

Introduction

Rappel : Un flat field est la technique classique utilisée pour supprimer le vignettage et les poussières visibles sur une photo numérique. La méthode consiste à prendre une photo (de quelques centièmes à quelques dixièmes de secondes, voire plus si la source lumineuse est faible) d'un fond blanc uniforme afin de « capter » les défauts optiques, dans le but de les enlever par la suite. On appelle « FLAT FIELD » ou « Flat » cette photo. La technique classique consiste à diviser chaque pixel de la photo par celui correspondant du Flat Field.

Sur photoshop CS2, il n'y a pas d'opération de division entre layers, et à cause de cela, beaucoup pensent qu'il n'est pas possible d'appliquer un flat sous photoshop.

J'ai mis au point une méthode pour faire cette division sous photoshop. Elle est basée sur une propriété mathématique, le développement limité de $1/(1-X)$ au voisinage de zéro. Ceux qui n'aiment pas les maths ou ne comprennent rien peuvent sauter le point §1 aller au §2 pour avoir directement le résultat.

La méthode simple permet d'être exacte quasiment à 100%, tant que la perte de luminosité du système (vignettage, poussières etc.) ne dépasse pas 50% localement. Nous expliquerons en détail au §3 pourquoi cette limitation des 50% existe.

Au delà de 50%, il reste possible d'obtenir une très bonne correction, mais cela est un peu plus long à mettre en oeuvre en pratique, surtout si le nombre de photos brutes à traiter est important. Nous expliquerons toutefois comment procéder.

Master Flat. Pour être plus précis, en pratique, les logiciels de pré-traitement ne divisent pas directement par un flat field, mais par une moyenne (ou mediane) entre plusieurs flats (typiquement 5 à 10) qu'on appelle **Master Flat**. Ils procèdent également à un ajustement de la luminosité en multipliant (après avoir divisé) par la luminosité moyenne du flat, de façon à ne pas que la photo corrigée ne soit pas plus lumineuse que la photo originale. Nous allons alors passer par l'étape préalable de création d'un master flat qui sera abordée au §2, c'est une étape cruciale pour obtenir une correction exacte.

Veillez m'excuser pour les noms de menus dans photoshop donnés en anglais, j'utilise en effet une version en anglaise du logiciel. N'hésitez pas à me communiquer les équivalents en français!

1. Principe sous jacent

La méthode est basée sur le fait que le développement limité de $1/(1-X)$ lorsque X est proche de zéro est $1 + X + X^2 + X^3 + \dots$
 Pour diviser notre photo par le master flat, imaginez que le pixel par lequel on divise s'écrit $1-X$.

Le blanc vaut 1, le noir vaut 0.

La couleur blanche correspond donc à la valeur $X=0$ et le noir à la valeur $X=1$

(remarque, que l'on soit en 16 bits par pixels, ou 8 bits par pixel ne change rien au principe, on a simplement un facteur multiplicateur 256 ou 65536, divisé par k compris entre 0 et 65536 équivaut bien à $65536 \cdot (1/k)$ avec k compris entre 0 et 1)

Nous verrons au 2. comment créer dans tous les cas un master flat dont les valeurs sont très proches de 1, c'est à dire très proche du blanc. Pour l'instant, considérez cela comme acquis.

En divisant par des valeurs très proches de 1, nous avons bien X très petit, ce qui justifie parfaitement l'utilisation d'un développement limité.

En pratique, utiliser un développement d'ordre 2 permet une très bonne correction lorsque les pertes de lumières sont modérées (disons 35% max). Au delà, pour une correction la plus exacte possible, il est préférable d'utiliser un ordre supérieur. Nous en reparlerons plus tard.

Soit F un pixel du Master Flat, P le pixel source (qu'on veut diviser par F) et Q le pixel destination. Selon la méthode classique de flatfield, on a $Q=P/F$

Posons $X=1-F$

On a donc $Q = P/(1-X)$

$= P \cdot (1 + X + X^2 + X^3 + \dots)$

$= P + P \cdot (X + X^2 + X^3 + \dots)$

c'est cette dernière forme que nous utiliserons pour appliquer le master flat sous photoshop

2. Création du Master Flat

Tout d'abord, sous photoshop, pour appliquer un flatfield, il est impératif de travailler en mode 16 bits / pixel, car les opérations de multiplications sur des valeurs faibles demandent une bonne précision. En travaillant en 8 bits par pixels, on a très rapidement les multiplications de faibles valeurs qui donnent zéro, rendant la correction nettement moins précise.

