

Tutoriel PIXINSIGHT

by LightVortex

Table des matières

1. Brève Introduction à l'Interface.....	6
2. Mise à jour, paramètres et gestion des couleurs.....	7
3. Utilisation des images, auto-étirement, duplication, zones de prévisualisation, mode de lecture et formats d'images.....	9
4. Processus et Scripts.....	14
5. Travailler avec les espaces de travail.....	20
6. Travailler avec les masques.....	21
7. Projets.....	24
II. Prétraitement (calibrage et empilement) des images dans PixInsight.....	26
1. Le flux de travail de prétraitement PixInsight.....	27
2. Générer un Master Superbias et un Master Dark.....	28
3. Générer un Flat Maître.....	31
4. Calibrage des brutes et correction des pixels chauds et froids.....	33
5. Sélection des meilleures brutes et calcul des pondérations optimales.....	35
6. Alignement et empilement des brutes.....	40
7. Appliquer le drizzle à la brute empilée.....	45
8. Utilisation du script de prétraitement par lots.....	46
9. Traitement de données provenant de différentes nuits.....	51
III. Préparation des images monochromes pour la combinaison des couleurs et le post-traitement...53	
1. Aligner des images avec StarAlignment.....	53
2. Recadrer avec DynamicCrop.....	55
3. Soustraction des gradients de fond avec Dynamic Background Extraction.....	57
4. Corréler les images avec LinearFit.....	59
IV. Combinaison d'images R, G et B monochromes en une image RVB en couleur et application de la luminance.....	61
2. Combinaison de couleurs avec ChannelCombination.....	62
3. Combinaison de couleurs avec PixelMath.....	62
4. Application d'une image de luminance avec LRGBCombination.....	63
V. Calibration des Images couleurs.....	65
1. Neutraliser l'arrière-plan avec BackgroundNeutralization.....	66
2. Effectuer le calibrage des couleurs avec ColorCalibration.....	67
3. Effectuer le calibrage des couleurs avec PhotometricColorCalibration.....	68

4. Suppression du bruit vert avec SCNR.....	70
5. Notes sur les images à bande étroite.....	71
VI. Produire des masques.....	73
1. Produire des masques en dupliquant des images monochromes.....	74
2. Produire des masques en extrayant la luminosité d'images en couleur.....	75
3. Produire des masques avec StarMask.....	76
4. Production de masques avec RangeSelection.....	80
5. Modifier et combiner les masques.....	81
VII. Réduction du bruit.....	86
1. MultiscaleLinearTransform.....	87
2. MultiscaleMedianTransform.....	90
3. ACDNR.....	93
4. TGVDenoise.....	96
5. Analyse du bruit des couches d'ondelettes.....	99
VIII. Affiner les détails.....	101
1. Deconvolution avec DynamicPSF.....	102
2. MultiscaleLinearTransform.....	106
IX. Améliorer le contraste.....	110
1. HDRMultiscaleTransform.....	110
2. LocalHistogramEqualization.....	113
3. CurvesTransformation.....	114
4. DarkStructureEnhance.....	115
X. Réduction de la pollution lumineuse, retirer le gradient et correction par flat.....	117
1. Le processus DynamicBackgroundExtraction.....	118
2. Réduction de la pollution lumineuse.....	123
3. Extraction du gradient.....	125
4. Flat artificiel.....	126
XI. Réduction de la taille des étoiles.....	129
1. Préparer le masque d'étoiles avec StarMask.....	130
2. Reduire la taille des étoiles avec MorphologicalTransformation.....	131
3. Retirer complètement les étoiles.....	132
XII. Recadrage et redimensionnement des images.....	137
1. Recadrage avec DynamicCrop.....	138
2. Recadrage par processus Crop.....	139
3. Redimensionner avec Resample.....	141
XIII. Etirer des images linéaires en non-linéaires.....	142

1. Etirement avec AdaptiveStretch.....	143
2. Etirement avec AutoHistogram.....	145
3. Etirement par HistogramTransformation.....	146
4. Etirement avec MaskedStretch.....	150
XIV. Retoucher la couleur dans les images.....	152
1. Améliorations de la saturation sélective avec ColorSaturation.....	153
2. Amélioration de la saturation et changement de teinte avec « Curves Transformation ».....	156
XV. Préparer les Images pour Publication.....	159
1. Conversion du profil de couleur avec ICCProfileTransformation.....	160
2. Redimensionner avec Resample.....	160
5. Ajouter une bordure avec Crop.....	161
6. Annoter avec Annotation.....	162
7. Enregistrer dans des formats d'image appropriés.....	163
XVI. Préparer une mosaïque.....	165
1. Créer une mosaïque avec StarAlignment.....	166
2. Alignement des images de la mosaïque avec StarAlignment.....	169
3. Méthode alternative utilisant l'astrométrie et les catalogues d'étoiles.....	169
4. Créer une Mosaïque sans raccords avec GradientMergeMosaic.....	174
XVII. Combinaisons de palettes bicolores à bande étroite.....	178
1. Préparations Initiales pour des images Narrowband.....	179
2. Combinaison de style LRGB.....	181
3. Combinaison verte synthétique.....	181
4. Combinaison de canaux mixtes.....	182
5. Notes sur la couleur.....	183
XVIII. Palette Hubble Narrowband.....	185
1. Préparation Initiale pour les images Narrowband.....	186
2. Combinaison de la palette Hubble et neutralisation du fond du ciel.....	189
3. Réduire le ton magenta des étoiles.....	190
4. Modification de la palette de couleurs.....	193
XIX. Produire une image HDR.....	195
1. Préparation Initiale pour les Différentes Exposition des Images.....	196
2. Création du composite HDR avec HDRComposition.....	197
3. Étendre l'image HDR et comprimer sa gamme dynamique avec « HDR Multiscale Transform ».....	198
XX. Combinaison du LRGB et de la bande étroite.....	200
1. Préparation Initiale des Images.....	201
2. Renforcer le rouge avec du l'H-Alpha.....	201

3. Renforcer le vert et le bleu avec l'oxygène III.....	203
4. Combinaison de la luminance et de l'H-Alpha.....	206
XXI. Exemple : M31 Andromeda Galaxy - DSLR.....	208
1. Découper les bordures noires et les coins lumineux, et supprimer les lueurs de pollution lumineuse	210
2. Effectuer l'étalonnage des couleurs et la réduction initiale du bruit.....	212
3. Aller vers une réduction non linéaire et plus poussée du bruit.....	214
8. 4. Réduire la couleur et le contraste du fond de ciel.....	217
5. Renforcer le contraste des couleurs et des détails fins dans la cible.....	219
6. Amélioration finale du contraste global et de la saturation des couleurs, et reflet de l'image.....	223
XXII. Exemple : NGC7000 nébuleuse de l'Amérique du Nord et IC5070 nébuleuse du Pélican - CCD Bicolore à bande étroite.....	224
1. Supprimer les gradients du fond de ciel et procéder à une première réduction du bruit.....	225
2. Etirement non linéaire des images monochromes et combinaison des couleurs.....	230
3. Retouche des couleurs et amélioration initiale du contraste.....	233
4. Améliorer le contraste des caractéristiques et accentuer les détails fins.....	237
7. Réduction de la taille des étoiles et amélioration du contraste.....	240

1-Introduction à PixInsight et à son Interface

PixInsight est sans doute le *standard de facto* des logiciels de pré et post-traitement pour l'astrophotographie, applicables au ciel profond. Plusieurs caractéristiques du logiciel prouvent aisément ses performances exemplaires, bien que certaines personnes soient facilement rebutées par son interface (très différente par rapport à un logiciel plus connu tel que Adobe Photoshop). D'autres se plaignent de son prix, mais il faut savoir que **PixInsight** peut remplacer tous les autres logiciels de pré-traitement et de post-traitement, pour un coût total inférieur à Adobe Photoshop seul et qu'Adobe Photoshop seul ne peut pas exécuter tout ce dont vous avez besoin.

PixInsight offre un [essai de 45 jours](#) à quiconque est intéressé. Ce tutoriel sert faciliter la prise en main de l'interface **PixInsight**. Il est concret et peut également offrir des informations à certains des utilisateurs les plus expérimentés. Je considère ce tutoriel *comme une lecture essentielle* si vous êtes nouveau ou relativement nouveau dans **PixInsight**, et en particulier si vous souhaitez suivre mes autres tutoriels. Mes autres tutoriels utiliseront une grande partie des connaissances acquises grâce à celui-ci.

1. Brève Introduction à l'Interface

En bas, nous trouvons des raccourcis vers différents *espaces de travail*, qui ressemblent essentiellement à des *bureaux*. Ceux-ci vous permettent de travailler sur différentes choses au sein d'un projet. Pour plus d'informations sur les espaces de travail voir plus loin dans ce tutoriel.

En cliquant sur ces boutons, vous basculez entre les différents espaces de travail. Sur la gauche, nous trouvons divers boutons contextuels alignés de haut en bas. Le premier est *Process Console*.

Cette fenêtre contextuelle est essentiellement un historique des opérations effectuées par **PixInsight**. Lorsque **PixInsight** démarre ou qu'un processus s'exécute sur une image, cette fenêtre contextuelle affiche automatiquement les informations de progression et d'état. Cela peut être important pour certains aspects de votre traitement des images. Un clic en dehors de cette fenêtre pop-up la fermera automatiquement. Vous pouvez cliquer sur le bouton *Coller* dans son coin supérieur droit si vous souhaitez le garder ouvert.

Cela peut toujours être caché à volonté en cliquant sur le bouton *Cacher* à droite du bouton *Coller*. Vous trouverez ces boutons *Stick* et *Hide* sur les fenêtres contextuelles de **PixInsight** et vous pourrez les utiliser de la même manière.

Le deuxième à gauche de **PixInsight** est *View Explorer*.

Voici la liste de toutes les images que vous avez ouvertes dans **PixInsight**. En cliquant dessus, vous affichez des informations sur chaque image. Double-cliquez dessus pour ouvrir l'espace de travail contenant l'image elle-même.

Le troisième point qui mérite d'être abordé à ce stade est celui qui se trouve tout en bas, *History Explorer* . Une fois que vous avez appliqué certains processus de **PixInsight** aux images, *History Explorer* conserve un journal de ce qui a été appliqué et dans quel ordre.

Si vous double-cliquez sur l'un des processus répertoriés, le processus s'ouvrira dans l'état où il a été appliqué. Cela peut être très utile si vous souhaitez réappliquer les mêmes paramètres sans avoir à les refaire. Plus d'informations sur les processus plus loin dans ce tutoriel.

En haut de **PixInsight** , nous trouvons les éléments communs à tous les programmes: des *barres d' outils* avec de nombreux raccourcis.

Tout d'abord, ils peuvent être personnalisés facilement, comme dans la plupart des programmes. Cela se fait via le menu *View - Toolbars* en haut.

Marqué comme actifs sont ceux actuellement dans vos barres d'outils. Vous pouvez cliquer pour désactiver l'un d'entre eux et la barre d'outils correspondante sera supprimée. Vous pouvez également cliquer sur ceux qui sont actuellement désactivés pour les ajouter à la barre d'outils. Les barres d'outils peuvent être déplacées et redimensionnées une fois placées dans votre interface **PixInsight** . Pour ce faire, maintenez le bouton gauche de la souris appuyé sur la colonne de séparation et faites-la glisser vers la gauche ou la droite.

Si vous souhaitez réorganiser les barres d'outils pour en placer une avant l'autre, vous pouvez réellement faire glisser la colonne de séparation de la barre d'outils que vous souhaitez déplacer en *dehors* de la zone de la barre d'outils et la faire glisser ailleurs dans la zone de la barre d'outils.

La zone de la barre d'outils peut également être étendue. La fine ligne qui apparaît directement au-dessus de la *barre d' outils flottante* sur la première capture d'écran ci-dessus signifie que l'utilisateur peut réellement déposer la barre d'outils dans cette zone pour créer une deuxième zone de barre d'outils sous la zone par défaut.

La personnalisation des barres d'outils peut certainement optimiser vos flux de travail de pré et post-traitement. Une expérience des différentes barres d'outils est essentielle pour déterminer celles qui vous conviennent le mieux. Personnellement, je trouve que le jeu par défaut fonctionne bien pour moi. Plus loin dans ce didacticiel, nous examinerons certains des raccourcis de barre d'outils les plus utiles qui existent par défaut.

2. Mise à jour, paramètres et gestion des couleurs

Bien qu'il semble que nous arrivions au point où **PixInsight** semble mature, il est sujet aux mises à jour de ses divers processus et scripts, ainsi que du programme principal lui-même. Les mises à jour du programme principal lui-même sont installées manuellement. Des courriers électroniques sont reçus pour signaler une nouvelle version de **PixInsight** , qui nécessite de désinstaller votre version actuelle, puis de télécharger et d'installer la nouvelle version.

Cependant, de temps en temps, les processus et les scripts sont mis à jour dans **PixInsight** , ce qui ne nécessite pas de réinstaller **PixInsight** à partir de zéro. Au lieu de cela, lorsque vous démarrez **PixInsight** , il recherchera automatiquement les mises à jour et vous avertira s'il en existe. Vous pouvez également vérifier manuellement en allant dans le menu *Resources -> Updates -> Check for Updates* .

Les mises à jour peuvent être téléchargées et installées automatiquement. **PixInsight** vous **invitera** à fermer le programme une fois les mises à jour téléchargées et vous demandera si vous souhaitez que **PixInsight** se redémarre automatiquement une fois les mises à jour installées. Les mises à jour téléchargées sont appliquées à la fermeture du programme. S'il n'y a actuellement aucune mise à jour de votre installation actuelle de **PixInsight** , vous en serez averti.

Garder votre installation de **PixInsight** entièrement à jour peut être d'une importance capitale en fonction des corrections de bugs et des fonctionnalités supplémentaires apportées. Dans tous les cas, les mises à jour sont gratuites et ne prennent pas beaucoup de votre temps, il est donc inutile de ne pas les appliquer.

Bien que les paramètres par défaut fonctionnent très bien dans **PixInsight** , vous pouvez éventuellement explorer les paramètres actuels (certains d'entre eux **n'auront** peut-être pas beaucoup de sens si vous êtes débutant, mais vous pourrez les revoir plus tard). Les paramètres sont accessibles via le menu *Edit -> Global Preferences*..

Passer en revue ces catégories de paramètres et paramètres individuels peut intéresser certains. Si vous n'êtes pas sûr de ce que fait un paramètre particulier, passez simplement votre souris sur le paramètre et une info-bulle apparaîtra pour vous en informer.

Le seul paramètre que je trouve utile d'activer est *Translucid workspacec top-level windows* dans *Special GUI Effects*.

Comme l'explique l'info-bulle, cela vous permet de superposer une image sur une autre et que lorsque vous faites glisser une image, celle-ci devient semi-transparente, vous permettant ainsi de voir l'image en dessous. Lorsque vous êtes satisfait de votre choix de paramètres, cliquez sur le bouton *Apply global* en bas.

Maintenant que nous **examinons les paramètres de PixInsight** , le moment est venu d'explorer ses paramètres de profil de couleur. Ceci est accessible via le menu *Edit-> Color Management Setup* .

Par défaut, **PixInsight** utilisera le profil de couleur défini par défaut dans votre système d'exploitation. Les profils de couleur définissent ce qui constitue les couleurs et des normes internationales régissent des profils de couleur spécifiques. Par exemple, le profil de couleur *sRGB IEC61966-2.1* que vous voyez ci-dessus est un profil de couleur standard utilisé sur Internet. Il régit donc la manière dont les images couleur sont affichées sur Internet et les navigateurs Web prennent donc en charge ce profil de couleur.

Pour travailler avec des images couleur, le profil de couleur le plus approprié est en réalité *Adobe RGB* . Ceci peut être sélectionné pour les *profils RVB* et *Gray Scale* ci-dessus en tant que *profils par défaut*.

Encore une fois, un clic sur le bouton *Apply Global* applique les nouveaux paramètres à **PixInsight** .

Bien entendu, cela signifie que lors de l'édition d'images, nous allons travailler dans l'espace colorimétrique *Adobe RVB* . Etant donné que vos images seront sans aucun doute publiées sur Internet ultérieurement et que le profil de couleur standard sur Internet est *sRGB IEC61966-2.1*, nous pouvons conserver cette sélection dans la fonctionnalité *Color proofing* . *Color proofing* est une fonctionnalité qui vous permet de prévisualiser l'aspect de l'image sous un profil de couleur différent.

Bien que nous travaillions généralement avec des images ayant le profil de couleur *Adobe RGB* , lors de l'enregistrement de la publication en ligne, nous pouvons facilement convertir l'espace *colorimétrique de l'image* en profil de couleur standard *sRGB IEC61966-2.1 d'Internet* . Cela se fait facilement avec le processus *ICCProfileTransformation* , qui sera traité ultérieurement.

3. Utilisation des images, auto-étirement, duplication, zones de prévisualisation, mode de lecture et formats d'images.

Étant donné que l'objectif principal est de travailler avec des images, nous allons maintenant explorer cet aspect. Pour ouvrir des images, il suffit simplement d'ouvrir le menu *Files* -> *Open* ou de double-cliquer sur l'espace de travail **PixInsight** (l'arrière-plan gris).

PixInsight prend en charge une grande variété de formats de fichiers d'image sans plugins supplémentaires.

C'est une liste impressionnante de formats de fichiers d'image pris en charge - à peu près tous les formats de fichier d'image DSLR *RAW* existants ainsi que le standard *FITS* , utilisé par les caméras CCD. Les formats de fichier d'image numérique courants tels que *JPEG* , *TIFF* , *PNG* , etc. sont également naturellement pris en charge. Il est *fortement* recommandé de pré-et post-traiter des images qui sont des images DSLR *RAW* ou des images *FITS* , en fonction de la caméra de capture utilisée. Les autres formats de fichier ne doivent être utilisés que lorsque le post-traitement de l'image est terminé et que vous publiez l'image quelque part, comme sur Internet.

Gardez à l'esprit que contrairement à *JPEG* et *PNG* qui sont des formats *8 bits*, *TIFF* peut être enregistré en format *8 bits* , *16 bits* ou même *32 bits* . Cela signifie que le format *TIFF* peut être utilisé là où vous souhaitez conserver une plus grande précision des couleurs, même si la plupart des moniteurs ne peuvent pas afficher au-delà de *8 bits* (les moniteurs professionnels vont généralement jusqu'à *10 bits* à l'heure actuelle). Il convient de noter à ce stade que, bien que **PixInsight** prenne en charge un grand nombre de formats de fichiers d'image, il ne sauvegarde que dans un certain nombre de formats.

Si vous travaillez avec des images *FITS* pour commencer, je conserverais ce format de fichier sans exception, sauf si vous souhaitez enregistrer une autre version de votre image finalisée pour une publication ultérieure. Si vous travaillez avec des images DSLR *RAW* , je vous recommande de commencer par enregistrer au format *FITS* , puis à partir de ce format.

Si nous inspectons le menu *File* de près, nous remarquons deux options, *Open* et *Open a copy* .

Tous deux réalisent ce qu'ils sont supposés accomplir: ouvrir une image dans **PixInsight** . Cependant, *Open* ouvre le fichier image que vous avez indiqué. Si vous modifiez ensuite l'image et allez dans *File* -> *Save* , cela écrasera littéralement l'image que vous avez ouverte avec la version modifiée. Pour éviter cela, vous devez utiliser *File* -> *Save as* et l'enregistrer comme un autre fichier avec un nom différent, dans un dossier différent ou les deux. Cependant, si nous utilisons *Open a Copy* , **PixInsight** lit le fichier image mais crée seulement une copie dans **PixInsight**. Lorsque des modifications sont apportées à cette image, l'option *File* -> *Save* reste grisée (désactivée) car **PixInsight** ne reconnaît pas l'image en tant que fichier existant déjà sur votre ordinateur. Cela vous oblige à utiliser *File* -> *Save as* pour le sauvegarder en tant que nouveau fichier image. Vous pouvez bien sûr choisir d'écraser l'image d'origine avec *File* -> *Save as*, tout de même. Certains utilisateurs peuvent trouver cette fonctionnalité utile.

Comme la plupart des programmes modernes, **PixInsight** stocke une liste des fichiers récents qui ont été ouverts et est accessible via le menu *File -> Open Recent* .

Vous pouvez naturellement l'utiliser pour ouvrir des fichiers image qui ont été ouverts auparavant, sans avoir à les chercher dans vos dossiers. L'option de menu *File -> Delete Files Recents* est également disponible pour effacer cette liste et la renouveler à son état vierge.

Lorsque vous apportez des modifications à vos images, vous souhaitez peut-être annuler ou rétablir une modification récente. Cela fonctionne dans **PixInsight** comme dans pratiquement n'importe quel programme moderne et est accessible via les menus *Image -> Undo* et *Image -> Redo* ou via les boutons de raccourci situés sous les menus. Les raccourcis clavier indiqués dans le menu *Image* s'appliquent également.

Vous pouvez effectuer un zoom avant ou arrière sur les images à l'aide de la molette de la souris lorsque le curseur de la souris se trouve sur l'image ouverte dans **PixInsight** . Effectuer un zoom avant ou arrière à l'aide de la molette de la souris sélectionne automatiquement l'image actuellement sous le curseur de la souris et effectue le zoom.

Par défaut, **PixInsight** a une barre d'outils *Zoom* au-dessus des images ouvertes. Vous pouvez également cliquer sur les raccourcis de cette barre d'outils pour effectuer un zoom avant ou arrière, ainsi que pour zoomer sur l'image à un niveau où elle sera affichée dans sa résolution maximale, ou une résolution moitié ou double. Les mêmes raccourcis sont disponibles dans le menu *Affichage* , mais leur accès via les menus est plus fastidieux.

Cette même barre d'outils *Zoom* contient quelques autres raccourcis utiles que j'utilise régulièrement. À savoir *Zoom to Fit* et *Zoom to Optimal Fit*

La première option (à gauche), *Zoom to fit* , agrandit la fenêtre de l'image afin qu'elle tienne aussi largement que possible dans l'espace disponible sur l'espace de travail.

La deuxième option (à droite), *Zoom to optimal Fit* , réduit la taille de la fenêtre de l'image à celle par défaut lorsque **PixInsight** ouvre l'image.

De plus, il est possible d'agrandir une fenêtre d'image pour s'adapter à l'ensemble de la zone de visualisation de l'espace de travail. Pour ce faire, cliquez sur le bouton *Agrandir* situé dans le coin supérieur droit de la fenêtre de l'image.

Notez que la fenêtre d'image n'a été agrandie que jusqu'au point où la fine ligne orange verticale se trouve à droite de l'espace de travail **PixInsight** . Il s'agit d'une ligne de séparation qui vous donne une *zone de travail* , la zone à droite étant libre d'images maximisées. Cette zone dégagée peut ensuite être utilisée pour répertorier des icônes de processus ou d'autres images, réduites au minimum. Nous explorerons les icônes de processus plus loin dans ce tutoriel.

Avec l'image agrandie, vous pouvez faire glisser la ligne de séparation d'espace de travail vers la gauche ou la droite pour augmenter ou réduire la zone de visualisation de l'image à votre guise. L'image maximisée sera forcée de tenir dans cette zone de visualisation.

Les images maximisées peuvent être remis en *mode fenêtré* en cliquant sur le tiret en haut à droite de l'image ou en cliquant soit sur le *Zoom to Fit* ou *Zoom To Optimal Fit*

Les images peuvent également être réduites en icônes qui flottent autour de l'espace de travail. Ceci est fait en cliquant sur le bouton *Iconize* en haut à droite de la fenêtre d'image.

Ces *icônes* sont toujours au premier plan. Si vous ouvrez une autre image ou essayez de placer une image au-dessus de celle-ci, l'icône sera apparente au-dessus.

Un double-clic sur ces icônes ouvrira la fenêtre d'image normalement, à la taille à laquelle elle était définie avant qu'elle ne soit réduite à une icône. En état réduit, vous pouvez cliquer avec le bouton droit de la souris sur l'icône et aller à *Set Image Identifier* si vous souhaitez modifier le nom de cette image dans **PixInsight**. Cela peut être très utile si vous souhaitez *renommer* une image dans l'environnement de travail **PixInsight** pour faciliter la sélection ultérieure (par exemple pour un masque). S'il vous plaît noter que les *espaces* ne sont pas autorisés. Aussi utiliser des capitales ou des soulignés ou des *tirets*

L'identifiant d'une image peut également être modifié via le menu *File -> Set Image Identifier*. Veuillez noter que changer l'identifiant d'une image de cette manière ne changera pas le nom de fichier physique de l'image sur votre ordinateur. L'identifiant fait uniquement référence à la façon **PixInsight** désigne cette image.

Jusqu'ici, nous avons couvert l'ouverture des images ainsi que le contrôle du zoom, la taille de la fenêtre et la façon de renommer son *identifiant* dans **PixInsight**. Cependant, vous saurez déjà (ou très rapidement) que les brutes que vous venez de capturer sont extrêmement sombres et peu contrastées. Avant qu'un post-traitement ait réellement lieu, il serait idéal d'inspecter l'aspect des données. **PixInsight** est capable d'*étirer automatiquement* une image, sans modifier réellement l'image elle-même. Tout ce que cela change, c'est l'aspect de l'image pour l'utilisateur.

Pour effectuer un étirement automatique, nous utilisons le bouton *STF AutoStretch* de la barre d'outils *Screen Transfer Function* en haut.

Veuillez noter que l'image n'a pas du tout été modifiée. Si vous enregistrez l'image en tant que nouveau fichier, vous réaliserez rapidement que son apparence est identique à celle que nous avons avant l'étirement automatique. Cette fonction est disponible dans **PixInsight** pour nous permettre de travailler avec l'image alors qu'elle se trouve dans ce que nous appelons son *état linéaire* - avant qu'elle ne soit étirée pour augmenter le contraste. Pour un étirement automatique beaucoup plus spectaculaire, utilisez le bouton situé immédiatement à droite de celui-ci, appelé *STF AutoStretch (Boosted)*. Veuillez noter que si vous apportez des modifications à une image, même si elles sont subtiles (par exemple, une réduction du bruit à petite échelle), vous devrez réappliquer l'auto-étirement pour voir les modifications qu'elle a apportées au contraste.

Vous pouvez réinitialiser l'étirement automatique pour le supprimer en cliquant sur le bouton *Reset* de *Screen Transfer Function* dans la même barre d'outils, à gauche du bouton utilisé pour l'étirement automatique.

Ce bouton réinitialise l'étirement automatique de chaque image actuellement ouverte dans **PixInsight**. Si vous souhaitez uniquement réinitialiser l'étirement automatique sur la fenêtre d'image sélectionnée, utilisez le bouton situé à droite de celle-ci, intitulé *Reset Screen Transfer Functions: Active Window*.

Si vous souhaitez rapidement copier une image, vous pouvez le faire en cliquant avec le bouton droit de la souris sur l'image elle-même et en sélectionnant *Duplicate*.

Pour ce faire, vous pouvez également simplement faire glisser l'identificateur d'image de la fenêtre d'image vers l'espace de travail pour créer automatiquement un clone.

Vous pouvez utiliser des images clonées pour toutes sortes de choses, y compris pour tester différents paramètres de processus et comparer les résultats, ou simplement pour utiliser le clone (ou un clone modifié) en tant que masque pour l'image d'origine. Des techniques liées à cela seront discutées dans d'autres tutoriels. Avec un étirement automatique appliqué à la fois à l'image d'origine et au clone, nous pouvons créer des zones de prévisualisation dans **PixInsight** afin de n'englober qu'un petit segment de votre image. Pour ce faire, il suffit de cliquer sur le bouton raccourci *New Preview* dans la barre d'outils *Preview*.

Avec ce mode sélectionné, nous pouvons créer une zone de *prévisualisation* dans notre image.

Dès que la zone d'aperçu est créée, **PixInsight** sera en mode *Edit Preview*. Cela vous permet de faire glisser la zone d'aperçu créée autour de l'image pour la positionner plus soigneusement. Vous pouvez également la redimensionner en faisant glisser l'un de ses coins ou côtés. Une fois que vous êtes satisfait, vous pouvez cliquer sur le bouton raccourci du *mode Readout* dans la barre d'outils de *Preview* afin de ne pas déplacer accidentellement la zone de prévisualisation.

Les zones de prévisualisation peuvent être incroyablement utiles pour diverses choses que nous explorerons plus en détail dans d'autres didacticiels. Vous pouvez notamment sélectionner la zone de prévisualisation à laquelle appliquer les processus, accélérant ainsi le traitement (la surface traitée étant beaucoup plus petite) et donnant un aperçu des effets de l'application de votre processus. En fait, nous pouvons regarder la zone d'aperçu comme s'il s'agissait de l'image entière en cliquant sur le nouvel identifiant *Preview01* qui apparaît sous l'identifiant de l'image.

Comme nous le voyons ci-dessus, si vous passez le curseur de la souris sur l'identifiant *Preview01*, un petit aperçu apparaît pour nous indiquer la zone de l'image principale que la zone d'aperçu englobe réellement. Cliquez dessus pour afficher uniquement la zone de prévisualisation de l'image dans la fenêtre d'image. Cela peut être agrandi ou réduit (*Zoom To Fit* ou *Zoom to Optimal*) de la même manière que peut l'être l'image principale. Si vous cliquez sur l'identifiant de l'image principale, la fenêtre d'image s'affichera pour afficher l'image principale dans son ensemble. La zone de prévisualisation restera toutefois en place.

Nous pouvons transférer des zones de prévisualisation créées dans une image sur une autre image ouverte, par exemple un clone. Cela est utile pour pouvoir comparer directement de petites zones d'images. Pour ce faire, il suffit de cliquer pour sélectionner l'identifiant de la boîte d'aperçu, dans ce cas-ci *Preview01*, et une fois que la zone d'aperçu de l'image est affichée, *glissez-déposez* cet identifiant de boîte d'aperçu vers l'autre image, juste en dessous de l'identifiant d'image principal de cette autre image.

Si, au lieu de cela, l'identifiant de la zone de prévisualisation est glissé dans l'espace de travail **PixInsight**, il créera une nouvelle fenêtre d'image avec la zone de la zone de prévisualisation de l'image qui y est affichée.

Les images peuvent contenir de nombreuses zones de prévisualisation. Ces zones de prévisualisation peuvent également être renommées. Par exemple, ci-dessous, j'ai utilisé le bouton raccourci *New Preview* de la barre d'outils *Preview* pour créer trois zones d'aperçu dans l'image.

Supposons que je souhaite supprimer la première zone de prévisualisation, intitulée *Preview01*, mais je souhaite également renommer les plus petites zones de prévisualisation en quelque chose de plus significatif que *Preview02* et *Preview03*. Pour supprimer *Preview01*, je reste en mode *Édit Preview* (voir la barre d'outils *Preview* - ce mode est sélectionné par défaut dès que vous créez une

zone d'aperçu), je clique pour sélectionner *Preview01* dans l'image principale et son contour passe au vert une fois sélectionné.

