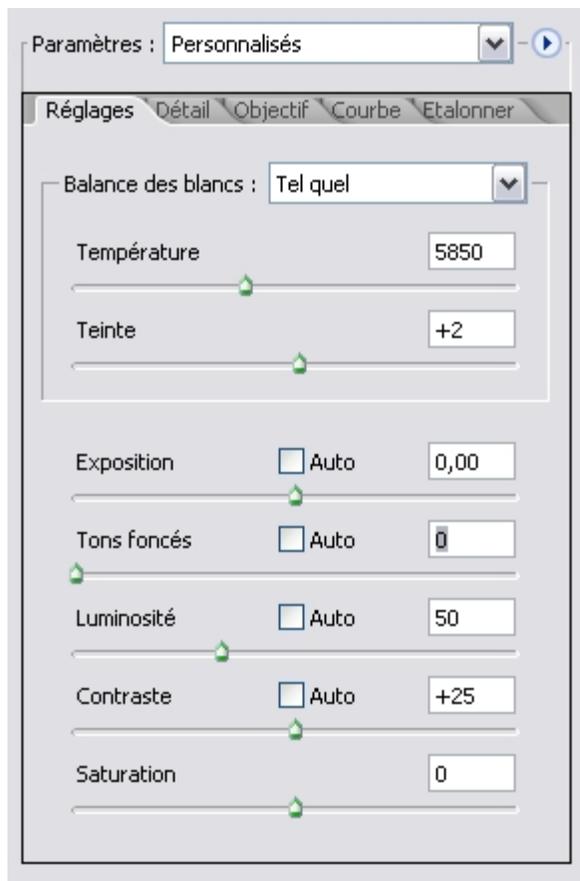
exposition à droite, F11, 1/60s

L'import de vos photos dans un catalogueur tel I View Media Pro ou un logiciel de conversion montre des résultats à première vue...décevants. Les images ont visiblement besoin d'être retravaillées pour devenir exploitables ! Adobe Camera Raw, probablement le logiciel de conversion le plus utilisé, dispose de puissants automatismes qui tentent coûte que coûte de récupérer une mauvaise exposition. Mais cette correction automatique homogénise l'apparence des photos prises avec différents paramètres d'exposition ce qui rend leur comparaison impossible. Il est donc nécessaire de désactiver les paramètres par défaut en les remplaçant avec un réglage entièrement manuel des paramètres de l'onglet Réglages. Voici la démarche à suivre :

Ouvrez une image RAW dans Camera Raw. Par défaut, le logiciel procède à une correction automatique assez flatteuse.



Désactivez ensuite les réglages automatiques et remplacez les par les réglages manuels par défaut :



Enregistrez ensuite ces réglages (Paramètres, puis Par défaut de Camera Raw). Ce réglage manuel sera sollicité chaque fois que vous ouvrez des fichiers RAW en provenance de cet appareil, la procédure sera à répéter pour chacun de vos appareils.

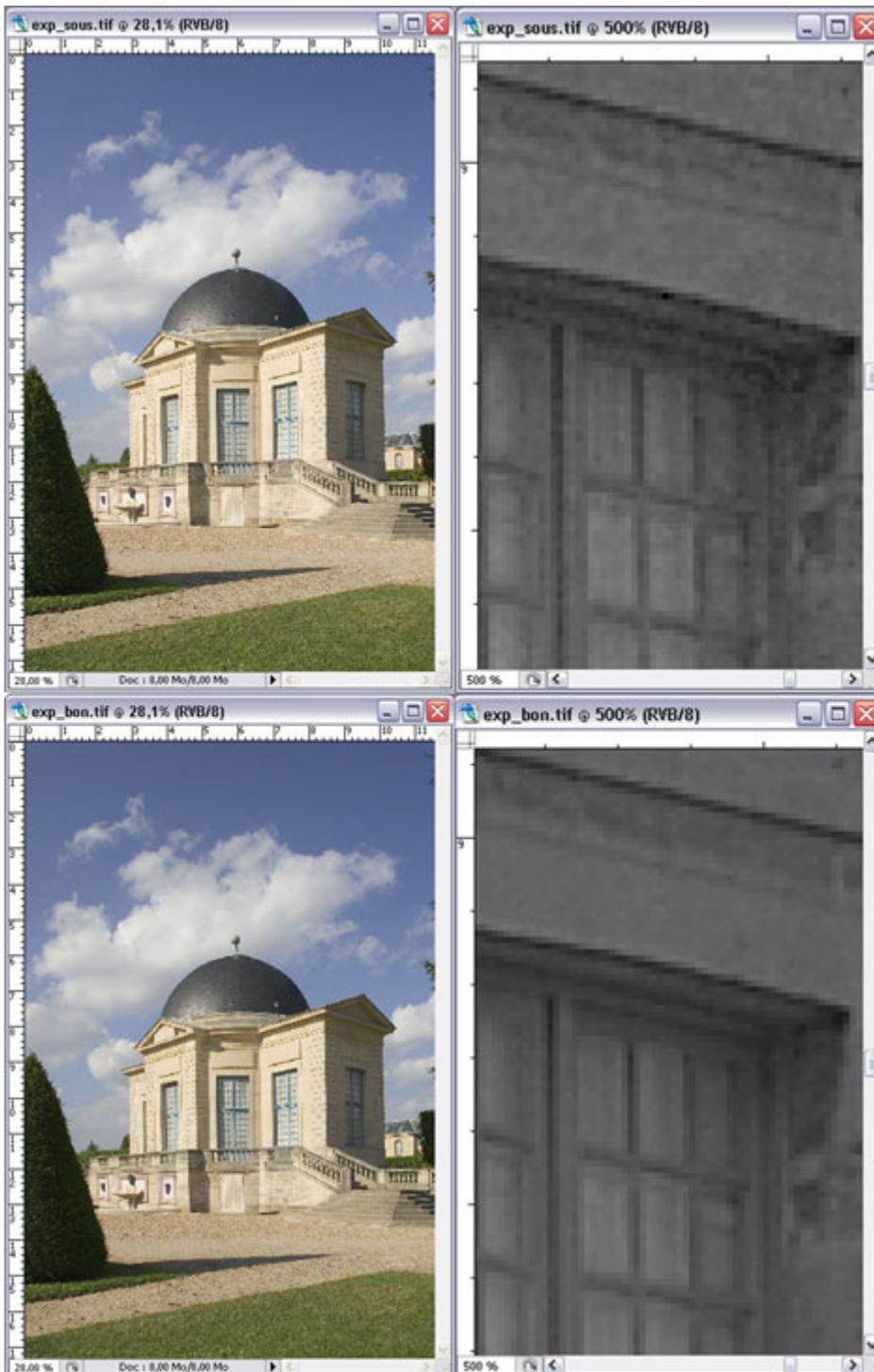
Si vous utilisez d'autres logiciels de conversion, vous pouvez faire confiance à ce que vous voyez, Camera Raw est le seul logiciel qui applique cette optimisation sans demander votre accord....