Vous allez ouvrir vos flats et les placer chacun dans un layer
 Pour moyenner l'ensemble, la valeur d'opacité ds calques doit être réglée de la façon suivante

1 (soit 100%) pour le premier calque, c'est à dire celui du bas

1/2 (50%) pour le deuxième

1/3 (33%) pour le troisième

1/4 (25%) pour le quatrième

et ainsi de suite selon le nombre de flats que vous avez effectués.

Plus vous avez de flats, plus le bruit sera faible et la correction de qualité.

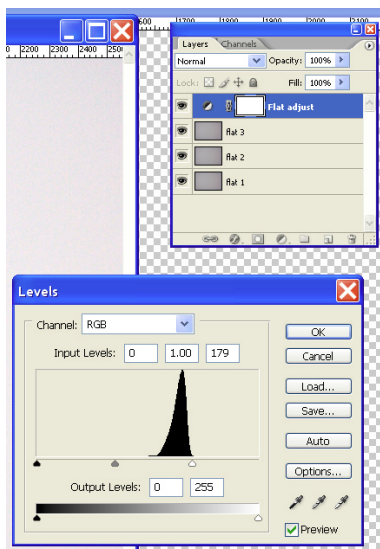
(La figure plus bas montre à quoi ressemble vos calques dans le cas de 3 flats)

Il est à noter que photoshop possède des filtres qui permettent si jamais vous n'avez fait que peu de flats de diminuer considérablement le bruit sans modifier les poussières ou le vignettage. Cela peut-être une alternative, je reviendrais dessus une autre fois.

Au dessus de ces layers de flat, vous allez créer un layer d'ajustement de niveaux (Layer "Flat adjust" dans la figure ci-dessous).

utilisez le menu: Layer/new ajustement Layer /Levels) et ajustez le curseur de droite à la limite supérieure de l'histogramme, sans toucher au curseur de gauche. Cela conservera le rapport de luminosité entre les différents pixels de votre master flat, n'introduisant ainsi pas d'erreur dans la correction.

Note: On remarque au passage que mon système a une perte de luminosité max de 138/179 (138 étant la valeur à gauche de la "bosse" de l'histogramme, 179 la valeur à droite) soit une perte de luminosité max de 22,9%. Typiquement avec ce genre de valeurs, une correction à l'ordre 1 corrige à 95%, et l'ordre 2 à 99%, ce qui explique que je n'ai pas eu besoin d'aller dans des ordre plus hauts et me soit montré peu être un peu optimiste quand à la qualité de la correction de l'ordre 1 lors de la première version de cet article :), ainsi que me l'a fait remarqué Thierry Legault.



Vous pouvez ensuite sauvegarder votre Master Flat (en .tif, 16 bits/pixel, sous le nom MasterFlat.tif par exemple)

Note: Pour une qualité optimale de pré-traitement, en particulier si vous utilisez des darks, il est recommandé de soustraire au préalable le signal d'offset de vos flat. Si vous n'utilisez pas de darks, vous pouvez éventuellement vous en passer, car un flat contenant l'offset corrigera alors en partie l'effet d'offset en même temps que le vignettage et les poussières. Par contre, si un dark est soustrait, le dark contenant l'offset, cela signifie que l'offset est déjà soustrait. Si vous ne le supprimez pas du master flat, il réapparaîtra (en partie) lors de la division par le flat. Les effets d'une suppression ou non de l'offset restent cependant mineurs et ne sont pas au coeur de cet article, donc je ne m'attarderai pas plus dessus.

3. Création du YLT Flat

En appliquant $P+P*(X+X^2+X^3+...)$ (cf.1) , nous allons additionner plusieurs layers (X, X^2, X^3) . Sous photoshop, c'est l'opération "linear dodge" qui correspond à l'addition de deux layers.