Nous allons maintenant dans le menu *Preview* -> *Delete* pour supprimer cette boîte de prévisualisation.

Il est important d'éviter l'option de menu *Preview* -> *Delete All* sauf si nous voulons vraiment que chaque boîte de prévisualisation disparaisse! Maintenant que *Preview01* est effacé, je vérifie que je suis toujours en mode *Edit Preview*, puis je sélectionne *Preview02* pour le renommer. Pour ce faire, une fois sélectionné, je vais dans le menu *Preview* -> *Modify Preview*. Ici, nous pouvons entrer un nouvel identifiant pour la zone de prévisualisation et confirmer les modifications. Notez que les espaces ne sont pas autorisés. Utilisez des capitales, des sous-lignés ou des tirets.

Remarquez comment d'autres paramètres peuvent également être modifiés. Vous pouvez entrer des coordonnées de pixel particulières et une taille de pixel de zone de prévisualisation pour modifier la zone de l'image que la zone de prévisualisation englobe. N'hésitez pas à jouer avec cela si vous voulez vraiment être spécifique. Toutes les zones de prévisualisation peuvent être supprimées sans avoir à en sélectionner aucune en utilisant simplement l'option de menu *Preview*-> *Delete All*.

Jusqu'ici, nous avons découvert le nouveau mode de prévisualisation et son utilisation pour créer des zones de prévisualisation sur les images. *Readout* a été mentionné comme étant le mode par défaut utilisé par **PixInsight** pour l'interaction de l'utilisateur avec les images, mais ses possibilités ne sont pas détaillées. *Readout* est le mode par défaut car il donne à l'utilisateur des informations sur le pixel sur lequel se trouve le curseur de la souris, ainsi que sur les pixels environnants. Pour voir ce qu'il peut réellement faire, cliquez simplement avec le bouton gauche de la souris sur votre image ouverte et maintenez le bouton gauche de la souris enfoncé.

La fenêtre contextuelle est la sortie du mode *Readout*. Il montre à l'utilisateur une vue très agrandie du pixel sur lequel ils sont superposés et des pixels environnants, avec l'emplacement précis du pixel sur lequel ils se trouvent. Il fournit également une valeur pour la luminosité du pixel survolé par l'utilisateur dans la sortie du *Readout*, au format normalisé (0 en noir et 1 en blanc). Pour une image couleur, cette luminosité de pixel est donnée pour les trois canaux de couleur individuels (rouge, vert et bleu). *Readout* peut être personnalisé via l'option de menu *Edit* -> *Readout mode*.

Ici, vous pouvez décider si la valeur de luminosité donnée par la sortie du mode de lecture est effectuée sur le pixel survolé ou sur une zone de pixels en tant que *Moyenne*, *Médiane*, *Maximum* ou *Minimum*. La taille de la sonde en pixels peut être définie sur un seul pixel ou sur un carré de 3x3 jusqu'à un carré de 15x15. Vous pouvez également modifier la taille de sortie du mode *Readout* en pixels et le facteur de zoom. La personnalisation dépend de votre choix et ce que vous sélectionnez doit certainement refléter la façon dont vous souhaitez travailler. L'expérimentation est la clé. Pour définir de nouveaux paramètres, cliquez simplement sur l'icône représentant un cercle *Apply Global* et fermez la fenêtre. Je trouve que les paramètres par défaut, avec une taille de sortie en mode *Readout* de 51 pixels, sont idéals pour moi.

Juste avant de terminer la section, nous parlons de formats d'image et nous abordons ici très brièvement les processus dans **PixInsight**. Le nombre de bits des images peut être modifié sans avoir à l'enregistrer. Cela peut se faire par le choix du processus appelé *SampleFormatConversion*. Cela se trouve dans le menu *Processus* -> *<All Processes>* -> *SampleFormatConversion* ou plus précisément dans le menu *Processus* -> *Image* -> *SampleFormatConversion*.

Par défaut, le processus *SampleFormatConversion* a le format de profondeur de bit de l'image sélectionnée. Il suffit de sélectionner un autre format et de cliquer sur le bouton *Apply* pour convertir l'image actuelle.

Bien sûr, en enregistrant l'image par le menu *File -> Save as*, invite l'utilisateur à sélectionner un format de résolution en bits si le format d'image choisi le requiert, sauf pour *JPEG* ou *PNG*, par exemple, car il s'agit simplement de formats d'image *8 bits*. Si vous sélectionnez toutefois le format *TIFF* ou *FITS*, **PixInsight** vous demandera dans quel format de profondeur de bit enregistrer.

En sélectionnant *JPEG*, **PixInsight** demandera quel paramètre de qualité utiliser. Je recommande d'utiliser *100* sans exception. Veuillez noter que si vous utilisez *File -> Save as* pour modifier le format de résolution de votre image, vous devez fermer l'image et la rouvrir afin que **PixInsight** utilise la résolution de la nouvelle image. C'est pourquoi le processus *SampleFormatConversion* peut être utile: il modifie le format de résolution de votre image sur-le-champ et vous permet de la manipuler immédiatement sans devoir rien enregistrer ni rouvrir.

Enfin, nous pouvons inspecter les informations d'en-tête *FITS* d'une image ouverte dans **PixInsight**. Les images contiennent généralement des informations saisies par le logiciel de capture. Ces informations comprennent généralement le temps d'exposition ou le temps total d'intégration, la caméra utilisée, la monture utilisée, les coordonnées de la cible dans le ciel nocturne, etc. Ces informations sont accessibles via le menu *File -> FITS Header*. Sélectionnez cette option de menu avec une image actuellement ouverte et sélectionnée dans **PixInsight**.

Tout en haut de la fenêtre d'en-tête *FITS* se trouve une liste déroulante. Vous trouverez ici les identifiants de toutes les images actuellement ouvertes dans **PixInsight**. Vous pouvez sélectionner une autre image dans ce menu déroulant pour afficher les informations d'en-tête *FITS*.

4. Processus et Scripts

PixInsight fonctionne avec des processus et des scripts - c'est la façon dont **PixInsight** traite les images. Sans eux, il s'agirait simplement d'un programme de visualisation d'images, par opposition à un programme de traitement d'images. La différence entre un processus et un script est une pure formalité. Les nouvelles fonctions codées dans **PixInsight** peuvent commencer sous forme de scripts et sont ensuite transformées en processus lorsque la fonction et son code sont formalisés comme une caractéristique essentielle de **PixInsight**. Il existe des processus et des scripts pour tout ce que vous devez faire sur vos images.

Cette section n'a pas pour but de vous apprendre à utiliser chaque processus et script que **PixInsight** propose - ce serait extrêmement exhaustif et cela dépasse largement la portée de ce tutoriel. L'utilisation de processus et de scripts particuliers fait l'objet d'autres tutoriels plus ciblés. Cette section traite plutôt de la manière d'accéder et d'interagir avec les processus et les scripts, ainsi que de la manière d'optimiser votre flux de travail avec eux.

Les processus sont accessibles via l'explorateur de processus situé dans la barre latérale gauche de **PixInsight**.

Ils sont répertoriés par catégories, mais je trouve qu'il est beaucoup plus facile de les trouver via la catégorie "*All Processes*", qui contient chacun d'entre eux par ordre alphabétique. Une fois que vous avez une idée de la catégorie que vous souhaitez et de son nom, c'est le moyen le plus simple de trouver le processus que vous souhaitez. Je trouve qu'un moyen plus rapide d'accéder aux processus est de passer par le menu *Processus*.

Ici, tous les processus sont à nouveau listés dans leurs différentes catégories, ou listés ensemble par le menu <All Processes>. Ce menu est plus accessible que l'explorateur de processus, car il les répertorie tous dans un seul écran sans avoir à les faire défiler. Ils sont également classés par ordre alphabétique.

Les scripts sont accessibles de la même manière, mais ils ne sont malheureusement pas aussi rapides à trouver, sauf si vous savez à quelle catégorie appartient le script qui vous intéresse. Pour accéder aux scripts, il suffit d'aller dans le menu Script.

Il existe des scripts très utiles déjà fournis avec **PixInsight** et certains des utilisateurs les plus avancés ont codé leurs propres scripts, qui sont généralement téléchargeables par les utilisateurs. L'un des scripts les plus utiles pour les utilisateurs de reflex numériques est le script *CanonBandingReduction*, qui est extrêmement efficace pour supprimer les horribles bandes dont peuvent souffrir les images RAW des reflex numériques.

En raison du formalisme des processus, ils ont tous une présentation spécifique avec des caractéristiques et des fonctions très communes. En revanche, les scripts peuvent varier considérablement, en fonction de la personne qui les a codés. Par exemple, ouvrons le processus *HistogramTransformation*.

Ce processus particulier est utilisé pour étirer les images de façon permanente (contrairement à l'étirement automatique mentionné ci-dessus), pour faire ressortir les détails des images et augmenter massivement le contraste. Ce à quoi nous devons cependant prêter attention pour ce tutoriel, c'est à la barre en bas avec les différents boutons. Si nous ouvrons d'autres processus à côté de *HistogramTransformation*, nous commençons à remarquer les similitudes.

Plusieurs processus sont présentés ci-dessus. Il y a deux types de processus - dynamique et non dynamique. La grande majorité des processus sont non dynamiques. Cela signifie qu'ils ne sont qu'une petite fenêtre d'outil que vous pouvez garder ouverte sur le côté et appliquer à une image sans avoir besoin d'interagir avec l'image elle-même. De ce fait, vous pouvez avoir autant de processus non dynamiques ouverts à un moment donné. Les processus dynamiques sont cependant différents. Ils fonctionnent en démarrant une session sur une image. Cette session permet à l'utilisateur d'appliquer le processus à l'image en interagissant avec l'image. Par exemple, le *DynamicCrop* présenté ci-dessus est un processus dynamique (d'où son nom !) et, lorsqu'il est initialisé sur une image, il affiche un rectangle blanc à l'intérieur de l'image que l'utilisateur peut faire glisser pour le redimensionner afin de choisir la quantité de rognage à effectuer sur l'image. Ceci diffère des processus non dynamiques qui ne nécessitent aucune interaction entre l'utilisateur et l'image elle-même. C'est également la raison pour laquelle vous ne pouvez avoir qu'un seul processus dynamique ouvert à la fois.

Remarquez ci-dessus comment *DynamicCrop* a un ensemble de boutons légèrement différent le long de la barre inférieure par rapport aux quatre autres. Concentrons-nous d'abord sur les processus non dynamiques (c'est-à-dire pas *DynamicCrop*). Les deux principaux boutons dont vous devez tenir compte sont les boutons *Apply* et *Reset*. Le bouton *Apply* est le petit carré à gauche et le bouton *Reset* est la petite croix à droite.

Ces boutons font ce que vous pensez qu'ils devraient faire - le bouton *Apply* applique physiquement le processus avec les paramètres définis sur l'image qui est sélectionnée, et le bouton *Reset* réinitialise complètement les paramètres du processus aux valeurs par défaut. Le petit bouton en forme de triangle tout à fait à gauche, appelé *New Instance*, est également extrêmement utile. Par exemple, disons que vous effectuez le post-traitement d'images monochromes et que vous avez recadré votre image Luminance d'une certaine manière et que vous effectuez le post-traitement

complet de celle-ci. Beaucoup plus tard, votre intention est de post-traiter votre image couleur RVB complètement et seule, avec une combinaison de Luminance et RVB à suivre. Cependant, vous craignez que le recadrage que vous avez appliqué à la Luminance ne soit pas identique au recadrage appliqué au RVB plus tard, ce qui pourrait poser de sérieux problèmes ! C'est là que *New Instance* peut vous aider.

Utilisons ici les exemples *HistogramTransformation* et *ATrousWaveletTransform*. Supposons que vous appliquiez un étirement spécifique avec *HistogramTransformation* et que vous accentuez ensuite la netteté de l'image avec *ATrousWaveletTransform*. Le tableau ci-dessous indique les types de réglages qui peuvent être utilisés.

Pour sauvegarder les paramètres de chaque processus, il suffit de faire glisser et de déposer le bouton "*New Instance*" de chacun de ces processus dans l'espace de travail. Cela créera une icône de processus **PixInsight**.

Il est possible de les renommer pour leur donner un nom plus significatif en cliquant avec le bouton droit de la souris et en allant sur *Set Icon Identifier*, en le renommant à cet endroit et en le confirmant. Veuillez noter que les espaces ne sont pas autorisés, alors mettez des majuscules ou utilisez des traits de soulignement ou des tirets.

Les processus *HistogramTransformation* et *ATrousWaveletTransform* peuvent maintenant être réinitialisés, fermés, etc. - ces icônes de processus ont stocké mes paramètres pour chacun d'entre eux. Les icônes de processus peuvent être mises de côté en les faisant glisser où vous le souhaitez. Pour les appliquer à une image, il suffit soit de double-cliquer dessus pour ouvrir le processus auquel elles sont liées et de cliquer ensuite sur *Apply* dans ce processus, soit simplement de faire glisser l'icône de processus elle-même sur les images auxquelles vous voulez l'appliquer. Il est intéressant de noter que, sans créer d'icône de processus, vous pouvez faire glisser le bouton "*New instance*" d'une fenêtre de processus ouverte sur une image pour appliquer le processus à l'image. Cela ne crée pas d'icône de processus - il s'agit simplement d'une autre façon d'appliquer un processus à une image. Cela semble faciliter les choses lorsque vous devez appliquer un processus à plusieurs images, car sélectionner chaque image individuelle et cliquer sur *Apply* prend plus de temps que de simplement glisser-déposer le bouton Nouvelle instance sur chaque image, une par une.

Une bonne chose à propos de ces nouvelles instances de processus est qu'une fois que vous avez une bonne idée de la manière de post-traiter les images, avec certaines des variations que l'on peut avoir dans un certain nombre de processus en raison de la qualité des données ou du contenu cible, on peut avoir une longue liste d'icônes de processus. Celles-ci sont préparées pour que vous puissiez les appliquer directement aux images ou mieux, les ouvrir en double-cliquant dessus, les modifier si nécessaire et ensuite les appliquer. Le fait d'avoir ces listes pourrait même vous rappeler ce que vous devez faire en premier lieu.

Plus loin dans ce tutoriel, nous parlerons des projets **PixInsight** - à quoi ils servent et comment les utiliser. Nous pouvons toutefois sauvegarder nos icônes de processus elles-mêmes, indépendamment des images ou des projets que nous traitons. Pour ce faire, nous créons les icônes de processus et nous les disposons selon nos vœux. Une fois que nous sommes satisfaits, il nous suffit d'aller dans le menu *Process -> Process Icons -> Save Process Icons*.

Un fichier sera créé avec le nom de fichier choisi et dans le dossier choisi, contenant toutes les informations à charger ultérieurement dans le projet dans lequel vous choisissez de les charger. Les possibilités sont infinies, car vous pouvez préparer un ensemble différent d'icônes de traitement pour différents types de cibles (par exemple, petites galaxies et grandes nébuleuses étendues), ou pour

différents types d'imagerie (par exemple, bande étroite ou LRGB, monochrome ou One Shot Colour). Les icônes de processus peuvent être chargées dans votre espace de travail **PixInsight** via le menu *Process -> Process Icons -> Load Process Icons*, en pointant sur le fichier d'icônes de processus sauvegardé que vous avez choisi. Il est intéressant de noter qu'il est également possible de fusionner des icônes de processus. Par exemple, vous pouvez charger un fichier d'icônes de processus et décider d'ajouter un autre ensemble d'icônes de processus que vous avez dans un autre fichier. Il suffit de charger l'un des fichiers et d'utiliser le menu *Process -> Process Icons -> Merge Process Icons* pour le fusionner avec le jeu actuel (plutôt que le remplacer). La fusion elle-même peut ensuite être enregistrée dans un autre fichier d'icônes de processus, si vous le souhaitez.

Si vous en avez assez de certaines icônes de processus, vous pouvez les supprimer en cliquant avec le bouton droit de la souris et en sélectionnant l'option de suppression correspondante.

Naturellement, les fichiers des icônes de processus peuvent être sauvegardés et même partagés entre les utilisateurs. Vous trouverez des personnes qui partagent leurs icônes de processus librement, ou pour aider d'autres personnes sur des forums, par exemple. Vous ne souhaitez peut-être pas utiliser cette fonctionnalité de **PixInsight**, mais savoir comment gérer les processus New Instancesfor est extrêmement bénéfique pour la plupart des flux de travail.

Sans être spécifique à des processus particuliers, nous avons jusqu'à présent couvert de manière adéquate la plupart des processus non dynamiques. Veuillez noter que certains processus non dynamiques disposent de fonctionnalités supplémentaires, comme la fourniture d'un aperçu en temps réel des modifications qui seraient apportées si les paramètres étaient appliqués tels que choisis. L'un de ces processus est en fait *HistogramTransformation*. Il est accessible par l'icône en forme de cercle creux sur la gauche.

Les prévisualisations en temps réel sont extrêmement utiles pour les processus pour lesquels elles sont disponibles, donc si vous les voyez disponibles, vous devriez probablement les utiliser ! Une fois que vous êtes satisfait de ce que vous voyez, vous devez cliquer sur "*Apply*" sur le processus pour appliquer réellement les paramètres à l'image. La fenêtre de prévisualisation en temps réel peut alors être fermée une fois que vous avez terminé.

Les processus dynamiques diffèrent quelque peu en ce qui concerne les boutons disponibles. Comme ils fonctionnent en initialisant une session sur une fenêtre d'image, ils fonctionnent seuls et si vous essayez d'ouvrir plus d'un processus dynamique à la fois, **PixInsight** ne vous laissera pas faire. Dans les processus dynamiques, l'option Apply est plus justement appelée Execute, symbolisée par un bouton vert coché.

Le bouton en forme de croix rouge situé à droite, appelé "Cancel", fait exactement cela : il ferme la session sur l'image active et ferme ainsi entièrement le processus. Les processus dynamiques peuvent initialiser une session simplement en interagissant avec une image pendant que le processus est ouvert, ou en sélectionnant une image et en cliquant ensuite sur le bouton "Reset". Cela activera la fenêtre du processus et fournira tous les paramètres qu'elle offre.

Tout comme les processus non dynamiques, les processus dynamiques peuvent être sauvegardés en créant une nouvelle instance (en faisant glisser son bouton "New instance" vers l'espace de travail). On peut ensuite interagir avec eux de la même manière - en double-cliquant pour ouvrir le processus lui-même (cela activera une session sur l'image actuellement active) ou en glissant et déposant l'icône du processus lui-même sur une image.

Avant de conclure cette section, sur le sujet du glisser-déposer des icônes de processus, nous pouvons en fait transférer des paramètres d'un processus à un autre de cette manière. Par exemple, vous pouvez utiliser le processus *ScreenTransferFunction* pour étirer automatiquement une image, exactement comme le fait le bouton *AutoStretch* de la barre d'outils du *STF* (ils sont identiques). Vous pouvez prendre ces paramètres d'étirement automatique et les appliquer à une image de façon permanente - pour étirer physiquement l'image, plutôt que de l'étirer automatiquement pour voir à quoi elle ressemble tout en la maintenant linéaire. Cet exemple illustre le concept de transfert de paramètres entre processus par glisser-déposer. Nous commençons avec une image linéaire qui n'a pas été étirée ou auto-étirée.

Nous pouvons effectuer un étirement automatique pour en avoir un aperçu, bien sûr, mais que faire si nous voulons utiliser cet étirement automatique mais pour étirer réellement l'image ? Pour cela, nous utilisons les processus *ScreenTransferFunction* et *HistogramTransformation*. En règle générale, je clique aussi sur *Reset* pour m'assurer que les deux processus sont à leur valeur par défaut.

Pour étirer automatiquement l'image, je maintiens la fenêtre de l'image sélectionnée et je clique ensuite sur le bouton *Étirement automatique* dans *ScreenTransferFunction*.

Passons maintenant à la procédure - le transfert des paramètres calculés par la fonction *ScreenTransferFunction* vers *HistogramTransformation* (qui effectuera l'étirement permanent de notre image). Pour ce faire, nous glissons et déposons le bouton "*New Instance*" de *ScreenTransferFunction* sur la barre inférieure de *HistogramTransformation*, entre tous les boutons standard du bas.

Vous remarquez immédiatement que *HistogramTransformation* a changé pour afficher l'étirement appliqué. Cliquer sur *Reset* dans *ScreenTransferFunction* supprime l'étirement automatique de notre image, puis cliquer sur *Apply* dans *HistogramTransformation* applique les mêmes paramètres, mais sous la forme d'un étirement permanent de l'image.

L'image peut sembler la même qu'avant, mais c'est là tout l'intérêt - elle a été étirée de la même manière, mais de façon permanente pour la sortir de l'état linéaire dans lequel elle se trouvait auparavant.

Cette technique de transfert de paramètres d'un processus à l'autre a ses limites. Tous les processus ne sont pas compatibles les uns avec les autres, pour des raisons évidentes. *SCT* et *HistogramTransformation* sont compatibles car ils sont basés sur les mêmes paramètres d'étirement d'une image. Par exemple, *ScreenTransferFunction* et *ChannelExtraction* ne sont pas compatibles parce que *ChannelExtraction* est utilisé pour séparer les canaux RGB/luminosité/chrominance d'une image. Lorsque vous essayez de transférer des paramètres d'un processus à un autre en faisant glisser le bouton "*New Instance*" d'un processus à un autre, vous obtenez un retour d'information vous indiquant si cela fonctionne ou non. Lorsque cela fonctionnera, l'icône de la nouvelle instance que vous faites glisser sera entourée d'un petit carré indiquant qu'elle peut être transférée. Si elle ne fonctionne pas, une petite croix apparaîtra sous l'icône. Cette petite croix apparaît également si vous essayez de la déposer ailleurs que dans la barre inférieure du processus vers lequel vous transférez les paramètres. Une erreur se produira si vous déposez l'icône "*New instance*" sur un processus avec lequel elle n'est pas compatible.

Un point intéressant pour conclure cette section est que si les processus peuvent être appliqués aux images elles-mêmes, ils peuvent également être appliqués aux boîtes de prévisualisation à l'intérieur des images. Pour ce faire, il suffit de cliquer sur l'identifiant de la boîte de prévisualisation à gauche,

juste en dessous de l'identifiant de l'image. Une fois que la fenêtre de l'image n'affiche que la zone de la boîte de prévisualisation, l'application du processus se limitera à la seule boîte de prévisualisation. Votre image réelle est laissée intacte, sans rien avoir été appliquée (ne pensez pas que le processus n'a été appliqué qu'à cette seule zone de l'image - c'est un sujet pour les masques !). Cela est utile car certains processus prennent du temps, même sur des ordinateurs puissants, en particulier lorsque les images sont massives (par exemple les mosaïques). Il est utile d'appliquer des processus de ce type à des boîtes de prévisualisation pour observer les changements qui se produiront dans les zones d'intérêt. Une fois satisfait, vous pouvez appliquer le processus à l'image réelle et en avoir fini avec elle.

Certains de mes autres tutoriels aborderont l'utilisation de certains des scripts les plus utiles. La plupart des scripts ont simplement des boutons OK et Cancel pour appliquer ou fermer le script, avec quelques paramètres qui peuvent être modifiés. Cependant, comme certains d'entre eux ne sont pas codés par l'équipe de **PixInsight**, leurs interfaces varieront naturellement d'un à l'autre. Cependant, comme elles sont fournies avec **PixInsight**, il est prouvé qu'elles fonctionnent suffisamment bien pour être incluses dans l'installation par défaut.

5. Travailler avec les espaces de travail

Les espaces de travail dans **PixInsight** sont essentiellement des ordinateurs de bureau. Dans un projet, vous pouvez post-traiter une image pour un canal dans un espace de travail tout en conservant l'image d'un autre canal dans un autre espace de travail (cela peut être la luminance dans un espace de travail et le RGB dans un autre). Les espaces de travail peuvent également conserver temporairement certaines images que vous avez ouvertes, comme les masques. Les espaces de travail sont les plus utiles lorsque vous travaillez avec des images en tant que projets, ce qui est un sujet de discussion plus loin dans ce tutoriel.

Comme mentionné précédemment, les différents espaces de travail sont accessibles via les raccourcis d'espace de travail en bas de **PixInsight**.

En cliquant sur l'un de ces boutons, vous serez transféré vers l'espace de travail correspondant, tout en gardant également actif l'ensemble de votre espace de travail actuel. Comme indiqué ci-dessus, si vous passez le curseur de la souris sur un bouton de raccourci de l'espace de travail, un aperçu du contenu actuel de cet espace apparaîtra. Les espaces de travail sont également accessibles via le menu *Workspace* -> *Select Workspace*, en sélectionnant l'espace de travail correspondant qui y est répertorié.

Par défaut, les nouveaux projets PixInsight sont lancés avec quatre espaces de travail disponibles. Vous pouvez supprimer des espaces de travail en allant sur l'espace de travail que vous souhaitez supprimer et en accédant ensuite à l'option de menu *Workspace* -> *Destroy Workspace*.

Il vous sera demandé de confirmer que vous souhaitez effectivement supprimer cet espace de travail, car cela supprimera les images et les processus (ou les icônes d'images/de processus) ouverts dans cet espace de travail. Vous pouvez également créer de nouveaux espaces de travail via l'option de menu *Workspace* -> *Create Workspace*.

En cliquant sur "*Create Workspace*", vous créez immédiatement un nouvel espace de travail, sans confirmation, et vous y êtes transféré. Vous pouvez également renommer les espaces de travail en leur donnant un nom plus significatif que les noms par défaut de *Workspace01*, *Workspace02*, etc. Pour ce faire, sélectionnez d'abord l'espace de travail que vous souhaitez renommer, puis sélectionnez l'option de menu *Workspace* -> *Rename Workspace*, en saisissant un nouveau nom ici et en confirmant.

Veuillez noter que les espaces ne sont pas autorisés, alors mettez des majuscules ou utilisez des traits de soulignement ou des tirets. Le fait de renommer les espaces de travail rend la navigation très efficace.

Le contenu des espaces de travail peut également être rapidement transféré d'un espace de travail à l'autre. Cela se fait par le menu *Workspace* -> *Move Workspace Contents*.

Sous *Workspace* -> *Move Workspace Contents*, vous trouverez quatre options :

- *Entire Contents*: Transfère tout - images, interfaces de processus et icônes de processus
- *Image Windows* : Transfère uniquement les images
- *Process Interfaces* : Transfère les interfaces de processus (ouvrir les fenêtres de processus) uniquement

- Icons : Transfère les Icônes de processus (celles créées avec New Instance) uniquement

Veillez noter que cela permet de déplacer littéralement des objets, et non des copies. Le déplacement s'effectue à partir de l'espace de travail dans lequel vous vous trouvez actuellement, vers celui que vous sélectionnez dans la liste des espaces de travail.

Les images individuelles, les fenêtres de traitement et les icônes de traitement peuvent en fait être transférées (déplacées) vers un autre espace de travail à partir de l'espace de travail dans lequel vous vous trouvez actuellement par différents moyens. Vous pouvez cliquer avec le bouton droit de la souris sur la barre de titre de la fenêtre d'image ou de la fenêtre de traitement et sélectionner l'option Vers l'espace de travail, suivie d'un espace de travail qui y est répertorié. Si vous sélectionnez un espace de travail autre que celui dans lequel vous vous trouvez actuellement, l'image ou la fenêtre de traitement correspondante y sera déplacée.

Cela fonctionne également si la fenêtre d'image ou de traitement est réduite à une icône, car un clic droit sur l'icône fait apparaître le même menu, bien que pour les fenêtres d'image réduites, cela semble alors s'appeler "*Move To Workspace*" par opposition à "*To Workspace*" (il n'y a pas de différence de fonction !). Les icônes de processus qui flottent dans votre espace de travail peuvent également être transférées (déplacées) de la même manière.

Veillez noter que les images stockées dans les différents espaces de travail sont toujours accessibles à partir de chaque espace de travail. Par exemple, vous pouvez avoir plusieurs images de masque dans un espace de travail et travailler sur votre image réelle dans un autre espace de travail. Ces images de masque peuvent toujours être sélectionnées dans l'espace de travail qui contient l'image sur laquelle vous travaillez, même si les images de masque se trouvent dans un autre espace de travail. Il n'y a aucune différence dans la manière de travailler avec elles - elles apparaîtront tout de même dans la liste des images compatibles.

L'utilisation que vous faites des espaces de travail peut varier. Personnellement, je l'utilise très rarement car je garde simplement les images et les processus dont je n'ai pas besoin immédiatement, en les minimisant sur le côté.

6. Travailler avec les masques

Tout comme dans Adobe Photoshop, **PixInsight** peut utiliser des masques pour protéger certaines parties d'une image. Cette partie du tutoriel n'expliquera pas nécessairement comment créer des masques particuliers, car c'est le sujet d'un autre tutoriel. Toutefois, elle sert d'introduction à la fonction des masques et à la manière de les utiliser.

Un masque est une image qui est superposée à une autre image et qui est utilisée pour définir les zones qui sont protégées contre les altérations et celles qui sont laissées sans protection afin que les altérations y soient appliquées. Par exemple, un masque peut protéger l'arrière-plan et les étoiles mais laisser la nébulosité sans protection. Cela signifie qu'un renforcement du contraste serait appliqué uniquement à la nébulosité, plutôt qu'au fond ou aux étoiles. Cela permet d'obtenir un meilleur résultat dans la nébulosité sans nuire au fond, qui est généralement dominé par le bruit.

Les masques peuvent être créés par une multitude de méthodes. Une simple copie d'une image peut servir de masque, surtout si elle est monochrome. La copie peut être étirée et découpée en blanc et noir avec la transformation d'histogramme pour accentuer davantage les zones claires et sombres,

afin de maximiser l'efficacité du masque. La fonction *RangeSelection* peut également être utilisée pour sélectionner les zones les plus claires afin de créer une image de masque. Les masques d'étoiles peuvent également être créés à l'aide de *StarMask*, afin de protéger les étoiles des modifications. Les images peuvent être combinées pour produire une image de masque plus appropriée, ou des morceaux peuvent être peints avec *CloneStamp* pour personnaliser une image de masque en fonction de vos besoins plus spécifiques. Je vous rappelle cependant que la création et la personnalisation des différents types de masque font l'objet d'un autre tutoriel, qui aborde ce sujet plus en profondeur.