Maintenant que vous avez importé vos fichiers RAW soigneusement exposés selon la maxime "exposer à droite", vous devez leur rendre un aspect équilibré, plus dense. Camera Raw dispose d'outils particulièrement adaptés, Exposition et Luminosité, qui y arrivent très bien. L'outil exposition éclaircit ou assombrit tous les pixels de votre image. Déplacez d'abord le curseur à gauche tout en surveillant l'avertissement d'écrêtage pour les tons clairs (raccourci O) et les tons foncés (raccourci U). Vous devez faire disparaître les zones surexposées (affichées en rouge) tout en évitant les zones sous-exposées (affichées en bleu). Ce dernier point est très important et avec l'outil Luminosité vous pouvez diminuer la luminosité de votre image tout en épargnant les pixels sombres et clairs de votre image, Luminosité affecte surtout les tons moyens.

Bibbe est un autre logiciel très doué pour récupérer une surexposition. L'outil Highlight Recovery (HR), est capable de récupérer des détails dans les hautes lumières (sinon ils sont perdus à jamais). HR reste cependant un peu capricieux d'emploi et génère parfois des hautes lumières de couleur magenta, phénomène que le logiciel tente de combattre à l'aide des options Threshold (seuil) et Monochromatic recovery (récupération monochromatique) pour réduire les artefacts lorsque l'image ne possède que deux couches écrêtées. Les autres logiciels, DxO Optics Pro excepté, n'offrent pas la même souplesse pour récupérer les hautes lumières, mais il vous incombe de faire vos propres tests avec votre appareil et votre logiciel de conversion favori !

Pour un bruit plus discret

Comme mentionné plus haut, exposer « juste » vous permet d’exploiter toute la plage dynamique de votre capteur avec pour résultat un bruit moindre ainsi que des artefacts réduits dans les ombres. Parfois, ce gain n’est pas aussi spectaculaire qu’on le souhaite, mais il est bien réel. L’exemple suivant montre deux images, la première prise selon les indications de la cellule interne et une deuxième surexposée de deux diaphragmes (exposée à droite). On aperçoit très bien l’absence de bruit dans la couche bleue pour l’image exposée à droite (rangée du bas), malgré une sensibilité ISO peu sensible au bruit...



Exposer à droite – une option gagnante ?

Malheureusement, je ne peux pas vous répondre à cette question. Tout dépend de votre mode de travail,

votre appareil photo et votre logiciel de conversion. Choisir le format RAW comme format d'enregistrement représente déjà une démarche décisive pour obtenir des fichiers de grande qualité. Passer à une vitesse supérieure signifie de changer votre façon de travailler :

Vous devez comprendre l'histogramme et savoir l'interpréter.

La bonne exposition est cruciale ce qui implique souvent de débrayer les automatismes de votre appareil photo.

L'aperçu de votre fichier brut n'est point attractif et seule l'image finale est présentable. Il est ainsi difficile de justifier face à un client que vous prenez des « Polaroid » calés en surexposition...

Les avantages d'"exposer à droite" ne sautent pas toujours aux yeux et son emploi se justifie uniquement pour des images nécessitant une qualité maximale pour une postproduction intensive.

La balance des blancs

La prise de vue en format RAW facilite bien les choses en ce qui concerne la prise de vue : oubliez nombre de paramètres (accentuation, contraste, saturation, balance des blancs etc.) et ne tenez compte que de l'exposition (les parties 1 à 3 de cette série montrent bien l'enjeu de la « bonne » exposition) ainsi que de la sensibilité ISO. La balance des blancs pourrait être ajustée au sein de votre logiciel de conversion, mais pour votre confort, et surtout avec le but d'alléger votre travail, je vous conseille de l'effectuer lors de la prise de vue...



Canon EOS 1Ds, EF 2/100 USM, balance des blancs : lumière du jour

Les photographes ayant déjà travaillé en argentique connaissent la notion de température de couleur. La plupart de sources de lumière ne sont pas composées d'un blanc à 100% et possèdent une certaine température de couleur, exprimée en degré Kelvin. Cette valeur décrit le spectre de lumière émis par un « corps noir » possédant cette température de surface. Un corps noir est un objet absorbant toute lumière incidente. Pour trouver un exemple illustrant ce propos, on pourrait chauffer un objet en métal ou en pierre, l'objet devient d'abord « rouge » lorsqu'il atteint une température donnée, puis « blanc »...

Dans la photographie argentique, on utilise des films de type lumière du jour, équilibrés à 5500 °K, ainsi que des films tungstène de type A (3200 °K) et plus rares, type B (3400°K). Ci-joint les valeurs des sources de lumières les plus répandues :

Température de couleur	Source de lumière
1000-2000 ° K	Lumière de bougie
2500-3500 ° K	Lumière tungstène
3000-4000 ° K	Lever du jour / coucher du soleil (ciel dégagé)
4000-5000 ° K	Tubes fluorescents
5000-5500 ° K	Flash électronique
5500-6500 ° K	Lumière du jour (ciel dégagé, soleil)
6500-8000 ° K	Ciel nuageux
9000-10000° K	Ombre ou ciel très nuageux

Habituellement, notre œil et notre cerveau compensent des variations de température de couleur et nous laissent facilement oublier cette problématique tant redoutée des photographes. Ces derniers jonglaient souvent à l'aide de filtres correcteurs de type Kodak Wratten pour trouver un bon compromis lorsque plusieurs sources et types de lumière furent de partie. Bien que cette pratique rigoureuse (thermocolorimètre + filtres CC) puisse être employée dans la photo numérique, les appareils numériques nous facilitent bien les choses et offrent davantage de souplesse. Tous les appareils proposent en effet plusieurs préréglages permettant d'effectuer la balance des blancs dès la prise de vue. Les icônes utilisées sont devenues standard :



L'appareil règle la balance des blancs automatiquement, selon des algorithmes qui agissent habituellement entre 3000 et 7000 °K.



Ce réglage est valable pour les photos en "lumière du jour", par beau temps. Il correspond à une température entre 5200 et 5500 °K.



Lorsque vous prenez des photos à l'extérieur et à l'ombre, ce réglage s'avère utile puisqu'il élimine une dominante bleue provoquée par la réflexion d'un ciel bleu. Environ 7000 °K.



Ce réglage s'apparente à l'emploi d'un filtre de style 81- il réchauffe les couleurs légèrement et se prête à des photos prises sous un ciel nuageux, brumeux. Environ 6000 °K.



Lorsque vous prenez des photos sous un éclairage tungstène, ce réglage annule la dominante orangée habituelle. Environ 3200 °K.



Réglage passe-partout pour des éclairages fluorescents, il ne parvient pas toujours à corriger les dominantes générées par ce type d'éclairage difficile. Environ 4000 °K.



Proche du réglage "lumière du jour", le réglage flash est particulièrement adapté à l'emploi des flashes de type cobra, légèrement plus "froids" (environ 6000 °K)



"K" pour Kelvin. Vous pouvez choisir via ce réglage manuellement une température de couleur précise, d'habitude entre environ 2800 et 10000°K.



