

# La lutte contre le bruit

Introduction – Bruit de luminance et bruit chromatique — Traitement dans Photoshop  
Traitement dans Camera Raw – Logiciels alternatifs – Ne pas aller trop loin  
Annexes : filtre médiane ; autres types d'artefacts

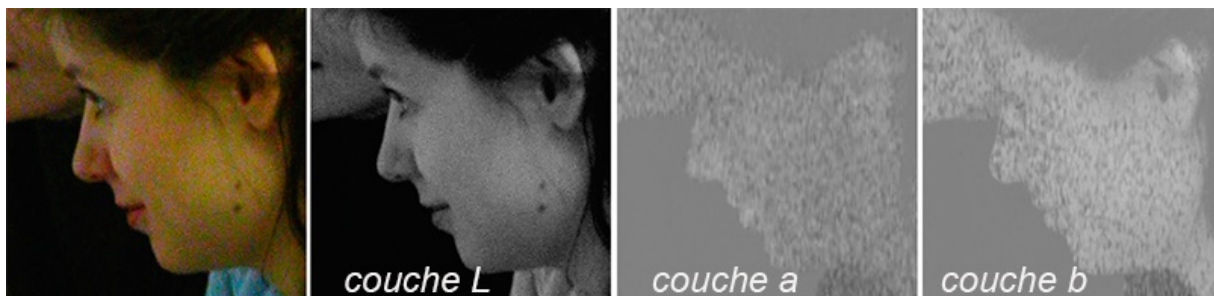
## Introduction

Le bruit proprement dit dans les images numériques est une granulation aléatoire qui devient de plus en plus présente au fur et à mesure qu'on monte en sensibilité et qu'on s'intéresse aux tons les plus sombres de l'image. C'est la forme numérique du « grain » des images argentiques, mais alors que ce grain était toléré et quelquefois même apprécié, le bruit numérique est généralement considéré comme indésirable. C'est à son atténuation que ce chapitre est consacré.

On fait parfois des confusions avec le « bruit de pixels tièdes » qui apparaît dans les poses longues (plus d'une seconde) si le menu *Réduction du bruit* n'est pas activé dans l'appareil. Certains des pixels du capteur s'échauffent anormalement et deviennent trop lumineux dans l'image. Ces pixels étant toujours au même endroit, ce phénomène n'a rien d'aléatoire ; le remède apporté par ce menu *Réduction du bruit* consiste à faire une 2ème pose de même durée, obturateur fermé, pour localiser ces pixels et les traiter dans la première image. La confusion vient de ce qu'il y a un deuxième menu pour lutter contre le bruit proprement dit (aléatoire), qui porte presque le même nom, *Traitement du bruit*. Ce dernier a plusieurs niveaux (standard, fort, faible, etc.) et il n'agit que sur les images JPEG ou TIFF créées par l'appareil, pas sur les images RAW, alors que la correction apportée par le premier est incluse à l'image RAW (en quelque sorte, ce sont des pixels anormaux qu'on retire de l'image)

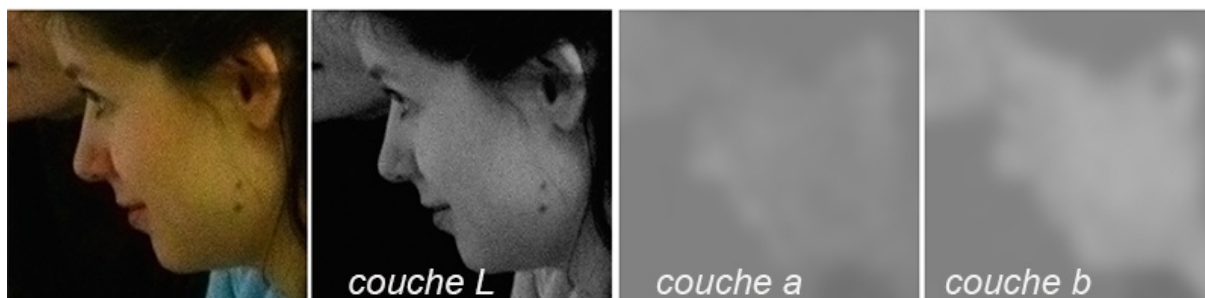
### *Bruit de luminance et bruit chromatique*

Le bruit se manifeste différemment sur les couleurs et sur la luminance. Pour illustrer cette distinction, ouvrez l'image *katell.jpg* et passez en mode LAB — qu'on se rassure, on ne va pas y rester longtemps.



