

par Cyril Richard - <https://free-astro.org/index.php/Siril>  
et Stéphane Gonzales - <http://astrophoto17.eclablog.com>

# Traitement des images en mode **courtes poses**

Avec l'arrivée sur le marché de nouvelles caméras planétaires CMOS à la sensibilité très poussée (des capteurs à base d'IMX 174, 224, 290, ainsi que les nouvelles 385 et 294 qui sont en phase de test et très prometteuses), une nouvelle façon d'imager le ciel profond est en plein essor : l'imagerie en mode "courtes poses".

Directement issue de l'acquisition planétaire, l'imagerie "courtes poses" permet d'obtenir des images, généralement des nébuleuses planétaires (NP), à de longues focales et en haute résolution. Cet article a pour but d'expliquer cette nouvelle technique, d'en présenter les avantages et les outils (parfois nouveaux) nécessaires au traitement de données qui peuvent peser parfois jusqu'à plusieurs centaines de Go. Un article sur le sujet vous a déjà été présenté dans le numéro 83, cependant, certaines choses ont depuis évolué au niveau du traitement.

Dans ce numéro, nous proposons un aperçu des outils que j'utilise pour traiter les photos du ciel profond en mode rapide. Il existe plusieurs moyens d'obtenir des clichés avec cette technique. Ici, je choisis de reprendre le procédé du traitement planétaire que je transpose à celui du ciel profond.

## **L'acquisition**

Le mode d'acquisition influence le traitement : le choix du procédé semble, de ce fait, très important/impactant.

Une fois ma cible choisie, je dirige mon télescope informatiquement (ou bien manuellement pour les dobsons sur table équatoriale) sur une étoile à proximité de la cible pour parfaire la collimation. Ensuite, je branche ma caméra couleur, une ASI224MC. Pour les acquisitions, j'utilise le logiciel **Firecapture 2.6** (fonctionne également sous LINUX et OS-X, en version beta, depuis peu).

Sur le plan informatique, il me paraît essentiel d'avoir beaucoup de mémoire vive (16 Go pour ma part) et un disque dur de grande capacité. Pour le traitement, un processeur de dernière génération permet d'obtenir un gain de temps sur l'empilement des données car les algorithmes modernes se servent de la puissance des différents cœurs

du processeur afin d'accélérer les tâches de calcul intensif. Le choix d'utiliser une Barlow ou non, s'effectue en fonction du seeing : si l'atmosphère est trop turbulente, "je reste au foyer".

## **La mise au point**

Après avoir testé divers procédés pour obtenir une mise au point (MAP) plus pointue, j'ai opté pour la diminution de l'exposition, entre 10 et 20 ms, cela permet d'affiner mon étoile de référence à l'écran. N'oubliez pas qu'au cours de la séance d'acquisition, les matériaux se contractent plus ou moins en fonction de la température et cela modifie la précision de la MAP effectuée en début de séance : un nouvel ajustement peut alors s'avérer essentiel. L'expérience acquise au fil des séances nous permet d'améliorer cette MAP sans repasser entre 10 et 20 ms.

## **Cadrage**

Dès lors que la MAP est effectuée, je dirige mon télescope sur la cible, je choisis mon cadrage et je reprends encore une fois la netteté. Notons que la marge de manœuvre pour le cadrage est bien souvent restreinte. En effet, en accumulant de nombreuses brutes sur plusieurs nuits (ce qui est indispensable à l'amélioration du rapport Signal/Bruit), et comme mon tube est un Newton, les aigrettes de diffraction causées par le support du miroir secondaire ne sont pas placées exactement au même endroit d'une séance à l'autre. Ceci peut s'avérer grandement problématique car cela complique le traitement final. Heureusement, **Firecapture** offre la possibilité de remédier à ce problème en calibrant très rapidement la position de ma caméra à l'aide de la fonction **Réticule**. Avec la manette

virtuelle (je rappelle que le PC et la monture sont connectés ensemble : EQMOD pour mon setup), je vais de gauche à droite, si les étoiles restent parallèles aux lignes du réticule, alors, la position de ma caméra est calibrée. Si cela ne fonctionne pas, j'effectue manuellement une rotation de la caméra dans le porte-oculaire jusqu'à la position voulue. Je finis évidemment l'opération par une nouvelle MAP.