La balance des blancs manuelle permet un ajustement le plus précis possible via une photographie d'une charte de référence grise (Feuille blanche, ou mieux, QP Card ou charte Colorchecker).

Après avoir pris connaissance de ces préréglages divers et variés, on se pose bien évidemment la question du préréglage à adopter :

- Fuyez d'abord la solution « tout automatique » qui réussit ou pas selon le sujet et le cadrage choisi. Tout algorithme automatique a ses limites et la balance des blancs automatique fonctionne plutôt bien lorsque votre image dispose d'une plage de référence en gris neutre, sinon elle peut aussi bien échouer lamentablement ! Autre inconvénient de ce réglage : selon le cadrage choisi, il peut y avoir d'importantes dérives entre les photos d'une série. Cela vous fait perdre un temps fou lors du traitement de vos images brutes.
- Vu les possibilités d'ajustement au sein de votre logiciel de conversion, on pourrait complètement sécher le réglage de la balance des blancs à la prise de vue d'autant plus que ce réglage nous détourne de notre sujet. Mais cette décision s'avère mauvaise, lorsque vous ne disposez point de plage de référence dans votre image – difficile alors d'établir une balance des blancs cohérente lors du développement de votre fichier RAW.
- Si vous possédez un gris ou blanc de référence, vous pouvez adopter un réglage aussi proche que possible de la température de couleur de votre source d'éclairage principale (par exemple « lumière du jour » pour des photos en extérieur). Il sera alors facile de peaufiner le réglage de départ dans votre logiciel de conversion, toutes les photos d'une série possèdent une dérive identique.



Canon EOS 1 Ds, EF 4/70-200 L USM, lumière du jour



Canon EOS 1 Ds, EF 4/70-200 L USM, réglage "Tungstène"

- La dominante de certaines sources disposant d'un « spectre atypique » (certains éclairages fluorescents) ne peut pas être corrigée avec les moyens dont nous disposons. Mais le fait de travailler en format RAW permet de s'approcher d'une représentation visuelle acceptable sans infliger au fichier une perte de qualité.
- Surexposez les images prises dans une lumière tungstène. De telle façon vous éviterez un moutonnement assez important dans les ombres, phénomène déjà visible dans la photographie argentique.
- Les résultats sont souvent meilleurs, car plus chaud pour la photo au flash électronique lorsque vous choisissez le réglage « lumière du jour » à la place du réglage dédié.
- Un mélange de plusieurs sources de lumière mène encore souvent au tâtonnement. Réglez votre appareil sur la température de couleur de la source prédominante et effectuez ensuite un réglage fin dans votre logiciel de conversion.
- Photographiez idéalement une charte grise de référence lors de chaque commencement d'une nouvelle séquence de prise de vue et enregistrez un réglage personnalisé. Ainsi, vous obtenez le summum en matière de balance des blancs ! Cette méthode est évidemment possible à la prise de vue et dans votre logiciel de traitement...

Parmi les chartes existantes, il convient d'en choisir une qui permette de remplir le champ de la visée facilement ce qui favorise les chartes de taille confortable du style Kodak Grey Card, Lastolite Ezybalance, etc. Si vous voulez effectuer la balance des blancs ultérieurement, vous pouvez également choisir les petites chartes du type QP Card ou Ref Card, qui ont l'avantage d'être moins onéreuses, jetables et autocollantes. Dans tous les cas, évitez la sous-exposition de la charte (surexposez donc légèrement en cas de doute) pour ne pas générer du bruit pouvant tromper l'outil pour la balance des blancs – les pixels colorés du bruit chromatique simulent en fait une dominante colorée, inexistante !

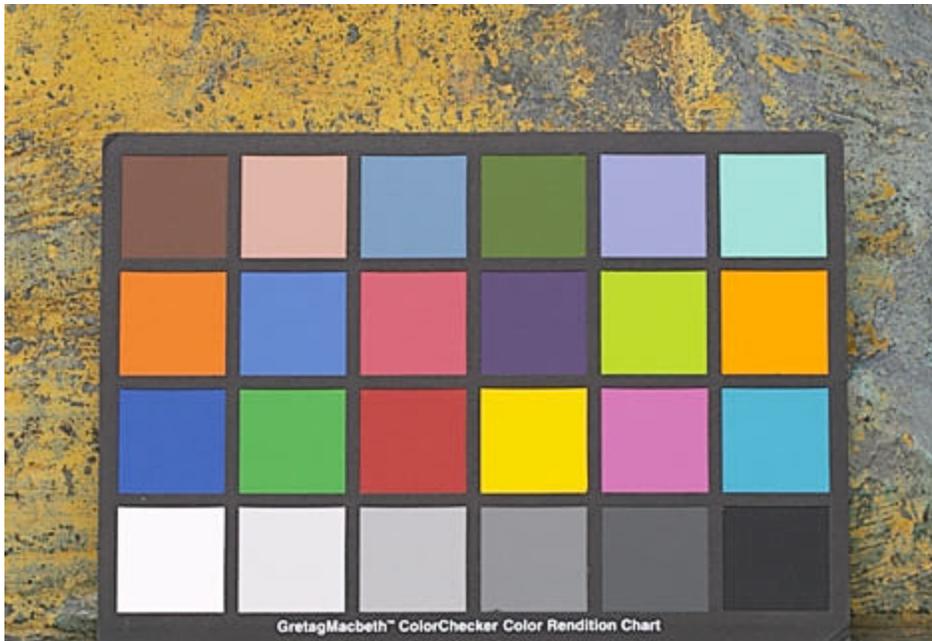


Trois chartes grises : Ezybalance (à gauche), Colorchecker (milieu) et QPCard (à droite)

Suivez pour la création d'une balance des blancs personnalisée les indications du mode d'emploi de votre appareil photo numérique, je vous indique ci-dessous la procédure une fois l'image importée sur votre disque dur.