L'image ci-dessus montre une image monochrome ouverte et auto-étirée (elle est toujours linéaire). A côté, il y a une image dupliquée étirée et découpée en blanc et noir, qui a été nommée *Mask_Image* car nous l'utiliserons comme masque pour l'image originale. Le fait d'avoir étiré l'image pour l'utiliser comme masque donne un contraste beaucoup plus élevé aux zones claires qu'aux zones sombres. Cela signifie que l'image du masque elle-même est plus précise lorsqu'il s'agit de protéger les zones à protéger. Le découpage en blanc et noir a encore accentué ce phénomène. En l'état actuel des choses, le masque peut être conçu pour protéger les zones sombres ou les zones claires. Pour ce faire, on peut choisir de laisser le masque tel quel ou de l'inverser.

Appliquons le masque à notre image. Pour ce faire, il suffit de cliquer pour sélectionner l'image elle-même, puis de faire un clic droit et de sélectionner l'option *Mask -> Select Mask*. On peut également y accéder en sélectionnant l'image elle-même puis en choisissant l'option de menu *Mask -> Select Mask* en haut de **PixInsight** (plutôt que de cliquer sur l'image avec le bouton droit de la souris). Le raccourci clavier correspondant est également utilisable à cette fin.

Les images compatibles seront affichées sur la liste de Nouveau Masque dans la fenêtre pop-up. Si l'image de votre masque ne correspond pas aux dimensions de l'image elle-même, elle est considérée comme incompatible et n'apparaîtra pas en option. Nous sélectionnons notre *Mask_Image* et nous pouvons alors cliquer sur OK pour l'appliquer. Veuillez noter l'option Inverser le masque dans la fenêtre pop-up. Nous n'avons pas besoin de nous en préoccuper car nous pouvons de toute façon inverser le masque lorsqu'il est appliqué.

Vous remarquerez que l'image elle-même est devenue très rouge. Les zones marquées en rouge sont protégées par le masque. Tout ce que nous faisons à l'image ne sera pas appliqué aux zones couvertes de rouge, essentiellement. Comme l'image du masque n'est pas binarisée (purement noire ou purement blanche) et qu'elle est plutôt en tons de gris (monochrome), la protection a des degrés d'application variables. Les zones purement noires sont complètement protégées, mais les zones gris très foncé sont moins protégées, tandis que les zones purement blanches sont complètement non protégées (naturellement, les zones claires mais non blanches sont principalement non protégées).

Bien sûr, l'image du masque ne nous permet pas de voir ce que nous faisons réellement à l'image elle-même. Pour y remédier, **PixInsight** nous permet de cacher un masque sans le désactiver. Cela donne à votre image son aspect original mais conserve la protection du masque. Pour ce faire, il suffit de faire un clic droit sur l'image et de sélectionner l'option *Mask -> Show Mask*. Cette option est également accessible par le menu *Mask -> Show Mask* de **PixInsight**, ou par son raccourci clavier correspondant.

L'option "*Enable Mask*" présentée ci-dessus n'est pas celle à utiliser si vous essayez de masquer le masque car la sélection de "*Enable Mask*" le désactivera et supprimera donc sa protection. Il sera toujours appliqué à l'image, mais il ne fonctionnera pas tant que l'option *Enable Mask* n'aura pas été sélectionnée à nouveau. N'oubliez pas d'utiliser l'option *Show Mask* pour masquer le masque. Dans ce même menu, nous voyons qu'il est possible d'inverser le masque en sélectionnant *Invert Mask*. Son raccourci clavier correspondant fonctionne également.

Nous montrons maintenant le masque pour voir la différence en l'inversant. Les zones sombres sont maintenant sans protection tandis que les zones claires sont protégées. Cela nous permettrait en théorie d'attaquer l'arrière-plan, peut-être en réduisant son contraste pour le rendre plus sombre et plus neutre sans gâcher l'image avec des bords prononcés. L'application du masque original, qui consiste à laisser les zones claires sans protection, est idéale pour attaquer la nébulosité, peut-être pour améliorer son contraste sans toucher l'arrière-plan.

Les images des masques peuvent être combinées, bien sûr. Par exemple, nous pouvons créer un masque comme ci-dessus, mais ensuite créer un masque d'étoile (contenant uniquement des étoiles) et soustraire le masque d'étoile de notre image de masque. Cela nous donne une image de masque résultante qui nous permet d'attaquer la nébulosité brillante sans attaquer également les étoiles. Ceci est très utile pour certains processus, car certains d'entre eux peuvent provoquer des anneaux autour des étoiles (introduire des halos légèrement sombres autour des étoiles et, dans les cas graves, brûler le cœur des étoiles avec une tache sombre au centre). Comme nous l'avons déjà dit, les spécificités de la création de masques font l'objet d'un autre tutoriel.

Si vous souhaitez modifier la couleur utilisée pour afficher les zones de l'image qui sont protégées par le masque, vous pouvez rapidement passer à une sélection de couleurs fournie par **PixInsight**. Il vous suffit de cliquer avec le bouton droit de la souris sur l'image protégée par le masque et de consulter le menu Masque -> Mode de rendu. Une sélection de couleurs est fournie.

Naturellement, cela est également accessible via le menu *Mask -> Rendering Mode* de **PixInsight**. Il n'y a cependant pas de raccourcis clavier pour cette fonction. L'utilisation d'une couleur différente peut aider à voir ce que le masque protège, en fonction de l'image en post-traitement, des yeux de l'utilisateur, du moniteur utilisé, etc. Vous pouvez ne pas utiliser cette fonction du tout, mais elle est là au cas où vous souhaiteriez l'utiliser.

Une fois que vous avez utilisé un masque, il peut être retiré plus facilement qu'il n'a été appliqué. Pour ce faire, cliquez avec le bouton droit de la souris sur le masque et sélectionnez l'option *Mask -> Remove Mask*. Cela peut également être fait par le biais de l'option du menu **PixInsight** *Mask -> Remove Mask*. Il n'y a pas de raccourci clavier pour cette fonction.

En général, si le masque n'est plus utilisé, il est possible de le fermer sans le sauvegarder, car il ne s'agissait que d'un outil temporaire permettant d'améliorer soigneusement l'image réelle. Si vous fermez sans enregistrer le masque, sans le supprimer au préalable en tant que masque, **PixInsight** vous en avertira et si vous confirmez, il supprimera automatiquement le masque.

Si vous avez plusieurs masques à utiliser sur une même image, vous pouvez en sélectionner un, effectuer vos améliorations puis en appliquer un autre sans avoir à supprimer le courant au préalable.

7. Projets

Les projets dans **PixInsight** peuvent être incroyablement utiles s'ils sont utilisés souvent. Ils permettent en fait de sauvegarder l'état de fonctionnement complet de **PixInsight**. Cela inclut vos images ouvertes, vos paramètres de processus, vos icônes de processus et vos espaces de travail. Il sauvegarde également un aspect très important de vos images - leur historique de traitement. Cela signifie que vous pouvez charger le projet plus tard et toujours annuler et refaire comme si vous veniez d'appliquer ces processus ou scripts. C'est l'un des principaux avantages de l'utilisation des projets dans **PixInsight**. Un projet peut être créé pour une image sur laquelle vous travaillez et il peut être chargé à tout moment.

Lorsque vous démarrez **PixInsight**, il sera automatiquement vide - ne contenant rien d'autre que les paramètres par défaut pour les processus et aucune image ou icône de processus ouverte. Ces derniers peuvent être chargés, bien sûr, mais c'est généralement le début de votre projet vide. Si à un moment donné vous souhaitez effectuer cette opération sans fermer et rouvrir **PixInsight**, il vous suffit de sélectionner l'option de menu *File -> Load Empty Project*.

À ce stade, vous pouvez charger les icônes de processus si vous avez sauvegardé une configuration que vous utilisez habituellement. Vous pouvez également procéder à la configuration de vos espaces de travail, charger vos images et généralement commencer le pré ou le post-traitement de vos images. À un certain stade, après avoir configuré votre projet, vous souhaitez peut-être l'enregistrer pour le créer pour la première fois. Pour ce faire, il vous suffit d'utiliser l'option de menu *File -> Save Project*.

Par défaut, sous *Project Generation*, tout est sélectionné, sauf *Purger* les fichiers existants. Vous pouvez activer cette option si vous souhaitez que le projet soit complètement remplacé s'il ne s'agit pas de votre première sauvegarde de l'avancement du projet. C'est probablement une bonne idée de laisser tout activé, sauf si vous avez une bonne raison de ne pas sauvegarder un aspect particulier de votre projet.

Pour la première fois que vous enregistrez un projet, cliquez sur le bouton de l'icône de dossier à droite de *Project File* pour sélectionner un dossier dans lequel enregistrer votre projet et lui donner un nom.

Dans la rubrique *Auteur*, vous pouvez naturellement saisir votre propre nom. Dans *Description*, vous pouvez entrer ce que vous souhaitez. Il peut s'agir d'une description de ce que le projet d'image implique - une mosaïque de 4 panneaux de la nébuleuse Gamma Cygni peut-être ? L'auteur et la description sont des champs entièrement facultatifs et vous n'avez pas à entrer quoi que ce soit si vous ne le souhaitez pas.

Cela permettra de créer les fichiers du projet dans le dossier que vous aurez choisi.

Le dossier lui-même contient les données du projet telles que les images ouvertes, l'historique du traitement des images, les icônes de traitement, les paramètres du processus, les espaces de travail, etc. Le fichier avec l'extension *XOSM* est le fichier principal du projet que vous allez charger à l'avenir.

Si vous apportez des modifications à votre projet et que vous souhaitez les enregistrer, vous pouvez simplement accéder à la même option de menu *File -> Save Project*. La même fenêtre de sauvegarde s'ouvrira, mais avec les détails déjà remplis.

Vous pouvez modifier ce que vous souhaitez ici, mais il suffit de cliquer sur OK pour enregistrer les modifications apportées, bien qu'il vous soit demandé si vous souhaitez les écraser. Vous devez répondre Oui si vous souhaitez enregistrer les modifications.

À l'avenir, vous pourrez charger le projet via l'option de menu File -> Load Project. Ici, vous pouvez parcourir votre ordinateur pour trouver le fichier XOSM de votre projet et il suffit de double-cliquer dessus pour ouvrir le projet.

Tout se chargera et sera comme la dernière fois que vous avez enregistré le projet, dans la position où vous les avez laissés dans les espaces de travail.

À tout moment pendant qu'un projet est ouvert, vous pouvez consulter les données relatives à l'auteur et à la description (les métadonnées du projet) en sélectionnant l'option de menu *File -> View Project Metadata*.

Ceci conclut la section sur les projets **PixInsight**. Gardez-les à l'esprit en ce qui concerne l'utilité de pouvoir feuilleter l'historique du traitement d'une image et de stocker les paramètres et les icônes de traitement utilisés dans le post-traitement d'une image particulière. Les projets peuvent éviter beaucoup de frustrations.

II. Prétraitement (calibrage et empilement) des images dans PixInsight

Depuis longtemps, des logiciels comme DeepSkyStacker sont utilisés pour le prétraitement des images. Ce processus implique ce qui suit :

1. L'empilage de nombreuses images de bias pour produire un bias maître.
2. Empilage de nombreuses images dark pour produire un dark maître.
3. Empilage de plusieurs flats pour produire un flat maître.
4. Calibrer le master flat avec le master bias et le master dark.
5. Calibrage des images brutes avec les images maîtres, suppression des pixels chauds et froids, enregistrement et empilage des images brutes calibrées résultantes.
6. Application d'un algorithme de rééchantillonnage tel que Drizzle pour améliorer le résultat final.

Ce processus peut sembler exhaustif, mais il n'est en aucun cas trop long. DeepSkyStacker rend les choses très simples à cet égard, car tout est exécuté automatiquement. **PixInsight** peut également être utilisé pour le prétraitement des images et, bien que le processus puisse sembler intimidant pour les débutants, sa réalisation se traduit par une bonne compréhension de la science qui sous-tend le prétraitement.

Veuillez garder à l'esprit que **PixInsight** dispose d'un script appelé *BatchPreprocessing* qui automatise une grande partie de ce processus. Cependant, ce script n'est idéalement utilisé que jusqu'au moment où vous empilez vous-même les images brutes calibrées et enregistrées. Cela s'explique par le fait qu'il faut faire des essais pour obtenir la meilleure image possible de l'empilage, ce que le script ne peut pas faire automatiquement. De plus, l'empilage manuel est nécessaire si vous devez utiliser l'algorithme *Drizzle* pour obtenir un résultat final plus précis. De plus, il ne produit pas de super bias maître lors de la première étape (seulement un bias maître). Vous pouvez cependant produire vous-même le super bias maître d'abord et ensuite demander au script de l'utiliser. L'utilisation du script peut vous faire gagner du temps, mais pas beaucoup non plus, donc son utilisation est vraiment facultative. Ce tutoriel traite de l'utilisation du script, mais vers la fin, il y a quelques éléments des étapes manuelles que vous devrez néanmoins connaître.

Pré-supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance de base de l'objectif des bias, des darks et des flats dans le calibrage des brutes.
- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images et des processus (lire ce qui suit, sections 3 et 4).

1. Le flux de travail de prétraitement PixInsight

Cette section sert d'introduction simple à ce que nous allons couvrir et, comme référence future, de ce qu'il faut faire, dans quel ordre. Nous devons d'abord préparer nos maîtres, en commençant par le bias. Nous en ferons également un super bias sans bruit. Les darks individuels sont calibrés avec le superbias maître et le dark maître est ensuite formé à partir de ces darks calibrés. Les flats individuels sont calibrés avec le superbias maître et le dark maître avant de former le flat maître à partir des flats calibrés. Cela nous donne des maîtres qui peuvent être utilisés pour calibrer les images que nous voulons empiler.

Les images que nous voulons empiler sont d'abord et avant tout calibrées avec les maîtres. Elles sont ensuite corrigées cosmétiquement pour éliminer autant de pixels chauds et froids que possible. À ce stade, les images sont propres et calibrées et elles sont ensuite alignées les unes avec les autres (pour corriger les légers désalignements, y compris les désalignements intentionnels effectués par dithering), puis empilées les unes sur les autres. Pour améliorer le résultat final, nous appliquons ensuite le Drizzlealgorithm, qui crée une image résultante dont la résolution est deux fois plus élevée et améliore la pixellisation par interpolation. À ce stade, nous avons terminé. Pour résumer :

1. Empiler les bias pour produire un bias maître. Transformez cela en un super bias maître sans bruit.
2. Calibrer les darks avec le superbias maître. Empilez ces darks pour produire un dark maître.
3. Calibrez les flats avec le superbias maître et le dark maîtres Empilez ces frames plates pour produire un master flat.
4. Calibrez les brutes pour les empiler avec le superbias, le dark et le flat maître.
5. Appliquer une correction cosmétique aux brutes calibrés pour les empiler.
6. Débayériser les images brutes s'il s'agit d'images en couleur comme celles capturées à l'aide d'un appareil photo CCD ou DSLR couleur à une seule prise.
7. Sélectionner les meilleures images brutes et optimiser leur pondération.
8. Enregistrer les images brutes pour les empiler les unes sur les autres.
9. Empiler les brutes.
10. Appliquer l'algorithme de Drizzle pour obtenir un résultat final.

Nous passons maintenant à chacune de ces étapes, suivies d'une introduction au script *BatchPreprocessing* qui peut être utilisé pour alléger un peu la charge de travail (si vous le souhaitez - personnellement, je ne l'utilise pas). Les données utilisées pour ce tutoriel sont 8 images brutes H-Alpha de la nébuleuse du Croissant, avec les bias, les darks et flats correspondants.

Au-dessus, quatre dossiers vides sont présentés. Le dossier "Masters" permet simplement de stocker nos superbias maître, nos master dark et nos master flat après leur création. Lights_Cal stockera les images après qu'elles aient été soumises à l'étalonnage avec *ImageCalibration*. Lights_Cal_CC stockera ces images calibrées après qu'elles aient été corrigées cosmétiquement avec *CosmeticCorrection*. Lights_Cal_CC_Reg stockera les images résultantes après qu'elles aient

également été enregistrées les unes avec les autres à l'aide de *StarAlignment*. À ce stade, elles peuvent être empilées avec *ImageIntegration* et *DrizzleIntegration* après cela.

Les dossiers appelés `Lights_Cal`, `Lights_Cal_CC` et `Lights_Cal_CC_Reg` peuvent être supprimés une fois que l'image a été empilée et que l'algorithme *Drizzle* lui a été appliqué. Ces dossiers ne constituent qu'un stockage temporaire pendant que nous prétraitons les images. Vous pouvez conserver le dossier `Masters`, en particulier pour les superbias master et master dark car ils s'appliquent à d'autres images que vous pouvez avoir.

Si vous avez affaire à des images couleur RAW de reflex numériques, vous devez modifier certains paramètres de format de fichier image sur **PixInsight** avant de commencer. Pour accéder aux paramètres appropriés, cliquez sur l'explorateur de formats à gauche de **PixInsight** et double-cliquez sur l'entrée `DSLR_RAW` en haut de la page.

Par défaut, **PixInsight** lit les images couleur RAW des DSLR comme des images Debayerisées, ce qui signifie qu'il les modifie artificiellement pour les afficher en couleur dans **PixInsight**. Cela peut sembler pratique car cela se fait automatiquement, mais techniquement, les images couleur RAW des reflex numériques doivent être calibrées alors qu'elles sont purement RAW, avant toute modification telle que la débayerisation. Il suffit de cliquer sur le bouton "*Pure Raw*" en bas à gauche de la fenêtre de paramétrage et vous serez paramétré - cliquez ensuite sur OK.

PixInsight se souviendra de ces paramètres à l'avenir, vous n'aurez donc pas besoin de les modifier à nouveau. Veuillez noter que l'ouverture des images couleur RAW des reflex numériques dans **PixInsight** les affichera en monochrome. Une fois les images calibrées, nous les convertirons en images couleur en les débayerisant, donc ne vous inquiétez pas de cela.

Avant de commencer, il convient de mentionner que le format d'image natif de **PixInsight** est le format XISF. Juan Conejero de l'équipe **PixInsight** a présenté ce format à la communauté dans ce fil de discussion du forum. Bien que l'équipe de **PixInsight** ait déclaré que le format populaire FITS est obsolète, il est toujours pleinement pris en charge et le sera toujours afin de garantir une compatibilité maximale avec d'autres logiciels. Étant donné que les caméras CCD produisent actuellement des images au format FITS, c'est le format que je continue à utiliser. Non seulement dans les tutoriels que vous lirez ici, mais aussi pour mon traitement personnel des images dans **PixInsight**. Si vous choisissez d'utiliser le format XISF de **PixInsight**, n'hésitez pas car il fonctionnera tout de même, bien qu'à ce jour je n'ai pas remarqué d'avantage pour l'utilisateur final à utiliser XISF plutôt que FITS. Il convient toutefois de noter qu'à partir de la version 1.8.5 de **PixInsight**, les processus de prétraitement et les scripts n'offrent plus la possibilité de définir le format de sortie de l'image et que, par conséquent, ils produisent tous par défaut au format XISF. Vous pouvez cependant enregistrer vos images finales prétraitées au format FITS si vous le souhaitez, ou conserver le format XISF. L'un ou l'autre de ces formats convient parfaitement.

2. Générer un Master Superbias et un Master Dark

Ce n'est pas un secret mathématique que "plus il y en a, mieux c'est" s'applique à l'astrophotographie - pour tout - les bias, les darks, les flats et les images brutes. Il y a cependant une limite à ce que nous pouvons et voulons capturer. Une image de bias est utilisée pour supprimer le signal de bias du capteur produit lorsque l'image est produite après la fin de l'exposition. Ainsi, le bias maître est soustrait des brutes. Un bias ne devrait techniquement pas contenir de bruit, puisque

ce que nous essayons de soustraire est le biais du capteur, et non un bruit aléatoire. Cependant, la production de bruit est mathématiquement inévitable. Pour cela, plus nous empilons de trames de biais, mieux c'est, bien sûr, mais il y a des limites personnelles. Comme les images de biais sont rapides à capturer (le temps d'exposition typique est de 0,001 seconde, bien que le temps de téléchargement des images soit beaucoup plus élevé), il n'y a guère de problème pour en capturer, disons 200 à empiler. Nous en utiliserons 20 dans ce tutoriel à des fins d'illustration.

Une image de biais que j'utilise ressemble à ce qui suit une fois auto-étirée dans **PixInsight** (à des fins d'illustration uniquement) :

Le bruit aléatoire est assez clair. L'empilement des 20 trames de biais devrait donner un meilleur résultat, plus représentatif du signal de biais réel du capteur que le bruit aléatoire. Nous allons procéder de la sorte. Pour cela, nous ouvrons le processus d'intégration d'images.

L'intégration est un terme utilisé pour l'empilement, et c'est ce que nous devons faire - intégrer les 20 images de biais dans un biais maître. Avant tout, nous cliquons sur *Add Files* en haut à droite de *ImageIntegration*, nous recherchons les biais et nous les ajoutons.

Avec l'ajout des 20 biais, nous configurons maintenant *ImageIntegration* pour faire le travail de manière adéquate pour un biais maître. Nous veillons d'abord à sélectionner *Average* dans *Combination*, *No normalization* dans *Normalization* et *Don't care* (tous les poids = 1) dans *Weight*. Nous désactivons également *Evaluate noise*. Cela nous donne un empilage de base des biais en un biais maître.

Nous passons maintenant aux algorithmes de rejet des pixels. Le choix dépend du nombre de biais empilés dans un biais maître. Sous la rubrique *Rejection algorithm*, choisissez en fonction de ces directives générales :

- *Averaged Sigma Clipping* pour < 10 images
- *Winsorized Sigma Clipping* pour 10 à 20 images
- *Linear Fit Clipping* pour > 20 images

Comme j'empile exactement 20 biais, je vais opter pour le *Winsorized Sigma Clipping*. Pour les biais, vous utiliserez généralement le *Linear Fit Clipping* car il est facile de capturer plus de 100 trames de biais pour un bon biais maître. Là encore, sélectionnez également *No normalization* dans *Normalization*. Maintenez les options *Clip low pixels* et *Clip high pixels* activées, mais vous pouvez désactiver les options *Clip low range* et *Clip high range*.

Nous pouvons maintenant procéder à l'intégration, donc nous cliquons sur *Apply Global* et les biais sont empilés pour produire un biais maître. Ce biais maître se présente automatiquement comme une nouvelle image dans **PixInsight**, avec l'identifiant d'intégration.

Ce qui précède est mon résultat, qui a été auto-étiré à des fins d'illustration. Il s'agit d'un biais maître et il est clair qu'après avoir empilé 20 images de biais, le résultat est une meilleure représentation du signal de biais du capteur avec moins de bruit dominant. Cependant, le bruit subsiste. Il est évident que 20 images de biais est trop peu, mais même avec 200 images de biais et un capteur CCD à faible bruit comme le capteur ICX694 de Sony, le bruit reste. C'est là qu'intervient le processus *Superbias*, qui transforme un biais maître, comme on l'a vu plus haut, en un biais qui semble être le résultat d'une pile de milliers d'images de biais. Nous fermons le processus *ImageIntegration* et nous ouvrons le processus *Superbias*.

Les paramètres par défaut du *Superbias* fonctionnent très bien dans la plupart des cas, mais si votre biais maître provient d'environ 50 trames de biais individuelles ou plus, réduisez le nombre de couches multi-échelles à 6, sinon maintenez-le à son niveau par défaut de 7. Une fois le réglage effectué, appliquez simplement le processus *Superbias* à votre biais maître.

Le résultat final devrait être beaucoup plus lisse et pratiquement sans bruit. Ce qui précède a été étiré automatiquement à des fins d'illustration, mais il a également été étiré automatiquement en mode 24 bits en cliquant sur le bouton encadré de la barre d'outils **PixInsight**. Comme pour les étirements automatiques normaux, cela n'altère pas l'image, mais nous donne un bon aperçu des données lorsqu'elles sont à l'état linéaire. Notre *superbias* principal est maintenant prêt et peut être sauvegardé. Enregistrez-la au format FITS. Nous pouvons également fermer le biais maître sans l'enregistrer.

La recommandation générale est d'empiler 100 trames de biais ou plus au départ, puis d'appliquer le processus *Superbias*. Le résultat final sera toujours meilleur si vous utilisez plus de biais au départ, mais il y a un rendement décroissant et l'existence du processus *Superbias* nous permet d'atteindre ce rendement décroissant beaucoup, beaucoup plus rapidement.

Maintenant que le super bias maître a été généré, nous devons générer le dark maître. Ceci est mis dans la même section dans le tutoriel parce que les paramètres d'intégration dans *ImageIntegration* sont identiques à ceux du biais maître. Mais tout d'abord, nous allons calibrer nos images darks individuelles avec le *superbias* maître afin d'éliminer le signal de polarisation du capteur de chaque image dark et ainsi faire en sorte que notre dark maître soit purement représentatif du signal de courant de dark produit par la caméra pendant les expositions. Ceci est particulièrement important si le noir maître est mis à l'échelle (ceci est fait lorsque vos images darks proviennent d'expositions plus longues que vos brutes). Pour calibrer les images dark, on ouvre le processus *ImageCalibration*.

Nous cliquons maintenant sur le bouton *Add files* et ajoutons les darks ici.

Nous devons attribuer un dossier de sortie pour chaque image dark calibrée. Pour cela, nous cliquons sur le bouton à côté de la zone de texte pour le répertoire de sortie et sélectionnons un dossier de sortie. J'en ai créé un appelé *Calibrated* dans le dossier pour mes images darks.

Comme nous ne calibrons qu'avec le *superbias* maîtres, nous désactivons Master Dark et Master Flat.

Nous cliquons maintenant sur le bouton à côté de la zone de texte pour Master Bias et recherchons notre fichier master *superbias* et le sélectionnons.

Avec l'option Calibrate désactivée (puisque nous n'avons pas besoin de calibrer les *superbias* maîtres), nous cliquons simplement sur *Apply Global* dans le processus *ImageCalibration* et tout un ensemble de darks calibrés apparaît dans notre dossier *Calibrated*.

Nous avons maintenant des images darks dont le signal de polarisation du capteur de la caméra a été soustrait et qui sont prêtes à être empilées pour former une image dark maître adéquate. Pour ce faire, nous rouvrons le processus *ImageIntegration* et cliquons sur le bouton "Clear" (pas le bouton "Reset") afin de conserver tous les paramètres, mais en supprimant les images de biais de la liste.

Nous cliquons maintenant à nouveau sur *Add Files* et ajoutons cette fois-ci les darks calibrés.

Nous conservons les paramètres de *ImageIntegration* comme auparavant, mais nous vérifions que notre choix d'algorithme de rejet est correct pour notre nombre d'images. Comme il y a 20 images sombres dans la mienne, je garde le *Winsorized Sigma Clipping*. Une fois que tout est vérifié, nous cliquons à nouveau sur *Apply Global* et le master dark apparaît automatiquement comme une nouvelle image dans **PixInsight**, avec intégration comme identifiant.

C'est notre dark maître et il peut maintenant être sauvé en tant que tel. Assurez-vous qu'il est au format FITS, ce qu'il devrait être par défaut selon les paramètres de sortie du processus de calibrage d'image.

À ce stade, nous en avons fini car nous avons réussi à générer un superbias maître et un dark maître.

3. Générer un Flat Maître

Comme pour le master dark, avant de procéder à l'empilage des flats, nous devons les calibrer individuellement avec le master superbias et le master dark. Pour ce faire, nous revenons au processus *ImageCalibration*. Pour éviter toute confusion, nous pouvons cliquer sur le bouton *Reset* pour rétablir les valeurs par défaut du processus.

Nous procédons maintenant à l'ajout des flats à *ImageCalibration* en cliquant sur *Add Files* et en les sélectionnant.

Comme nous calibrons les flats avec un master superbias et un master dark, nous désactivons simplement le *Master Flat* cette fois-ci.

Là encore, un dossier de sortie doit être défini. Pour cela, nous cliquons sur le bouton à côté de la zone de texte pour le répertoire de sortie et nous en définissons un. J'ai simplement créé un dossier appelé *Calibrated* dans le dossier contenant mes images flats.

Nous sélectionnons maintenant nos Master Superbias et Master Dark dans leurs sections appropriées (Master Bias et Master Dark), par la même méthode.

L'optimisation a été laissée activée sous Master Dark afin de permettre à **PixInsight** de mettre à l'échelle le master dark pour s'adapter au temps d'exposition des flats. Ceci est nécessaire car les flats ont généralement un temps d'exposition d'environ 1 seconde alors que le master dark dans mon cas provient d'images dark qui ont un temps d'exposition de 600 secondes (10 minutes). Comme le signal de courant d'obscurité est acquis linéairement pendant l'exposition d'une image sombre, il peut être facilement mis à l'échelle par **PixInsight** tant que l'option Optimiser est laissée activée. Veuillez noter que **PixInsight** peut indiquer qu'il n'y a pas de corrélation entre le courant d'obscurité principal et vos images flats. Cela se produit généralement si vos flats ont un temps d'exposition très faible (1 seconde ou moins). Ne vous inquiétez pas de cela car c'est normal - cela signifie simplement que la soustraction de l'obscurité n'est pas nécessaire pour ces images flats. Maintenant, en cliquant sur *Apply Global*, notre dossier *Calibrated* se remplit de flats calibrés.

Une fois les flats calibrés, ils peuvent maintenant être empilés pour former un flat maître. Cela se fait à nouveau avec *ImageIntegration*. Cliquez sur *Reset* quand il est ouvert car nous devons utiliser différents paramètres ici.

Avant tout, nous cliquons sur Add Files pour ajouter nos flats calibrés à la liste.

Nous procédons maintenant aux réglages nécessaires à la réalisation d'un master flat. Nous choisissons *Average* dans la *Combination*, *Multiplicative* dans *Normalization* et encore une fois "Don't care" (tous les poids = 1) dans les poids. Cette fois-ci, nous laissons cependant la fonction *Evaluate noise* activée.

Pour l'algorithme de rejet, il suffit de sélectionner ici *Percentile Clipping*, puis *Equalize fluxes* dans *Normalization*. *Clip low pixels* et *Clip high pixels* sont activés à gauche, *Clip low range* et *Clip high range* étant désactivée.

Il se peut que nous devions maintenant modifier les réglages du *Percentile low* et *Percentile high* ci-dessous. Ces paramètres définissent les seuils à partir desquels les pixels doivent être rejetés lors de la génération flat maître. Si vous avez utilisé une boîte à lumière, un générateur de flats ou un panneau électroluminescent, vous pouvez utiliser les paramètres par défaut - ils fonctionnent généralement parfaitement. Mais, si vous avez capturé ces flats en pointant le télescope sur le ciel de l'aube, vous avez peut-être capturé par inadvertance certaines étoiles, qui doivent être supprimées. Vous devez abaisser le centile inférieur et le centile supérieur à une valeur minuscule telle que 0,010 afin de maximiser le rejet et d'éliminer les étoiles et autres aberrations que vous avez pu capturer. Comme les miennes sont capturées à l'aide d'un générateur de flat, je laisse mes paramètres par défaut.