### Format d'acquisition

**Toutes mes acquisitions se font au format SER (format de vidéo brute) 16 bits/8 bits en mode dématricage non activé !**

De plus, n'étant jamais à l'abri d'une erreur, d'un bug ou tout autre problème pendant les sessions d'enregistrement, je préfère séquencer mes captures par tranches de 10 minutes, afin de ne pas perdre la session complète.

### Dynamique : 8 bits ou 16 bits ?

Je n'ai pas d'avis tranché sur la question. La théorie nous dicte que le 16 bits est mieux car il y a plus de dynamique, mais mon expérience ne me montre aucune différence. Cependant, il est vrai que je photographie des objets qui ne sont pas ou peu diffus et avec une caméra couleur. Une chose est certaine, si on enregistre en 8 bits (10 bits en réel si on n'active pas l'option High-speed avec Firecapture), il faut empiler en mode somme avec SIRIL (somme normalisée sur 32 bits et convertie en 16 bits en sortie). Sinon cela sera une catastrophe pour la dynamique.

### Paramètres d'acquisition

Pour se donner une idée des paramètres que j'utilise :

- Le **gain** (avec une caméra ASI 224 MC) : il se situe entre 400 et 450, au-delà le traitement est plus difficile. En effet, il semble que le logiciel **Autostakkert!** ne différencie pas le bruit de la cible. Le logiciel **SIRIL** (nous en parlons par la suite), quant à lui, nécessite une diminution de la sensibilité de la détection des étoiles, pour obtenir un alignement efficace. Cependant, avec un capteur à base IMX 290, on peut monter le gain beaucoup plus haut.
- Le **format SER** : il est facilement lisible avec le lecteur vidéo SER-Player (Cyril est le traducteur français), cela permet de voir rapidement les problèmes d'acquisition et d'éliminer une partie endommagée si nécessaire. On évitera absolument le format AVI.
- Les **Darks** : je surveille la température des captures pour enclencher une prise de ceux-ci tous les 2°. Je garde les mêmes paramètres d'acquisitions (balance des blancs, expositions, gain, etc.). Un SER de 100 images suffit. À noter qu'il n'est pas nécessaire de faire un film d'Offsets : ces derniers étant inclus dans les Darks. Les Flats quant à eux sont peu utiles tant le champ photographié est serré : les effets de vignettage deviennent alors très négligeables et à moins d'avoir des poussières à faire disparaître, il est inutile de s'encombrer avec ça.  
*Conseil : ne pas utiliser les Darks automatiques de votre logiciel de capture. Des Darks mal adaptés feront plus de dégâts sur vos captures que pas de Darks du tout.*
- Le **temps d'exposition** est choisi selon le seeing et l'échantillonnage. Plus le seeing est mauvais, plus la

capture se fera avec temps d'exposition court. Si l'objet photographié requiert une exposition plus lente, je diminue d'autant la focale pour augmenter mon échantillonnage ; ainsi le seeing impacte moins le résultat. Actuellement, cette technique ne permet pas de photographier tous les objets de ciel profond, tels que les objets avec une faible magnitude surfacique ou de grandes tailles apparentes. Elle ne permet pas non plus l'utilisation de filtres à bande étroite de type SHO. Enfin, elle nécessite un apport de lumière conséquent : posséder un télescope avec un faible rapport F/D est donc un atout indéniable. Les amas globulaires, les galaxies de magnitudes élevées et les nébuleuses planétaires sont quant à elles des cibles parfaites pour "le ciel profond rapide".