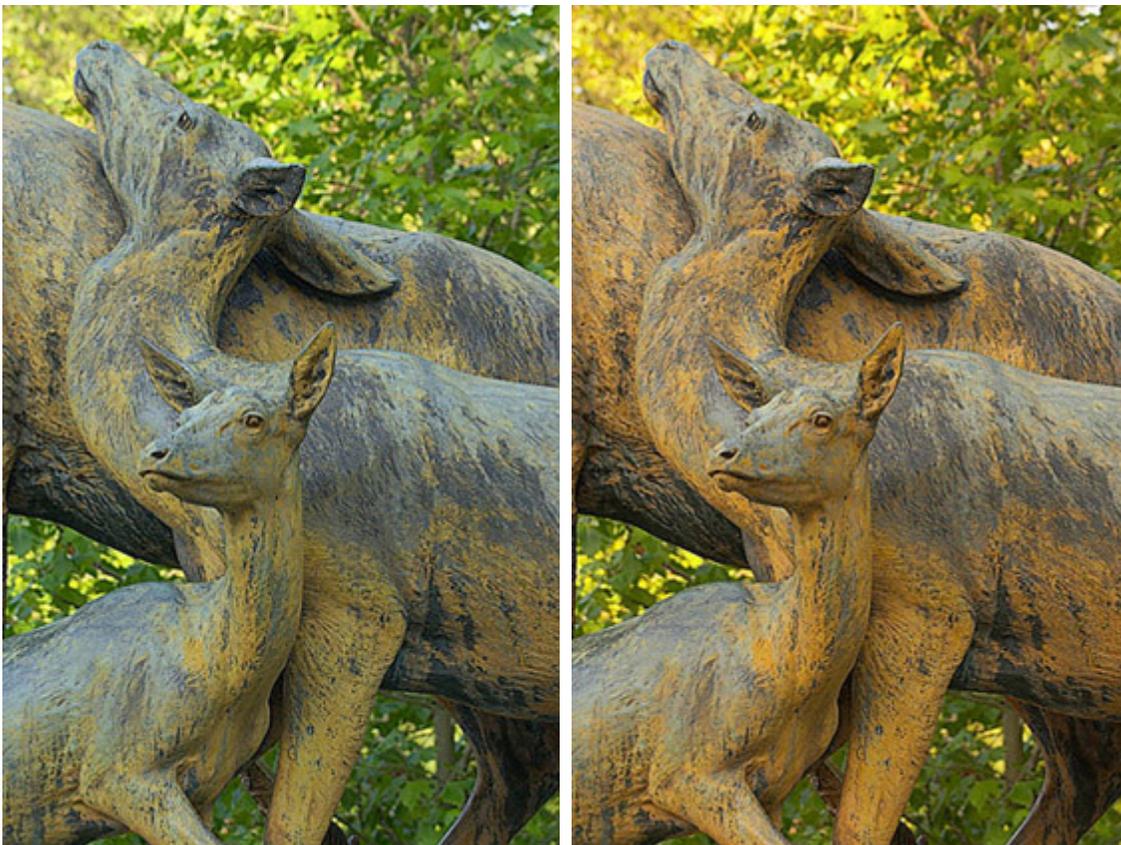
L'information concernant la balance des blancs est enregistrée par votre appareil parmi les métadonnées de votre fichier RAW. En principe, tout logiciel capable de lire ce fichier RAW spécifique devrait être capable de l'interpréter correctement, mais parfois ce n'est qu'un vœu pieux. Certaines métadonnées sont encryptées par le fabricant pour empêcher une compatibilité entière avec les logiciels de conversion tiers. L'exemple le plus connu, qui a provoqué de vives critiques en 2005 est le cryptage des données à l'intérieur du fichier NEF des appareils Nikon D2X, Hs et D50. Mais ne nous voilons pas la face, Nikon n'est point le seul fabricant ayant recours à ce genre de mesures anticoncurrentielles, Sony, Canon et Phase One en font également partie. Quoi qu'il en soit, les logiciels répandus sont tous capables de détecter la balance des blancs enregistrée au moment de la prise de vue et de l'afficher correctement.

La charte Colorchecker est intéressante pour tous ceux qui souhaitent exercer un contrôle sur les couleurs non seulement pour la balance des blancs, mais également sur la restitution des couleurs d'un sujet. Bien exposée, la plage no.20 (Neutral 8) située à droite de la plage blanche (no.19), se prête parfaitement à la balance des blancs dans Camera Raw ou dans un autre logiciel de conversion. Du fait qu'elle est plus claire que le gris moyen (plage no.22) exclut l'influence du bruit, plus marqué dans les zones sombres d'une photo. L'exemple suivant démontre son intérêt :



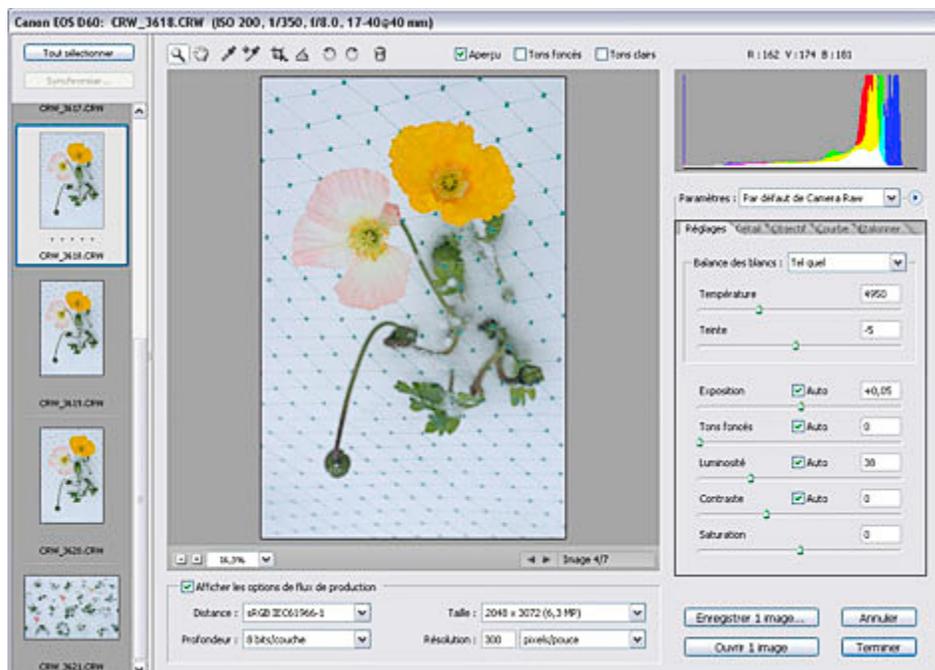
Du fait de sa position dans l'ombre d'un arbre et de l'absence d'un gris de référence, ce monument ne pouvait pas être neutralisé en utilisant un des préréglages de l'appareil. J'ai fait une prise de vue de la charte Colorchecker, puis neutralisé l'image à l'aide de la pipette de Camera Raw (page no.20). J'ai ensuite sélectionné la série d'images à l'intérieur de Bridge et y appliqué la balance des blancs (Conversion précédente).

Voir l'image suivante pour apprécier la différence des rendus :



Les logiciels de conversion performants intègrent tous un dispositif pour neutraliser une, puis toutes les photos d'une série. Cela vous évite de recourir à une manipulation de chaque image. L'exemple suivant montre la correction d'une série d'image avec Camera Raw/Photoshop CS2

- Sélectionnez les images à traiter dans Bridge et ouvrez-les dans Camera Raw (Ctrl./Cmd+R).



