

ASTRONOMIE ET CCD ^②

Les prétraitements

Nous avons vu lors du précédent article les moyens de faire des acquisitions d'images. Il se trouve qu'une image brute CCD comporte plusieurs informations fondamentales :

– **le signal de l'objet photographié**

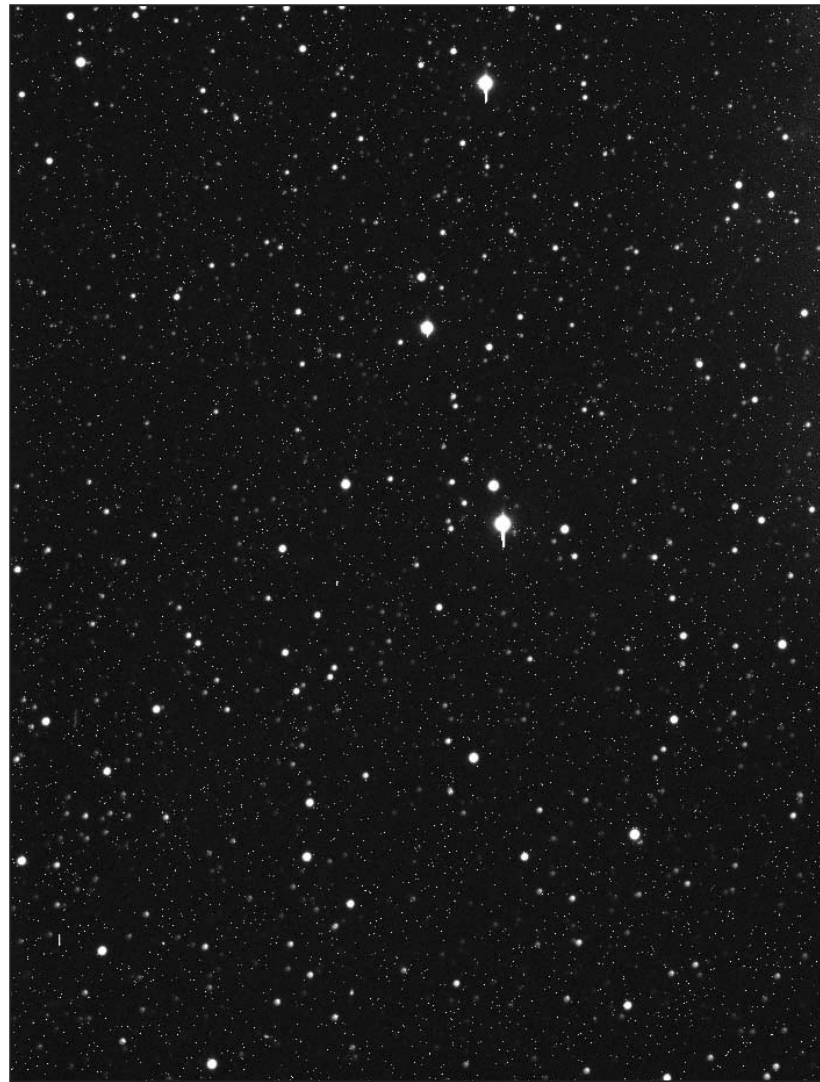
Il s'agit en fait des photons qui frappent le capteur CCD et qui sont transformés en électrons (en général 50 à 80% des photons sont transformés en électrons) ; c'est l'information essentielle pour réaliser l'image finale (figure 1).

– **les "parasites"**

L'image brute comporte également d'autres informations qui altèrent l'image finale. Le but de cet article est de décrire les différents défauts d'une image et d'expliquer comment les éliminer.

La moindre trace de parasite sera fatale lors du traitement final qui doit tirer parti du moindre photon enregistré.

Le **prétraitement** consiste à extraire la valeur de l'intensité lumineuse réellement tombée sur le capteur CCD.



© Nicolas Outters

1 – Une image brute pose de 30 minutes faite avec la lunette TEC140/F5,6 et la ST10xme. Remarquez les traces de blooming* et de poussières sur l'image.