L'illustration montre un détail de l'image globale puis le même détail dans la couche *L* (information de luminosité) puis dans les couches *a* et *b* (information de couleur). On constate que les trois couches sont bruitées, et, tout naturellement, on appelle *bruit de luminance* celui de la couche *L* et *bruit chromatique* celui des couches *a* et *b*.

On peut aisément supprimer le bruit chromatique en imposant un flou gaussien aux couches  $a$  et  $b$  (un rayon de 8 px suffira pour cette image). Cela fait disparaître le bariolage de la peau, mais il reste évidemment le bruit de luminance, qui se traduit par un grain plus fin. La figure suivante montre le résultat :



Le progrès est très net, mais insuffisant : il faut également s'attaquer au bruit de luminance. A noter toutefois que ce bruit est beaucoup plus gênant sur les zones lisses (comme la peau dans les visages) que dans les zones à texture très fine comme la laine du pull-over ou les cheveux : *ces textures fines supportent bien mieux le bruit de luminance à grain fin qu'un bruit chromatique à variations plus lentes.*

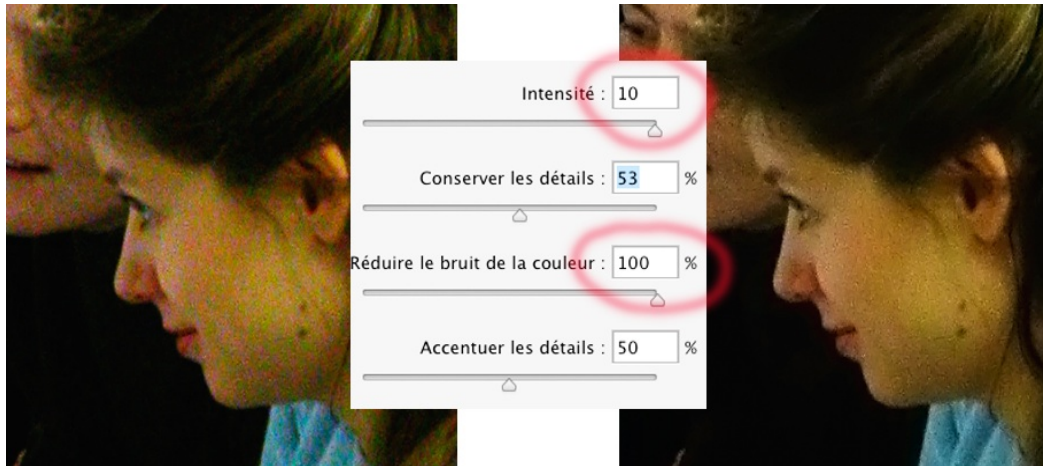
Incidentement, cette image très bruitée a été choisie pour son intérêt pédagogique : prise à 400 ISO en 2004, elle est typique de l'état de l'art des meilleurs APN compacts experts de l'époque. Dix ans après, les progrès ont été considérables, surtout avec les boîtiers reflex et les grands capteurs. *Notamment, le bruit chromatique des images modernes est considérablement plus faible.* Le fragment ci-contre montre où on en était cinq ans après à 1600 ISO avec un Olympus E-30 : on a un fort bruit de luminance, mais plus de bruit chromatique ; encore son capteur était-il considéré en son temps comme assez médiocre en basse lumière. Une nouvelle génération de capteurs plus performante est arrivée dans les années 2010-15, mais comme on en profite pour travailler avec des sensibilités encore accrues (3200, 6400 ISO...) le bruit reste toujours un problème important en pratique.



A noter que les illustrations de ce cours ne permettent pas de bien se rendre compte de l'effet du bruit dans les images, car elles sont plus ou moins réduites dans la mise en page : il faut revenir aux originaux et contrôler ce qui se passe dans Photoshop. Par exemple, ouvrez le fichier *comparaison/original.jpg* pour voir d'où vient la figure précédente. Ce bruit est d'autant plus gênant qu'on va souvent éclaircir les tons les plus sombres et qu'il montera d'autant. Mais qu'on ne désespère pas, on peut lutter ! On trouvera dans ce dossier *comparaison/* les résultats de plusieurs traitements de cette image — et n'oubliez pas que tous ces fichiers de ce dossier ne concernent qu'un fragment d'une image beaucoup plus grande.

## Traitement du bruit dans Photoshop

Jusqu'à sa version CS-5, Photoshop n'avait pas d'outil vraiment performant pour lutter contre le bruit. On n'y trouvait que le menu *Filtre > Bruit > Réduction du bruit*, dont les capacités sont assez limitées. Pour s'en convaincre, rouvrez l'image *katell.jpg* et activez ce menu (qui existe toujours... et n'a pas été amélioré).