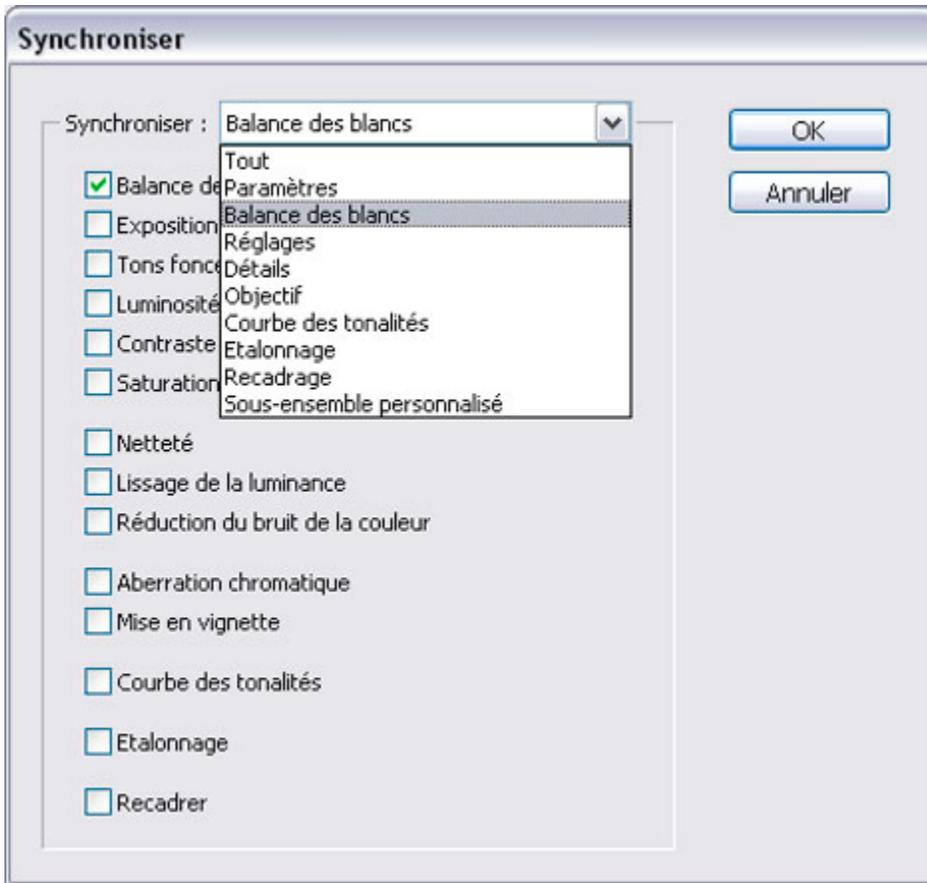
- Ajuster la balance des blancs sur une image à l'aide de la pipette (raccourci I).
- Sélectionner toutes les images.

Tout sélectionner

- Appliquez ensuite la balance des blancs à toutes les images sélectionnées.

Synchroniser...

- Le menu qui s'ouvre ensuite vous permet de choisir les paramètres à appliquer :



Un autre exemple :



Ce portrait spontané a été pris sans charte grise et avec le réglage Lumière du jour. Pour trouver le gris de référence (le papier peint n'était pas neutre), j'ai cliqué avec la pipette dans le blanc de l'oeil de ma fille Héloïse. Mais attention, le fond de l'oeil d'un bébé possède toujours une dominante bleutée - il faut donc prendre plusieurs échantillons avant de trouver une balance des blancs convenable.

Le choix de la balance des blancs appropriée demeure souvent bien plus qu'un choix purement technique. Souvent cette décision est guidée par des critères esthétiques et artistiques. Évitez donc de tomber dans l'excès et laissez-vous guider par votre instinct et votre fibre artistique. Certes, une photo publicitaire doit respecter les couleurs d'un produit, mais toutes les autres disciplines de la photo peuvent s'affranchir d'une précision au scalpel pour embellir la force d'une image...

☐ **Format RAW et bruit numérique**

La notion du « numérique » laisse toujours supposer une qualité optimale, pure : la qualité du son numérique ne se dégrade pas avec le nombre de fois que vous l'écoutez, un fichier numérique peut être enregistré plusieurs fois et retrouve néanmoins sa qualité de reproduction initiale. Mais l'image d'un appareil numérique est générée par une composante non numérique : l'imageur CCD ou CMOS. Ce dernier est composé d'une matrice de capteurs, les photosites, qui recueillent la lumière dont les photons provoquent la création d'une charge électrique. Cette charge électrique est ensuite transformée, via l'emploi d'un convertisseur A/D (analogique vers digital), en pixels constituant une image monochrome. Tout signal de base est toujours accompagné d'un certain nombre de parasites qui deviennent gênants lorsque le signal devient faible : la proportion du bruit dans le signal augmente et superpose une structure aléatoire de grains colorés à l'image : le bruit numérique.



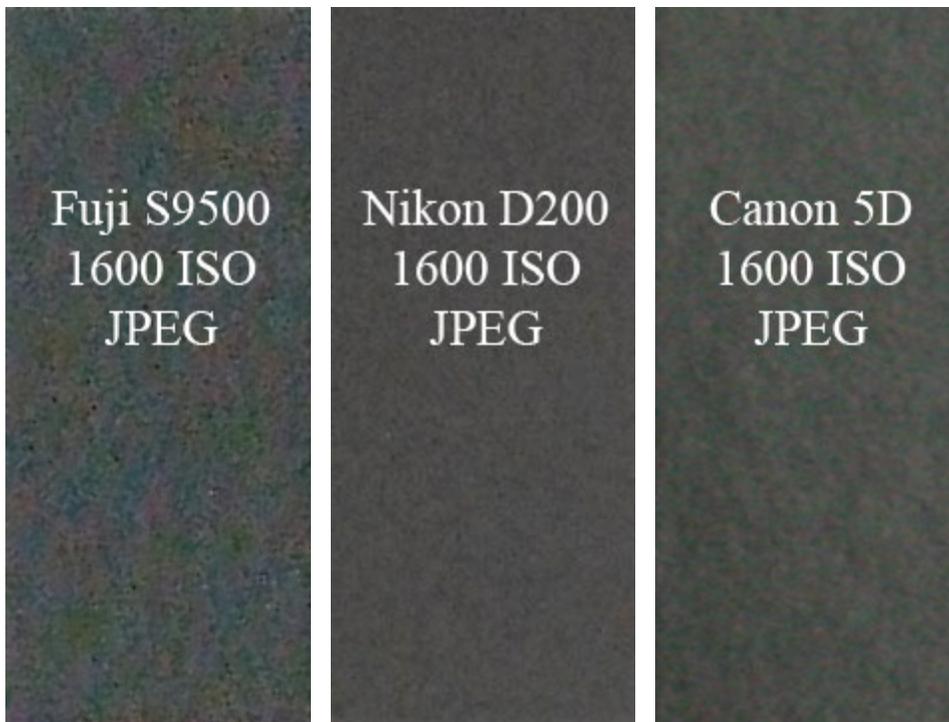
Canon EOS 5 D, 4/24-105 L IS USM, 1600 ISO

Chaque appareil numérique génère une certaine quantité de bruit et ceci même dans les conditions les plus favorables : exposition "à droite" et sensibilité de base. Le niveau de bruit d'un appareil croît lorsque les conditions de prise de vue se dégradent. Nous pouvons alors constater les phénomènes suivants :