* – Blooming = effet de débordement d'un pixel qui produit une trainée plus ou moins disgracieuse.

par **Nicolas Outters**
 nico.outters@libertysurf.fr
<http://astrosurf.com/nico.outters/astro>



Les parasites

On peut distinguer deux grands groupes de parasites

- **Les parasites liés au capteur CCD et à l'optique :**

- la précharge ou Offset que nous appellerons "BIAS". Celui-ci est le bruit de l'électronique de l'ensemble CCD et corps de la CCD ; sa valeur est constante et ne dépend ni du temps de pose ni de la température du capteur CCD ;
- le Noir que nous appellerons "DARK", il s'agit de la valeur des charges thermiques accumulées pendant la pose. Le dark est dépendant de la température du capteur CCD et du temps de pose ;
- la Plage de Lumière Uniforme (PLU) que nous appellerons "FLAT" est liée à deux facteurs : le vignettage* éventuel dû au chemin optique et les traces de poussières qui se trouvent entre le capteur CCD et l'optique.

Ce vignettage et ces traces de poussières ont comme effet de diminuer le nombre de photons reçus sur le capteur ; cette diminution s'exprime par un pourcentage. Si la présence de poussière réduit de 20 % l'entrée des photons, le taux d'éclairage est de 80 % ou 0,8. Afin de rééquilibrer l'image nous devons donc corriger l'image brute en la divisant par une image de lumière uniforme avec le vignettage et les poussières exactement au même endroit que pour l'image brute (image brute / 0,8).

- **Les parasites liés à l'état du ciel :**

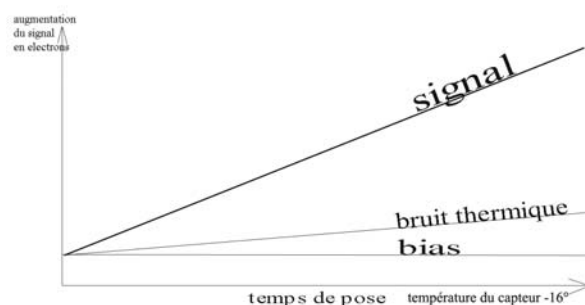
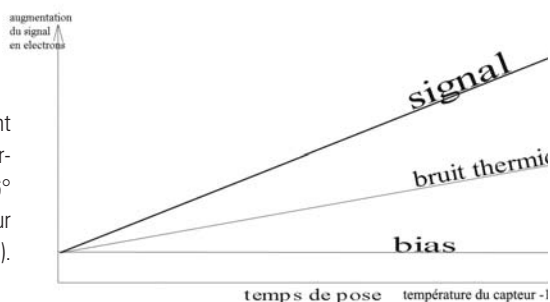
- traces de satellites et d'avions ;
- rayons cosmiques ;
- pollution lumineuse et Lune.

Pourquoi poser longtemps à de faibles températures ?

Pendant le temps de pose, le capteur CCD enregistre différentes informations. Dès la première fraction de seconde le BIAS est enregistré, puis le signal est enregistré proportionnellement à la durée de la pose et la quantité de bruit (DARK) est inversement proportionnelle à la température du capteur ; pour chaque baisse de 6 degré de température, le bruit est divisé par deux. Ce qui veut dire que les longues poses à basse température permettent d'augmenter le rapport signal/bruit (figure 2).

* - Vignettage = l'image est assombrie dans les coins lorsque le cône de lumière est inférieur à la taille du capteur CCD.

2 – Les schémas montrent que le bruit est moins important avec un capteur à -16° (à droite) qu'avec un capteur à -10° (à gauche).





BIAS, DARKS, FLATS : comment les obtenir ?

Bias : faire des poses au minimum de temps possible. Exemple : avec les CCD Sbig les temps d'acquisition seront de 0,1 s avec l'obturateur fermé.

Darks : faire des poses, obturateur fermé, avec le même temps de pose et la même température que les images prétraitées. Si votre CCD est réglée en température (c'est le cas des Sbig et des FLI) le plus simple consiste à se confectionner une bibliothèque de darks en fonction des saisons et des temps de poses. Cependant il est recommandé de refaire régulièrement ces images car le capteur se transforme régulièrement dans le temps. Dans le cas où votre CCD n'est pas régulé en température (cas des Starlight) alors il vous faudra refaire les darks à chaque séance.

Flats : c'est la partie la plus difficile à mettre en œuvre et la plus petite erreur sera répercutée sur le traitement final.

Il est indispensable de faire les flats pour chaque nuit. En effet les poussières ont tendance à se déplacer sur les optiques d'une soirée à l'autre et il ne faut plus toucher ni à la mise au point ni à la position de la CCD dans l'optique.

Plusieurs méthodes d'acquisition des flats sont possibles ; dans tous les cas vous devez obtenir un signal de 35 à 50% de la saturation maximum de votre capteur.