On voit à gauche un fragment de l'image originale, avec les marbrures rouge/vert sur les visages, à droite le même fragment traité avec les réglages du filtre poussés à fond. Le bariolage des visages a disparu, mais il reste un grain très sensible ; c'est mieux que la simple suppression du bruit chromatique que nous avons faite en LAB, mais ce n'est pas suffisant.

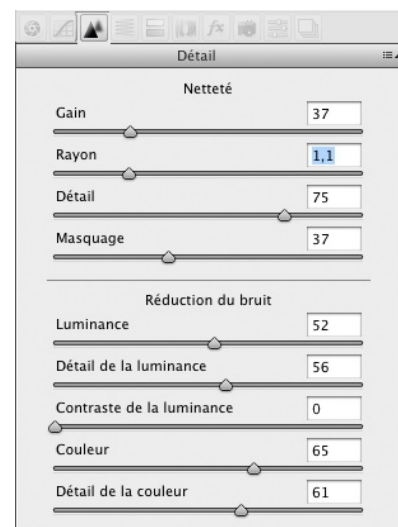
### ...et dans Camera Raw

Nous allons voir que la nouvelle fonction anti-bruit de Camera Raw est capable de beaucoup plus loin dans le lissage du bruit. Pour cela, nous allons ouvrir le fichier *katell-copie.jpg*, simple copie du fichier précédent (nous expliquerons plus loin pourquoi nous opérons sur une copie). Pour ouvrir Photoshop l'ouvre dans Camera Raw, il faut passer par le menu *Fichier > Ouvrir*. Une fois choisi le bon fichier à ouvrir, avant de cliquer sur le bouton *Ouvrir*, regarder la liste déroulante *Format* : normalement, elle indique « JPEG ». *Faites-la passer à « Camera Raw »*, puis ouvrez.

L'image s'affiche dans la boîte de dialogue de Camera Raw ; les réglages anti-bruit sont dans l'onglet *Détail* (figure ci-contre), dans le cadre *Réduction du bruit*. On y voit 5 curseurs, mais seulement deux sont vraiment importants :

- ◆ *Luminance* : réduit le bruit de luminance.
- ◆ *Couleur* : réduit le bruit de chrominance.

Les autres inhibent l'action des curseurs précédents si le bruit est supérieur à certains « seuils » (parce qu'on considère alors que ce n'est peut-être plus du bruit), mais la définition de ces « seuils » n'est pas très évidente... et l'action de ces curseurs non plus. Personnellement, je n'y touche jamais.



(pour plus de détails, se reporter à la page officielle <http://helpx.adobe.com/fr/creative-suite/using/sharpening-noise-reduction-camera-raw.html> )

L'illustration suivante démontre la supériorité de cette nouvelle fonction par rapport au vieux menu *Filtre > Bruit > Réduction du bruit*.



Remarques :

- 1 – Il y a une autre fonction de réduction du bruit dans Camera Raw, associée au pinceau de retouche, mais qui apparemment ne gère pas le bruit chromatique (essayez avec le fichier *katell-copie.jpg*)
- 2 – Pourquoi avons-nous opéré avec une copie du fichier original *katell.jpg* ? Parce si vous ouvrez un fichier JPEG dans Camera Raw (où vous le modifiez) et que vous passez dans Photoshop sans rien enregistrer en sortie, ce fichier aura un comportement surprenant : la modification ne se verra pas si vous le rouvrez dans un autre logiciel que Photoshop, et, avec Photoshop, on se retrouvera dans Camera Raw à l'ouverture, avec l'image modifiée. Il ne redevient un fichier JPEG normal que si vous le réenregistrez une fois arrivé dans Photoshop proprement dit.

## Les logiciels alternatifs

D'autres éditeurs de logiciels ont profité de la carence prolongée d'Adobe face au problème du bruit pour proposer divers filtres externes additionnels pour supprimer le bruit. Parmi les plus populaires d'entre eux, citons *NeatImage*, *Ninja*, *Noiseware*, et, depuis 2009, *Topaz Denoise* ou *Nik Dfine* (tous MacOS ou Windows). On en trouvera une excellente revue dans le site web de Michael Almond (<http://www.michaelalmond.com/>) — il n'y manque que le *Topaz Denoise*. Avoir l'un de ces logiciels, même avec les versions récentes de Photoshop, vous simplifiera la vie, sans compter que plusieurs d'entre eux sont plus puissants que Camera Raw pour traiter des images très bruitées.