Une fois le réglage effectué, cliquez sur *Apply Global* et le master flat apparaîtra automatiquement comme une nouvelle image dans **PixInsight**, avec l'identifiant intégration.

Comme on l'a vu plus haut, si le paramètre "*Generate rejection maps*" est activé, vous obtiendrez deux autres images que vous pourrez inspecter avec un auto-stretch. Elles vous donnent une idée des pixels qui ont été rejetés. Comme toujours, étirez automatiquement le master flat généré et inspectez-le bien pour vous assurer qu'il a l'air bien (c'est-à-dire qu'il ne reste pas d'éléments aberrants comme des étoiles si vous avez capturé les flats sur le ciel). Les poussières doivent évidemment rester dans votre master flat car c'est l'une des raisons principales de l'utilisation des flats.

Une fois que vous vous êtes satisfait du flat maître, il est enregistré comme tel. Assurez-vous qu'il est au format FITS, ce qu'il devrait être par défaut selon les paramètres de sortie du processus de calibrage d'image. Les images de la carte de rejet peuvent toutes deux être fermées sans être sauvegardées, car elles ne sont pas vraiment nécessaires, si ce n'est pour votre inspection.

Ce qui précède, pour moi, concerne le filtre h-alpha. Si vous avez utilisé une caméra CCD monochrome et que vous avez des images avec d'autres filtres, vous aurez naturellement des flats pour chacun de ces filtres. Par conséquent, vous devrez répéter cette section du tutoriel pour les flats de chacun de vos filtres. Si vous avez utilisé un appareil photo couleur comme un DSLR (ou équivalent, une caméra CCD couleur), vous devriez avoir terminé maintenant, car vous n'aurez qu'un seul jeu d'images flats.

4. Calibrage des brutes et correction des pixels chauds et froids

Cette section du tutoriel prépare nos images brutes pour l'alignement et l'empilement, en les calibrant avec nos maîtres, puis en corrigeant les pixels chauds et froids restants. Nous commençons par le calibrage. Comme nous avons préparé nos superbias, dark et flat maître, nous pouvons continuer. *ImageCalibration* est le premier processus à utiliser. Nous cliquons sur *Reset* une fois ouvert pour nous assurer qu'il est aux paramètres par défaut.

Nous commençons par ajouter les brutes à la liste en cliquant sur *Add files* et en les sélectionnant dans notre dossier Brutes.

Tout d'abord, définissez le dossier de sortie en cliquant sur le bouton situé à côté de la zone de texte du répertoire de sortie et sélectionnez un autre dossier dans lequel vous pouvez stocker les images lumineuses calibrées. J'ai choisi d'utiliser mon dossier *Lights_Cal* comme mentionné précédemment dans ce tutoriel.

Veuillez noter qu'à partir de la version 1.8.5 de **PixInsight**, l'option *Output extension* n'est plus présente ici ni dans aucun des autres processus de prétraitement que nous utiliserons et le format par défaut de toutes les images traitées sera le format XISF natif de **PixInsight**. Ce n'est pas un problème, donc ne vous inquiétez pas. Il ne nous reste plus qu'à sélectionner nos master superbias, master dark et master flat dans leurs sections respectives, en gardant les trois activés. Encore une fois, si comme moi à l'heure actuelle, vous n'utilisez pas les darks pour la calibration, vous pouvez garder *Master Dark* désactivé à ce stade.

Toutes les options de calibrage doivent être maintenues désactivées si vous avez suivi ce tutoriel de près, car le dark maître et le flat maître ont déjà été calibrés. Le master superbias n'a pas besoin d'être calibré. Je maintiendrais l'option *Optimiser* activée sous *Master Dark* afin de m'assurer que **PixInsight** fait correspondre le master dark à vos images brutes.

Une fois prêt, cliquez sur le bouton *Apply Global* et votre dossier de sortie sera rempli avec les images lumineuses calibrées.

Ci-dessus, nous voyons une seule image brute auto-étirée dans **PixInsight** après qu'elle ait été calibrée comme ci-dessus. Comme nos images brutes sont maintenant calibrées, nous pouvons procéder à la suppression d'autant de pixels chauds et froids que possible. Nous commencerons par ouvrir le processus de *CosmeticCorrection*.

Nous commençons par ajouter nos brutes calibrés ici, à nouveau en cliquant sur *Add files* et en les sélectionnant.

Si vos images brutes sont des images en couleur provenant d'une CCD couleur ou d'un appareil photo DSLR, activez ici le réglage des images CFA (Colour Filter Array). Ces images seront débalayées plus tard dans le processus de prétraitement. Une fois que les images en couleur ont été débayérisées vous n'aurez plus besoin d'utiliser cette option par la suite. Toutefois, si vos images brutes sont monochromes, laissez l'option des images CFA désactivée.

Définissons un dossier de sortie en cliquant sur le bouton à côté de la zone de texte pour le répertoire de sortie. J'ai sélectionné mon dossier *Lights_Cal_CC*, mentionné plus haut dans ce tutoriel.

Une fois le dossier de sortie défini, nous procédons à la correction cosmétique proprement dite. Si vous avez un master dark, vous pouvez activer l'option *Use Master Dark* et **PixInsight** vous demandera de pointer vers votre master dark.

Comme nous avons un Master Dark avec lequel travailler, il n'est peut-être pas nécessaire d'activer l'option *Use Auto detect* sous *Use Master Dark*. Cette option est particulièrement réservée aux personnes qui ne s'embêtent pas du tout avec les darks, comme moi, grâce à mon capteur Sony ICX694 à faible bruit. Nous aborderons un peu plus loin l'option *Use Auto detect*, car elle est utile pour un nettoyage supplémentaire.

Pour voir avec quoi nous travaillons, il suffit de double-cliquer sur l'une des images brutes de la liste pour l'ouvrir sur le côté. Un étirement automatique est nécessaire à ce stade.

Pour optimiser notre vitesse de travail, nous devons définir une fenêtre de prévisualisation autour d'une zone de l'image qui présente un nombre important de pixels chauds (clairement considérés comme des aberrations, comme des pixels blancs isolés qui ne sont clairement pas des étoiles). Activez également la nouvelle fenêtre de prévisualisation afin que nous ne voyions que la zone de la fenêtre de prévisualisation.

Avec cette configuration, nous cliquons sur *Real-Time Preview* sur *CosmeticCorrection* pour obtenir une fenêtre qui nous montre ce qui arrive aux pixels chauds et froids lorsque nous modifions les paramètres, mais seulement dans la zone de notre boîte de prévisualisation (ce qui accélère la mise à jour lorsque nous modifions les paramètres !)

D'abord, nous cliquons sur "Enable" sur "Hot Pixel Threshold" et ensuite nous diminuons la valeur *Sigma* en utilisant le curseur. Ce faisant, nous observons la fenêtre de prévisualisation en temps réel pour voir comment nos pixels chauds disparaissent. Évitez les valeurs Sigma trop faibles, car cela supprimerait une quantité inutile de pixels. Vous pouvez également augmenter la valeur *Qty* en utilisant le curseur pour supprimer plus de pixels chauds.

Vous pouvez vérifier s'il y a des pixels froids qui méritent d'être supprimés en cliquant sur *Enable on Cold Pixel Threshold* et en le modifiant par la suite. Gardez toutefois à l'esprit que cela peut ne pas être nécessaire, comme c'est le cas dans mon image ci-dessus.

Vous remarquerez peut-être, comme je le fais ci-dessus, que le fait d'avoir utilisé le master dark pour supprimer les pixels chauds n'a pas suffi, car il reste un bon nombre de pixels chauds. Lorsque cela se produit, vous pouvez également utiliser la fonction de détection automatique. Pour ce faire, il suffit de cliquer pour activer la fonction *Auto Detect*. Vous pouvez alors activer *Hot Sigma* et modifier la valeur avec le curseur ou en entrant une nouvelle valeur manuellement. Une valeur inférieure est plus agressive pour supprimer les pixels chauds, donc évitez généralement les valeurs inférieures à 1,0. Plus la valeur est élevée, mieux c'est, à condition que cela fasse l'affaire pour votre image. Quant aux pixels froids, vous pouvez activer *Cold Sigma* pour vous aider davantage.

L'option *Use Defect list* peut être utilisée pour signaler les colonnes ou lignes défectueuses de votre image. Je trouve que ce n'est pas nécessaire si vous avez un bon master superbias et un master dark qui présentent essentiellement ces mauvaises colonnes et lignes aussi, car elles seraient supprimées lors de la calibration

Vos paramètres de *CosmeticCorrection* devraient nettoyer vos images de manière adéquate, comme cela :



Une fois que vous êtes satisfait, n'hésitez pas à fermer la fenêtre de prévisualisation en temps réel et votre image elle-même. Avec *CosmeticCorrection* toujours ouvert, cliquez sur *Apply Global* pour appliquer ces réglages de correction cosmétique à vos images lumineuses et les sortir dans le dossier *Lights_Cal_CC*.

Nous en avons maintenant fini avec l'étalonnage et la correction cosmétique des images brutes et pouvons maintenant procéder à leur enregistrement (alignement) et à leur intégration (empilage). Toutefois, si vos images brutes sont des images en couleur provenant d'une caméra couleur à prise unique, vous devrez d'abord les débayerisées. Ce processus convertit une image brute avec des informations de matrice de couleurs en une image couleur réelle et doit être effectué si vos images lumineuses sont des images couleur. La procédure de débayerage est très simple grâce à l'utilisation du processus *Debayer*.

Ce procédé est très simple à utiliser. Il suffit de cliquer sur "*Add Files*" pour ajouter vos brutes calibrés et corrigés cosmétiquement. Une fois fait, sélectionnez dans la liste le motif Bayer/mosaïque correct pour votre capteur d'appareil photo (vérifiez en ligne si vous n'êtes pas sûr, bien que RGGB semble être le cas avec les appareils reflex numériques Canon EOS), définissez un répertoire de sortie comme d'habitude et cliquez le bouton *Apply global* pour continuer. En quelques secondes, toutes vos images lumineuses devraient être correctement débayerisées. Si vos images brutes sont toutes monochromes, vous pouvez ignorer complètement la procédure ci-dessus et continuer à partir de là.

Si, en revanche, vos brutes sont monochromes, vous en aurez sans doute d'autres à calibrer et à corriger. Cette section devra être répétée pour chacune de ces séries d'images brutes. Cependant, avant d'enregistrer et d'intégrer les brutes, nous utiliserons d'abord le script *SubframeSelector* pour nous aider à déterminer quelles expositions sont les meilleures et quelles expositions sont à supprimées. Nous pouvons également utiliser le script *SubframeSelector* pour calculer les pondérations optimales de nos images brutes, en fonction de ce que nous souhaitons prioriser.

5. Sélection des meilleures brutes et calcul des pondérations optimales

Les conditions d'imagerie varient tout au long de la nuit, notamment en raison du changement de position de la cible (par rapport au méridien et à l'horizon), ainsi que d'éventuels nuages fins et élevés, des rafales de vent, etc. Pour beaucoup d'entre nous, une grande partie de l'imagerie est automatisée au point que de nombreuses longues expositions sont capturées au cours de plusieurs heures. Il est possible de vérifier chaque exposition séparément, mais ce n'est certainement pas une science précise. Le processus *SubframeSelector* de **PixInsight** mesure la qualité de toutes vos expositions en fonction de nombreuses propriétés importantes telles que la taille moyenne des étoiles (FWHM - Full-Width Half-Maximum), l'excentricité des étoiles (une mesure de la distorsion par rapport à une image parfaitement circulaire), le bruit, le rapport signal/bruit (SNR), etc. La mesure numérique de toutes ces propriétés vous permet de voir comment les expositions se comparent les unes aux autres, et vous permet d'en exclure certaines et d'en approuver d'autres (pour les empiler plus tard). En outre, le processus *SubframeSelector* vous permet de définir la pondération des expositions les unes par rapport aux autres (en donnant la priorité à certaines d'entre elles par rapport à d'autres, en raison de propriétés favorables).

Par conséquent, ces pondérations peuvent être fournies au processus *ImageIntegration*, qui effectuera l'empilage. En raison de tout cela, l'utilisation du processus *SubframeSelector* est considérée comme importante pour la qualité globale du résultat final.

Les expositions soumises au processus *SubframeSelector* devraient idéalement être calibrées et corrigées esthétiquement (pour éliminer les pixels chauds). C'est pourquoi nous utilisons le processus *SubframeSelector* dès maintenant et non plus tôt. Depuis la version 1.8.6 de **PixInsight**, *SubframeSelector* est un processus plutôt qu'un script. Par conséquent, nous l'ouvrons comme les autres processus.

Tout d'abord, nous devons ajouter les images pour lesquelles nous souhaitons mesurer et optimiser les poids. Les images que nous devons ajouter sont celles qui ont été soumises à un calibrage et à une correction cosmétique (les résultats de la section précédente). Pour ajouter les images, nous cliquons sur le bouton *Add Files*, nous les sélectionnons toutes et nous les ajoutons.

Nous examinons maintenant l'onglet "System Parameters" car nous devons définir certaines valeurs pour que le processus puisse faire son travail. En premier lieu, nous devons entrer Subframe scale en secondes d'arc/pixel, qui est une propriété de votre combinaison télescope et caméra. Si vous ne la connaissez pas, vous pouvez la calculer à l'aide de l'équation suivante :

$$[\text{Arcsecondes par pixel}] = (206,2648 \times [\text{Taille du pixel de l'appareil photo sur } \mu\text{m}]) / [\text{Longueur focale du télescope en mm}]$$

Vous pouvez également télécharger une brute (non calibrée) sur nova.astrometry.net pour obtenir l'échelle des pixels une fois que l'image est résolue.

C'est normalement plus précis, car la résolution déterminera avec précision l'exposition que vous avez capturée et son échelle en arcsecondes/pixel. Une fois que vous avez la valeur correcte de l'échelle de l'image en arcsecondes/pixel, saisissez-la. Vous devez également entrer le gain de votre caméra en électrons/ADU. Il s'agit d'une spécification que vous pouvez soit mesurer vous-même ([Voir cet article](#)), soit simplement obtenir auprès du fabricant de l'appareil photo. Une fois que vous avez la valeur correcte du gain de la caméra, saisissez-la.

Pour moi, *Subframe scale* était de 1,630 arcsecondes/pixel et le gain de la caméra était de 0,450 électrons/ADU. Vous devez également sélectionner la résolution correcte de la caméra (profondeur de bits). Si vous utilisez un appareil photo CCD ou RAW avec un appareil photo DSLR, l'option 16 bits [0, 65535] est la bonne à choisir. Si l'image est dans un format 8 bits tel que JPEG, sélectionnez plutôt ce format. Pour *Scale unit*, sélectionnez plutôt Arcsecondes (arcsec) afin que les mesures FWHM soient en arcsecondes et non en pixels.

Nous développons maintenant l'onglet *Star Detector Parameters* pour faire quelques ajustements. Les paramètres par défaut fonctionnent généralement parfaitement bien, mais nous pouvons généralement nous permettre de réduire *Structure layers* à 4 et d'augmenter *Noise layers* à 2.

Cela permet de s'assurer que le processus ne capte pas les plus grosses étoiles pour les mesures, et ignore les deux premières couches (dont la première est largement dominée par le bruit à petite échelle). Si vous devez augmenter la sensibilité de détection des étoiles, augmentez légèrement le paramètre *Sensitivity*. En général, les autres paramètres peuvent être laissés aux valeurs par défaut.

Une fois que vous avez défini *Measure Subframes*, nous veillons à ce qu'ils soient sélectionnés dans la section *Routine* en haut et nous cliquons ensuite sur *Apply Global* en bas du processus. La console du processus s'affichera et vous montrera la progression de la mesure des étoiles détectées dans toutes vos images. Notez qu'elle devrait détecter entre quelques centaines et quelques milliers d'étoiles. Si ce n'est pas le cas, vous pouvez rétablir les paramètres par défaut des couches *Structure* et *Noise*, et/ou augmenter le paramètre *Sensitivity*.

Une fois le processus de mesure terminé, nous prêtons attention aux résultats sur la fenêtre du milieu. Sous l'onglet *Measurements Table*, trois des propriétés les plus importantes sont affichées sans avoir à défiler vers la droite - FWHM, excentricité et SNRWeight. La troisième, SNRWeight, est une mesure du rapport signal/bruit des images. À l'heure actuelle, la pondération est égale à zéro pour chaque exposition indiquée. Ce paramètre permet de définir la pondération de chaque exposition lorsqu'elle est empilée, ce qui peut être utilisé pour donner la priorité aux expositions particulièrement bonnes. Le poids peut être personnalisé en entrant une expression pour la pondération dans la fenêtre de droite, ce que nous allons faire dans un instant. Tout d'abord, regardez les graphiques de FWHM, d'excentricité et de pondération SNR, car ils comparent les expositions les unes aux autres. Il est difficile de donner des valeurs générales à observer, car les images de chacun sont différentes et, en fait, les cibles et les combinaisons d'équipements sont très différentes. En général, cependant, on considère que des valeurs d'excentricité de 0,42 ou moins donnent des étoiles parfaitement précises à l'œil humain, même en les regardant de près. Cependant, on considère généralement que des valeurs d'excentricité de 0,60 ou moins semblent correctes. Ne vous inquiétez pas trop si les vôtres, comme les miennes ci-dessus, sont loin d'être proches de 0,42 ou même si certaines dépassent 0,60.

En général, plus les valeurs de FWHM et d'excentricité sont basses, meilleure est l'exposition. Inversement, plus la valeur du SNRWeight est élevée, meilleure est l'exposition. Un mot d'avertissement cependant : les nuages fins et élevés sont enregistrés comme un signal, de sorte que les expositions affectées par ce phénomène ou quelque chose de similaire peuvent avoir des valeurs de pondération SNR élevées alors qu'en réalité, vous pourriez souhaiter vous débarrasser de ces expositions. À ce stade, tout en inspectant les graphiques de ces trois propriétés, vous pouvez exclure les expositions en cliquant simplement sur les points de données correspondants sur les graphiques. Cela transformera le point de données en un X et l'exposition apparaîtra exclue du tableau. Vous pouvez également exclure des expositions manuellement du tableau, en double-cliquant sur la coche verte à gauche de l'exposition dans la liste, ou en sélectionnant l'exposition dans la liste et en cliquant sur le bouton "*Approve*" en haut. Si vous excluez une exposition et décidez ensuite de l'inclure, une fois qu'elle est réintégrée, assurez-vous de sélectionner l'exposition dans la liste et de cliquer sur le bouton "*Toggle Lock*" pour qu'elle soit déverrouillée.

Vous pouvez trouver utile de trier la liste par ordre croissant ou décroissant de FWHM, d'excentricité, de SNRWeight ou de toute autre propriété. Cela peut être fait facilement en sélectionnant la propriété à trier dans la liste tout en haut, au-dessus du tableau. Sélectionnez la propriété que vous souhaitez trier, puis sélectionnez *Asc.* pour Ascendant ou *Desc.* pour Descendant dans la deuxième liste.

Remarquez ci-dessus que l'exposition exclue apparaît dans la liste et a été marquée d'un X dans tous les graphiques. Remarquez également que cette exposition est clairement pire que les autres en termes de FWHM mais pas d'excentricité. En général, l'exclusion des expositions est une bonne idée si vous avez un grand ensemble de données à empiler, ou si vous avez des mauvaises expositions très évidentes par rapport au reste. Certaines expositions seront sans doute pires que d'autres, mais elles ne seront peut-être pas si mauvaises qu'il faille les exclure (ou comme moi dans

ce cas, vous n'aurez peut-être pas le luxe d'avoir un grand ensemble de données pour commencer à exclure des expositions !). Comme toutes les expositions de mon ensemble de données sont plus ou moins égales les unes aux autres en termes de qualité visible, je n'en exclurai aucune, mais je veillerai à ce que la qualité réduite soit prise en compte dans la pondération de chaque exposition.

N'hésitez pas à exclure des expositions à votre guise. Vous pouvez en fait être assez automatisé à ce sujet en saisissant une expression dans Approbation dans la fenêtre de droite. Par exemple, si vous souhaitez n'inclure que les expositions dont la FWHM est inférieure à 6, vous pouvez entrer ce qui suit, puis cliquer sur le bouton en forme de triangle à droite de la case Approbation :

FWHM < 6

Notez ci-dessus que les expositions qui ne répondent pas aux critères de la FWHM sont automatiquement exclues. Nous pouvons étendre cette expression pour inclure également d'autres propriétés. Par exemple, si je veux également que les valeurs d'excentricité supérieures à 0,7 soient exclues (cette fois-ci, nous incluons 0,7 comme autorisé), je peux modifier le contenu de la case Approbation pour (et ensuite cliquer une nouvelle fois sur le bouton en forme de triangle à sa droite) :

FWHM < 6 && Eccentricity <= 0.7

Les expositions exclues l'ont été parce qu'elles ne répondent pas à un ou plusieurs critères inscrits dans l'expression dans la case "Approval". Toutefois, comme je ne veux exclure aucune de mes expositions, je supprime l'expression et laisse la case "Approval" vide. Je m'assure également de cliquer sur le bouton du triangle à sa droite pour appliquer l'absence d'expression (ainsi, toutes mes expositions sont à nouveau incluses).

Une fois que vous avez exclu certaines expositions ou choisi de n'en exclure aucune, nous pouvons passer à la pondération appropriée des expositions. Ces pondérations devraient idéalement prendre en compte les trois propriétés importantes - FWHM, excentricité et SNRWeight. David Ault a recommandé une expression particulière à entrer dans la pondération dans [his tutorial](#). Celle présentée ici est similaire mais a été modifiée pour donner la priorité au SNRWeight plutôt qu'au bruit (car le SNRWeight prend également en compte le bruit). Entrez ce qui suit dans la case Pondération de la fenêtre de droite :

$(15*(1-(FWHM-FWHMMin)/(FWHMMax-FWHMMin)) + 15*(1-(Eccentricity-EccentricityMin)/(EccentricityMax-EccentricityMin)) + 20*(SNRWeight-SNRWeightMin)/(SNRWeightMax-SNRWeightMin))+50$

Notez ci-dessus que la FWHM et l'excentricité sont des propriétés négatives - plus elles sont importantes, plus l'exposition est mauvaise. C'est la raison de $1-FWHM$ et de $1-Eccentricity$ dans l'expression ci-dessus. Par contre, le SNRWeight est une propriété positive - plus il est grand, plus l'exposition est bonne - donc il est laissé intact. Dans les versions précédentes de **PixInsight**, où SubframeSelector était un script, nous devions choisir manuellement les valeurs minimales et maximales de FWHM, d'excentricité et de SNRWeight à entrer dans l'expression. Ces valeurs devaient être modifiées pour chaque ensemble de données, car chaque ensemble de données a des expositions différentes. Heureusement, avec **PixInsight** 1.8.6 et le nouveau processus SubframeSelector, l'expression ci-dessus est universelle et n'a pas besoin d'être modifiée pour des ensembles de données particuliers car elle sélectionne automatiquement les valeurs minimales et maximales.

À côté de chaque propriété de l'expression se trouvent des valeurs multiplicatrices. Pour FWHM et l'excentricité, ces valeurs sont de 15 et pour SNRWeight, de 20. Leur total est délibérément fixé à 50. En gros, si vous voulez privilégier SNRWeight par rapport à FWHM et à l'excentricité, choisissez un multiplicateur plus élevé que celui des deux autres. Vous pouvez mélanger et faire correspondre les multiplicateurs (50 au total) à votre guise, en donnant la priorité à une propriété plutôt qu'à une autre, comme bon vous semble. J'ai choisi de privilégier un peu plus le rapport signal-bruit parce que toutes mes expositions sont plus ou moins les mêmes, visuellement parlant, et je préfère donc que celle qui a le rapport signal-bruit le plus élevé ait une pondération globale plus importante.

Enfin, parce que les valeurs sont normalisées et que les multiplicateurs s'additionnent à 50, l'échelle globale de pondération se tournera vers une échelle qui se situe entre 0 et 50. 0 étant une exposition horrible et 50 étant une exposition incroyable. Cependant, le danger ici est que, bien que 0 puisse sembler être une très mauvaise exposition, cette exposition n'ajouterait pas beaucoup à l'image globale empilée, alors qu'en réalité elle n'est peut-être pas si mauvaise. C'est pourquoi nous ajoutons 50 à la toute fin de l'expression - pour porter l'échelle à 50 à 100, plutôt qu'à 0 à 50. Cela signifie que même si une exposition est considérée comme assez mauvaise (poids proche de 50), elle ajoutera quand même quelque chose à l'image empilée. Gardez à l'esprit que si une exposition est vraiment mauvaise, vous pouvez simplement l'exclure (en inspectant les graphiques ou la liste manuellement, ou en saisissant une expression appropriée dans la case Approbation).

Une fois que vous avez saisi l'expression de pondération ci-dessus, cliquez sur le bouton en forme de triangle à côté de la case Pondération pour calculer et appliquer les pondérations à vos expositions.

Remarquez maintenant que ma propriété *Weight* a été fixée à une valeur comprise entre 50 et 100, comme prévu. Le graphique pour *Weight* montre comment les expositions se comparent les unes aux autres dans le cadre de cette comparaison. Ce sont nos pondérations optimales pour l'empilage. J'ai également configuré le tableau pour afficher mes expositions dans l'ordre croissant de la nouvelle propriété *Weight* calculée. En bas, donc, se trouve ma meilleure exposition.

Il est maintenant intéressant d'ouvrir votre meilleure exposition dans **PixInsight** et de l'étirer automatiquement pour la vérifier. Vérifiez qu'il n'y a pas d'artefacts tels que des traces de satellite ou d'étoiles épatées provenant de nuages fins et élevés. Si l'exposition est jugée propre, nous pouvons alors prendre note du nom de cette exposition particulière car elle servira de référence pour aligner toutes les autres expositions de la pile, ainsi que de référence pour *LocalNormalization* (toutes deux expliquées plus loin). Si vous remarquez que votre meilleure exposition a des traces de satellites ou des étoiles qui fleurissent dans des nuages fins et élevés, vous devez vérifier votre deuxième meilleure exposition (selon la valeur de pondération). Faites-le jusqu'à ce que vous trouviez une exposition propre de valeur de pondération élevée à utiliser comme référence. Je ne saurais trop insister sur l'importance pour votre exposition de référence d'avoir le poids le plus élevé possible tout en étant propre (sans traces de satellite ni étoiles).

Nous passons maintenant à la fenêtre de gauche, à l'onglet Output Files en bas, afin d'exporter nos expositions avec les pondérations optimales qui y sont inscrites. Avant de continuer, sélectionnez *Output Subframes* dans la liste *Routine* en haut de la fenêtre de gauche.

Sous l'onglet Output Files, il suffit de définir un dossier dans lequel placer les expositions approuvées. Vous pouvez créer un sous-dossier appelé Approved ou quelque chose de similaire, si vous préférez. Le *Postfix* est ce qui sera ajouté au nom du fichier d'exposition approuvé. Vous pouvez le supprimer si vous les placez dans un dossier différent et si vous n'avez pas peur d'avoir les mêmes noms de fichiers que les expositions originales. Vous pouvez également appliquer un préfixe de nom de fichier de la même manière. Cela dépend entièrement de vous.

Une fois que vous avez terminé, nous devons définir un mot-clé *Weight*. Ce sera le mot-clé intégré dans vos expositions approuvées qui aura les pondérations optimales que nous avons calculées. C'est important car nous pourrons plus tard demander à *ImageIntegration* de l'utiliser pour le processus d'empilage. J'ai entré SSWEIGHT dans le mien.

Une fois que vous avez terminé, il suffit de cliquer sur le bouton "*Apply Global*" en bas de la page et votre dossier sera rempli avec les expositions approuvées, avec leur pondération optimale intégrée sous le mot-clé défini. Vous pouvez ensuite fermer le processus *SubframeSelector*. Si vous fermez la fenêtre de gauche (simplement intitulée *SubframeSelector*), les trois fenêtres se fermeront car il s'agit de la fenêtre principale du processus.

Ci-dessus, ma meilleure exposition ouverte dans **PixInsight** et auto-étirée, avec les en-têtes FITS à côté. En bas, on trouve le nouveau mot-clé SSWEIGHT, avec la pondération optimale calculée. Nous pouvons maintenant passer à l'enregistrement et à l'intégration de ces images.

6. Alignement et empilement des brutes

Comme les brutes ont été calibrés et corrigés esthétiquement, elles sont maintenant considérées comme des brutes propres. De plus, *SubframeSelector* a été utilisé pour optimiser leur pondération. Mais avant de pouvoir les empiler, nous devons nous assurer qu'elles sont parfaitement alignées les unes par rapport aux autres. Pour aligner les images les uns par rapport aux autres, nous utilisons le processus *StarAlignment*. Tout d'abord, ajoutons nos images, en particulier celles qui ont été calibrées, corrigées cosmétiquement et dont la pondération a été optimisée (et débayérisées si vous deviez le faire). Pour ce faire, cliquez sur *Add Files* et sélectionnez-les tous.

Nous devons définir l'une de ces images brutes comme image de référence afin que toutes les autres soient alignées par rapport à elle. Dans la petite liste qui indique *Viewat* en haut de *StarAlignment*, sélectionnez *File*, puis cliquez sur la flèche vers le bas à droite de celle-ci. Sélectionnez l'une de vos images calibrées, corrigées cosmétiquement et optimisées en termes de pondération (et débayérisées, le cas échéant). Il est généralement recommandé de choisir l'image qui a la pondération optimisée la plus élevée (SSWEIGHT) car celle-ci servira de meilleure référence, surtout si FWHM et l'excentricité ont été incluses dans le calcul de la pondération optimisée. Comme indiqué dans la section précédente, assurez-vous que cette référence est exempte de traces de satellite et d'étoiles avec défaut.

Sélectionnons maintenant un dossier de sortie pour nos cadres lumineux enregistrés. Comme toujours, nous le faisons en cliquant sur le bouton à côté de la zone de texte du répertoire de sortie et en sélectionnant un dossier approprié. J'ai sélectionné mon dossier *Lights_Cal_CC_Reg*, comme mentionné précédemment dans le tutoriel.

Enfin, comme nous allons appliquer l'algorithme *Drizzle* plus tard, nous devons activer la fonction *Generate drizzle data* en haut de *StarAlignment*.