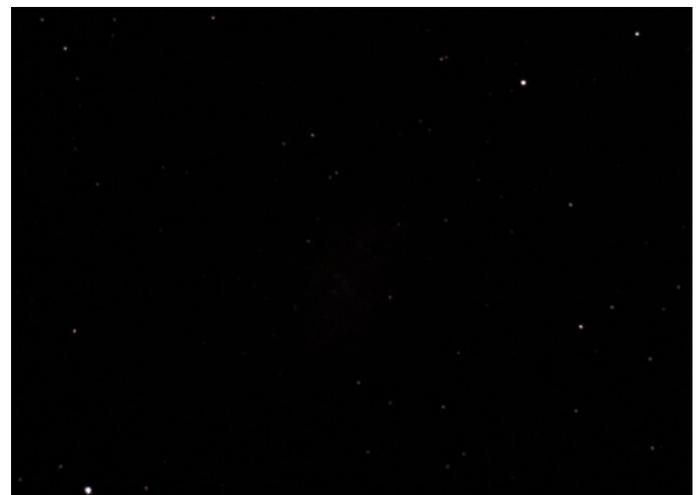
Exemple avec mon setup : exposition entre 300 ms et 1 s avec une focale de 1200 (native) à 3300 (2,7x) mm sur les NP, et j'ajoute une couche de 1 à 5 s pour étoffer le fond du cliché.

### Nombre d'images et temps total d'exposition

Très souvent, l'objet que vous allez photographier n'apparaît presque pas à l'écran (voir figure 1) : ce n'est pas critique. Gardez à l'esprit que c'est le nombre total d'images et le temps d'exposition résultant qui sont importants.

Après avoir choisi ma cible et l'exposition, je lance une série de captures. J'utilise pour cela la fonction séquence. Je sélectionne le nombre de captures et la limite (durée de chaque capture) puis je clique sur "démarrer la séquence" (voir figure 2).

Concernant le nombre de captures, il n'y a pas de règle générale : cela dépend de la cible et du temps disponible. Cependant, il est à noter que le gain du rapport Signal/Bruit évolue en fonction de la racine carrée du nombre d'images intégrées dans l'empilement. Plus la quantité d'images est élevée et plus il est aisé de traiter le résultat final, de jouer avec la déconvolution, et de récupérer des détails dans les nuances des couleurs. Les disques durs modernes permettent d'avoir de grandes capacités de stockage et il existe des logiciels qui permettent de gérer ces quantités astronomiques de données (**SIRIL** est excellent dans ce domaine).



▲ 1. Avec une pose de 1s à F/D 4, la cible (ici M 1) n'est pas visible.



2. Lancement de plusieurs séquences de captures.

## Le prétraitement

Mes captures désormais réalisées, j'assemble celles qui sont effectuées avec les mêmes conditions (température avec une amplitude maximum de 2°) pour former un seul film avec le logiciel PIPP (voir figure 4).

J'intègre le fichier Dark correspondant pour le soustraire. Ainsi j'obtiens un SER sans les pixels chauds et sans Ampglow<sup>(1)</sup>. Je répète alors le processus avec les autres sessions à températures différentes. Pour finir, j'assemble le tout. Il est ainsi plus facile de travailler avec un fichier unique. Le choix d'avoir une caméra refroidie permettrait de simplifier cette partie du traitement. Ce n'est cependant pas primordial mais juste plus confortable.

Il est également possible de soustraire les Darks avec le logiciel SIRIL, les deux choix sont valables. Dans tous les cas je dématrice la vidéo uniquement lors de l'alignement.

## L'empilement

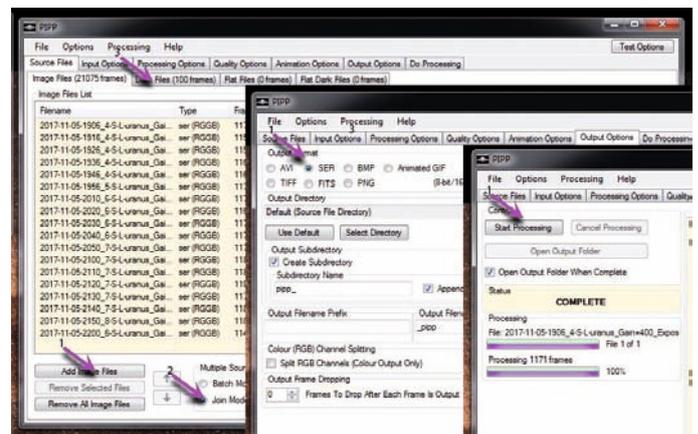
Il existe plusieurs logiciels permettant d'empiler les images de la vidéo, c'est à dire de trier la totalité des brutes, de les classer selon l'ordre que vous avez défini, puis de les additionner pour former une photo quasiment terminée. A ce stade du processus, et en ayant suivi ce protocole, vous possédez un fichier SER de taille probablement assez conséquente.