## Il ne faut pas aller trop loin dans la réduction du bruit

La figure ci-contre montre ce qui se passe si on pousse trop loin la réduction du bruit : la peau des visages finit par devenir trop lisse... mais, bien avant et très fâcheusement, le pull-over perd totalement sa texture fine parce que le logiciel finit par la considérer comme du bruit ; on a l'impression que la laine se feutre.

*Il conviendra souvent de moduler l'action du logiciel anti-bruit dans les différentes parties de l'image, afin de la modérer là où elle devient nuisible. Ce sera facile si on dispose d'un plugin spécialisé : comme on doit toujours faire agir ce plugin sur une copie du calque à débruiter (parce qu'il s'agit d'une opération destructive), on ajoutera un masque de fusion qu'on peindra en noir ou en gris là où il faut modérer le débruitage. Cette procédure devrait donner satisfaction avec les appareils à grands capteurs récents, avec un bruit chromatique assez faible.*



Par contre, cette approche simple fonctionnera mal dans le cas de notre image *katell* à cause de son bruit chromatique très fort. Si on revient à l'image originale sur le pull-over, on fait aussi revenir un bruit chromatique qui est trop perceptible sur la laine. Ce qu'il faudrait, c'est revenir à un état intermédiaire où on aurait juste supprimé ce bruit chromatique ; autrement dit, il faudrait opérer en deux temps :

- (1) dupliquer le calque à traiter et supprimer le bruit chromatique seul. En général, ce traitement ne provoquera aucune dégradation de l'image.
- (2) Dupliquer le calque copie ainsi traité, supprimer le bruit de luminance et ajouter un masque de fusion pour localiser l'effet — ici, pour enlever le feutrage sur la laine mohair.

On n'aura aucune difficulté à suivre ce schéma général si on dispose d'un plugin spécialisé, ceux-ci permettant généralement de traiter séparément les deux types de bruit. Si on ne dispose que des ressources de Photoshop et Camera Raw, on pourrait tenter de faire un seul passage dans Camera Raw de la manière suivante

- (1) enlever le bruit chromatique dans l'onglet *Détail*
- (2) revenir ensuite au pinceau de retouche pour sélectionner les zones où il faudrait enlever le bruit de luminance et pousser le curseur *Réduction du bruit*.

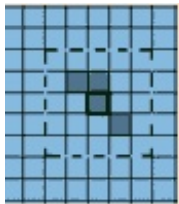
Malheureusement, l'outil inclus dans le pinceau de retouche n'est pas très puissant ; d'autre part, faire la sélection préalable est un peu fastidieux. On préférera alors l'approche plus sophistiquée suivante :

- (1) comme précédemment, enlever seulement le bruit chromatique dans l'onglet *Détail*, mais *sortir en objet dynamique* dans Photoshop ;
- (2) dans la palette des calques, faire un clic droit sur le nom du calque et choisir l'option *Nouvel objet dynamique par Copier*. On crée ainsi un nouvel objet dynamique indépendant du premier. Ouvrir cet objet et supprimer cette fois le bruit de luminance.
- (3) Ajouter un calque de fusion pour supprimer les endroits où cette deuxième suppression est malheureuse.

## Annexes

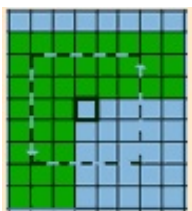
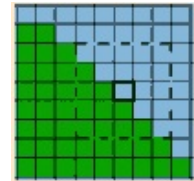
### *Le filtre « médiane »*

On peut considérer ce filtre comme un outil anti-bruit rudimentaire. Les filtres de flou diminuent bien le bruit, mais ils gomment les contours : on en aimerait bien un qui s'arrêterait pile sur les contours. Cela n'existe pas, mais quelque chose qui s'en approche un peu est le filtre *Filtre>Bruit>Médiane*. On examine les pixels voisins du pixel courant, sur une certaine profondeur d'analyse, et, au lieu de faire une moyenne sur leurs composantes chromatiques, on en dresse une liste et on adopte ce qui vient en milieu de liste. Le fonctionnement est illustré par les schémas suivants, qui montrent l'arrangement des pixels dans quelques cas caractéristiques. Le pixel analysé est renforcé en noir et on suppose une profondeur d'analyse de 24 pixels, de sorte que chaque pixel a 24 voisins pris en compte.



On a ici quelques pixels de bruit bleu foncé sur un fond bleu clair. Chaque pixel de bruit est entouré de 21 pixels réguliers et de 3 pixels foncés ; le milieu de liste est forcément dans la couleur de fond et les pixels de bruit sont donc gommés. Malheureusement, toute ligne fine est également gommée dès qu'on prend une largeur d'analyse supérieure à la largeur de la ligne...