Il ne reste plus qu'à cliquer sur *Apply global* (le bouton circulaire). Votre dossier de sortie sera rempli avec les images brutes enregistrées. Si **PixInsight** a du mal à repérer les étoiles avec lesquelles s'aligner, vous pouvez assouplir les paramètres afin qu'il puisse les repérer plus facilement. Comme les brutes sont maintenant corrigées et calibrées, elles sont essentiellement plus fiables pour détecter les étoiles plus faibles. La première chose à faire pour aider à détecter plus d'étoiles à aligner est d'augmenter le paramètre de tolérance du *RANSAC* de sa valeur par défaut de 2,00 à quelque chose de plus élevé comme 6,00 ou le maximum de 8,00.

Les itérations du *RANSAC* directement en dessous peuvent également être légèrement augmentées, pour atteindre 3000. En outre, vous pouvez essayer de diminuer le paramètre *Log(sensitivity)* sous *Stars Détection* (comme c'est un paramètre logarithmique, si vous le diminuez, la sensibilité augmente).

Detection layers au sommet de *Star Detection* peuvent également être légèrement augmentées à 6 ou 7 afin d'utiliser plus d'étoiles pour l'alignement. Veuillez cependant garder à l'esprit que les paramètres par défaut de *StarAlignment* font vraiment des merveilles et que vous ne devriez pas avoir à les modifier. Si vous devez les modifier, il est possible que vos bâtis lumineux ne contiennent tout simplement pas assez d'étoiles en raison d'un temps d'exposition trop faible pour votre système optique, ou que les étoiles ne soient pas rondes ou relativement rondes. Cela indique généralement les points à améliorer lors de la prise de vue.

Une fois que vous avez enregistré avec succès toutes vos images brutes, elles rempliront votre dossier de sortie. Vous trouverez également quelques fichiers supplémentaires, qui sont essentiellement des fichiers de données *Drizzle*, un par image lumineuse.

Vos images brutes sont maintenant prêtes à être empilées pour produire un très beau résultat. Pour cela, nous reviendrons à *ImageIntegration* mais d'abord, utilisons la fonction *LocalNormalization* de **PixInsight** (nouvelle à partir de la version 1.8.5). Cette fonction est un algorithme de rejet de pixels plus robuste qui finit par produire des images empilées d'apparence plus nette, avec moins de bruit en arrière-plan, un SNR plus fort sur les objets d'intérêt et des transitions plus douces. Pour l'utiliser, nous devons d'abord ouvrir le processus *LocalNormalization*.

Nous commençons par sélectionner notre image de référence, qui sera à nouveau la meilleure, comme déterminé précédemment avec le paramètre de pondération optimisé *SSWEIGHT*. Ceci est particulièrement bon si *SNRWeight* a été inclus dans le calcul de la pondération optimale. Comme indiqué dans la section précédente, assurez-vous que cette référence est exempte de traces de satellite et d'étoiles avec défaut. Dans le cas de mes données, la meilleure image était la dernière image. Notez que selon **Juan Conejero of the PixInsight team**, l'algorithme fonctionne indépendamment des gradients et des variations du signal. Par conséquent, vous n'avez pas besoin d'éliminer les gradients de votre image de référence avant de l'utiliser (par exemple en utilisant *DynamicBackgroundExtraction*). Votre meilleure image après calibration et correction cosmétique sera parfaite.

Pour sélectionner l'image de référence, nous vérifions que la liste à côté de Image de référence a *File selected*, nous cliquons sur la flèche vers le bas à côté et sélectionnons le meilleur cadre pour l'image de référence.

Nous devons maintenant y ajouter toutes nos brutes pour qu'elles soient traitées. Pour ce faire, il suffit de cliquer sur *Add files* et de sélectionner toutes vos armatures légères.

Nous configurerons le répertoire Output pour qu'il soit le même que celui où se trouvent nos brutes calibrées, corrigées cosmétiquement, optimisées en termes de pondération et alignées, de sorte que les fichiers de données de normalisation locale y seront également stockés.

Les paramètres par défaut fonctionnent généralement très bien, de sorte que vous n'avez pas vraiment besoin de toucher quoi que ce soit. Le paramètre qui dicte quelque peu la qualité finale est *Scale parameter* en haut. Il définit la taille de l'échelle de normalisation utilisée par l'algorithme. Les valeurs recommandées se situent entre 64 et 256. Bien que la valeur par défaut de 128 fonctionne très bien dans la grande majorité des cas, je trouve que 256 fonctionne un peu mieux pour mes données.

Maintenant que *LocalNormalization* est entièrement configurée, il suffit de cliquer sur le bouton "*Apply Global*" et **PixInsight** traite les données et produit des fichiers de données *LocalNormalization* dans le dossier que nous avons sélectionné. Ce dossier contient maintenant les brutes calibrés, esthétiquement corrects, optimisées en termes de pondération et alignées, ses fichiers de données Drizzle et ses fichiers de données *LocalNormalization*.

Vos images brutes sont maintenant prêtes à être empilées pour produire un très beau résultat. Pour cela, nous retournons à *ImageIntegration* et nous cliquons sur *Reset* pour revenir aux paramètres par défaut.

Nous commençons par ajouter à *ImageIntegration* les images brutes calibrées, corrigées cosmétiquement, optimisées en termes de pondération et alignées (et débayérisées, le cas échéant) en cliquant sur *Add Files* et en les sélectionnant.

Encore une fois, puisque nous allons appliquer l'algorithme de Drizzle plus tard, nous devons ajouter nos fichiers de données Drizzle ici aussi. Pour ce faire, cliquez sur le bouton "*Add Drizzle Files*", sélectionnez-les dans le même dossier que vos cadres lumineux enregistrés et ajoutez-les.

Un symbole <d> apparaîtra à côté de chaque image brutes listée, signifiant que les fichiers de données de Drizzle ont été ajoutés avec succès. Nous devons maintenant ajouter les fichiers de données *LocalNormalization* de la même manière. Pour ce faire, cliquez sur *Add L. Norm*, sélectionnez-les dans le même dossier que vos images lumineuses et ajoutez-les.

Un symbole <n> apparaîtra à côté de chaque brutes listée, signifiant que les fichiers de données de normalisation locale ont été ajoutés avec succès. Maintenant, nous sélectionnons *Average* dans *Combination*, *Local normalization* dans *Normalization* (notez que sans les fichiers de données de Normalisation locale utilisés, nous sélectionnerions *Additive* ici) et le mot-clé FITS dans Poids. Le mot-clé FITS est choisi parce que nous avons précédemment intégré des pondérations optimisées avec le script *SubframeSelector* sous un mot-clé particulier, que j'ai choisi d'être SSWEIGHT. Pour cette raison, j'ai entré SSWEIGHT dans le mot-clé Weight. Si vous choisissez de ne pas utiliser de telles pondérations optimisées, il vous suffit de sélectionner *Noise evaluation* dans Weight. Nous maintenons également l'option *Noise evaluation* activée. Assurez-vous également que l'option *Generate drizzle data* est activée - cela mettra à jour les fichiers de données de drizzle que nous utiliserons dans la prochaine section.

Pour l'algorithme de rejet, nous suivons exactement les mêmes directives que nous avons suivies précédemment pour le biais maître et l'obscurité maître, qui sont :

{ }

- Averaged Sigma Clipping pour < 10 images
- Winsorized Sigma Clipping pour 10 à 20 images
- Linear Fit Clipping > 20 images

Comme j'ai 8 images brutes, je sélectionne Averaged Sigma Clipping. Dans Normalization, sélectionnez Local normalization. Laissez Clip low pixels et Clip high pixels activés et vous pouvez désactiver Clip low range et Clip high range.

Nous pourrions très bien avoir besoin de régler les paramètres *Sigma low* et *Sigma high*, surtout si nous remarquons qu'après avoir empilé les images lumineuses, nous voyons encore quelques traits de rayons cosmiques ou des traînées de satellites sur notre image empilée. Les paramètres par défaut sont un bon point de départ, alors cliquez sur *Apply global* et votre image empilée apparaîtra automatiquement comme une nouvelle image dans **PixInsight**, avec l'identifiant d'intégration.

Un étirement automatique permet de révéler les détails cachés dans votre image empilée sans la modifier. Examinez-la de près - zoomez, faites un panoramique minutieux, etc. Vérifiez s'il y a des traces de rayons cosmiques ou de satellites dans l'image. S'il en reste, ce qui est particulièrement fréquent avec un faible nombre d'images brutes utilisées dans le processus d'empilement, vous devrez être plus agressif dans vos paramètres Sigma low et Sigma high que par défaut. Pour les modifier, il suffit de fermer votre image empilée et vos cartes de rejet sans les sauvegarder et de retourner à *ImageIntegration*. Ici, diminuez très légèrement les paramètres Sigma low et Sigma high. Si les paramètres par défaut de 4.00 et 2.00 ne fonctionnent pas, essayez 3.00 et 2.00. S'ils n'éliminent pas non plus tous les impacts des rayons cosmiques et les traînées des satellites avec succès, essayez 2,75 et 1,75. Le processus est récursif : vous vérifiez votre image empilée après une petite mise au point et vous y revenez si nécessaire. N'oubliez pas que plus vous êtes agressif (valeurs plus faibles utilisées), plus le signal que vous supprimez en vaut la peine. Essayez de garder ces chiffres aussi proches que possible des valeurs par défaut tout en supprimant ce que vous devez supprimer. Comme toujours, plus vous devez travailler avec des cadres légers, mieux c'est, mais il y a des limites personnelles à cela.

Si vous avez des problèmes avec le processus d'empilement en supprimant d'épaisses traces de satellite ou d'avion (qu'elles soient complètes ou qu'il en reste des traces), **PixInsight** propose (nouveau à partir de la version 1.8.5) un algorithme de rejet des pixels à grande échelle intégré dans le processus *ImageIntegration* à cette fin. Il y a très peu de paramètres à modifier pour cela, alors n'hésitez pas à activer les deux et à jouer avec ses deux paramètres pour obtenir des résultats optimaux. Cependant, on s'attend à ce que seul le rejet des structures à grande échelle suffise pour cibler les traînées épaisses des satellites et des avions, car celles-ci ont tendance à être très lumineuses. D'autres commentaires à ce sujet seront faits dans une prochaine mise à jour lorsque l'équipe de **PixInsight** documentera correctement cette fonctionnalité.

Une fois que vous êtes satisfait de votre image empilée grâce à l'utilisation d'*ImageIntegration*, ne vous embêtez pas à sauvegarder l'image empilée elle-même ou les cartes de rejet - fermez simplement les trois et fermez ensuite *ImageIntegration*. Cela peut sembler contre-productif, mais nous allons appliquer l'algorithme de Drizzle aux fichiers de données Drizzle. Ces fichiers de données sont mis à jour à chaque fois que vous exécutez *ImageIntegration*. Ainsi, une fois que le résultat final d'*ImageIntegration* est satisfaisant, nous procédons au traitement des fichiers de données Drizzle eux-mêmes.

Comme auparavant, si vous travaillez avec une image en couleur parce que vous avez utilisé une caméra couleur à une seule prise, vous avez terminé. En revanche, si vous travaillez avec des images monochromes, vous aurez très probablement des images d'autres filtres à prétraiter. Il vous suffit de répéter cette section pour les images de vos autres filtres.

7. Appliquer le drizzle à la brute empilée.

Les avantages de l'application de l'algorithme de Drizzle ont été bien documentés. Pour appliquer l'algorithme de Drizzle, nous devons utiliser le processus *DrizzleIntegrationprocess*.

Les paramètres par défaut fonctionnent ici extrêmement bien dans tous les cas où je les ai appliqués. Ce que Drizzle fait essentiellement, c'est mettre à l'échelle une image empilée pour permettre à l'algorithme d'interpoler entre les pixels afin de produire des transitions plus douces. C'est particulièrement important lorsque les images lumineuses empilées ont un décalage de rotation entre elles, car les pixels sont strictement carrés. Le résultat final produit des transitions plus douces et l'image empilée souffre donc moins de la pixellisation. Pour tous ceux qui lisent ceci et qui sont des joueurs sur PC ou des amateurs d'infographie, cela s'apparente à l'anti-aliasing par suréchantillonnage.

Pour utiliser *DrizzleIntegration*, il suffit d'y ajouter nos fichiers de données Drizzle. Pour cela, nous cliquons sur *Add Files*, sélectionnons tous nos fichiers de données Drizzle et les ajoutons.

Comme nous l'avons déjà dit, les paramètres par défaut fonctionnent extrêmement bien. Un paramètre important auquel il faut prêter attention est le paramètre *Scale*. L'échelle détermine la taille du résultat final. La valeur par défaut de 2 signifie qu'une image de 3000 x 2000 pixels sera agrandie à 6000 x 4000 pixels et, grâce au processus d'interpolation, apparaîtra plus lisse (et non floue !). En général, 2 pour l'échelle suffit et fonctionne bien avec les résolutions actuelles des capteurs CCD. Gardez également à l'esprit que les grandes mosaïques peuvent devenir lentes à travailler si vous avez appliqué l'algorithme Drizzle à tous les panneaux (comme je le fais toujours). Tant que votre ordinateur dispose de suffisamment de mémoire vive, il pourra cependant travailler avec elles, même si les processus prennent du temps à s'exécuter.

Avant de continuer, nous utiliserons les fichiers *LocalNormalization* que nous avons créés précédemment et avec lesquels nous avons travaillé jusqu'à présent. Il n'est pas nécessaire de cliquer sur le paramètre "*Enable local normalization*", car il sera automatiquement activé lorsque nous ajouterons les fichiers de données de *LocalNormalization*. Pour ce faire, il suffit de cliquer sur le bouton *Add L. Norm. Files*, de les sélectionner tous et de les ajouter.

Comme précédemment, un symbole <n> apparaîtra à côté de chaque fichier de données Drizzle listé, signifiant que les fichiers de données de normalisation locale ont été ajoutés avec succès. Il suffit de cliquer sur le bouton "*Apply Global*" et l'image empilée de Drizzle apparaîtra comme une nouvelle image dans **PixInsight**, avec l'identifiant *drizzle_integration*.

Enfin, notre résultat final ! Cette image est le résultat d'images brutes qui ont été calibrées avec un master superbias, un master dark et un master flat, corrigées cosmétiquement, empilées puis Drizzled et utilisant également la *LocalNormalization*. Votre propre image peut également avoir été débayerisée entre les deux ! Vous pouvez enregistrer cette image car il s'agit de votre image officiellement prétraitée.

Ci-dessous, nous voyons une comparaison d'une petite zone de la nébuleuse du Croissant elle-même (coin inférieur droit), agrandie. La comparaison porte sur le résultat final de l'intégration d'images (pas de drizzle et pas de normalisation locale), le résultat final de l'intégration de drizzle mais sans utiliser la normalisation locale et enfin, le résultat final que nous avons travaillé ici, en utilisant à la fois l'intégration de drizzle et la normalisation locale. Nous pouvons clairement voir une différence lorsque Drizzle est implémenté, car l'image est beaucoup plus lisse avec la pixellisation

supprimée presque entièrement (particulièrement visible sur les petites étoiles). Avec la normalisation locale, nous pouvons voir une certaine amélioration du rapport signal/bruit et donc un contraste plus élevé entre le signal et le fond. La différence apparente d'échelle de l'image entre la non-utilisation de Drizzle et l'utilisation de Drizzle est purement due à la nature de l'algorithme de Drizzle, qui augmente la résolution de l'image pour l'interpolation.

Comme précédemment, cette section doit être répétée pour les images de vos autres filtres, à moins que vous ne travailliez avec une image en couleur, auquel cas vous avez terminé à ce stade.

8. Utilisation du script de prétraitement par lots

Raccourcis, raccourcis - qui les veut ? Cette section n'est pas une énumération exhaustive de tout ce que vous devez faire avec le script *BatchPreprocessing*, car cette section a été stratégiquement placée ici de sorte qu'à l'heure actuelle, vous êtes un expert du prétraitement manuel. Le script *BatchPreprocessing* est disponible dans le menu *Script -> Batch Processing -> BatchPreprocessing*.

Comme il s'agit d'un script, le fait de le fermer supprime tous vos paramètres, d'où la raison pour laquelle le script confirme si vous voulez vraiment sortir. Avant d'investir du temps et des efforts pour tout régler, nous aurons besoin de quelque chose en dehors du script et vous ne pourrez pas y accéder tant que le script sera ouvert. En principe, le script peut appliquer une correction cosmétique à vos images, mais il a besoin d'une icône de processus dans les espaces de travail disponibles pour la sélection dans le script, avec les paramètres déjà définis.

Il faut donc ouvrir le processus de *CosmeticCorrection*. Nous cliquons sur *Reset* pour nous assurer qu'il est aux paramètres par défaut.

Comme nous l'avons fait dans la section 4 ci-dessus, nous avons mis en place le processus de *CosmeticCorrection* comme nous le jugeons approprié pour nos images. Mais il y a un problème que vous pourriez rencontrer. Si vous utilisez des darks, en théorie le script *BatchPreprocessing* créera le master dark pour vous, mais vous en avez besoin maintenant, avant que le script *BatchPreprocessing* ne soit utilisé - pour *CosmeticCorrection* ! Il vous reste donc un choix à faire. Soit vous oubliez le master dark et utilisez un seul dark pour *CosmeticCorrection* (ce qui n'est pas idéal), soit vous faites le master dark manuellement, ce qui nécessite que vous fassiez le master superbias manuellement aussi, soit le choix final - n'utilisez pas du tout de dark dans *CosmeticCorrection* et choisissez simplement *Use Auto detect*. Les première et troisième options peuvent ne pas sembler idéales et la deuxième option annule partiellement l'utilisation du script pour commencer.

Le choix vous appartient. Si vous choisissez de faire un master dark et donc de le master superbias manuellement, vous pourrez alors dire au script plus tard qu'ils sont déjà maîtres et qu'il n'est pas nécessaire de les modifier de quelque façon que ce soit. Configurez *CosmeticCorrection* comme indiqué dans la section 4 ci-dessus, mais c'est à vous de faire ce choix. Vous n'avez pas besoin de définir un répertoire de sortie pour *CosmeticCorrection* puisque le script effectuera les sorties automatiquement. Une fois que vous avez terminé de jouer avec *CosmeticCorrection*, créez une icône de processus New Instance sur votre espace de travail.

Vous pouvez ensuite fermer *CosmeticCorrection* car notre icône de processus avec tous ses paramètres sauvegardés a été préparée pour le script à utiliser. Vous pouvez placer cette icône de processus sur le côté pour la faire disparaître.

Nous pouvons maintenant ouvrir le script *BatchPreprocessing*. Il y a de nombreux boutons en bas, mais en théorie, vous pouvez cliquer sur *Add Files* (bouton en bas à gauche) et ajouter tout ce que vous voulez sans vous soucier de quoi que ce soit - le script est censé savoir ce qu'est un bias, ce qu'est un dark, etc. Cependant, je ne lui fais pas confiance et je préfère ajouter chaque chose manuellement. Il suffit de cliquer sur "*Add Bias*" et de sélectionner vos propres bias.

Au milieu du script, nous pouvons maintenant modifier les paramètres d'intégration des bias comme nous l'avons fait manuellement auparavant. Comme j'utilise 20 trames de biais pour l'empilage, je choisis le *Winsorized Sigma Clipping*.

Qu'en est-il du master superbias ? Qu'y a-t-il de si génial dans bias maître que le scénario va générer ? Rien, en fait ! Le scénario n'utilise pas du tout le processus des superbias, donc nous perdons ses avantages. Vous avez peut-être déjà créé le master superbias vous-même, pour calibrer le master dark que vous avez également créé vous-même afin d'utiliser *CosmeticCalibration* de manière adéquate. Si vous l'avez fait, c'est très bien, puisque nous pouvons utiliser vos maîtres déjà faits. Si vous ne l'avez pas fait, envisagez de le faire, car je préfère utiliser un master superbias que j'ai créé moi-même plutôt que le master bias que le scénario me fera. C'est moins important pour le master dark et le master flat, car ils suivront le même chemin que votre master superbias si vous fournissez au script un master superbias déjà fait, bien que, comme mentionné précédemment, vous pouvez aussi avoir un master dark déjà utilisé avec *CosmeticCorrection*.

Si vous avez effectivement un master superbias à fournir au script, au lieu de sélectionner vos bias individuels lorsque vous cliquez sur *Add bias*, sélectionnez simplement votre master superbias. Ensuite, activez *Use master bias* à droite du script. Cela indiquera au script que votre bias est en effet déjà maître et qu'il n'a pas besoin d'être modifié.

Le bias ajouté gagne une petite icône étoile pour signifier qu'il est traité comme un maître. Cela désactive également les paramètres d'intégration de l'image car ils ne sont pas du tout nécessaires. Quel que soit votre choix - des images de bias individuelles ou un super bias maître - c'est vous qui décidez. Personnellement, je préfère utiliser un master superbias pré-fabriqué.

Nous passons maintenant aux darks. Cliquez sur *Add Darks* et sélectionnez les darks que vous souhaitez ajouter.

Comme précédemment avec les bias, je sélectionne l'algorithme de rejet approprié, qui dans mon cas avec 20 trames sombres est le *Winsorized Sigma Clipping*.

Encore une fois, si vous avez déjà un master dark que vous souhaitez utiliser à la place des darks individuels, choisissez simplement d'ajouter ce master dark à la place de vos darks individuels. Une fois cela fait, activez l'option *Use master dark* sur le côté droit du script. Veuillez noter que, le script soustraira le master bias du master dark. Cela signifie que lorsque vous faites votre master dark manuellement, vous devez vous assurer que vous ne soustrayez pas le master bias de vos darks individuelles avant de les intégrer dans un master dark. Il suffit d'intégrer tous vos dark bruts dans un master dark et c'est tout.

Une fois de plus, le dark ajouté gagne une étoile et les paramètres d'intégration sont désactivés puisqu'ils ne sont pas du tout nécessaires. Si vous ne travaillez pas du tout avec les darks (comme moi en ce moment), ne vous embêtez pas du tout avec cette section - le script vous avertira qu'aucun dark n'a été sélectionné, mais il peut continuer à travailler quand même.

Nous passons maintenant aux images flats. Nous cliquons sur *Add Flats* et sélectionnons nos cadres plats.

Si, lorsque vous ajoutez les flats, vous remarquez qu'il n'y a pas d'étiquette de filtre sous l'étiquette Binning de la liste, vous devrez peut-être ajouter les flats manuellement. Si vous ne le faites pas, lorsque vous ajoutez les brutes, si les étiquettes de filtre ne correspondent pas, le script n'appliquera pas les flats aux brutes. Vous en serez averti lorsque vous cliquerez sur *Execute* ou sur *Diagnostic*. Si vous devez ajouter les flats manuellement parce qu'il n'y a pas d'étiquette de filtre sous l'étiquette Binning, cliquez sur *Clear* en haut (à côté de la liste) et ensuite sur *Add Custom* en bas.

Ici, cliquez simplement sur *Add files*, sélectionnez vos flats individuels, sélectionnez *Flat field* sous *Image Type*, entrez le nom du filtre dans *Filter Name*, tel que HA, réglez Binning sur ce que vous avez utilisé (1 pour mes images) et cliquez sur OK (il n'est pas nécessaire d'entrer un temps d'exposition).

Conformément à ce que nous avons fait dans la section 3, nous avons défini *Percentile Clipping* comme algorithme de rejet et nous avons ajusté les paramètres de *Percentile low* et *Percentile high* si nécessaire (laissez les valeurs par défaut si vos flats sont réalisés avec un caisson lumineux, un générateur de flat ou un panneau électroluminescent ou changez les deux à 0,010 si vos images flats sont réalisées en utilisant le ciel à l'aube).

Vous savez sans doute maintenant ce qui va se passer - et si nous voulons utiliser un master flat préfabriqué ? Il suffit d'ajouter ce master flat à la place des différents flats, puis d'activer l'option *Use master flat* à droite du script.

Si vous vous rendez compte une fois de plus que l'étiquette du filtre n'est pas apparue sous l'étiquette Binning, cliquez à nouveau sur *Clear*, cliquez sur *Add Custom*, cliquez sur *Add Files* et sélectionnez votre master flat, sélectionnez *Flat field* dans *Image Type*, entrez le nom du filtre dans *Filter Name*, tel que HA, entrez votre mode de binning dans *Binning* et cliquez sur OK (à nouveau, pas besoin d'entrer un temps d'exposition). Une fois que le master flat est dans la liste, assurez-vous d'avoir activé *Use master flat* à droite du script.

Enfin, nous passons maintenant aux brutes. Nous cliquons sur *Add Lights* et ajoutons celles-ci.

Là encore, faites attention à l'étiquette du nom du filtre sous le label Binning. Si elle ne correspond pas à celle de vos flats, elle ne sera pas appliquée. Dans ce cas, cliquez sur *Clear* et ensuite sur *Add Custom*. Cliquez sur *Add Files* et sélectionnez vos brutes. Sélectionnez *Light frame* dans *Type Image*, entrez le nom correct du filtre dans *Filter name*, tel que HA (assurez-vous qu'il correspond au nom du filtre de vos cadres plats), définissez le mode Binning que vous avez utilisé et entrez le temps d'exposition correct en secondes. Cliquez sur OK une fois que vous avez terminé.

Maintenant que nos brutes sont correctement répertoriées, nous activons l'option "*Apply for Cosmetic Correction*", puis nous sélectionnons notre icône de processus dans la liste.

Cela permettra au script de corriger cosmétiquement nos images en fonction de nos paramètres prédéfinis (dont nous savons qu'ils fonctionnent bien !). Il est important à ce stade d'activer les images *CFA* à droite du script si vous travaillez avec des images en couleur capturées avec un appareil photo couleur en une seule prise. En activant cette option, vous activerez la section *DeBayer* sous *Lights*. Sélectionnez simplement le motif *Bayer/mosaic* correct dans la liste (une fois encore, vérifiez en ligne le motif de la matrice Bayer de votre appareil photo et gardez à l'esprit que RGGB fonctionne pour les reflex Canon EOS avec lesquels j'ai travaillé).

Si vous travaillez avec des images monochromes, n'activez pas les images *CFA* - laissez-les désactivées ! Pour l'alignement des images, laissez l'option *Générer des données de drizzle* activée afin que nous puissions appliquer l'algorithme de drizzle plus tard. Si vous cliquez sur le bouton *Registrationparameters*, vous verrez la section correspondante.

Ici, les paramètres par défaut fonctionnent très bien. Si vous rencontrez des difficultés lors de l'alignement, il se peut que vos brutes ne disposent pas d'un champ d'étoiles adéquat pour l'alignement, ce qui peut être dû à des temps d'exposition trop courts, à des étoiles mal formées, etc. Si c'est le cas, vous pouvez renoncer à l'alignement des images par le biais du script. Cliquez sur la croix rouge dans *Image Registration* pour revenir au menu principal des brutes et si vous souhaitez effectivement renoncer à l'alignement par le biais du script, activez *Calibration Only* tout en haut.

Je vous recommande plutôt de désactiver l'option "*Apply on Image Integration*" et de ne pas intégrer du tout les brutes dans le script. Ceci est aggravée par le fait que le script lui-même le recommande, puisqu'il ne peut pas détecter s'il s'est débarrassé ou non des traits de rayons cosmiques et des traces de satellite dans votre image empilée. Cliquer sur le bouton *Integration parameters* vous permet de personnaliser les paramètres requis tels que *Sigma low* et *Sigma high* (voir section 6), mais cela nécessiterait d'exécuter le script encore et encore. Il serait plus rapide si vous renonciez simplement à l'intégration par le biais du script et que vous le fassiez manuellement une fois que le script a fait son travail.

Maintenant que nous avons configuré le script comme il se doit, nous devons sélectionner l'une de nos brutes pour servir de référence pour le reste à aligner par rapport à elle. Pour ce faire, choisissez une image particulièrement bonne et double-cliquez simplement sur celle-ci dans la liste à gauche du script.

Il ne nous reste plus qu'à définir un dossier de sortie. Il suffit de cliquer sur le bouton situé à côté de la zone de texte du répertoire de sortie et de sélectionner un dossier vide. J'en ai créé un appelé *Script Output*.

Veillez noter qu'à partir de la version 1.8.5 de **PixInsight**, l'option *Output file suffix* n'est plus présente et le script produira donc des images au format XISF par défaut de **PixInsight**. Ceci n'est pas un problème, donc ne vous inquiétez pas. Nous pouvons cliquer sur *Diagnostics* en bas pour vérifier si tout est OK avant de continuer.

Le script signale que tout est OK dans le sens où nous avons des bias, des darks et flats prêts et que les brutes sont également entrées et tout est configuré correctement. Si vous n'utilisez pas du tout de darks (comme je le fais), vous recevrez un avertissement indiquant qu'aucun dark n'a été saisi. C'est très bien et vous n'avez pas besoin de prêter attention aux avertissements si vous ne le souhaitez pas. Vous pouvez être averti qu'aucun flat n'a été sélectionné pour s'appliquer. Cela se produit lorsque les étiquettes des noms de filtres ne correspondent pas, alors assurez-vous d'avoir bien pris

en compte ce problème si vous recevez cet avertissement ! Une fois satisfait, cliquez sur Excute pour exécuter le script et le laisser faire son travail.

Dans le dossier de sortie que vous avez défini, vous obtiendrez un certain nombre de dossiers une fois le traitement du script terminé.

Si vous n'avez pas utilisé de masters prédéfinis pour les trois ensembles d'images de calibrage (biais, dark et flat) et/ou si vous avez laissé l'intégration d'images activée pour vos brutes, vous aurez un troisième dossier appelé masters où seront stockées toutes vos images empilées (selon le script). Depuis que j'ai donné au script des master de calibration et que j'ai choisi de ne pas intégrer mes brutes, le dossier n'apparaît plus. C'est très bien. Le dossier enregistré est celui auquel il faut faire attention, puisqu'il contient vos images lumineuses après correction cosmétique, calibrage, Debayering (le cas échéant) et enregistrement.

Les images elles-mêmes sont contenues dans un sous-dossier portant le même nom que le nom de votre filtre. Vous trouverez également ici les fichiers de données de drizzle depuis que nous avons activé la fonction *Generate drizzle data* . Pour procéder à notre prétraitement, nous devons maintenant passer en mode manuel et utiliser le processus *ImageIntegration* pour empiler les images brutes produites par le script. La procédure est exactement la même que celle décrite au point 6 pour l'intégration des images lumineuses.

Et une fois que vous avez fait le processus *ImageIntegration* suffisamment pour vous assurer qu'aucune trace de rayons cosmiques ou de satellite ne subsiste dans votre image empilée, nous passons au processus *DrizzleIntegration* exactement comme indiqué à la section 7.

Cela nous donne le même résultat final que celui que nous avons obtenu en mode entièrement manuel dans les sections précédentes.