Or, les logiciels dédiés au traitement de tels fichiers, sont habituellement orientés vers le traitement planétaire. On peut citer les plus connus d'entre eux, tels que Autostakkert! ou Registax. Cependant, les outils (tri et alignement des images), ne sont pas ou peu adaptés aux images du ciel profond et cela peut s'avérer problématique sur un total de 40 000 images peu lumineuses. Heureusement, conscients de ces besoins, les concepteurs de logiciels d'astrophotographie œuvrent pour s'adapter aux nouvelles techniques des astronomes amateurs.

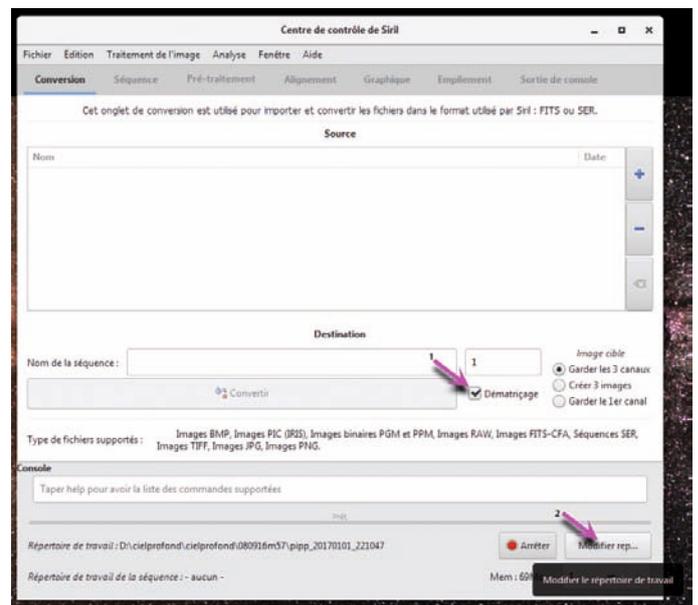
(1) L'Ampglow est de l'électroluminescence le plus souvent causée par les composants qui chauffent à l'arrière du capteur. Sur les images on le perçoit comme une tache lumineuse plus ou moins étalée.



3. Nébuleuse planétaire de l'œuf du Cygne en résolution maximale (1304x976), avec un agrandissement en médaillon. 40000 poses de 500ms en 8 bits, soit une vidéo SER de 125 Go.



4. Assemblage de plusieurs captures vidéos avec PIPP, afin de générer un fichier vidéo unique.



5. Sélection du répertoire de travail.

## Le logiciel SIRIL

Le logiciel **SIRIL** (voir *Astrosurf-Magazine* 86 et 90) permet de traiter des images de ciel profond tout en reconnaissant le format SER (dans sa version 3) nativement.

La marche à suivre est la suivante.

Je sélectionne mon répertoire de travail (voir figure 5).

Si le SER a subi une amplitude thermique importante (en automne c'est souvent le cas) et que la suppression des Darks n'a pas fait disparaître tous les points chauds, **SIRIL** possède une fonction très intéressante : la **correction cosmétique** (voir figure 6). Ce module crée un nouveau fichier SER, de même taille, mais dont les pixels déviants de chaque image ont été supprimés : cela simplifie généralement le traitement final. Si la détection et suppression des "pixels chauds" et "froids" est trop importante et dégrade les images on peut également jouer sur les seuils de détection en augmentant leurs valeurs.