J'appelle **YLT Flat** le layer $Y = (X+X^2+X^3+...)$. (remarque au passage: ce n'est pas par prétention que je l'appelle "YLT", mais juste pour ne pas confondre avec le master flat. Je ne trouvais pas de nom simple pour ce layer, et souvent quand il n'y a pas de nom "classique" j'utilise "YLT", car c'est court et explicite)

Pour créer le YLT Flat, partez du Master Flat et inversez le (par Image/Adjustements/Invert ou CTRL-I) Cette opération effectue 1-F, ou F est la valeur du master Flat. Appelez X le layer inversé.

Nous allons maintenant créer le Layer Y=

Dupliquez X 2 fois, multipliez les deux layers entre eux (par mode de blend multiply) et appelez le layer résultant X2.

Dupliquez X 3 fois et multipliez entre eux les layers, appelez le résultat X3.

Passez les layers X2 et X3 en mode de blend Linear Dodge pour les additionner à X

Fusionnez X, X2 et X3 en un Layer Y

Vous venez de créer un YLT Flat d'ordre 3. Je vous conseille de le sauvegarder en .tif (par exemple YLT3-Flat.tif) Nous l'appliquerons sur chacune des brutes à pré-traiter par la suite.

Note, pour savoir à quel ordre vous devez monter lors de la création de votre YLT Flat, afin d'avoir une bonne correction, vous pouvez vous reporter au §4 ci-dessous. En pratique, à moins d'avoir des pertes de luminosité très fortes, l'ordre 2 donne déjà d'assez bons résultats.

Note: Vous devez être capable de calculer votre perte de luminosité maximale, il y a plusieurs méthodes, une simple consiste à regarder la largeur de la "bosse" sombre de l'histogramme du layer X et en la divisant cette largeur par 256. Par exemple une largeur de 50 signifie que la perte de luminosité max est est de $50/256 = 19,5\%$

4. limitation à 50% de perte de luminosité, et qualité de correction en fonction de l'ordre.

Pourquoi cette limitation ? Tout simplement parce qu'une somme de layers sature à la valeur max possible pour un layer, c'est à dire à la valeur 1.

X est donc limité par le fait que $(X+X^2+X^3+...)$ ne doit pas dépasser 1. C'est pour la valeur de $X=0,5$, c'est à dire 50% de perte de luminosité que cela se produit, lorsque l'ordre est élevé.

On remarque qu'à l'ordre 2, 60% de perte de luminosité induisent que $X+X^2 = 0,96$, ce qui reste inférieur à 1 donc valable.

A l'ordre 3, la limite est de 54%

plus l'ordre augmente, plus on se rapproche de 50%

Si on veut appliquer ensuite le YLT Flat en une seule fois pour chaque brute à pré-traiter, on doit respecter cette limite.

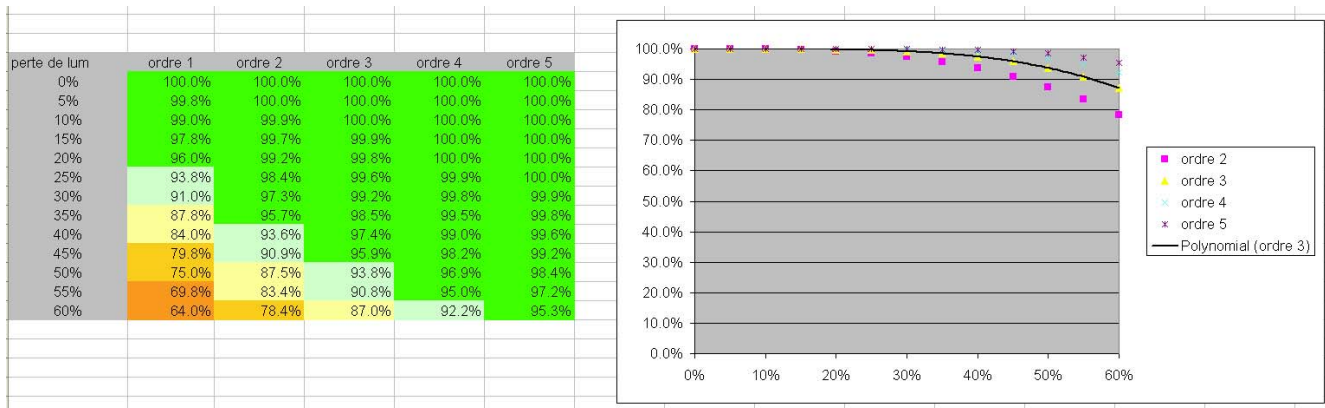
Alors, est-ce à dire qu'on ne peut pas corriger de manière exacte si le système a des pertes de luminosité >50% ? Et bien non, mais il faut alors créer plusieurs YLT flats de telle sorte que chacun d'entre eux ne sature pas, et les appliquer 1 par 1 à chaque photo brute. Cela devient alors plus long et fastidieux. Par exemple à 70% de perte de luminosité, X vaut 0,7, et on pourra créer un layer $(X+X^2)$ (qui vaudra 0,94) et un layer (X^2+X^3) (qui vaudra 0,83), et appliquer $P+P*(X+X^2)+P*(X^2+X^3)$. Aucun des deux layers ne dépassant 1, la méthode reste valable.