La question est maintenant de savoir si vous voulez utiliser le script *BatchPreprocessing* ou si vous voulez tout faire manuellement. C'est à vous de décider. Il est peut-être plus rapide d'utiliser le script lorsque vous avez beaucoup de données à prétraiter, mais je préfère le contrôle de la méthode manuelle de prétraitement. En outre, comme vous l'avez remarqué, il y a plusieurs choses que vous devriez faire manuellement de toute façon. Pour un résultat idéal, le script *BatchPreprocessing* ne donnera peut-être pas le résultat final beaucoup plus rapidement que si vous faites les choses manuellement, surtout une fois que vous aurez mémorisé tous les paramètres ou que vous aurez configuré des icônes de processus pour tout faire sur la simple sélection des images.

Avant de clore cette section sur le script, il convient de mentionner que vous pouvez profiter des étiquettes de nom de filtre du script pour lui permettre de faire plusieurs images à la fois (ce qui est idéal pour ceux qui utilisent des caméras CCD monochromes). Il vous suffit d'ajouter toutes vos images flats (ou les master-flats préfabriqués), en vous assurant que chaque ensemble a le bon nom de filtre attribué (comme indiqué ci-dessus). Ensuite, faites de même avec vos images brutes, en vous assurant que vous les ajoutez avec les étiquettes de noms de filtres correspondantes (de sorte que chaque ensemble d'images lumineuses que vous ajoutez ait la même étiquette de nom de filtre que les images flats ou les master flats qui doivent les accompagner). Lorsque vous exécutez le script, celui-ci applique alors le bias maître (ou super bias maître) et le dark maître à toutes vos images, mais n'applique le flat maître correct qu'aux images brutes auxquelles il appartient. La question est de savoir si les icônes de votre processus de correction cosmétique s'appliquent aussi bien à toutes les images brutes que vous placez dans le script, mais cela peut être testé (ou accepté comme une perte de contrôle qui ne vous dérange pas, au profit d'un gain de temps).

9. Traitement de données provenant de différentes nuits

Inévitablement, quelqu'un finira par se poser la question suivante : que dois-je faire si je dispose d'un ensemble de brutes d'une nuit et de leurs flats correspondants si je dois les combiner avec un ensemble d'une autre nuit ? La réponse à cette question est plus simple qu'il n'y paraît. Examinons les problèmes potentiels.

Les flats peuvent souvent changer si les motifs de poussière changent en les déplaçant, en les supprimant ou en les ajoutant. Vous ne voulez certainement pas utiliser un ensemble de flats qui ne correspond pas brutes, car vous pourriez éventuellement laisser des taches claires ou foncées en forme de beignet dans vos brutes après le calibrage. Le bias et les dark ne posent pas trop de problèmes, principalement parce qu'ils sont très, très faibles et que le biais du capteur et le signal de courant sombre d'une caméra peuvent ne pas changer de manière très appréciable avec le temps. Cependant, supposons que vous ayez capturé des images brutes d'un objet en 2014 avec un bias correspondant, des darks et flats, puis que vous ayez répété cette opération en 2015. Vous avez maintenant deux ensembles de données pour le même objet. La question est de savoir comment combiner le tout pour que vos données de 2015 viennent renforcer celles de 2014 afin de produire un résultat final encore meilleur.

La meilleure façon de procéder est d'obtenir votre premier ensemble de données, disons à partir de 2014 et d'appliquer les étapes initiales suivantes du flux de prétraitement de **PixInsight** détaillées dans la section 1 :

1. Empiler les cadres de bias pour produire un biais maître. Transformez cela en un super bias maître pratiquement sans bruit.
2. Calibrez les darks avec le superbias maître. Empilez ces darks pour produire une master dark.
3. Calibrez les images flats avec le super bias et le master dark. Empilez ces flats pour obtenir un master flat.
4. Calibrez les brutes avec le superbias, le dark maître et le flat maître.
5. Appliquer une correction cosmétique aux brutes calibrés pour les empiler.
6. Débayériser les images brutes s'il s'agit d'images en couleur comme celles capturées à l'aide d'un appareil photo CCD ou DSLR couleur à une seule prise.
7. Sélectionner les meilleures images brutes et optimiser leur pondération.

Cela vous laissera des images brutes non alignées mais très propres pour votre premier ensemble de données. Très propres, dans le sens où elles ont été corrigées cosmétiquement et entièrement calibrées avec leurs images de calibrage correspondantes. Une fois que vous avez fait cela pour le premier ensemble de données, faites la même chose pour le second ensemble de données, par exemple à partir de 2015. Cela vous donnera à nouveau un ensemble de brutes très propres pour votre deuxième ensemble de données.

Maintenant que vous avez deux jeux d'images brutes qui ont été corrigées et calibrées, il ne vous reste plus qu'à effectuer le reste des étapes de prétraitement de **PixInsight** de la section 1 :

1. Aligner les brutes.

2. Empilez les brutes.
3. Appliquer l'algorithme de Drizzle pour obtenir un résultat final.

Vous obtiendrez ainsi une belle image combinée et empilée comprenant tout ce qui se trouve dans vos premier et deuxième ensembles de données. Si vous avez plus de deux ensembles de données, le même flux de travail s'applique.

Il n'est pas recommandé de produire une image empilée pour le premier ensemble de données, puis une image empilée pour le second ensemble de données, puis de les ajouter (ou plutôt, d'empiler ces deux images empilées ensemble). Cela reviendrait à ignorer la plupart des avantages d'avoir autant d'expositions à empiler au départ.

Compte tenu de ce flux de travail, vous pourriez simplement conserver une sauvegarde de vos images lumineuses corrigées et calibrées chaque nuit. Rassemblez autant d'images brutes propres que possible au cours de plusieurs nuits, puis, si vous souhaitez retravailler le résultat final, empilez le tout.

III. Préparation des images monochromes pour la combinaison des couleurs et le post-traitement

Commencer avec l'imagerie monochrome peut être un défi. Si vous construisez une image couleur, cela implique de capturer des images à travers un certain nombre de filtres, comme le LRGB ou un certain nombre de filtres à bande étroite (un minimum de deux est nécessaire pour construire une image couleur). Quoi qu'il en soit, une fois que vous avez prétraité chaque image, vous obtenez un ensemble d'images monochromes calibrées et empilées qui sont censées s'assembler pour former une image couleur.

Ces images monochromes empilées doivent subir un certain nombre de traitements avant de pouvoir être combinées pour former une image couleur. En effet, ces images ne seront probablement pas correctement alignées les unes par rapport aux autres au départ. Cela peut être dû à un très léger désalignement introduit entre les images par différents filtres au cours d'une nuit ou d'un certain nombre de nuits, ou par l'utilisation de la technique de dithering. Ce tutoriel décrit ce qu'il faut faire avant de pouvoir travailler avec les images pour construire une image en couleur. Il vous fera passer d'images monochromes calibrées et empilées à un ensemble d'images prêtes pour le post-traitement.

Pré-supposé pour ce tutoriel/

- Connaissance du fonctionnement de PixInsight, en rapport avec le traitement des images et des processus ([Lire](#) ce qui suit, sections 3 et 4).
- Vos images monochromes ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire](#) ceci).

1. Aligner des images avec StarAlignment

La toute première étape pour préparer vos images monochromes calibrées et empilées à la combinaison des couleurs consiste à les aligner les unes par rapport aux autres. Que ces images soient LRGB ou à bande étroite. Si ce n'est pas le cas, la combinaison des couleurs peut donner des résultats non désirables.

Vous remarquerez ci-dessus que les images Rouge, Verte et Bleue semblent tomber sur des endroits différents. Cela est dû à un certain nombre de facteurs, notamment l'erreur relative de résolution astrométrique d'une nuit à l'autre, la dérive au cours d'une nuit et, bien sûr, l'utilisation délibérée du dithering. Il est impossible de travailler avec ces images monochromes telles qu'elles sont - il faudrait qu'elles restent monochromes, et alors à quoi bon ? Pour remédier à ce désalignement, nous utiliserons le processus *StarAlignment* dans **PixInsight**.

Il n'est pas nécessaire qu'une image soit ouverte dans **PixInsight** pour utiliser *StarAlignment*. Pour l'instant, seul le processus est ouvert.

Avant tout, nous devons décider laquelle de nos images monochromes calibrées et empilées servira de référence. Les autres images seront donc alignées par rapport à celle-ci. D'une manière générale, l'image de référence doit être une image avec un beau champ d'étoiles (plus les étoiles sont rondes, mieux c'est, bien sûr). J'utilise généralement la luminance pour l'image de référence. Si vous avez affaire à des images à bande étroite, choisissez celles qui ont un beau champ d'étoiles. Gardez à l'esprit que vous pouvez aligner vos images sur n'importe quelle image à condition que suffisamment d'étoiles soient détectées pour l'alignement. Gardez également à l'esprit que les images alignées auront la même résolution que l'image de référence. Cela signifie que si vous placez vos images Rouge, Verte et Bleue en binning 2x2 mais que vous laissez votre Luminance en binning 1x1, en utilisant la Luminance comme référence dans *StarAlignment*, vos images Rouge, Verte et Bleue auront la même résolution (elles sont mises à l'échelle, c'est-à-dire qu'elles ont la même taille que si elles avaient été prises à 1x1).

Une fois que vous avez décidé quelle image servira de référence, nous passons au processus *StarAlignment* et sélectionnons *File* dans la petite liste déroulante à côté de la zone de texte pour *Reference Image*. Ensuite, nous cliquons sur la petite icône en forme de flèche à côté de celle-ci, nous trouvons l'image de référence de notre choix et nous la sélectionnons.

Register/Match Images doit déjà être sélectionnées dans *Working mode* car c'est le mode par défaut et c'est en effet le mode correct pour aligner les images ensemble. Nous devons maintenant ajouter toutes les images qui doivent être alignées avec notre image de référence. Pour ce faire, cliquez sur le bouton *Add Files* au milieu à droite de *StarAlignment*, sélectionnez toutes vos images et ajoutez-les.

Nous définissons maintenant un dossier de sortie pour les images alignées. Pour ce faire, cliquez sur le petit bouton situé à côté de la zone de texte du répertoire de sortie, puis sélectionnez un dossier. Vous pouvez sélectionner un dossier différent de celui où vos images sont actuellement stockées, ou garder le *Postfix* réglé sur quelque chose, comme le *_r* par défaut. Cela ajoutera *_r* à la fin du nom de fichier de chaque image enregistrée. Si vous ne souhaitez pas que les images enregistrées voient leur nom de fichier modifié, il vous suffit de supprimer le contenu de *Postfix*.

Avant de poursuivre, il est recommandé de modifier quelques paramètres de *StarAlignment* par rapport à leurs valeurs par défaut. Pour les images standard, j'ai remarqué que ce n'était pas nécessaire, mais pour les mosaïques, en particulier les grandes (4 panneaux ou plus), j'ai remarqué que les étoiles aux coins des mosaïques ne s'alignaient pas aussi bien que les étoiles au centre des mosaïques. Les coins ressemblaient donc à l'image en couleur mal alignée présentée en haut de ce tutoriel. Pour éviter ce problème, sélectionnez *2-D Surface Splines* dans *Registration model* en haut, activez *Distortion correction*, réglez *Distortion iterations* sur 100 (pour une bonne mesure, bien que généralement le défaut de 20 fonctionne bien) et sélectionnez *Bicubic B-Spline* dans Pixel interpolation sous la section Interpolation en bas de *StarAlignment*.

Comme indiqué précédemment, vous devriez faire cela lorsque vous travaillez avec des images qui sont essentiellement des mosaïques, bien que j'utilise généralement ces paramètres tout le temps, quoi qu'il en soit.

Il vous suffit de cliquer sur *Apply global* et le dossier de sortie sélectionné sera rempli de toutes vos images, enregistrées par rapport à l'image de référence sélectionnée.

Le bon déroulement de la procédure d'alignement dépend en fait du nombre d'étoiles qui sont détectées et de la correspondance entre l'image de référence et vos autres images. Si le nombre d'étoiles détectées est insuffisant, cela peut dépendre du temps d'exposition choisi avec votre système optique dans votre ciel nocturne, ainsi que de la rondeur des étoiles (pour les considérer comme des étoiles et les faire correspondre entre vos images). Vous pouvez assouplir les paramètres dans **PixInsight** pour vous aider à capter plus d'étoiles lorsque l'enregistrement échoue. La première chose à faire est d'augmenter la tolérance du *RANSAC* dans le cadre de la correspondance d'étoiles. Elle est de 2,00 par défaut, mais vous pouvez essayer des valeurs comprises entre 6,00 et 8,00. Cette valeur peut être saisie manuellement ou ajustée à l'aide du curseur. De plus, vous pouvez augmenter un peu les itérations *RANSAC*, par exemple 3000, pour forcer **PixInsight** à essayer de trouver des étoiles correspondantes de manière plus approfondie.

De plus, pour permettre à **PixInsight** de détecter des étoiles plus faibles pour les utiliser dans le processus d'alignement, vous pouvez diminuer le paramètre *Log(sensitivity)* sous *Star Detection*. Cela peut être fait en entrant une valeur manuellement ou en ajustant le curseur. Comme ce paramètre est à l'échelle logarithmique, une valeur inférieure entraîne une augmentation de la sensibilité. Une valeur comprise entre -2,00 et -3,00 (le minimum) peut fonctionner correctement. Vous pouvez également augmenter très légèrement l'échelle de détection, par exemple 6, pour détecter plus d'étoiles.

Si après avoir ajusté les paramètres, **PixInsight** ne parvient toujours pas à repérer suffisamment d'étoiles pour l'alignement, cela signifie probablement que la qualité de vos images doit être prise en compte. Des expositions plus longues peuvent être nécessaires, ou des images plus hautes au-dessus de l'horizon, ou dans un ciel plus sombre, ou avec un meilleur suivi/guidage (pour gérer les étoiles plus rondes). Cela, ou peut-être que l'exclusion de certaines expositions lors du prétraitement (calibrage et empilement) est une bonne idée pour obtenir de meilleurs résultats finaux. C'est particulièrement le cas lorsque certaines expositions sont nettement plus mauvaises que la moyenne pour l'ensemble de vos données.

Il est à espérer qu'à ce stade, vos images ont été alignées les unes avec les autres et que vous êtes prêt à poursuivre. Gardez à l'esprit que, comme les images ont été traduites et peut-être même tournées pour correspondre les unes aux autres, en gardant la même résolution pour toutes (la résolution de l'image de référence est appliquée à toutes les images enregistrées), il y aura inévitablement des bords noirs sur vos images. Il s'agit de zones des images qui ne contiennent aucune donnée, car cette partie du ciel nocturne, par rapport à l'image de référence, n'a pas été saisie. C'est tout à fait normal et nous traiterons des bords noirs dans la section suivante.

2. Recadrer avec DynamicCrop

À ce stade, vos images pourraient déjà être combinées en couleur, puisqu'elles sont alignées, mais vous voudrez supprimer les bords noirs de vos images avant de le faire. Le recadrage est la voie à suivre, mais gardez à l'esprit que si vous recadrez de manière incontrôlée, vous perdrez l'alignement de vos images, ce qui nous ramène à la case départ ! L'essentiel est de recadrer toutes vos images de la même manière, même si l'une d'entre elles n'a pas de bords noirs (ce qui est commun avec l'image que vous avez utilisée comme référence pour l'enregistrement, puisqu'elle n'a pas été altérée). Ce qui suit montre mes images LRGB (dans cet ordre de gauche à droite), auto-étirées.

Le processus *DynamicCrop* est précisément ce dont nous avons besoin, donc nous l'ouvrons.

Les images ont été maintenues ouvertes, étalées et étirées automatiquement, car nous avons besoin de voir avec quoi nous travaillons pendant le recadrage. Comme son nom l'indique, le *DynamicCrop* est un processus dynamique, ce qui signifie qu'il active une session sur une image et que nous ne pouvons pas nous concentrer sur une autre image à moins d'annuler ce que nous sommes en train de faire. La meilleure chose à faire est de cliquer pour sélectionner l'image qui a les pires bords noirs - c'est l'image rouge pour moi. Une fois sélectionnée, cliquez sur le bouton *Reset* de *DynamicCrop* pour démarrer la session sur cette image.

Si la session *DynamicCrop* semble être active sur une autre image lorsque vous essayez, il suffit de fermer *DynamicCrop*, de la rouvrir et de réessayer. Il vous suffit de faire glisser les quatre côtés de la boîte de surlignage blanc vers l'intérieur et la taille de la boîte de surlignage blanc sera réduite. La zone délimitée par cette case signifie ce que nous allons conserver. Veillez à placer le curseur de votre souris précisément sur les bords car sinon, en faisant glisser la souris, vous déplacerez la boîte plutôt que de la redimensionner (nous voulons la redimensionner). Pour le faire avec précision, il est utile d'agrandir l'image et de zoomer. Si vous souhaitez relancer le processus, il vous suffit de cliquer sur le bouton "*Reset*" de *DynamicCrop*.

Vous pouvez également appliquer une rotation à votre zone cultivée, en saisissant un angle manuellement ou en le faisant glisser depuis l'extérieur des limites de la case de surbrillance blanche. *DynamicCrop* interpolera automatiquement les pixels si vous effectuez une rotation, ce qui adoucira les choses (car les pixels sont carrés après tout !).

Vous voudrez peut-être être un peu plus agressif avec la quantité de pixels que vous recadrez. Après tout, ce n'est pas parce que mon image rouge est plus mauvaise que les trois autres que je n'ai pas raté un petit peu de bord noir sur une autre image si je base mon recadrage sur mon image rouge. Peut-être que mon image rouge est plus mauvaise dans l'ensemble, mais peut-être que la partie inférieure est plus mauvaise sur mon image verte que sur mon image rouge ! Vous pouvez utiliser les étoiles pour vous guider quant à la quantité à recadrer. Lorsque vous créez ce modèle avec *DynamicCrop*, regardez vos autres images et déterminez plus ou moins si vous devez ou non recadrer davantage. N'oubliez pas qu'en effet, vous pouvez répéter ce processus par la suite si vous remarquez qu'une image présente encore des bords noirs.

Une fois que vous êtes suffisamment satisfait de votre modèle *DynamicCrop*, ne l'appliquez pas à votre image, faites simplement glisser le bouton "New Instance" de *DynamicCrop* vers l'espace de travail pour lui créer une icône de processus. Vous pouvez ensuite fermer *DynamicCrop*. Vous pouvez renommer l'icône du processus si vous le souhaitez.

Maintenant, appliquez cette icône de processus à chacune de vos images en la faisant glisser et en la déposant sur elles. Cette icône de processus a tous les paramètres sauvegardés, de sorte que le recadrage que nous appliquerons à chaque image est identique. Avec un étirement automatique appliqué à toutes vos images, vous verrez rapidement comment le recadrage s'est déroulé. Une fois le recadrage effectué, vous pouvez redimensionner vos images pour les adapter aux fenêtres et supprimer également l'icône du processus de *DynamicCrop*.

Avec les mêmes paramètres de recadrage appliqués à toutes nos images, elles conservent leur alignement les unes par rapport aux autres et elles ne présentent plus de bords noirs, ce qui facilitera le post-traitement. Nous procédons maintenant à la suppression de tout dégradé de fond dans nos images.

3. Soustraction des gradients de fond avec Dynamic Background Extraction

Les gradients de fond se produisent naturellement dans les images. Ils sont dus à la variation de la luminosité du ciel nocturne dans votre FOV, et peuvent être dus au clair de lune, à la pollution lumineuse artificielle, etc. Comme les images ont déjà été prétraitées, les gradients d'arrière-plan restants sont dus à ces phénomènes, par opposition au vignettage de votre système optique (ce phénomène est corrigé par l'utilisation de flats lors du prétraitement). En soustrayant ces gradients de fond, on obtient des images avec un rapport signal-bruit plus élevé dans les régions importantes et un fond plus uniforme et plus sombre.

Le processus *DynamicBackgroundExtraction* permet à l'utilisateur de placer des points échantillons dans une image (l'intention est de les placer sur le fond). Ces points échantillons sont utilisés par le processus pour calculer un modèle pour les gradients de l'arrière-plan, qui peut ensuite être soustrait de l'image pour la nettoyer. Ce modèle sera ensuite appliqué à toutes les autres images individuellement. Il est utile d'utiliser l'image avec le champ d'étoiles le plus brillant et la plus grande nébulosité, car le fait de baser notre modèle avec des points échantillons sur une telle image nous permet d'éviter de placer des points échantillons sur des zones qui ne devraient pas être prises pour l'arrière-plan. Cela permet d'éviter d'avoir à regarder exhaustivement chaque point échantillon que vous placez lorsque vous appliquez le même modèle à une image prise avec un filtre différent. La luminance et l'h-alpha sont donc de bonnes images sur lesquelles baser un modèle.

Nous ouvrons le processus *DynamicBackgroundExtraction* et ne gardons que notre image de luminance maximisée pour travailler avec. Comme il s'agit d'un processus dynamique, nous cliquons sur le bouton *Reset* pour initialiser la session avec l'image de luminance sélectionnée.

Un réticule apparaît à l'intérieur de l'image active. On peut le déplacer en les faisant glisser sur l'image. Son but est de définir l'emplacement du centre de symétrie des dégradés de fond de votre image. Ils sont généralement laissés au centre, sauf si vous avez une vue claire des dégradés d'arrière-plan et que vous souhaitez les déplacer. En cliquant sur l'image, vous créez un point d'échantillon. Vous pouvez le faire glisser pour le placer ailleurs également. Vous pouvez faire un zoom avant et un panoramique de l'image avec votre souris pour obtenir une vue claire. Comme la couleur par défaut d'un point d'échantillon est le gris, il ne fonctionne pas très bien avec les images monochromes, avec lesquelles nous travaillons. Il suffit de cliquer sur le rectangle de couleur pour *Sample color* et de le modifier pour obtenir quelque chose de plus visible. Je le rends simplement turquoise vif.

Nous pouvons faire en sorte que *DynamicBackgroundExtraction* place automatiquement des points d'échantillonnage pour nous, et c'est généralement un bon point de départ, à moins que vous ne vouliez être très prudent quant à l'endroit où vous les placez. Vous devez augmenter *Default sample radius* par défaut à une valeur comprise entre 10 et 20. J'utilise généralement 15 mais je trouve que les points d'échantillonnage de taille 15 sont trop grands pour ces images qui ont tant, tant d'étoiles serrées les unes contre les autres. 10 fonctionne mieux ici. Pour les échantillons par ligne, nous pouvons utiliser une valeur entre 15 et 20, ce qui donne un bon nombre de points d'échantillonnage. Une fois cette valeur modifiée, cliquez sur le bouton *Generate*.

Des points d'échantillonnage apparaissent maintenant sur toute l'image, bien que votre espacement varie en fonction de votre image. Si vous en obtenez très, très peu, vous devez augmenter la valeur de Tolérance. L'idéal est de laisser cette valeur à 0,500 mais certaines images ont un fond trop clair

et donc les points d'échantillonnage que vous placez manuellement sont rejetés (représentés par des carrés rouges) et si vous choisissez de placer des points d'échantillonnage automatiquement, de nombreuses zones seront omises. N'augmentez la tolérance que si vous en avez vraiment, vraiment besoin. Quand en avez-vous vraiment besoin ? Lorsque vous effectuez un zoom avant, placez manuellement un point d'échantillonnage en cliquant sur une zone dont vous êtes sûr à 100 % qu'elle est en arrière-plan et qui apparaît sous la forme d'un carré rouge parce que le point d'échantillonnage est rejeté. Je n'utilise que des valeurs de tolérance d'environ 2 000, mais jamais plus. J'ai tendance à osciller entre 0,500 et 1,500. Si vous modifiez la valeur de Tolérance, assurez-vous de cliquer sur le bouton *Resize All* pour appliquer les paramètres aux points d'échantillonnage actuellement placés. Ne cliquez pas sur *Generate*, car cela placera automatiquement les points d'échantillonnage et annulera tout votre travail de déplacement de certains, de placement manuel d'autres, etc. Bien entendu, vous pouvez permettre au processus de placer automatiquement les points d'échantillonnage en fonction d'une nouvelle valeur de tolérance. Si c'est le cas, cliquez sur le bouton *Generate*.

Comme j'ai très, très peu de points d'échantillonnage, j'augmente ma tolérance à 1.000 et je clique sur le bouton *Generate* pour créer un nouveau placement automatique de points d'échantillonnage.

Un nombre plus adéquat de points d'échantillonnage ayant été placés, je procède maintenant à leur inspection manuelle. Je fais un zoom avant et un panoramique sur l'image, en vérifiant attentivement chacun d'entre eux. Les points d'échantillonnage qui se trouvent au-dessus d'étoiles ou de nébulosité sont déplacés à proximité afin qu'ils se superposent strictement à l'arrière-plan. S'ils posent trop de problèmes ou s'il est inutile de les déplacer parce que d'autres points d'échantillonnage à proximité s'occupent de cette zone, il suffit de cliquer dessus pour les sélectionner et les supprimer avec la touche Suppr de votre clavier.

Maintenant que tous les points d'échantillonnage placés automatiquement sont bien placés, nous devons regarder notre image et peut-être en placer d'autres manuellement en cliquant sur des zones qui sont clairement en arrière-plan. Faites cela dans les zones qui ont été oubliées par le processus de placement automatique. Parfois, il est utile de faire un zoom arrière sur une grande partie de l'image pour avoir un aperçu global très rapide des endroits où les points d'échantillonnage manquent. Cependant, lorsque vous les placez, n'oubliez pas que la qualité prime sur la quantité : vous n'avez pas besoin d'enduire le fond de points d'échantillonnage, à condition qu'ils soient placés soient bien placés et qu'ils couvrent correctement toute votre image, en particulier les quatre côtés et les quatre coins.

Il ne nous reste plus qu'à appliquer notre modèle à nos images. La luminance étant encore ouverte, je double-clique sur l'icône du processus pour faire apparaître le processus *DynamicBackgroundExtraction* tel qu'il a été configuré précédemment. Comme je sais que tout fonctionne parfaitement, je clique simplement sur *Execute*.

Deux nouvelles images vont apparaître. La première est l'image souhaitée - l'image mais sans les gradients du fond. La seconde est l'image modèle avec les dégradés de fond - celle qui a été soustraite de votre image actuelle. Les deux images ci-dessus sont affichées en mode auto-étiré. Il est clair qu'il y avait quelque chose à enlever et l'image est en effet meilleure pour cela aussi - un arrière-plan beaucoup plus propre !

L'image modèle à gradients d'arrière-plan n'est là que pour votre inspection et peut être fermée. Si vous ne voulez pas qu'elle apparaisse du tout, il suffit d'activer l'option *Discard background model* dans *DynamicBackgroundExtraction* avant de cliquer sur *Execute*. L'image traitée doit être

enregistrée, soit en remplacement de l'image précédente, soit en tant que nouveau fichier - c'est à vous de décider. Vous pouvez ensuite fermer le processus et cette image. Nous maximisons alors la prochaine pour appliquer ce modèle d'arrière-plan et nous double-cliquons sur l'icône du processus *DynamicBackgroundExtraction* pour l'initialiser.

Ce faisant, vérifiez que tous vos points d'échantillonnage sont corrects et ne sont pas rejetés. S'ils le sont, vous devrez peut-être augmenter la tolérance un peu plus et cliquer sur *Resize All*. Si tous vos points d'échantillonnage sont acceptés, il est conseillé de réduire la tolérance petit à petit, en cliquant à chaque fois sur *Resize All* pour atteindre la valeur minimale nécessaire pour que tous vos points d'échantillonnage soient acceptés, sans aller bien trop bas - 0,500 comme strict minimum est une bonne chose. Vérifiez également qu'aucun point d'échantillonnage ne se trouve sur des zones importantes telles que la nébulosité. Cela peut arriver lorsque vous faites un modèle d'arrière-plan avec une image Oxygen-III et que vous l'appliquez ensuite à une image H-Alpha, car H-Alpha capte généralement beaucoup plus de nébulosité. Cela signifie qu'il pourrait maintenant y avoir quelque chose d'intéressant juste en dessous d'un de vos points d'échantillonnage - vérifiez-les brièvement !

Avec tous mes points d'échantillon à leur place correcte (rien de plus intéressant que le fond), j'ai pu abaisser ma valeur de tolérance à 0,500 avec tous mes points d'échantillon encore acceptés.

Nous répétons ce processus pour toutes nos images jusqu'à ce qu'elles aient toutes été soustraites du fond, comme indiqué ci-dessous.

Elles sont maintenant prêtes pour l'étape finale, qui consiste à moyenner l'arrière-plan moyen et le signal luminosité avec *LinearFit*.

4. Corréler les images avec *LinearFit*

Lorsque nous avons des images calibrées et empilées qui sont censées être combinées en couleur, nous devons examiner dans quelle mesure les histogrammes correspondent vraiment les uns aux autres. Généralement, en raison des conditions variables du ciel nocturne au cours d'une nuit d'imagerie, ou de plusieurs nuits d'imagerie, ainsi que du filtre utilisé, la luminosité moyenne de l'arrière-plan et du signal peut ne pas bien correspondre entre les images que nous devons combiner en couleurs. Dans les zones légèrement polluées, il est courant que le fond soit plus brillant à travers un filtre rouge que vert ou bleu. La luminance a tendance à être plus forte que les trois pour des raisons évidentes. La fonction *DynamicBackgroundExtraction* a certainement aidé à cet égard en soustrayant les gradients de l'arrière-plan dans chaque image monochrome. Le calibrage des couleurs peut effectivement corriger cela (c'est le sujet d'un autre tutoriel), il est généralement bon de faire correspondre le fond moyen et la luminosité du signal entre les images que vous allez combiner plus tard.

Le processus **PixInsight** responsable de cette prouesse est *LinearFit*, qui suppose qu'une fonction mathématiquement linéaire peut modéliser la différence de luminosité moyenne du fond et du signal entre une image de référence que vous choisissez et l'image cible à laquelle vous appliquez le processus. Par conséquent, il fonctionne mieux au tout début de votre post-traitement, lorsque vos images sont linéaires, mais à proprement parler, il n'a pas besoin que les images soient linéaires pour faire son travail. Veuillez noter que *LinearFit* exige que les images auxquelles il est appliqué soient alignées les unes par rapport aux autres, sinon il n'y a pas de corrélation entre l'image que

nous définissons comme référence et l'image à laquelle nous appliquons le processus. Assurez-vous que la section 1 ci-dessus est bien suivie.

Nous commençons par ouvrir nos images enregistrées, recadrées et soustraites de l'arrière-plan et le processus *LinearFit*.