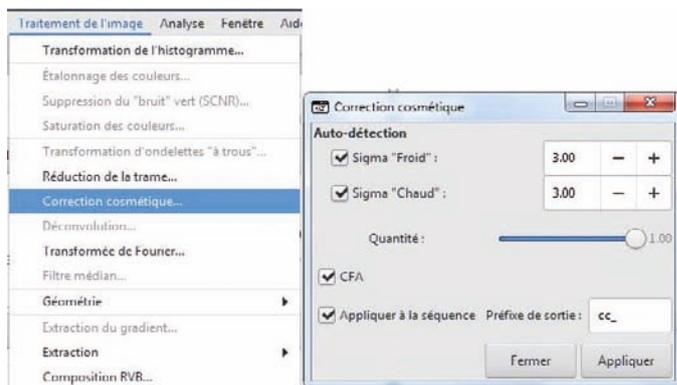
Note : avec des SER couleurs, il est important de ne pas cocher la case "dématiser" avant d'appliquer la correction cosmétique sur le SER brut. On prendra également soin de cocher la case CFA. Ainsi, le SER produit au final aura la même taille que le SER original.

Après avoir vérifié une énième fois que le répertoire de travail est bien défini et que la case **Dématiser** a été cochée, je vais dans l'onglet **Séquence** afin de charger le fichier SER sur lequel on souhaite faire l'alignement.

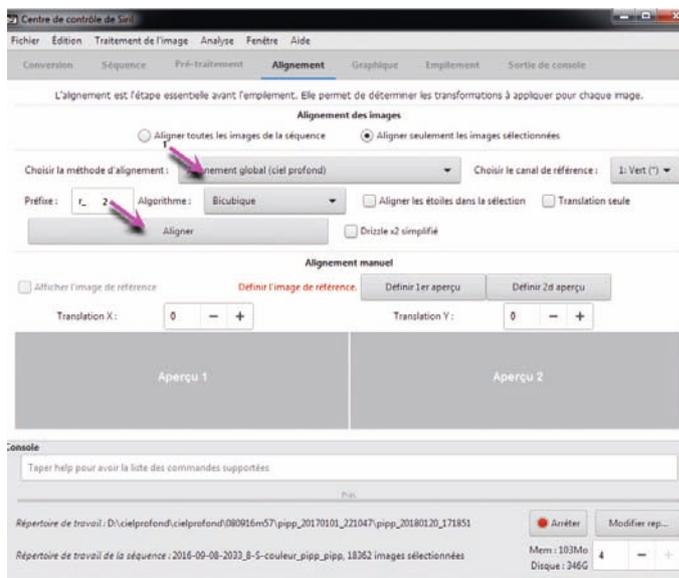
Le logiciel **SIRIL** s'adapte à la plupart des situations, et propose différentes méthodes d'alignement. L'**alignement Global** fonctionne dans la plupart des cas (voir figure 7), mais on peut avoir besoin de changer les paramètres de détection des étoiles dans **Analyse > PSF Dynamique**. Quand le nombre d'étoiles visibles dans le SER est faible, (généralement avec une focale élevée), je choisis les modes **Alignement sur une étoile** ou **Alignement par motif d'image** (dans le cas d'une cible bien visible). Dans le premier mode, le logiciel classe les images brutes en proposant un tri selon la FWHM, comme pour l'alignement Global. Dans le second, c'est un critère de qualité qui est déterminé à partir de l'image entière. Le tri est important car il impacte directement la finesse de l'image finale. Aussi, il est primordial de rejeter les (mauvaises) brutes qui peuvent détériorer la qualité de celle-ci.

Astuce : si votre vidéo ne contient aucune rotation de champ (mise en station parfaite), je conseille d'utiliser le mode **Alignement sur une étoile**. Il a pour avantage d'être rapide et de ne pas créer de vidéo intermédiaire (sauf dans le cas du Drizzle mais cette dernière fonction est automatiquement supprimée).