- Le bruit (ou courant) d'obscurité. Il est engendré par la création des électrons parasites contaminant

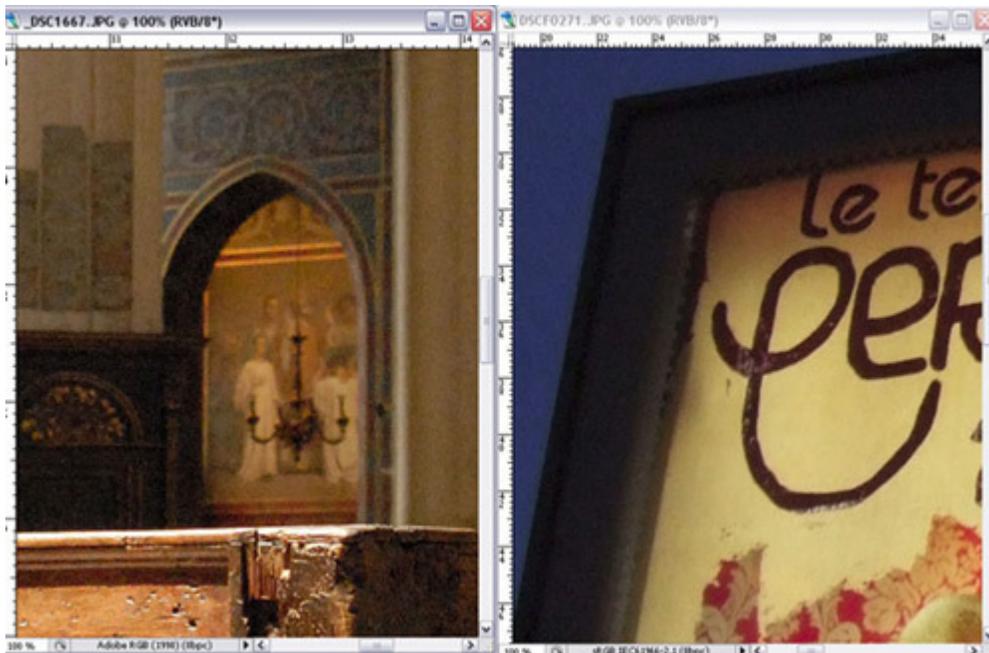
les électrons réellement utiles à la création d'une image. Cette création de parasites est d'autant plus forte que la température du capteur est élevée. Ce type de bruit est particulièrement gênant lors des conditions de prise de vue en pose lente (à partir d'une seconde) ce qui amène souvent les fabricants à songer à une solution de ventilation (dos numériques) ou la superposition d'une deuxième prise (dark frame) pour faire disparaître les « pixels chauds » (hot pixel) aléatoires.

- Le bruit provoqué par une amplification du signal. Un capteur ne possède qu'une seule sensibilité nominale. Cette sensibilité est habituellement égale à la sensibilité la plus basse proposée par l'appareil photo numérique. Lorsque vous augmentez la sensibilité ISO de votre appareil, vous « poussez », amplifiez le signal tout en augmentant le bruit. Ce bruit d'amplification est d'autant plus marqué que votre capteur est petit. Bien que les fabricants commencent à proposer des appareils compacts munis de micro capteurs de 10, voire 12 mégapixels, le gain de qualité d'image n'est pas du tout évident. Certes, en théorie vous obtenez une image plus fine, avec davantage de détails – mais ce gain théorique est systématiquement annihilé par le pouvoir de résolution de l'objectif, insuffisant, ainsi que la montée de bruit qui contraint les fabricants à appliquer des algorithmes de lissage qui minimisent le bruit tout en détruisant les détails fins de l'image. L'idéal est donc de disposer d'un capteur d'une taille aussi grande que possible pour avoir un rapport signal/bruit plus favorable. Ainsi l'utilisation d'artifices logiciels pour corriger le bruit reste raisonnable et les détails sont préservés !
- Le bruit « banding » est un défaut qui affecte certains appareils dans certaines conditions de prise de vue, pas nécessairement aux sensibilités élevées, produisant des bandes particulièrement gênantes lorsqu'on éclaircit les ombres d'une image. Des appareils concernés sont par exemple les « vétérans » Canon 1D et Nikon D1/D1X ainsi que le plus récent Nikon D200.



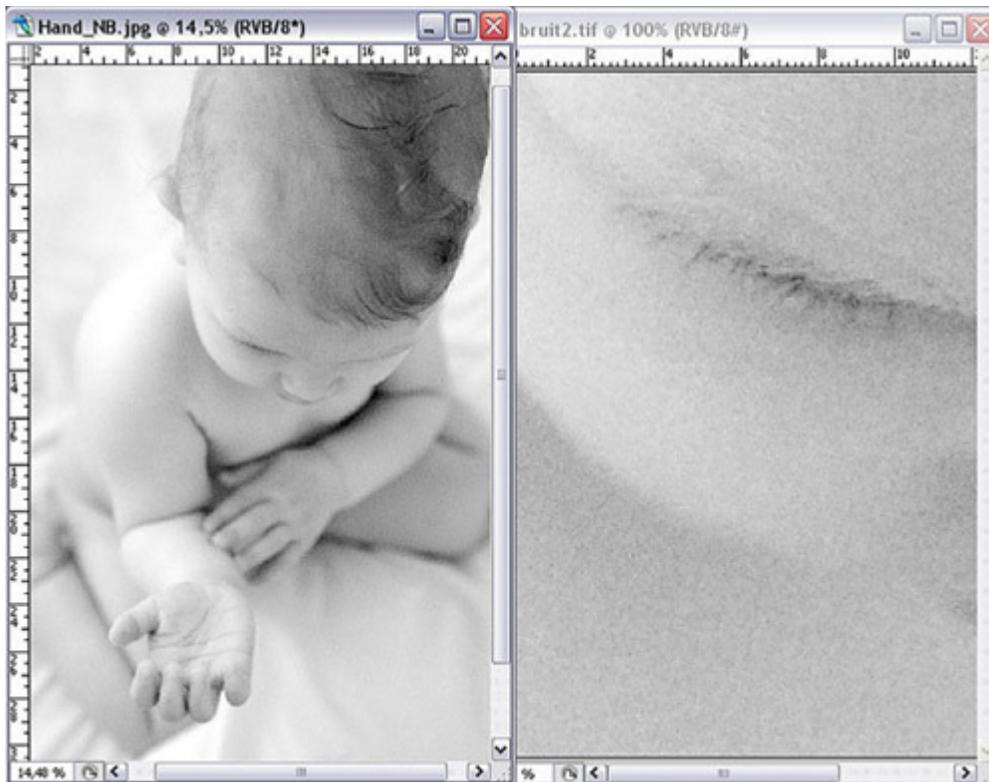
Les appareils compacts numériques ont fait des progrès considérables pour la suppression du bruit. Néanmoins, le premier exemple, pris avec un Fuji S9500 démontre la supériorité écrasante des appareils reflex numérique à 1600 ISO : les appareils Nikon D200 et Canon EOS 5D bénéficient d'un niveau de bruit inférieur et cette différence est très sensible ! Une comparaison des plages prises avec les deux appareils reflex soulève une autre problématique. La plage du D200 paraît bien plus lisse, malgré la taille inférieure du capteur. Mais attention, lissage du bruit n'égale pas qualité d'image : les photos prises avec le S9500 et à

moindre mesure avec le D200 sont entachées d'une perte de détails importante ! Impossible alors de parler d'autre chose que d'une bouillie de pixels, les images adoptent un aspect aquarelle....