Le processus lui-même est très, très simple et les paramètres par défaut fonctionnent merveilleusement bien. Il suffit de sélectionner une image de référence ouverte dans **PixInsight**, puis d'appliquer le processus à chacune des autres images. La sélection d'une image de référence est un processus assez simple. Lorsque nous appliquons le processus à une image, la luminosité moyenne du fond et du signal est alignée sur celle de l'image de référence. Conformément à cela, il est bon d'utiliser notre image la plus lumineuse comme référence. Cela permet également de conserver le contraste dans les histogrammes des autres images. Pour savoir quelle image est la plus lumineuse, il suffit d'inspecter les histogrammes. Pour ce faire, nous utilisons le processus *HistogramTransformation*. Il suffit de l'ouvrir, de faire un zoom horizontal dans l'aperçu de l'histogramme en entrant une valeur telle que 50 dans la zone de texte en haut à gauche, puis de sélectionner une image dans le menu déroulant.

Ceci nous montre l'histogramme de cette image dans la boîte de prévisualisation inférieure, zoomée horizontalement. Pour comparer les histogrammes, il suffit de sélectionner chaque image une par une et vous remarquerez immédiatement les différences. Vous trouverez ci-dessous les histogrammes de mes images, qui sont des LRGB (présentés dans cet ordre) :

On voit rapidement que pour mes images, le Rouge est nettement plus lumineux que la Luminance, le Vert et le Bleu, car l'histogramme est placé plus vers la droite (vers le blanc). Cela signifie que l'utilisation du rouge comme image de référence pour *LinearFit* est une bonne idée. Si vous travaillez avec des images à bande étroite, H-Alpha est généralement la plus brillante, mais vos résultats peuvent varier. Veuillez noter qu'il ne s'agit pas d'une exigence stricte.

Pour appliquer le procédé *LinearFit*, cliquez simplement sur le petit bouton à droite de la zone de texte de l'image de référence, sélectionnez l'image de référence de votre choix dans la liste, cliquez sur OK et ensuite appliquez le procédé *LinearFit* à toutes vos images ouvertes sauf l'image de référence (comme s'en plaindra **PixInsight** !).

Lorsque vous appliquez le procédé *LinearFit* à vos images, vous pouvez remarquer qu'elles semblent un peu plus claires (ou plus sombres), selon l'aspect des histogrammes avant et après l'application du procédé *LinearFit*. Ne vous inquiétez pas - un étirement automatique révélera les mêmes détails qu'auparavant. Cependant, toutes vos images sont maintenant identiques en termes de niveau moyen de luminosité du fond et du signal.

Cette dernière étape a permis de préparer vos images à la combinaison des couleurs et elles sont donc étiquetées comme étant prêtes pour un post-traitement ultérieur. Une combinaison de couleurs rapide donne un bien meilleur résultat final que celui obtenu au départ :

IV. Combinaison d'images R, G et B monochromes en une image RVB en couleur et application de la luminance

Les images numériques s'affichent en couleur lorsque l'image est composée de trois canaux de couleur - rouge, vert et bleu. Les images monochromes sont monochromes jusqu'au moment où elles sont combinées en une image en couleurs RVB. Ces images à canaux de couleur rouge, vert et bleu pourraient littéralement être rouge, vert et bleu - capturés par les filtres respectifs. Il peut également s'agir d'images monochromes à bande étroite dont vous souhaitez faire une image en couleur. Dans tous les cas, les images monochromes doivent occuper les canaux de couleur rouge, vert et bleu afin de produire une image en couleur.

PixInsight dispose de plusieurs moyens pour combiner des images monochromes en couleur. Une fois que vous travaillez avec une image couleur, vous pouvez lui appliquer une image monochrome de luminance. Ce tutoriel couvre à la fois la combinaison des couleurs des images monochromes (par deux méthodes différentes - en utilisant *ChannelCombination* et *PixelMath*) et l'application d'une image monochrome de luminance à cette image couleur (en utilisant *LRGBCombination*).

Pré-supposé pour ce tutoriel :

1. Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images et des processus ([Lire](#) ce qui suit, sections 3 et 4).
2. Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire](#) ceci).
3. Vos images monochromes individuelles à combiner en couleur ont déjà été préparées en les alignant, en coupant les bords noirs, en soustrayant les gradients d'arrière-plan et en faisant correspondre leurs niveaux de luminosité ([Lire](#) ceci).

2. Combinaison de couleurs avec ChannelCombination

Nous commençons cette section en ouvrant les images monochromes Rouge, Vert et Bleu dans **PixInsight**. Elles ont déjà été préparées selon les hypothèses de ce tutoriel. Ci-dessous, ces images sont montrées en mode auto-étiré.

Nous allons combiner les images en couleur avec le processus ChannelCombination.

Le processus est très simple. Nous gardons le RVB sélectionné dans *Color Space* car nous allons créer une image en couleur RVB. Sur le côté droit, nous gardons, R, G et B activés. Nous devons sélectionner l'image monochrome pour chaque canal. Il suffit de cliquer sur le bouton à côté de la zone de texte pour chacun des trois et de sélectionner l'image qui est ouverte dans **PixInsight**.

Les captures d'écran ci-dessus montrent l'image pour le canal Rouge. Nous répétons le processus pour les canaux verte et bleu afin que les trois soient correctement sélectionnés.

Les identificateurs de vos images peuvent varier selon le nom que vous leur donnez. Cela devrait être très facile, à condition que vous identifiiez clairement lequel est le rouge, lequel est le vert et lequel est le bleu. Il suffit de cliquer sur le bouton circulaire "*Apply Global*" pour créer une nouvelle image dans **PixInsight**, qui est notre image en couleur RVB.

Un étirement automatique révèle notre image couleur RVB tout en conservant sa linéarité.

Elle est maintenant prête à être post-traitée en même temps qu'une image de Luminance, ou seule. Normalement, une procédure d'étalonnage des couleurs devrait suivre immédiatement après la création de cette image, et c'est ce dont il est question dans un autre tutoriel.

3. Combinaison de couleurs avec PixelMath

Comme pour la section précédente, nous commençons en ouvrant les images monochromes Rouge, Verte et Bleue dans **PixInsight**. Celles-ci ont déjà été préparées selon les hypothèses de ce tutoriel. Ci-dessous, ces images sont montrées en mode auto-étiré.

Nous ouvrons le processus PixelMath, que nous utiliserons pour la combinaison des couleurs.

Ce processus est extrêmement puissant dans la mesure où il peut faire à peu près n'importe quoi - il est d'ailleurs appelé *PixelMath* à juste titre ! Ce procédé est également un bon moyen de créer une nouvelle image couleur RVB à partir d'images monochromes. Par défaut, ce processus vous oblige à travailler en monochrome par le biais de la seule zone de texte RGB/K fournie. Pour activer les autres canaux de couleur, nous désactivons l'option *Use a single RGB/K expression*.

Comme nous voulons créer une nouvelle image, plutôt que de remplacer celle qui est actuellement ouverte, nous sélectionnons l'option *Create new image*, puis nous choisissons *RGB Color* dans la liste déroulante *Color space*. Assurez-vous que l'option *Rescale result* est laissée désactivée, car nous ne voulons pas redimensionner notre image en couleurs RVB - nous voulons maintenir les images monochromes telles quelles, sauf si elles sont combinées à des couleurs.

Il ne reste plus qu'à taper les identificateurs d'images dans les canaux de couleur correspondants. Dans *R/K*, nous tapons l'identificateur d'image Rouge. En *G*, nous tapons l'identificateur d'image vert. En *B*, nous tapons l'identificateur d'image bleu. Les miens sont très simplement appelés R, G et B dans **PixInsight** et je tape donc simplement ces identificateurs.

Vos identificateurs peuvent varier, en particulier si vos images ont des noms de fichiers gênants et que vous n'avez pas pris la peine de modifier manuellement leurs identificateurs dans **PixInsight**. Néanmoins, tant que vous savez avec certitude lequel est rouge, lequel est vert et lequel est bleu, vous êtes couvert. Une fois que vous avez entré votre nom, cliquez sur le bouton carré *Apply*. Veuillez vous assurer au préalable que vos images monochromes sont actives dans **PixInsight** (comme indiqué dans mes captures d'écran) et ne sont pas réduites en icônes, sinon *PixelMath* affichera une erreur indiquant qu'il n'y a pas d'image active.

Un étirement automatique révèle rapidement notre image en couleurs tout en conservant sa linéarité.

Elle est maintenant prête à être post-traitée avec une image de type Luminance, ou seule. Normalement, une procédure d'étalonnage des couleurs devrait suivre immédiatement après la création de cette image, et c'est ce dont il est question dans un autre tutoriel.

Vous pouvez choisir de toujours utiliser *ChannelCombination* plutôt que *PixelMath*, car il est clair que c'est un peu plus simple. Cependant, lorsque vous travaillez avec des images à bande étroite et que vous souhaitez les combiner avec des pondérations ou des combinaisons d'images dans chaque canal de couleur, *PixelMath* rend les choses extrêmement simples puisqu'il vous permet de saisir des expressions dans chaque canal de couleur. Par exemple, ce qui suit montre rapidement une palette bicolore à bande étroite combinant H-Alpha et Oxygène-III, transformée en une image couleur RVB avec des pondérations et des combinaisons personnalisées.

Les détails de cette technique et les diverses utilisations des images à bande étroite font l'objet d'un autre tutoriel, mais ils sont fournis ici pour clarifier les raisons pour lesquelles *PixelMath* peut être plus utile que *ChannelCombination*. Cependant, lorsque l'on travaille avec des images RVB pures, *ChannelCombination* est plus que suffisant.

4. Application d'une image de luminance avec *LRGBCombination*

Lorsque vous utilisez l'imagerie en LRGB, vous souhaitez utiliser votre image Luminance pour améliorer l'image couleur RGB que vous venez de créer avec vos images Rouge, Verte et Bleue. Ceci est particulièrement utile car vous pouvez utiliser votre image Luminance pour faire ressortir des contrastes et des détails fins, avec un arrière-plan à faible bruit et une résolution spatiale élevée, pour l'appliquer ensuite à l'image couleur RVB et faire ressortir ces caractéristiques fines. En général, on post-traite séparément la Luminance et l'image RVB, pour les combiner ensuite. Le procédé *LRGBCombinaison* est utilisé pour cela, mais ce procédé nécessite que l'image Luminance et l'image couleur RVB soient non linéaires (aient été étirées). Ce n'est pas un problème car, après tout, vous traitez séparément les images en Luminance et en couleurs RVB et l'étirement de ces dernières pour les rendre non linéaires fait partie de ce post-traitement.

Étant donné les exigences de non-linéarité de *LRGBCombination*, vous trouverez ci-dessous une image de luminance et une image de couleur RVB qui ont été étirées. Elles ont également fait l'objet d'un post-traitement rapide, à des fins de démonstration.

Nous les mettons de côté et nous ouvrons le processus *LRGBCombination*.

Nous allons sélectionner ici notre image de luminance et l'appliquer à l'image RVB. Nous devons donc désactiver les fonctions R, G et B, car elles seront déjà présentes dans notre image couleur RVB.

Nous sélectionnons maintenant notre image de luminance pour le canal L. Pour ce faire, cliquez sur le bouton à côté de la zone de texte pour L et sélectionnez l'image de luminance.

A ce stade, nous examinons les autres fonctions de *LRGBCombination*. Sous *Channel Weights*, nous pouvons définir la valeur de chaque canal une fois que nous combinons la luminance sur l'image couleur RGB. Ce n'est pas quelque chose qui vaut vraiment la peine d'être touché et tout devrait être laissé à la valeur par défaut de 1,00000, avec Uniform RGB dynamic ranges activées.

Les fonctions de transfert peuvent être utiles. Avec leur valeur par défaut de 0,500, elles ne font rien à l'image une fois que la luminance est combinée. Si vous réduisez la luminosité à une valeur inférieure à 0,500, il se produira un étirement de la luminosité dans l'image pour la rendre plus lumineuse. Si vous augmentez la luminosité à une valeur supérieure à 0,500, une compression se produira sur la luminosité de l'image pour la rendre moins lumineuse. Le paramètre *Saturation* fonctionne de manière identique. Si vous diminuez la saturation à une valeur inférieure à 0,500, la saturation globale des couleurs sera améliorée. Si vous augmentez la saturation à une valeur supérieure à 0,500, il y aura une perte de la saturation globale des couleurs. L'expérimentation avec vos propres images est la clé pour trouver de bons réglages. Vous pouvez choisir de les modifier ou non - normalement, je ne les touche pas du tout et je choisis plutôt d'utiliser quelque chose comme *CurvesTransformation* à la toute fin, pour obtenir une plus grande luminosité, un meilleur contraste et une meilleure saturation des couleurs.

Chrominance Noise Reduction est en fait assez utile. Cette fonction vise à réduire le bruit global des couleurs dans l'image combinée et les paramètres par défaut fonctionnent ici merveilleusement bien. Il vaut la peine d'activer cette fonction.

Une fois que vous êtes prêt à combiner, assurez-vous de cliquer sur l'image de couleur RVB pour la sélectionner, puis cliquez sur le bouton carré *Apply* de *LRGBCombination*, ou faites glisser le bouton New Instance sur l'image de couleur RVB.

Une nette différence dans l'image est observée une fois que la luminance est combinée, selon ce que votre image de luminance post-traitée apporte à la table. Dans la mienne, elle a apporté des étoiles plus serrées, un contraste plus élevé des détails, des détails plus fins et une augmentation de la luminosité globale dans la nébulosité.

Numériquement parlant, vous travaillez toujours avec une image couleur RVB, puisque les images couleur sont identifiées par trois canaux de couleur (rouge, vert et bleu) combinés en une seule image. Cependant, en termes plus généraux, il s'agit maintenant d'une image LRGB. Quoi qu'il en soit, *LRGBCombination* a permis de remplacer la luminosité d'origine de votre image couleur RVB par votre image Luminance. À ce stade, un post-traitement supplémentaire peut être souhaité, comme l'utilisation de *CurvesTransformation* pour le réglage final, ou la réduction de la taille des étoiles.

En ce qui concerne les fonctions de transfert mentionnées, le tableau ci-dessous montre la même combinaison de luminance avec mon image couleur RVB, mais avec une légère augmentation de la luminosité et une augmentation de la saturation.

À mon avis, ce qui précède est exagéré, mais il s'agit simplement d'une démonstration de la fonctionnalité fournie par les fonctions de transfert dans le processus *LRGBCombination*.

V. Calibration des Images couleurs

En l'absence de cellules de détection des couleurs suffisamment sensibles dans notre rétine, la seule mesure de la couleur réelle dans l'espace profond provient de nos images d'objets tels que les nébuleuses et les galaxies. Cela exclut bien sûr les images à bande étroite qui introduisent de fausses couleurs. Lorsque nous disons qu'une image couleur prise avec un appareil photo CCD ou DSLR couleur en une seule prise, ou une image LRGB prise avec un appareil photo CCD monochrome, est calibrée en couleur, nous avons essentiellement neutralisé l'arrière-plan en un gris très clair et défini le point blanc. Si cela est fait correctement, nous pouvons dire que notre image est une représentation fidèle de la couleur réelle de l'objet de l'espace profond.

Ceci est essentiel pour travailler avec des images en couleur qui ne sont pas des images à bande étroite, si l'on veut que les images paraissent réalistes. **PixInsight** dispose d'un certain nombre de procédés qui nous permettent d'effectuer ce calibrage des couleurs sur des images en couleur. Ce tutoriel traite précisément de ces procédés. Il est également mentionné comment cette procédure se rapporte aux images à bande étroite pour ceux qui ont des caméras CCD monochromes.

Pré-supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images et des processus ([Lire](#) ce qui suit, sections 3 et 4).
- Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire](#) ceci).
- Si vos images sont monochromes, elles ont été entièrement préparées en les enregistrant, en recadrant les bords noirs, en soustrayant les dégradés de fond et en faisant correspondre leurs niveaux de luminosité ([Lire](#) ceci). Vous les avez combinées en couleur pour obtenir une image en couleur ([Lire](#) ceci).

1. Neutraliser l'arrière-plan avec BackgroundNeutralization

Nous commençons par présenter l'image que nous utiliserons pour ce tutoriel. Cette image provient de trois images monochromes distinctes, rouge, verte et bleue. Conformément à la liste d'hypothèses ci-dessus, les images monochromes ont été entièrement prétraitées, alignées avec *StarAlignment*, recadrées avec *DynamicCrop*, gradient de l'arrière-plan extrait avec *DynamicBackgroundExtraction* et mises en correspondance avec *LinearFit*. Les images monochromes ont ensuite été combinées en couleur avec *ChannelCombination*. Ci-dessous, cette image, dans son état linéaire, est auto-étirée dans **PixInsight**.

Ce qui précède ne présente peut-être pas un scénario très clair quant à la nécessité de calibrer les couleurs de l'image, car celle-ci semble déjà assez naturelle (avec une légère teinte globale à l'arrière-plan). C'est le cas parce qu'elle a été extraite de l'arrière-plan avec *DynamicBackgroundExtraction* et qu'elle a ensuite été mise en correspondance avec *LinearFit* avant la combinaison des couleurs. La fonction *LinearFit* fait correspondre le niveau de luminosité moyen de l'arrière-plan et du signal sur les images et, par conséquent, elles correspondent déjà bien.

Néanmoins, il y a certains avantages à effectuer une routine de calibrage des couleurs, d'autant plus que cela ne prend pas beaucoup de temps. Il est important de noter que cette procédure doit être effectuée sur une image linéaire, avant tout étirement. Nous commençons par neutraliser l'arrière-plan. Pour cela, nous utilisons le procédé *BackgroundNeutralization*.

Ce processus bénéficie grandement de la création d'une petite boîte de prévisualisation dans votre image qui ne couvre que le fond. Par arrière-plan, j'entends l'absence de nébulosité, de galaxies et d'étoiles - simplement l'espace en arrière-plan. Choisissez une zone qui est dépourvue de tout intérêt et qui a une teinte de fond plus ou moins moyenne. Cela permet de zoomer et de faire un panoramique autour de l'image. Une fois que vous avez trouvé une zone appropriée, créez une boîte de prévisualisation autour de celle-ci - n'incluez aucune étoile si vous le pouvez !

La fenêtre de prévisualisation ne doit pas être très grande, alors ne vous inquiétez pas. Votre image peut être plus difficile à travailler si vous avez beaucoup d'étoiles dans le champ de vision. Une fois que vous avez créé votre boîte de prévisualisation, revenez en *Readout Mode* dans **PixInsight**, car nous pourrions en avoir besoin.

Une fois la boîte de prévisualisation créée, cliquez sur le petit bouton à côté de la boîte de texte pour Image de référence dans le processus *BackgroundNeutralization*, sélectionnez la boîte de prévisualisation dans la liste et cliquez sur OK.

Si vous avez capturé quelques étoiles dans votre fenêtre de prévisualisation parce qu'elles sont totalement inévitables, ou une nébulosité qui est également totalement inévitable, vous pouvez modifier *Upper limit* dans *BackgroundNeutralization* pour exclure ces pixels problématiques. Si votre fenêtre de prévisualisation est exempte d'étoiles ou de nébulosité (ou presque, comme le montre la mienne ci-dessus), ne modifiez pas les paramètres par défaut car ils fonctionnent très, très bien avec les images linéaires. Si vous identifiez des pixels problématiques dans votre fenêtre de prévisualisation, cliquez et laissez le bouton de la souris cliqué et *Readout Mode* apparaîtra.

À gauche de *Readout Mode output*, vous verrez les valeurs R, G et B. *Upper limit* dans *BackgroundNeutralization* devrait idéalement être inférieure à cette valeur si ce que vous pointez se distingue vraiment de l'arrière-plan (ce n'est pas le cas dans ma boîte de prévisualisation !). Comme il y a trois valeurs données (R, G et B), choisissez la plus petite des trois pour fixer votre limite

supérieure légèrement en dessous. S'il y a plusieurs pixels problématiques dans votre fenêtre de prévisualisation, vérifiez-les tous avec le mode *Readout*, trouvez la plus petite valeur et utilisez-la pour définir *Upper limit*. Vous pouvez laisser la *Lower limit* par défaut.

N'oubliez pas que si vous faites attention en créant votre boîte de prévisualisation, cela peut ne pas être nécessaire du tout, dans la plupart des cas (sauf si votre image ne comporte absolument aucune zone non couverte de nébulosité). S'il n'y a effectivement aucun arrière-plan dans votre image (c'est extrêmement rare, à moins qu'il ne s'agisse d'une image à champ très étroit d'une grande nébuleuse avec une nébulosité globale brillante), vous n'avez pas du tout besoin d'appliquer *BackgroundNeutralization* et pouvez passer à la section 2.

Une fois que vous êtes satisfait de vos paramètres *BackgroundNeutralization*, cliquez sur le bouton *Apply* et votre image prendra un ton légèrement différent. À ce stade, vous devrez réappliquer l'étirement automatique pour voir vraiment la différence apportée à votre image (car l'étirement automatique que vous aviez était applicable lorsque l'arrière-plan n'était pas neutralisé).

Il est clair que *LinearFit* et *DynamicBackgroundExtraction* ont fait un excellent travail de concordance des images avant la combinaison des couleurs, mais la neutralisation de l'arrière-plan a en soi été quelque peu bénéfique pour l'image. A ce stade, vous pouvez fermer le processus *BackgroundNeutralization*. Laissez la boîte de prévisualisation en place, car nous en aurons besoin pour la prochaine section.

2. Effectuer le calibrage des couleurs avec *ColorCalibration*

Le calibrage des couleurs peut être effectué avec l'un des deux processus suivants : *ColorCalibration* ou *PhotometricColorCalibration* (nouveau à partir de la version 1.8.5). Cette section couvre le premier et la section suivante couvre le second. Vous pouvez choisir d'utiliser l'un ou l'autre pour vos images, mais veuillez noter que l'utilisation des deux n'est pas la procédure correcte pour le calibrage des couleurs.

Le processus de calibrage des couleurs nécessite deux boîtes de prévisualisation - une sur le fond et une autre sur ce qui est essentiellement une référence blanche. Les références blanches en astrophotographie sont essentiellement des étoiles de type G2V, mais **PixInsight** diffère dans la façon dont il effectue la calibration des couleurs - il choisit plutôt d'échantillonner toutes les couleurs sur une image. En fin de compte, il est très efficace dans son travail. Nous ouvrons maintenant le processus *ColorCalibration*.

Comme nous disposons déjà d'une fenêtre de prévisualisation créée sur l'arrière-plan, celle-ci nous servira de référence pour l'arrière-plan. Il doit donc être sélectionné comme tel. Il suffit de cliquer sur le bouton situé à côté de la zone de texte Image de référence sous Référence d'arrière-plan et de sélectionner la zone de prévisualisation sur l'arrière-plan.

Nous devons maintenant créer une boîte de prévisualisation dans notre image qui représente une référence blanche. Si votre image contient une galaxie assez importante, il suffit de créer une fenêtre de prévisualisation sur toute la galaxie et de désactiver *Structure Detection* dans *ColorCalibration*. Cela oblige le processus à utiliser la galaxie entière comme référence blanche, ce qui est en effet excellent car les galaxies contiennent tous les types d'étoiles et conviennent en moyenne pour le blanc. Si toutefois votre image, comme la mienne, n'a pas le luxe de contenir une galaxie assez importante, nous devons utiliser des étoiles pour notre référence blanche.

Dans ce scénario, nous maintenons *Structure Detection* activée et les paramètres par défaut fonctionnent bien. Cette fonction force essentiellement le processus à détecter les étoiles dans l'image (ou la boîte de prévisualisation) et à les utiliser comme référence blanche, par opposition à la nébulosité, au fond, etc. Le fait de garder les couches de structure à 5 échantillons permet d'échantillonner la plupart des étoiles de l'image, en particulier les petites. Vous pouvez porter ce nombre à environ 6 pour inclure des étoiles plus grandes, mais au risque d'inclure des structures telles que la nébulosité. Maintenez les couches de bruit à 1 car cela permet d'ignorer le bruit à petite échelle dans l'image lors de la détection d'étoiles pour la référence blanche.

Comme mon image contient une bonne quantité d'étoiles, il est facile de créer une boîte de prévisualisation assez grande sur la plus grande partie de l'image.

Veuillez noter que vous pouvez en effet faire chevaucher la boîte de prévisualisation de la référence blanche sur la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan - *Structure Detection* garantira que seules les étoiles sont utilisées comme référence blanche de toute façon. Une fois que vous avez créé votre boîte de prévisualisation de référence blanche, cliquez sur le bouton à côté de la boîte de texte pour *Reference image* sous *White Reference* et sélectionnez cette nouvelle boîte de prévisualisation.

À ce stade, *ColorCalibration* est correctement configuré et vous pouvez cliquer sur *Apply* avec votre image sélectionnée. Une fois que vous avez terminé, réappliquez l'étirement automatique pour voir vraiment les effets de la calibration des couleurs (comme l'étirement automatique précédent appliqué à l'image telle qu'elle était avant la calibration des couleurs). Vous pouvez également fermer *ColorCalibration* et supprimer toutes les boîtes de prévisualisation.

Il y a eu un effet prononcé sur les couleurs de mon image et elle semble bel et bien naturelle maintenant. Mieux encore, l'image est toujours à l'état linéaire et il est possible d'effectuer d'autres post-traitements (comme la réduction du bruit, l'étirement, l'amélioration du contraste, etc.)). Il se peut qu'une couleur verte soit ajoutée à votre image à ce stade, c'est ce dont nous parlerons plus loin. Mais avant cela, nous introduisons dans **PixInsight** un autre processus de calibrage des couleurs (nouveau à partir de la version 1.8.5), qui peut être utilisé à la place du *ColorCalibration* utilisé dans cette section.

3. Effectuer le calibrage des couleurs avec *PhotometricColorCalibration*

PhotometricColorCalibration a été introduit dans la version 1.8.5 de **PixInsight** comme nouvelle méthode de calibrage des couleurs. Cette résolution astrométrique résout votre image afin de déterminer une véritable référence de blanc pour votre image en fonction d'une sélection faite par l'utilisateur, comme une galaxie spirale, une galaxie elliptique ou une étoile de type G2V. L'utilisation du *PhotometricColorCalibration* est censée être plus scientifique, mais elle peut ou non aboutir à un résultat que vous appréciez plus que celui produit par le processus de *ColorCalibration* mentionné ci-dessus. Utilisez l'un ou l'autre de ces procédés, mais il est recommandé d'essayer les deux avant de vous décider.

En l'absence de boîtes de prévisualisation dans notre image, mais avec le fond neutralisé par *BackgroundNeutralization*, nous ouvrons le processus *PhotometricColorCalibration*.

La première étape consiste à indiquer à *PhotometricColorCalibration* les coordonnées de déclinaison et d'ascension droite de votre image. Le centre du champ de vision de l'image est idéal, mais tout objet contenu dans l'image à proximité du centre suffit. S'il y a un objet nommé près du centre de l'image, il suffit de cliquer sur le bouton Coordonnées de recherche, d'entrer la désignation ou le nom de l'objet et de cliquer sur *Search*.

Comme indiqué ci-dessus, les désignations ou les noms communs fonctionnent bien. Cependant, il ne suffit pas d'entrer une tête de cheval et l'outil ne peut pas récupérer les coordonnées de l'objet - veuillez en tenir compte. Une fois que l'outil a récupéré votre objet, cliquez sur le bouton *Get* et les coordonnées de déclinaison et d'ascension droite seront mises à jour dans *PhotometricColorCalibration*.

Veuillez noter que le *PhotometricColorCalibration* utilisera les coordonnées de déclinaison et d'ascension droite saisies en même temps qu'une estimation de votre champ de vision pour résoudre votre image. Cela suppose toutefois que le champ de vision se situe autour des coordonnées de déclinaison et d'ascension droite de votre cible, c'est-à-dire que ces coordonnées sont le centre de votre champ de vision. C'est pourquoi il est préférable de choisir un objet qui se trouve au centre ou près du centre de votre image (il y a une certaine marge de manœuvre pour que la résolution soit correcte).

S'il n'y a pas d'objet au centre ou près du centre de votre image, vous devez déterminer les coordonnées réelles de déclinaison et d'ascension droite du centre de votre image. Pour cela, vous pouvez [télécharger l'image sur Astrometry.net](#) pour sa résolution. Il est conseillé de télécharger une seule image brute. Si vous travaillez avec une mosaïque qui comporte un panneau au centre, téléchargez une seule brut à partir de ce panneau central. Si votre mosaïque n'a pas de panneau central, vous pouvez télécharger un canal prétraité de votre mosaïque terminée, mais en télécharger un sans aucun post-traitement (toujours à l'état linéaire). Une fois l'image téléchargée, la résolution sera automatiquement. Une fois le téléchargement terminé, la page indiquera "Success" et vous pourrez accéder à la page des résultats. Dans la colonne de droite de la page de résultats, vous trouverez les coordonnées du centre de votre image téléchargée.

Dans mon cas, comme la nébuleuse de la Tête de cheval est si proche du centre de l'image, les coordonnées sont très proches. Cependant, après avoir pris la peine de résoudre l'image en ligne, je peux aussi bien mettre à jour mes coordonnées pour qu'elles correspondent au vrai centre.

Ensuite, nous devons fournir à *PhotometricColorCalibration* l'échelle du pixel de l'image. Si vous n'utilisez pas *DrizzleIntegration* pendant le prétraitement (qui augmente artificiellement la résolution de vos images), alors la saisie de la distance focale de votre télescope et de la taille en pixels de votre appareil photo fera parfaitement l'affaire. Dans mon cas, cependant, j'ai également utilisé *DrizzleIntegration* pour le prétraitement. Astrometry.net a calculé que mon échelle de pixels était de 1,04 arcsecondes/pixel alors qu'en réalité elle est le double, 2,08 arcsecondes/pixel. Tout cela signifie que si j'entre la longueur focale correcte du télescope de 450 mm et la taille de pixel correcte de 4.54 μ m, *PhotometricColorCalibration* ne parviendra pas à résoudre l'image car l'échelle de pixel sera considérablement différente de celle de l'image ci-dessus.

La meilleure façon de contourner ce problème est d'entrer la taille correcte en pixels de votre appareil photo, dans mon cas 4.54 μ m. Ensuite, pour la longueur focale du télescope, vous devez entrer une valeur plus élevée en fonction du paramètre *DrizzleIntegration* que vous avez utilisé. Comme j'utilise toujours *DrizzleIntegration* à x2, l'échelle de pixels de l'image résultante est la moitié de la valeur réelle, telle que mesurée par Astrometry.net. Pour obtenir la moitié de l'échelle des

pixels, au lieu d'entrer ma distance focale réelle de 450 mm, j'entre 900 mm. Sinon, je pourrais entrer 450 mm pour la distance focale mais la moitié de la taille du pixel, 2.27 μ m. Dans tous les cas, cela donnera une échelle de pixels correcte de 1,04 arcsecondes/pixel et permettra à la fonction *PhotometricColorCorrection* de fonctionner correctement.