Pour calculer la meilleure valeur de vos flats, il est possible d'utiliser un petit logiciel en ligne à l'adresse suivante : [http://www.starizona.com/ccd/calc_flat.htm].

– Flats réalisés pendant le crépuscule ou l'aube

Il s'agit probablement de la méthode la plus sûre mais vous ne disposez que de peu de temps pour réaliser vos flats, tout au plus quelques minutes. Le télescope

devra être placé au zénith (position où l'éclairage du ciel est uniforme) monture arrêtée. Faites des poses de quelques secondes (de 1 à 5 secondes suivant les filtres) pour obtenir de bons flats.

Il est plus simple de réaliser les flats au petit matin car le capteur CCD et le focus sont correctement ajustés par rapport à l'objet qui a été enregistré la nuit.

– Flats réalisés avec une boîte à flat ou un écran

Vous pouvez vous confectionner une boîte à flat vous-même ; ce n'est pas très compliqué : [http://perso.wanadoo.fr/valere.perroud/boite_a_lumiere.htm] ou acheter un écran "Adirondack Flat Fielder" que vous pouvez trouver sur le site [<http://www.astrovid.com>] (figure 3).

Le gros avantage de ces outils est que vous pouvez les utiliser quand vous voulez ; l'inconvénient c'est qu'il faut que l'éclairage soit le plus uniforme possible pour éviter d'avoir des variations d'éclairage.

– Flats réalisés avec un tee-shirt et une lampe de poche

Cette méthode est assez simple à mettre en place mais il va être très difficile de positionner la lampe torche pour obtenir un éclairage uniforme.

Une fois que vous avez acquis toutes ces images de bias, darks et flat il va être judicieux de les moyenner pour permettre de diminuer le bruit de lecture. Beaucoup de logiciels permettent de composer les images brutes et de créer des "masters". J'utilise "Sigma Bêta 11" de Ray Gralak pour composer mes images.

Vous obtenez donc un MASTER BIAS, un MASTER DARK et un MASTER FLAT qui va vous servir pour faire vos prétraitements.

Opérations avec BIAS, DARKS, FLATS

Si de nos jours de plus en plus de logiciels proposent d'automatiser cette fonction, il n'en reste pas moins qu'il faut être très vigilant quant à cette partie du traitement.

Le schéma de la *figure 4* indique, dans l'ordre, les opérations à effectuer.

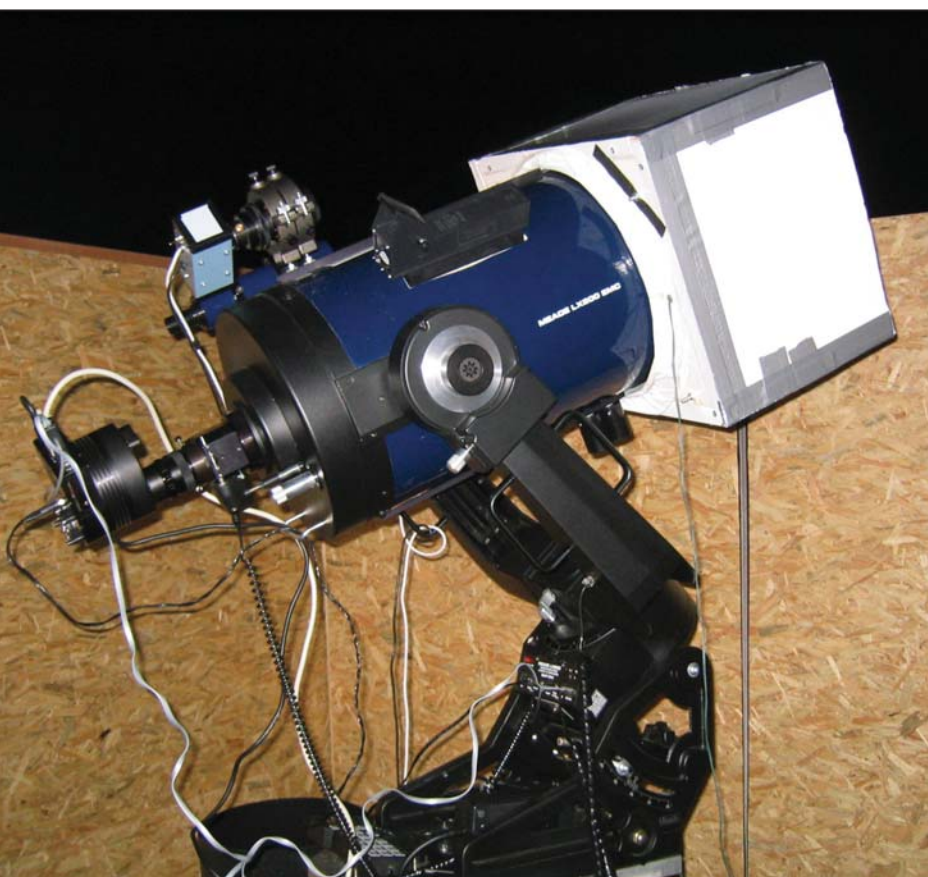
En premier lieu, on soustrait le dark à l'image brute. Celle-ci est soustraite en même temps du dark et du bias puisque le dark était déjà composé lui aussi d'un bias à l'origine !