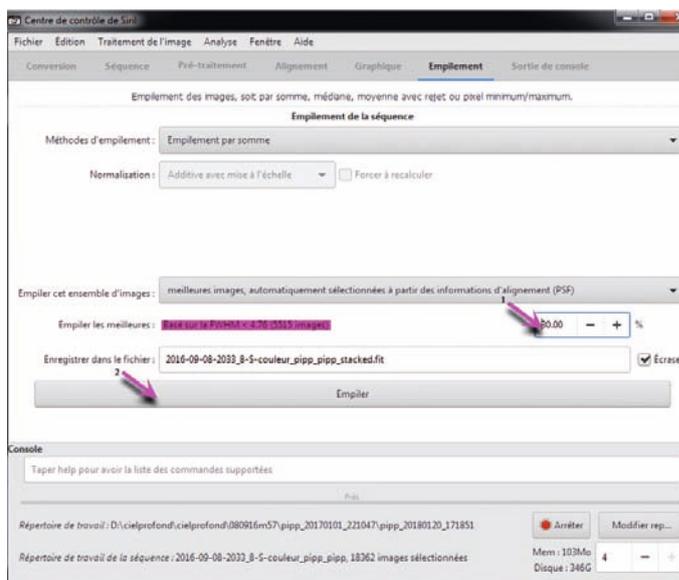
Après avoir aligné les images du fichier SER, vient le temps de les empiler. L'utilisation de la méthode **Somme** est essentielle si on a travaillé en 8 bits comme nous l'avons expliqué plus haut (voir figure 8). Il est nécessaire d'être en adéquation avec l'échantillonnage de son setup d'acquisition et donc de choisir un pourcentage équilibré entre finesse (faible FWHM) et densité (nombre de brutes). La FWHM (exprimée en pixels) est une donnée qui dépend du seeing mais aussi de votre échantillonnage, par exemple avec un échantillonnage de 0,30" par pixel (un 300 mm à F/D 4 avec une Barlow 2 ou 2,5x pour détailler



6. Suppression des pixels déviants à l'aide de la fonction "Correction cosmétique".



7. Alignement des images, ici en mode "Alignement global".



8. Empilement des images, en mode "Somme", avec 30% des meilleures images sélectionnées sur la mesure de la FWHM.

une petite nébuleuse planétaire) votre FWHM sera plus proche de 6 que de 4.

Le temps de calcul peut être assez long, cependant il existe quelques astuces pour aller plus vite.

Par défaut, le dématricage utilise l'algorithme **VNG** (Variable Number of Gradients) afin de restituer les couleurs du film brut. Bien que donnant de bons résultats, cet algorithme peut s'avérer assez lent sur des données de plusieurs centaines de Go. Heureusement, il est possible de définir une autre méthode de dématricage dans le menu **Paramètres > Autres dématricages**. La méthode **bilinéaire** est par exemple une méthode plus rapide qui ne sacrifie pas trop la qualité comme on peut le voir sur l'image de la figure 9.

## Traitement Final

Une fois l'empilement avec **SIRIL** terminé, commence alors l'étape du traitement de l'image. Cette étape est de loin la plus difficile car chaque objet imagé apporte son lot de complexités et de particularités. Donner ici une méthode générale de traitement n'est pas possible et je vais me contenter de lister les grands axes que je suis lors de mes propres traitements.

Je crée un minimum de 3 calques avec **Photoshop** : un pour la cible, un autre pour les étoiles et un pour le fond. Chaque calque est traité séparément. Par exemple, la cible a besoin d'un traitement de déconvolution un peu plus poussé pour faire ressortir les détails.

## Retrait de gradient et balance des blancs

L'image finale possède généralement un gradient de luminosité qui doit être enlevé. Ce gradient a plusieurs origines mais la principale source ici est l'Ampglow. Il se distingue par un gradient sur un des coins de l'image et d'une intensité variant selon les capteurs et l'exposition utilisés. Certains fabricants utilisent des systèmes pour limiter cette lumière parasite mais elle reste toujours plus ou moins présente. Afin d'extraire ce gradient, j'utilise la fonction **Extraction de gradient** de **SIRIL**, en mode manuel (voir figure 10).