Bruit et aplats avec un Nikon D200 et 1600 ISO (à gauche) et un Fuji S9500 à 400 ISO (à droite), format d'enregistrement JPEG. Comparez avec un négatif couleur scanné et vous constaterez que le bruit n'est que rarement gênant avec nos appareils récents...

Nous l'avons déjà évoqué : les fabricants intègrent des algorithmes de plus en plus élaborés pour diminuer le bruit du capteur. Ces processeurs de signal numérique (DSP) s'appellent par exemple DIGIC II (Canon), Venus Engine III, Sensic (Nikon) et oeuvrent au service des fichiers d'image développés dans l'appareil. Seuls les fichiers JPEG et TIFF sont concernés par une amélioration souvent spectaculaire, les fichiers RAW dépendent de leur logiciel de conversion, qui est lui équipé d'outils d'une efficacité incertaine. Mais l'avantage du format RAW est sa souplesse. Vous n'êtes plus l'esclave d'un algorithme appliqué "à l'aveugle" lors de la conversion interne de l'appareil, mais pouvez au contraire choisir l'outil le plus approprié adapté à vos besoins ainsi que trouver le bon compromis entre la perte des détails et la texture du grain admise. Sachez une chose : comme toutes les corrections d'image, la suppression du bruit gagne à être effectuée sur un fichier riche en informations tel le fichier RAW, il est ainsi conseillé d'utiliser les outils mis à disposition par votre logiciel de conversion RAW et non pas ceux fournis par Photoshop.

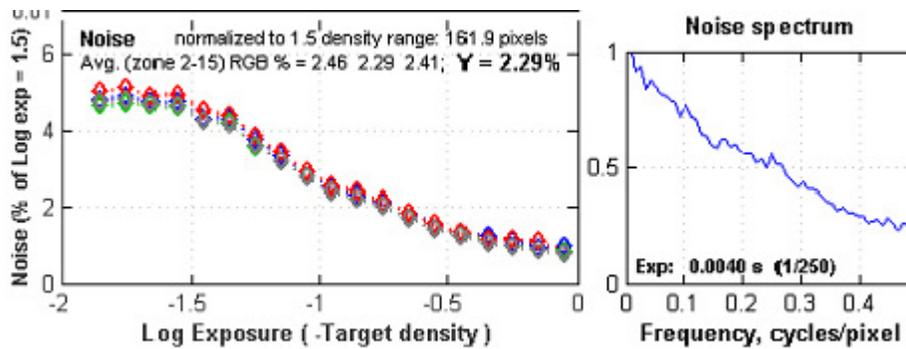


Le bruit d'une image peut même devenir très agréable : Cet exemple en provenance d'un Canon EOS 1Ds employé à sa sensibilité la plus élevée (1250 ISO) le prouve : la simulation du grain d'un film noir et blanc 400 ISO est finalement assez réussie !

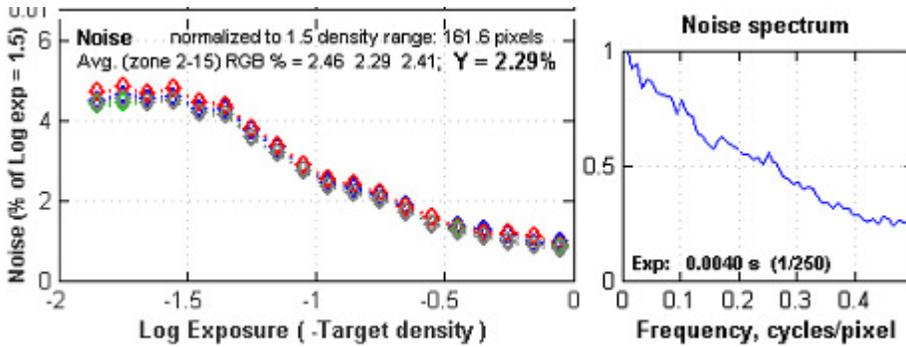
Puisque nous parlons des logiciels de conversion les plus répandus, tous ces logiciels (sauf ceux, non commerciaux, basés sur les algorithmes d'raw de Dave Coffin) disposent des outils pour combattre le bruit numérique. Une partie de la correction apportée est ancrée au sein des algorithmes de dématricage et reste donc inaccessible aux manipulations de l'utilisateur, l'autre partie est pilotée par les outils du logiciel. La philosophie apportée par chaque éditeur fait que les fichiers RAW développés par chaque logiciel diffèrent énormément sur le bruit résiduel et la netteté des petits détails. Phase One et Pixmantec, par exemple, ont adopté un lissage bien marqué pour leurs logiciels Capture One et RAW Shooter, qui est loin de faire le bonheur de tous les utilisateurs : le lissage apporte une texture parfois peu naturelle de l'image dématricée, tout en nettoyant bien le bruit. Iridient Raw Developer et Camera Raw produisent des images plus granuleuses, plus proches de l'aspect d'une image argentique.

Il est d'ailleurs de plus en plus courant d'intégrer de puissants algorithmes de correction basés sur des profils élaborés pour chaque appareil photo numérique et exploitant les données EXIF de nos fichiers RAW. DxO Optics Pro, le logiciel de conversion et correction de la start-up française DxO Labs, en est un très bon exemple. La société vante un gain d'environ 2 diaphragmes pour l'apparence du bruit (une image prise à 1600 ISO ressemble après correction à une autre prise à 400 ISO du même appareil). Bien que cette amélioration soit bien réelle, les algorithmes de DxO (et du couple Bibble/Noise Ninja) ont tendance à trop lisser les images - pour préserver la netteté d'une image, il faut modérer les réglages par défaut !

Nikon D200
3200 ISO
Nikon Capture
4.4



Nikon D200
3200 ISO
Nikon Capture
NX 1.0 bêta 3



La comparaison des deux graphes extraits d'une analyse d'une charte Kodak Q-13 prouve qu'une nouvelle version de logiciel, même aussi révolutionnaire que Nikon Capture NX, ne modifie pas toujours les algorithmes de suppression de bruit, déjà excellents avec la version précédente Nikon Capture 4.4. Les résultats sont sensiblement identiques...