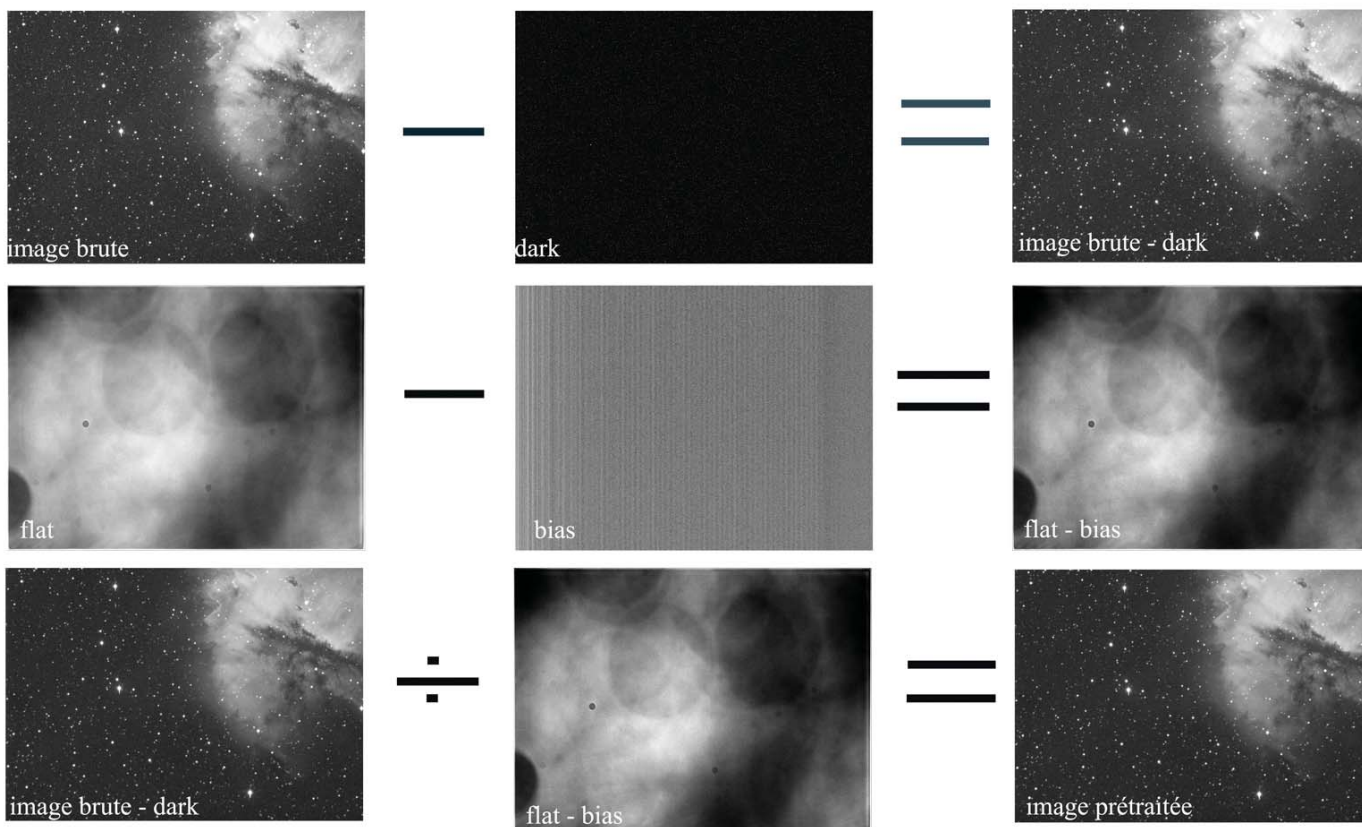
La dernière opération consiste à diviser l'image (brute - dark) par le (flat - bias), ce qui va rééquilibrer les niveaux ainsi diminués par les poussières et le vignetage.