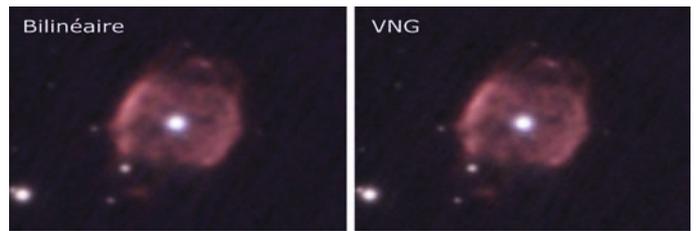
Ensuite j'équilibre les couleurs avec l'outil **Étalonnage des couleurs** (voir figure 11).

## La déconvolution ou la révélation des détails pour la cible principale

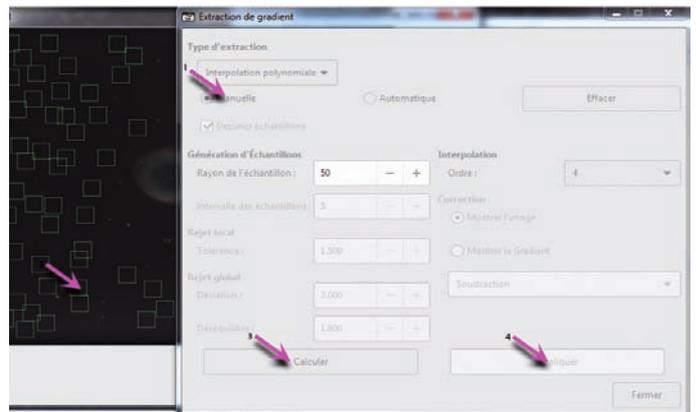
La déconvolution est un processus qui permet de corriger les aberrations/distorsions optiques liées à l'utilisation d'un télescope ou d'une lunette. On obtient une image plus nette avec une amélioration du bruit de fond. La déconvolution fonctionne dans les cas où on est proche de l'échantillonnage optimal, voire sur des captures sur-échantillonnées (ce qui est rare en photographie du ciel profond).

Avec la technique du ciel rapide, il est possible d'utiliser des focales élevées pour tendre vers cette frontière. Il y a alors différentes manières de s'en approcher, et le Drizzle par exemple, permet d'améliorer la résolution et ainsi de profiter des bienfaits de la déconvolution.

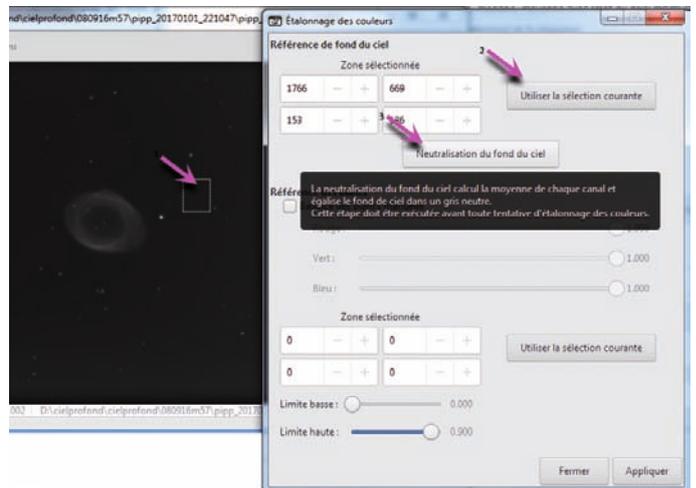
Là encore, il existe plusieurs logiciels qui proposent cet



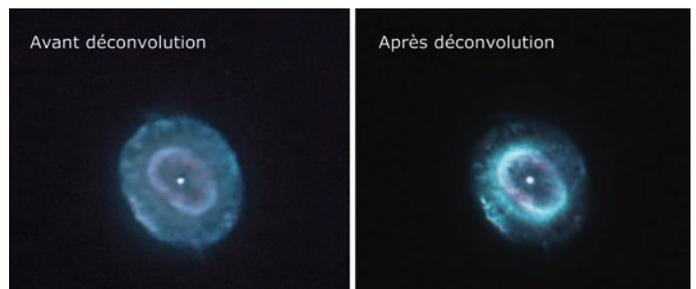
▲ 9. Comparaison entre un empilement réalisé avec un SER dématricé en VNG et un autre en bilinéaire : les différences sont invisibles et probablement gommées par l'empilement.