Puisque vous travaillez encore dans un espace linéaire, la correction du bruit est potentiellement moins destructrice pour la qualité d'image (n'oublions pas que chaque intervention sur une image dégrade irrémédiablement sa qualité, même si cette dégradation demeure souvent invisible) puisque les ombres ne sont pas encore délinéarisées et donc exemptes de banding... Tâchez donc de traiter le bruit aussi tôt le fichier RAW importé et affiché par votre logiciel de conversion !



Les outils que nous offrent les logiciels modernes conviennent parfaitement pour produire des images plus fines que l'argentique et cela même avec des appareils numériques dépassés :

Canon D60, EF 1.4/50 USM, 1000 ISO, fichier RAW développé avec ACR 3.4, Lissage de la luminance 2, Réduction du bruit de la couleur 25.

Stratégies pour minimiser le bruit

Les stratégies suivantes vous permettront de tirer le meilleur de votre appareil :

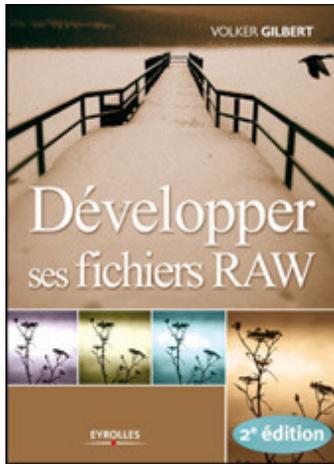
1. Désactivez le réglage automatique de la sensibilité ISO. Cet automatisme, bien qu'utile dans certaines situations, augmente la sensibilité ISO pour faire face à un manque de luminosité, et cela souvent trop tôt, sans exploiter les possibilités offertes par le couple diaphragme/vitesse.
2. Utilisez de préférence un trépied photo ou un objectif plus lumineux. Un objectif « standard » du type 1.8/50 mm fait des miracles lorsque la lumière manque et fournit de bien meilleurs résultats qu'un zoom transstandard combiné à une sensibilité ISO élevée. En plus, les objectifs de ce type ne sont guère onéreux...
3. Employez l'"exposition à droite". Cette méthode minimise le bruit dans les ombres, là, ou le phénomène est le plus marqué.

En savoir plus sur l'auteur de cet article

Photophiles.com remercie Volker Gilbert , auteur de cet article écrit à l'occasion du lancement de son livre Développer ses fichiers RAW, et qu'il nous a gentiment permis de reproduire à l'intention des lecteurs de

Photophiles. Volker Gilbert a travaillé pendant quelques années comme photographe professionnel dans les domaines de la mode, du portrait et des photos de voyage. Il est actuellement spécialiste photo numérique dans un grand magasin photo professionnel, et travaille à la rédaction d'un ouvrage sur la Gestion des Couleurs qui devrait voir le jour prochainement. Retrouvez ses images, articles, cours et tutoriaux sur son site <http://www.volkergilbertphoto.com>.

A lire aussi sur cours-photophiles l'article du même auteur : [Gestion des couleurs : les espace de travail](#).



Développer ses fichiers RAW (2ème édition)

Par Volker Gilbert

Entièrement remis à jour à l'occasion de cette 2e édition, ce premier livre dédié au format RAW est loin d'être un simple manuel technique des logiciels de conversion les plus répandus (Camera Raw, Lightroom, Capture One, Bibble, Canon DPP, Nikon Capture NX...). En traitant notamment de notions indispensables pour maîtriser la prise de vue, de gestion des couleurs et du traitement des images, il a avant tout pour ambition d'apporter des solutions efficaces aux problématiques des photographes – professionnels ou amateurs – soucieux de la qualité de leurs photos.

Quand et pourquoi faut-il travailler au format RAW ? Peut-on parler de « négatif numérique » ? Quels sont les traitements à effectuer sur les fichiers RAW au préalable à la conversion ? Quelles retouches faut-il au contraire réserver au post-traitement sous Photoshop ?... À travers de nombreuses études de cas concrètes, très illustrées et détaillées pas à pas, cet ouvrage vous accompagnera à la découverte de techniques et de savoir-faire indispensables pour améliorer la qualité et le rendu de vos images.

Au sommaire

Comprendre le format RAW. Pourquoi choisir le RAW ? • Implications sur votre manière de travailler • Pérennité des formats bruts Bien choisir son logiciel de conversion. Les critères de choix • Camera Raw • Bibble • Capture One • Canon DPP • DxO Optics Pro • Lightroom • Nikon Capture NX • Raw Shooter • UFRaw • L'avenir du traitement RAW La prise de vue au format RAW. La sensibilité ISO • L'exposition • La balance des blancs Soignez vos couleurs. Les espaces couleur • Les espaces de travail • Étalonner votre système Au Travail ! Ajuster la balance des blancs avec Camera Raw, avec DPP • Ajuster l'exposition avec Camera Raw, avec Capture One • Afficher vos couleurs avec Camera Raw, avec Capture One, avec Photoshop • Optimiser luminosité et contraste avec Camera Raw, avec Bibble, avec Photoshop • Recadrer et redresser vos images avec Camera Raw, avec RSP • Éliminer le vignetage avec Camera Raw, avec DxO • Éliminer la distorsion optique avec Bibble, avec DxO, avec Photoshop • Corriger l'aberration chromatique avec Camera Raw, avec Bibble, avec Photoshop • Modifier le nombre de pixels avec Camera Raw, avec RSP, avec Photoshop • Passer en noir et blanc avec Camera Raw, avec Capture One, avec Photoshop • Réduire le bruit avec Camera Raw, avec Nikon Capture NX, avec Photoshop • Quand faut-il accentuer ? • L'accentuation avec Photoshop Bridge et Camera Raw. Lancer Bridge • Interaction avec Camera Raw • iView Media Pro Scripts et commandes d'automatisation.

Code éditeur : G12083

ISBN : 978-2-212-12083-7

Prix : 36 euros

Conception couverture : Nord Compo – Photos de couverture : Volker Gilbert

En savoir plus sur ce document

Télécharger ce document :

Volker Gilbert propose sur son site cet article sous formes de cinq fichiers à télécharger au format pdf :
Comprendre le format RAW (1)

<http://volkergilbert.free.fr/Comprendre%20le%20format%20RAW-1.pdf>

Comprendre le format RAW (2) :

<http://volkergilbert.free.fr/Comprendre%20le%20format%20RAW-2.pdf>

Comprendre le format RAW (3) :

<http://volkergilbert.free.fr/Comprendre%20le%20format%20RAW-3.pdf>

Comprendre le format RAW (4) :

<http://volkergilbert.free.fr/Comprendre%20le%20format%20RAW-4.pdf>

Comprendre le format RAW (5) :

<http://volkergilbert.free.fr/Comprendre%20le%20format%20RAW-5.pdf>

Restrictions d'utilisation :

Merci de n'utiliser ce document qu'à des fins personnelles. Pour toute autre utilisation, merci de contacter l'auteur sur son site Internet www.volkergilbertphoto.com

[< Préc](#)

[Suivant >](#)

Mis à jour (Vendredi, 16 Avril 2010 15:18)