Vous remarquerez que nous avons soustrait le bias au flat avant de diviser l'image. Dans certains cas où le bias n'est pas très important il n'est pas très nécessaire de faire cette opération (cas de la st10xme et de son capteur Kodak KAF3200me) mais dans d'autres cas (celui du KAF6303e) il sera indispensable de retirer le bias au flat avant d'aller plus loin dans l'opération de prétraitement.

Si vos flats ont des temps de pose supérieurs à 10 secondes alors il sera bon de soustraire non pas le bias mais plutôt le dark du flat.

3 – Photo d'un LX200 avec sa boîte à flat en position.





Alignement des images

Nous nous retrouvons donc avec des images brutes débarrassées de tout bruit de lecture.

Avant de les composer il va falloir les aligner les unes avec les autres. En effet il se peut que le suivi n'ait pas été très bon ou que la caméra ait tourné légèrement pendant la nuit, il faudra donc que chaque image soit parfaitement alignée par rapport aux autres avant de composer l'ensemble. Ceci peut se faire avec Ccdsoftv5, Maximdl,, Prims ou tout autre logiciel gratuit comme Iris.

Compositage des images

Le compositage consiste à additionner les images ; cela permet d'augmenter le signal et de diminuer le bruit, les traces éventuelles d'avions ou de satellites ; les rayons cosmiques et les pixels chauds* vont disparaître (figure 5).

Différents algorithmes de compositage sont disponibles : addition, moyenne, médiane, sigma clipping. Je n'utilise que le sigma clipping*, c'est celui qui me donne les meilleurs résultats.

Automatisation des prétraitements

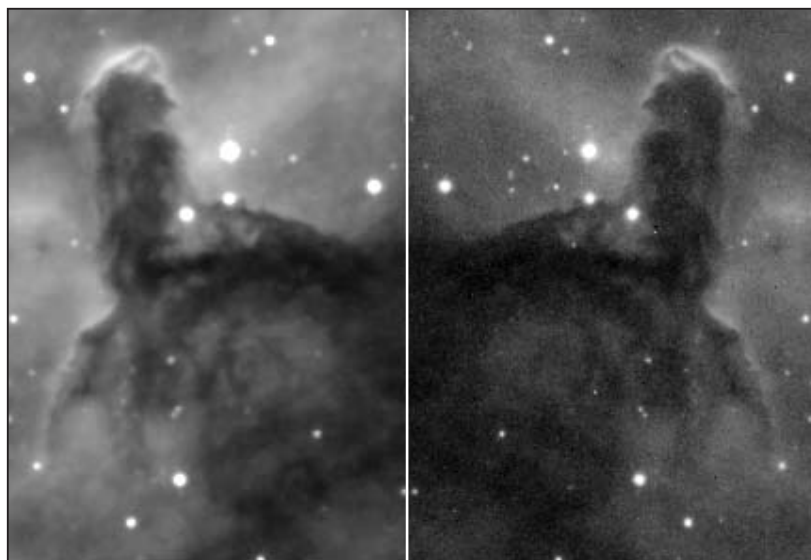
Il existe depuis peu de temps un logiciel qui permet d'automatiser tous ces prétraitements qui sont longs et fastidieux. Le logiciel VVASA qui a été écrit par Vincent Villemaire permet de lancer en un seul clic tout le processus de prétraitement ; celui-ci utilise Ccdsoftv5 ou Maximdl et permet en quelques minutes d'obtenir des images "fit" finales prêtes à être traitées dans Photoshop.

Conclusion

Il est vrai que les prétraitements sont longs et fastidieux mais les logiciels sont de plus en plus améliorés et facilitent grandement la tâche de l'utilisateur.

Rappelez vous qu'une image ayant le moins de bruit possible sera la condition indispensable pour un traitement aisé sous Photoshop.

4 – Chronologie des opérations de prétraitement.



5 – Comparaison des images obtenues avec 24 poses de 30 min (gauche) et 1 seule pose de 30 min (droite). Sur l'image de droite le bruit est excessif.

* – Pixel chaud = un pixel de capteur CCD 16 bits peut enregistrer une variation de lumière depuis 0 (pixel noir) à 65536 (pixel blanc). Un pixel chaud est proche de la valeur 65536.

* – Sigma clipping = algorithme d'addition d'images qui permet d'obtenir le meilleur signal et de diminuer le bruit lors de l'addition.