Toutefois, on comprend vite que ça devient fastidieux, et plus la perte de luminosité est importante, plus il faut découper en layers !

La limite pour que l'application reste simple se situe donc entre 50 et 60%

Le tableau et la courbe ci-dessous donnent la qualité de la correction en fonction de la perte de luminosité.

Le tableau inclut les ordres 1 à 5, (la courbe visualise les ordres 2 et +)



5) Application du YLT flat.

Soit Y le layer que vous avez créé précédemment ($Y=X+X^2+X^3+...$) à partir du master flat.

Soi P votre photo brute à traiter, je suppose que vous avez placé le layer Y au dessus de P

L'application en elle-même est très simple: Il s'agit de faire l'opération $P+P*Y$

- 1) Dupliquez P (en P2 par exemple)
- 2) Passez le mode de blending de Y en « multiplier »
- 3) Groupez P2 et Y (sélectionnez les deux Layers et tapez CTRL-G) et passez le groupe en mode de blending « Linear Dodge » pour faire une addition

Ça y est, vous avez appliqué votre FLAT !

3. Questions fréquentes

Q : Est-ce que le fait que le pixel soit codé sur 8 bits ou 16 bits change quelque chose pour la précision de la méthode ?

R : la valeur codée sur 8 bit ou 16 bits du pixel n'a pas d'incidence théorique, c'est un facteur multiplicateur constant par rapport à une valeur comprise entre 0 et 1.

exemple simple (en 8 bits), je cherche à diviser un pixel de valeur 64 (de mon image brute) par un pixel de valeur 230 (issu de mon master flat), c'est en fait comme si je faisais $256*(0.25/0.9)$

On divise donc en réalité par (1 - 0.1)

La perte de luminosité pour ce pixel est de 0.1, soit 10%; si votre YLT flat a été fait à l'ordre 2 par exemple, la correction sera bonne à 99,9%

Toutefois il faut absolument travailler en 16 bits par pixels lors de la création du YLT Flat, pour des raisons de précisions. En effet, lorsque vous faites l'opération $Y=X+X^2+X^3+...$, si X est codé en 8 bits par pixels, X^3 vaudra zéro si X est inférieur à 0.157 (soit $40/256$!!) en 16 bits, cette valeur tombe à 0.024 soit $6/256$. La précision est alors suffisante.

4. Conclusion

J'ai présenté cette méthode en étant parfaitement conscient qu'il est en général plus simple d'utiliser un soft de pré-traitement qui fait tout de manière quasi-automatique. J'ai fait ça plutôt pour combler "un vide" car j'entendais beaucoup parler de "bidouilles" ou "méthodes fausses" pour appliquer un flat sous photoshop, alors que j'utilise avec succès cette méthode que j'avais mise au point depuis quelque temps et qui donne d'excellents résultats en pratique. Les utilisateurs avertis de Photoshop comme moi, y trouveront parfois une utilité.

Un débutant, aura tout intérêt à utiliser un soft comme DeepskyStacker qui est très simple d'utilisation.

Si vous appréciez cet article, faites le moi savoir J'en ferai d'autres !

ytl1@astrosurf1.com (en supprimant les 1)

Vous appréciez et utilisez une de ces méthodes ? vous pouvez y faire référence dans vos commentaires techniques. Une simple ligne « FLAT FIELD par méthode YLT Flat »

Il n'y a aucune obligation, mais c'est une façon sympa de me remercier pour avoir pris le temps de la partager avec vous J'en lien vers mon site web <http://www.astrosurf.com/ytl/> serait également apprécié