Ici, on arrive sur une séparation entre deux couleurs. Pour un pixel juste à droite de la séparation, les 24 voisins se répartissent en 10 verts et 14 bleus : le milieu de liste est donc dans les bleus et le pixel ne change pas de couleur. *Les contours (à peu près) droits ne sont pas modifiés.*



Par contre, ça se passe moins bien quand on arrive sur un coin. Ici, le pixel bleu au coin a 8 voisins bleus et 16 voisins verts. Le milieu de liste est donc vert et le pixel va changer de couleur. *Le filtre médiane a tendance à arrondir les contours.*

Ce filtre médiane a d'autres défauts :

- ◆ Il manque de souplesse : la profondeur d'analyse est un nombre entier de pixels, alors qu'on souhaiterait souvent un nombre fractionnaire (comme un filtre gaussien qu'on peut régler à 1,5 pixels si 2 pixels donne un effet trop fort). Ce défaut peut toutefois être partiellement compensé après coup par le menu *Edition>Estomper*.
- ◆ et il a tendance à postériser, c.à.d. qu'il a tendance à former des aplats uniformes si la profondeur est trop grande. Le remède est simple : diminuer la profondeur.

En conclusion, ce filtre fait un lissage moins doux qu'un flou gaussien, mais il a le grand mérite de respecter (à peu près) les contours. Il peut être précieux dans la lutte contre le bruit, et notamment contre le bruit chromatique dans les couches *a* et *b* ( si on n'a rien de mieux ☺ )

Le filtre *Bruit > Antipoussière* également proposé par Photoshop est une variante à seuil de ce filtre. Photoshop calcule la différence entre l'image originale et l'image traitée par le filtre médiane avec le même rayon et il n'affiche l'image traitée que si cette différence est supérieure au seuil. Si on essaie de faire disparaître du bruit (c.à.d. une fluctuation faible), on est amené à l'utiliser avec un seuil très faible, voire nul, et on se retrouve alors devant l'effet d'un simple filtre médiane.

## *Autres artefacts dégradant la qualité des images*

On range généralement avec les bruits un certain nombre de phénomènes indésirables dégradant la qualité des images.

- ◆ **Moirages** : ce sont des franges plus ou moins colorisées apparaissant parfois quand on photographie une texture périodique ; ce sera l'objet du chapitre suivant.
- ◆ **Artefacts JPEG** : irrégularités accompagnant les lignes de discontinuité, ou pavages de 8 px de côté dans les dégradés lents dans les images JPEG trop comprimées. On peut les atténuer moyennant un léger flou de l'image. Dans Photoshop, le filtre *Bruit > Réduction du bruit* offre une option pour le réduire, mais il ne me semble pas qu'il soit très efficace.
- ◆ **Tramage** : les images imprimées dans les revues ou les livres sont tramées, c.à.d. que la couleur est déposée dans des points régulièrement répartis, *la trame* (figure ci-contre). Les scanners sont généralement munis de fonctions spécialisées pour enlever cette trame, mais pas Photoshop. La méthode théorique passe par l'emploi de transformées de Fourier rapides (chercher « FFT+photoshop » sur le web pour plus d'information). Faute de mieux, on essaiera d'appliquer le filtre médiane plusieurs fois de suite avec un petit rayon. On peut aussi essayer un plugin antibruit ; certains, comme *Dfine* (mais pas *Denoise*), atténuent le tramage, mais au prix d'un lissage excessif de l'image ; on peut aussi combiner les deux méthodes.



- ◆ **Poussières et rayures** : c'est évidemment une calamité avec tous les documents anciens. Les scanners modernes ont des fonctions spéciales pour faire face au problème, mais on n'a pas toujours accès à de telles machines et on se trouve assez dépourvu quand une image ancienne arrive dans Photoshop couverte de rayures et de taches. On a longtemps chanté les mérites d'un plugin gratuit écrit par des ingénieurs de Polaroid (*Polaroid Dust Scratch Removal*) mais je n'ai jamais été trop convaincu ; de toutes façons, ce plugin ne fonctionnerait pas avec les versions modernes « 64-bit » de Photoshop. Depuis les versions CS-5 et CS-6, Photoshop dispose d'un filtre *Bruit > Antipoussière* qui devrait faire le même travail, mais à ma connaissance, nul n'a jamais comparé les deux filtres. On voit ci-contre ce que fait ce filtre *Antipoussière* sur une vieille photo de classe : les taches et les rayures sont bien parties, mais les traits des visages ont beaucoup souffert du traitement. On reste finalement devant un gros travail de patience à accomplir avec les différents types de tampons et le pinceau...