▲ 10. Retrait de gradient.



▲ 11. Équilibrage des couleurs.



▲ 12. Exemple de déconvolution sur NGC 7662. 56000 poses de 500 ms et 7200 poses de 1 s.



▲ **13.** Ajout d'un très léger bruit sur l'image finale.  
NGC 7027 : 20 200 poses de 500ms et 18400 poses de 1s

outil. En ce qui me concerne, je me sers de **IRIS**, de **Registax** et de **SIRIL**. Bien sûr, comme je l'ai déjà dit précédemment, il n'y a pas de recette toute faite, chaque objet photographié est particulier. Cela nous force à avancer de différentes manières, itérativement. Une seule chose est commune : plus il y a d'images capturées et plus la déconvolution sera efficace (voir figure 12).

### La sélection des étoiles

Afin de protéger les étoiles des effets indésirables de la déconvolution (halo noir), je les sélectionne à l'aide de l'outil lasso dans **Photoshop**. Il existe sur internet de très bons tutoriels pour le faire, c'est une technique commune au ciel profond classique et je ne m'éterniserai pas sur ce sujet.

### Le mélange des calques

Une fois mes 3 calques traités séparément, je mélange le tout en réglant l'opacité afin d'avoir une image la plus naturelle possible. Pour le fond, j'utilise la fonction **Exposition** de **Photoshop**. Il y a alors trois réglages possibles : l'exposition, le décalage et la correction gamma. Je manipule le curseur du décalage pour éliminer la trame souvent présente avec la technique du ciel rapide et je remonte le gamma pour éviter de perdre les détails ténus de l'arrière plan. Avec la correction sélective je remonte l'intensité du gris (les étoiles perdues dans le fond). J'utilise aussi le pinceau remplacement de couleur pour les taches récalcitrantes.

Je crée toujours un calque de réglage avec l'histogramme très serré pour mettre en évidence tous les défauts de ma photo. A la fin du traitement j'efface ce calque.

Enfin, pour finir, j'ajoute du bruit (onglet **Filtre**) à doses homéopathiques. En quantité je suis toujours entre 0,5 et 0,8, avec une répartition gaussienne et surtout je coche l'option **monochromatique** même pour des images couleur. Ce bruit artificiel crée un liant entre les zones sombres : cela abaisse la sensation du manque de profondeur de mon image (voir figure 13).

Pour finir, un récapitulatif des nébuleuses planétaires réalisées avec la technique du ciel rapide est proposé en pages 80 et 81.

Ceci clôt cet article sur le ciel profond rapide. Cette technique permet d'explorer des objets qui jusqu'alors n'étaient accessibles qu'avec du matériel haut de gamme et onéreux. Laissez-vous tenter, il y a dorénavant tant de nouvelles choses à explorer !



▲ **14.** M 1 avec 21 000 poses de 1 s.



▲ **15.** NGC 2392 avec 37 000 poses de 500 ms



▲ **16.** M57 avec 43 000 poses de 500 ms, 14 400 poses de 1 s et 3 000 poses de 5 s.



1

2

3

6

7

9

10

11

14

15

18

19

17



- 1. M76
- 2. PK 80-6.1
- 3. IC 2149
- 4. NGC 6826
- 5. NGC 1501
- 6. IC 351
- 7. IC 289
- 8. PK 119-6.1
- 9. NGC 7009
- 10. NGC 40
- 11. BGC 2392
- 12. NGC 7662
- 13. M 57
- 14. NGC 2022
- 15. NGC 6210
- 16. IC 1747
- 17. M97
- 18. NGC 7354
- 19. NGC 6543
- 20. NGC 7027
- 21. NGC 7008

Photos Stéphane Gonzales