Enfin, il suffit de modifier, si nous le voulons, la référence blanche utilisée par *PhotometricColorCalibration*. La valeur par défaut de *Average Spiral Galaxy* est en fait celle recommandée par **PixInsight**, car elle semble fournir les meilleurs résultats globaux. Vous pouvez cependant essayer la Galaxie Elliptique ou celle qui devrait donner une bonne balance des blancs, G2V Star. Pour l'instant, je vais garder la Galaxie spirale moyenne sélectionnée par défaut. Le serveur de base de données par défaut devrait faire le travail (c'est là que le processus téléchargera les fichiers d'index astrométriques de résolution de plaques pour résoudre votre image avec). Si, lorsque vous lancez le processus, la résolution échoue parce qu'elle ne peut pas télécharger les fichiers d'index astrométriques, il suffit de changer le serveur de base de données pour autre chose. Nous lançons maintenant le processus et vérifions le résultat final.

Le résultat final semble excellent et très naturel. Vous remarquerez qu'une série de graphiques s'affichent, qui vous montrent à quel point les données de calibrage des couleurs correspondent aux références utilisées. Vous pouvez fermer la fenêtre des graphiques si vous le souhaitez.

Si la résolution astrométrique a échoué, nous pouvons ajuster certains paramètres de *PhotometricColorCalibration* pour l'aider à fonctionner. Si vos étoiles sont légèrement déformées, vous pouvez activer *Distortion correction* sous *Plate Solving Parameters*. Si vous souhaitez que le processus détecte davantage d'étoiles, vous pouvez développer la section *Advanced Plate Solving* et faire glisser le curseur *Log(sensitivity)* jusqu'à la gauche pour que la valeur soit de -3,00 (cette valeur est plus sensible à la détection d'étoiles car il s'agit d'une échelle logarithmique). Si votre image contient également beaucoup de bruit, vous pouvez augmenter la réduction du bruit à 1 afin que la première couche de pixels (où réside la grande majorité du bruit à petite échelle) soit ignorée dans la détection des étoiles.

Voici les résultats finaux produits par *PhotometricColorCalibration* sur la base des trois principales options de référence du Blanc - *Galaxie spirale moyenne*, *Galaxie elliptique* et *Etoile G2V*, respectivement. Après chaque option, j'ai effectué un étirement automatique pour montrer le résultat réel.

Il vaut certainement la peine d'essayer ces trois options de référence pour le blanc, ainsi que le processus *ColorCalibration* décrit précédemment. Une fois que vous êtes satisfait de l'étalonnage des couleurs effectué, nous passons à l'élimination de la dominante verte qui est probablement présente dans votre image.

4. Suppression du bruit vert avec SCNR

Il est assez courant d'avoir une couleur verte sur les images, mais comme nous le savons, en général, les objets de l'espace lointain ne sont pas de couleur verte (il existe certaines nébuleuses planétaires qui ne seraient pas d'accord avec cette affirmation !) Bien que certaines images ne montrent pas une très forte dominante verte, celle-ci est parfois clairement visible en zoomant.

Pour supprimer ce bruit vert, il est facile de le faire avec le processus *SCNR*.

SCNR est l'un de ces processus que vous pouvez appliquer et oublier, car il est simple à utiliser. Les paramètres par défaut fonctionnent extrêmement bien dans la grande majorité des cas, *Average*

Neutral étant sélectionné sous *Protection method* et *Green* étant sélectionné sous la couleur à supprimer. La valeur peut être laissée à 1,00 si vous souhaitez conserver l'image colorée sans bruit vert, ou être inférieure si vous souhaitez un mélange entre l'image colorée traitée et l'image originale (par exemple, 0,50 vous donnera un résultat final qui correspond à 50 % de l'image originale avec 50 % de l'image traitée). Maintenez *Preserve lightness* activée afin de ne pas modifier la luminosité de l'image. Un simple clic sur le bouton *Apply* avec les paramètres par défaut donne une nette différence (après une nouvelle application de l'étirement automatique).

Mais dans la plupart des cas, vous souhaitez peut-être conserver une partie du vert afin de préserver les belles couleurs de sarcelle fournies par certaines nébuleuses planétaires. Si vous souhaitez le faire, au lieu de *Average Neutral* sélectionné sous *Protection method*, sélectionnez *Maximum Neutral*. C'est tout ce qu'il y a à faire. Vous trouverez ci-dessous le résultat avec *Maximum Neutral*.

Bien sûr, la différence est très faible pour cette image, mais choisissez celle qui correspond le mieux à votre goût et à votre image particulière.

Cela conclut toute la procédure de calibrage des couleurs avec un résultat final très efficace qui a l'air très naturel. Mieux encore, l'image est toujours à l'état linéaire, prête pour un post-traitement ultérieur (par exemple, réduction du bruit, étirement, amélioration du contraste, etc.) Nous terminons maintenant par une brève discussion sur la façon dont le calibrage des couleurs s'applique aux images à bande étroite.

5. Notes sur les images à bande étroite

Le Narrowband peut généralement être utilisée de deux manières :

1. Pour produire des images à bande étroite avec de fausses couleurs (par exemple, la palette Hubble).
2. Pour améliorer un canal de couleur spécifique d'une image couleur RVB régulière (par exemple, H-Alpha dans le canal Rouge).

Examinons chacun des canaux énumérés ci-dessus séparément.

D'abord, les images à bande étroite avec de fausses couleurs. On dit que ces images ont des couleurs fausses tout simplement parce que les images monochromes utilisées pour produire l'image couleur n'échantillonnent pas du tout une grande partie du spectre. Les largeurs de bande des filtres à bande étroite utilisés pour leur capture varient généralement entre 8,5 nm et 3 nm, ce qui représente une partie minuscule du spectre. De plus, certains des filtres utilisés échantillonnent des raies spectrales très proches les unes des autres dans le spectre. Par exemple, la célèbre palette de Hubble utilise une image de soufre II dans le canal rouge, une image d'hydrogène alpha dans le canal vert et une image d'oxygène III dans le canal bleu. Si l'on peut dire que le soufre II se trouve dans la partie rouge du spectre, il en va de même pour l'hydrogène alpha ! L'image Oxygène-III est également plus sarcelle, car elle se situe entre le vert et le bleu. Le résultat final de la combinaison des couleurs de ces images monochromes à bande étroite ne va pas donner un ensemble de couleurs réalistes pour l'objet de l'espace profond.

Ce n'est pas un problème, vraiment, et en fait les gens ont inventé toutes sortes de palettes intéressantes pour combiner différentes images monochromes à bande étroite en une image couleur. Il y a un équilibre entre la valeur scientifique (par exemple, les distributions de gaz spécifiques) et la valeur artistique (est-ce que ça a l'air bien et est-ce que ça attire l'attention ?). Il est certain que certains produisent même des images en couleur à partir de deux images monochromes à bande étroite, généralement H-Alpha et Oxygène-III (c'est ce qu'on appelle la palette bicolore). Il va sans dire que l'étalonnage des couleurs n'est même pas un concept qui intervient dans ce type d'image. *BackgroundNeutralization* est le seul processus nécessaire, effectué dès que les images monochromes sont combinées en couleur. En fait, la neutralisation de l'arrière-plan est nécessaire si vous voulez voir à quoi ressemble l'image combinée des couleurs.

Deuxièmement, des images monochromes à bande étroite combinées à des canaux d'images couleur RVB réguliers. Les images en couleurs RVB ordinaires nécessitent la procédure d'étalonnage des couleurs décrite dans ce tutoriel. Cependant, lorsque vous combinez une image monochrome à bande étroite avec un canal de couleur spécifique, cet étalonnage des couleurs est perdu. Essayer de calibrer à nouveau les couleurs est en fait contre-productif car une partie importante des améliorations apportées par les données à bande étroite sont perdues lorsque vous calibrez à nouveau les couleurs. Cependant, comme pour les images à bande étroite, l'utilisation du *BackgroundNeutralization* en soi présente de grands avantages pour neutraliser l'arrière-plan tout en conservant les améliorations apportées par les données à bande étroite.

En résumé, voici ce qu'il faut faire avec les images à bande étroite en ce qui concerne le calibrage des couleurs :

- Pour les images à bande étroite, une fois les couleurs combinées, utilisez uniquement *BackgroundNeutralization*, conformément à la section 1 de ce tutoriel.
- Pour les images à bande étroite utilisées pour améliorer les canaux de couleur dans une image couleur RVB normale, dès que vous produisez l'image couleur RVB, calibrez la couleur conformément à l'ensemble de ce tutoriel, puis combinez-la avec l'image à bande étroite. Une fois que l'image à bande étroite a été combinée avec l'image couleur RVB, utilisez uniquement *BackgroundNeutralization*, comme indiqué dans la section 1 de ce tutoriel.
- Ceci devrait résumer la relation entre le calibrage des couleurs et les images à bande étroite.

VI. Produire des masques

Quiconque a déjà traité des images auparavant, que ce soit dans **PixInsight** ou Photoshop, comprendra l'importance des masques. Il s'agit d'images de taille identique qui servent de protection. Par exemple, vous pouvez post-traiter une image d'une galaxie entourée d'étoiles et avec beaucoup de fond. Lorsque vous appliquez une réduction de bruit, l'intention est normalement de l'appliquer à l'arrière-plan et non à la galaxie. Un masque peut être utilisé dans cette situation, pour protéger la galaxie de l'application de votre technique de réduction du bruit. De même, il peut être utilisé pour protéger l'arrière-plan contre les augmentations de la netteté, car vous pouvez ne vouloir affiner que les détails fins dans la galaxie elle-même.

Les masques sont utilisés dans de nombreuses étapes du post-traitement et **PixInsight** dispose d'un certain nombre de procédés et de techniques qui vous permettent de produire des masques. Différents masques peuvent être utilisés pour différentes étapes du post-traitement et pour l'application de différentes techniques. Ce tutoriel couvre un certain nombre de façons de produire un masque dans **PixInsight** ainsi que la façon de les modifier pour les rendre plus appropriés. Pour chaque méthode proposée pour la production d'un masque, un ensemble de suggestions est donné pour savoir où ce type de masque est le plus applicable.

Pré-supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images, les processus et le travail avec les masques ([Lire](#) ce qui suit, sections 3, 4 et 6).
- Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire](#) ceci).

1. Produire des masques en dupliquant des images monochromes

- + Fonctionne aussi bien avec des images linéaires que non linéaires.
- + Peut être produit avec très peu d'efforts.
- + Offre des degrés de protection variables en fonction de la luminosité de l'image dans différentes zones, ce qui est parfait pour la réduction globale du bruit.
- + Comprend tout - les étoiles, la nébulosité et les galaxies.
- n'est pas sélectif de structures particulières car il s'agit d'une simple copie.

Lorsqu'on travaille avec des images monochromes comme une image de luminance, on peut produire très rapidement un masque, qui remplit très bien son rôle pour la réduction initiale du bruit. Voici une image monochrome à luminance linéaire ouverte dans **PixInsight**, auto-étirée.

Nous pouvons produire un masque efficace en faisant un clic droit sur l'image et en cliquant sur *Duplicate*.

L'étirement automatique est également dupliqué par défaut, mais je le réinitialise sur l'image dupliquée. Une image à l'état linéaire n'a pas, par définition, beaucoup de contraste. Une image masque devient plus efficace lorsqu'il y a beaucoup de contraste, car le blanc pourrait protéger complètement et le noir ne protégerait donc pas du tout, les nuances de gris variant le degré de protection. L'étirement automatique n'altère pas l'image et nous devons donc appliquer l'étirement automatique de manière permanente. Pour ce faire, nous ouvrons le processus *ScreenTransferFunction*, responsable de l'étirement automatique. Une fois le processus ouvert, nous sélectionnons l'image en double et cliquons sur le bouton d'étirement automatique.

Nous devons transférer ces paramètres d'étirement stockés dans *ScreenTransferFunction* vers *HistogramTransformation*, le processus responsable de la production d'étirements permanents. Pour ce faire, nous ouvrons le processus *HistogramTransformation*

(en maintenant *ScreenTransferFunction* ouverte) et faites glisser le bouton "New instance" de la fonction *ScreenTransferFunction* sur la barre inférieure de la fonction *HistogramTransformation*.

Nous pouvons maintenant supprimer l'étirement automatique de l'image dupliquée de *ScreenTransferFunction* en cliquant sur son bouton *Reset*, puis sur *Apply* sur *HistogramTransformation* avec l'image dupliquée sélectionnée. Ceci applique le même étirement mais de manière permanente.

Les processus *ScreenTransferFunction* et *HistogramTransformation* peuvent être fermés dès maintenant. L'image dupliquée est maintenant une image de masque prête. En l'appliquant à l'image luminance linéaire, on peut voir comment elle protège avec des degrés d'intensité variables selon la luminosité d'une zone de l'image.

Il peut être utilisé comme un masque extrêmement efficace pour la réduction du bruit. Vous devrez inverser le masque lorsqu'il sera appliqué afin d'attaquer le fond plus que les zones à haut signal.

Si votre image originale est déjà non linéaire parce qu'elle a été étirée, vous pouvez simplement la dupliquer et l'image de votre masque sera instantanément prête à l'emploi (étant une copie de

l'original, elle est déjà étirée et non linéaire, fournissant le contraste élevé nécessaire pour agir comme un masque efficace).

2. Produire des masques en extrayant la luminosité d'images en couleur

+ Fonctionne aussi bien avec des images linéaires que non linéaires.

Peut être produit avec très peu d'efforts.

+ Offre des degrés de protection variables en fonction de la luminosité de l'image dans différentes zones, ce qui est parfait pour la réduction globale du bruit.

+ Comprend tout - les étoiles, la nébulosité et les galaxies.

- n'est pas sélectif de structures particulières d'intérêt car il s'agit d'une simple copie.

Les masques fonctionnent mieux lorsqu'ils sont simplement des images monochromes. Si vous travaillez déjà avec une image couleur, vous devrez en extraire une image monochrome de luminance pour l'utiliser comme masque. Il se peut que vous ayez une image en couleur car :

1. vous l'avez capturé avec un appareil photo CCD couleur ou un appareil photo DSLR,
2. vous avez déjà combiné les images monochromes Rouge, Vert et Bleu en une image couleur RVB,
3. soit vous avez produit une image couleur RVB à partir d'images monochromes à bande étroite.

Dans les deux cas, le masque devrait idéalement être monochrome. Vous trouverez ci-dessous une image couleur RVB linéaire ouverte dans **PixInsight**, auto-étirée.

Votre image couleur peut ou non avoir été calibrée à ce stade - le processus d'extraction d'une image de luminance pour faire office de masque est le même quoi qu'il arrive. Nous devons d'abord indiquer à **PixInsight** que les trois canaux de couleur, rouge, vert et bleu, de notre image couleur RVB sont pondérés de manière égale et complète pour l'extraction d'une image de luminosité. Ceci est fait avec le processus *RGBWorkingSpace*.

Il suffit d'entrer 1.0 dans les trois cases (pour le rouge, le vert et le bleu) ou de faire glisser les curseurs jusqu'à la droite. Une fois que vous avez terminé, cliquez sur le cercle Apply Global et fermez-le.

Nous utilisons maintenant le processus *ChannelExtraction*, réglé sur le mode *CIE L*a*b**.

Comme nous ne voulons qu'extraire la luminance de cette image, nous désactivons a et b et ne laissons que L activé. Une fois que vous avez terminé, cliquez sur *Apply*.

Comme notre image couleur RVB est toujours linéaire, l'image de luminance extraite est également linéaire. Elle a été automatiquement étirée dans la troisième capture d'écran ci-dessus pour

démontrer sa nature monochrome. Ce sera notre image de masque, mais pour maximiser son efficacité, elle doit être étirée de façon permanente plutôt qu'auto-étirée, exactement comme sur la section 1 ci-dessus. Nous réinitialisons l'étirement automatique ici et utilisons ensuite le processus *ScreenTransferFunction* pour produire un étirement automatique en cliquant sur son bouton *Auto Stretch*.

Nous devons maintenant transférer ces paramètres d'étirement stockés dans *ScreenTransferFunction* vers *HistogramTransformation*, qui produira l'étirement permanent. Pour ce faire, ouvrez *HistogramTransformation*, puis faites glisser le bouton *New Instance* de *ScreenTransferFunction* sur la barre inférieure de *HistogramTransformation*.

Nous cliquons maintenant sur *Reset* dans *ScreenTransferFunction* pour supprimer l'étirement automatique et sur *Apply* dans *HistogramTransformation* pour appliquer l'étirement de façon permanente.

Les processus *ScreenTransferFunction* et *HistogramTransformation* peuvent maintenant être fermés et notre image monochrome Luminance est prête à être utilisée comme masque. En l'appliquant à notre image couleur RVB, on obtient un bon niveau de protection en fonction de la luminosité dans des zones particulières. Comme l'image Luminance a été extraite avec les trois canaux de couleur ayant leur pondération complète et égale, elle représente une évaluation juste de la luminosité variable de l'image et peut donc être utilisée comme un masque.

Il peut être utilisé comme un masque extrêmement efficace pour la réduction du bruit. Vous devrez inverser le masque lorsqu'il sera appliqué afin d'attaquer le fond plus que les zones à haut signal.

Si votre image originale est déjà non linéaire parce qu'elle a été étirée, vous pouvez simplement extraire une image de Luminance et ne pas vous soucier de l'étirer car l'image de votre masque sera déjà étirée et sera donc instantanément prête à être utilisée.

3. Produire des masques avec StarMask

- + Fonctionne aussi bien avec des images linéaires que non linéaires.
- + Exclut très efficacement les grandes structures et ne conserve que les étoiles.
- + Peut produire des étoiles lisses pour une bonne protection, des noyaux des étoiles jusqu'aux bords extérieurs.
- + Peut produire des masques de contour d'étoile afin de réduire leur taille.
- + Peut être combiné efficacement avec d'autres images de masques pour personnaliser la protection.
- Cela peut nécessiter un certain nombre de modifications pour obtenir les meilleurs résultats.
- Il peut parfois être difficile d'inclure certaines étoiles au-dessus de nébulosité très brillante ou de structures galactiques.

Le procédé *StarMask* est tout à fait capable de produire des images de masque pour la protection des étoiles, ou peut-être pour attaquer les étoiles seules (par exemple pour la saturation des couleurs ou pour réduire la taille des étoiles). La configuration de ce processus est rapide une fois que vous savez ce que chaque paramètre fait et que vous l'expérimentez vous-même. Vous trouverez ci-dessous notre exemple d'image monochrome à luminance linéaire, auto-étirée dans **PixInsight** parallèlement au processus *StarMask* :

Pour produire une image de masque d'étoile, nous devons garder *Working mode* réglé sur *Star Mask* par défaut. Le premier paramètre, *Noise Threshold*, est très important. Il définit le seuil de bruit. S'il est réglé trop bas, les taches de bruit autour de l'image peuvent être captées comme s'il s'agissait de petites étoiles. S'il est réglé trop haut, les étoiles faibles valides seront ignorées. La meilleure façon de régler ce paramètre est de vérifier votre image avec *Readout Preview*. Pour ce faire, zoomez sur votre image, effectuez un panoramique sur une section avec de petites étoiles pâles que vous souhaitez inclure dans votre image de masque d'étoile et maintenez le bouton gauche de la souris enfoncé. Effectuez cette opération sur le cœur des petites étoiles pâles que vous souhaitez inclure.

Comme l'image est monochrome, le paramètre de luminosité K indiqué dans *Readout Preview* nous donne une valeur à viser. Cette valeur, légèrement inférieure, inclura des étoiles comme celles-ci dans l'image de masque d'étoile générée. Il est évident qu'avec une valeur aussi faible que 0,009, il est possible que des taches de bruit soient également présentes dans votre image de masque stellaire. C'est une chose que vous pouvez modifier - testez-la et si elle ne convient pas, augmentez-la un peu. En regardant votre image avec l'aperçu de lecture, vous pouvez vérifier la luminosité réelle de vos taches de bruit.

Si vous avez affaire à une image en couleur, au lieu de K, votre aperçu de lecture affichera trois valeurs, pour R, G et B. Il s'agit des niveaux de luminosité correspondant à chaque canal de couleur. Il est un peu plus difficile de choisir une valeur de seuil de bruit parmi celles-ci, mais vous pouvez choisir d'utiliser la plus petite des trois valeurs qui vous sont données (R, G ou B) ou de prendre une moyenne des trois et de l'utiliser. Vous pouvez également produire une image de luminosité à partir de votre image couleur, comme détaillé dans la section 2, et utiliser cette image de luminosité pour produire votre image de masque d'étoile avec *StarMask*.

En réglant le seuil de bruit de mon image à 0,009 et en gardant le reste par défaut, j'applique le processus à mon image pour voir ce qui en ressort.

Veuillez noter que, que votre image originale soit linéaire ou non, l'image du masque stellaire produite par le procédé *StarMask* sera étirée, ce qui est parfait car elle est effectivement prête à être appliquée comme masque. En inspectant l'image produite, le *StarMask* a détecté beaucoup d'étoiles, mais il semble avoir raté beaucoup de petites étoiles peu lumineuses, du moins d'après ce que nous pouvons voir ci-dessus. Un examen plus approfondi montre que ces étoiles ont effectivement été captées mais qu'elles sont très, très faibles dans l'image du masque stellaire. Une façon de remédier à ce problème dès le début est de réajuster le paramètre *Midtones* du processus *StarMask*. Si nous diminuons ce paramètre, nous étirons effectivement l'image du masque stellaire lorsqu'elle est produite. Des valeurs de 0,25 à 0,1 ont tendance à bien fonctionner, mais vous pouvez souhaiter

descendre jusqu'à 0,05 pour en tirer le maximum d'étoiles. N'en faites pas trop, car certaines des taches de bruit les plus brillantes de votre image originale captées par le *StarMask* commenceront à apparaître.

Ce qui précède représente une excellente image de masque d'étoile à utiliser pour protéger (ou attaquer) les étoiles de l'image. Si vous constatez que les plus grandes étoiles semblent avoir été exclues de votre image de masque d'étoile, vous devrez augmenter légèrement le paramètre *Scale*. Une valeur de 6 ou 7 peut suffire, mais si elle est trop grande, vous pourriez commencer à voir des structures nébuleuses apparaître dans votre image de masque d'étoile, surtout si vous étirez l'image de façon agressive avec le paramètre *Midtones* comme je l'ai fait ci-dessus. À l'inverse, si vous diminuez l'échelle, vous ignorerez les plus grandes étoiles. Le réglage par défaut de 5 fonctionne très bien pour la plupart des tailles d'étoiles, mais ne permet normalement pas de voir de très grandes étoiles dans vos images.

En examinant de près votre image de masque d'étoile, vous remarquerez peut-être que les étoiles peuvent apparaître un peu plus grandes dans l'image de masque d'étoile que dans votre image originale. Bien que cela puisse généralement être utile, en raison de la bonne protection des halos d'étoiles faibles et des zones environnantes, vous pouvez souhaiter être plus brusque dans la façon dont les étoiles sont protégées (ou attaquées). C'est le travail des paramètres de croissance de la structure dans *StarMask*. Pour que les plus grandes étoiles captées augmentent encore de taille, augmentez le paramètre *Large scale*. Si vous voulez que les plus grandes étoiles captées diminuent de taille, diminuez le paramètre *Large scale*, ou mettez-le à 0 pour forcer ces étoiles à conserver leur taille d'origine.

La taille des étoiles a clairement été réduite. On peut faire exactement la même chose avec les plus petites étoiles captées en modifiant de la même façon le réglage *Small-scale*. Le paramètre *Compensation* peut également être utilisé pour modifier la taille des petites étoiles de la même manière, bien que ce paramètre puisse être laissé à la valeur par défaut de 2 la plupart du temps. Les réglages *Large scale*, *Small-scale* et *Compensation* doivent être réglés en même temps que *Midtones*, pour aider à faire ressortir les étoiles. Vous pouvez également utiliser *HistogramTransformation* pour étirer l'image du masque stellaire après sa production par *StarMask*. Étant donné qu'un réglage à grande échelle de 2, un réglage à petite échelle de 1 et un réglage de compensation de 2 ont bien fonctionné pour mon image, je les laisse tels quels.

Smoothness est un autre paramètre qui peut être modifié. Cela permet de modifier la netteté des étoiles reproduites dans l'image du masque stellaire. Si vous diminuez la valeur, vous obtenez des étoiles qui apparaissent plus nettes, moins lisses sur le fond et avec des bords plus nets. Cela peut être utile pour soustraire l'image du masque d'étoile d'une autre image de masque, pour éliminer efficacement les étoiles du masque. La combinaison des images de masque est le sujet d'une discussion dans une section ultérieure. En général, la valeur par défaut de 16 fonctionne très bien. Modifiez cette valeur en fonction de vos besoins.

Il y a deux paramètres importants à cocher dans *StarMask* que nous devons couvrir. L'activation de *Binarize* transformera tout ce qui est sélectionné par *StarMask* en blanc pur - pas de transitions

douces d'aucune sorte, que ce soit en noir pur ou en blanc pur. Cependant, une fois que cela est fait, l'image est lissée selon votre réglage de *Smoothness* et cela permet d'obtenir un certain niveau de transitions douces dans l'image de votre masque stellaire.

L'image du masque d'étoile est nettement plus lumineuse dans l'ensemble, ce qui peut être très bien quand on veut être très protecteur des étoiles. Comme nous l'avons déjà dit, il peut être nécessaire d'augmenter *Smoothness* pour produire une belle image de masque lissée. Vous remarquerez que j'ai dû augmenter *Noise Threshold* à 0,1 pour le résultat ci-dessus. Cela s'explique par le fait que tout ce qui est capté par *StarMask* est binarisé avec ce paramètre activé, ce qui signifie qu'il transformait les très, très faibles points de bruit captés en pixels blancs purs avant le lissage. Le résultat final était une image blanche assez simple en raison du réglage agressif du seuil de bruit de 0,009 que j'utilisais auparavant.

L'autre paramètre important à cocher dans *StarMask* est *Contours*. Activer cette option ne produira pas une image de masque d'étoile - elle produira une image de masque de contour d'étoile. Le lissage devra cependant être réduit de manière significative, car sinon les contours produits sont trop lissés et ils finissent par ressembler à de véritables étoiles. En règle générale, il convient également de réduire la taille de l'image à grande et à petite échelle, ou de la mettre à zéro, car cela garantira que les contours des étoiles produites ont bien la taille prévue et ne seront pas non plus lissés.

Notez à nouveau que *Noise Threshold* a été augmenté à 0,1 pour obtenir l'image du masque de contour des étoiles produite ci-dessus. Ceci était nécessaire pour éviter de produire des contours autour de tout, y compris des taches de bruit. La section suivante est une section zoomée pour montrer les contours de l'étoile :

Ce type de masque est très utile pour réduire la taille des étoiles. Les contours cernent efficacement les étoiles pour réduire leur taille.

D'une manière générale, un masque d'étoiles peut être très, très utile et vous en aurez sans doute besoin à un moment donné. La protection des étoiles contre l'application de certains procédés peut être critique.

Une dernière remarque concernant l'utilisation de *StarMask* : lorsque l'image originale pour laquelle vous essayez de créer une image de masque d'étoile est étirée (non linéaire), les mêmes paramètres peuvent ne pas s'appliquer. Plus précisément, le seuil de bruit change considérablement et vous devrez revoir votre image pour obtenir un bon réglage. La valeur par défaut de 0,1 fonctionne bien avec la plupart des images étirées, mais vous devrez peut-être l'augmenter à 0,15 ou même 0,2 pour vraiment exclure le bruit et les structures nébuleuses brillantes, et n'inclure que les étoiles.

Quoi qu'il en soit, nous pouvons constater que *StarMask* est à la fois très puissant et très personnalisable, malgré le nombre relativement limité d'options qu'il présente à l'ouverture. Ces masques sont extrêmement utiles, seuls ou en combinaison avec d'autres masques, pour ajouter ou supprimer la protection des étoiles.

4. Production de masques avec RangeSelection

- + Peut être produit avec peu d'efforts.
- + Offre des degrés de protection variables en fonction de la luminosité de l'image dans les différentes zones.
- + Comprend tout - les étoiles, la nébulosité et les galaxies.
- + Exclut très efficacement l'arrière-plan, en fonction des paramètres de l'utilisateur.
- + Peut être sélectif dans ce qui est réellement inclus, mais cela dépend uniquement de la brillance.
- Ne peut pas exclure les étoiles par lui-même, ce qui rend son utilisation impropre à l'amélioration du contraste de la nébulosité (si elle est utilisée par lui-même).
- Ne fonctionne bien que sur des images non linéaires (étirées).

RangeSelection est un excellent procédé pour produire des images de masque à partir de simples informations de luminosité sur l'ensemble de l'image, avec de belles transitions lissées entre les détails fins. Le problème est qu'en raison de son mode de fonctionnement (sélection des valeurs de luminosité), il fonctionne rarement avec des images linéaires et exige que vous étiriez votre image pour la rendre non linéaire avant d'utiliser la sélection de plage. Voici une image monochrome étirée non linéaire de Luminance ouverte dans **PixInsight** avec *RangeSelection* ouverte à côté :

Ce processus nécessite pratiquement que nous utilisions l'aperçu en temps réel pour en tirer le meilleur parti, c'est pourquoi nous le rendons possible.

Par défaut, tout apparaîtra en blanc car la plage par défaut de la limite inférieure à 0 et de la limite supérieure à 1 inclut l'image entière. Ces paramètres définissent la part de l'image qui est prise en compte pour l'image du masque. La façon de le personnaliser est de faire glisser le curseur *Lower limit* vers la droite, petit à petit (ou d'entrer des valeurs légèrement plus grandes à chaque fois).

Ce faisant, vous remarquerez que de plus en plus de zones de l'image deviennent noires et vous verrez apparaître les détails de votre objet. Si vous allez trop loin, tout devient noir. Cependant, dans l'état actuel des choses, l'image du masque est assez nette et les images nettes font rarement de bons masques car les transitions douces entre les éléments sont une bonne chose. Pour cela, il suffit d'augmenter les paramètres *Fuzziness* et *Smoothness*. Ce qui suit est avec le paramètre *Fuzziness* réglé à 0,15 et le paramètre *Smoothness* réglé à 5 :

Une fois que vous aurez modifié les paramètres "*Fuzziness*" et "*Smoothness*", vous devrez peut-être modifier *Lower limit* pour inclure des détails supplémentaires (en diminuant légèrement *Lower limit*). Essayez les trois réglages pour obtenir un masque qui vous montre ce que vous voulez protéger (ou attaquer), quel que soit le but pour lequel vous souhaitez utiliser cette image de masque.

Une fois que vous êtes satisfait, fermez la fenêtre de *Real-Time Preview* et appliquez le processus à votre image pour produire l'image du masque.

Vous remarquerez peut-être que les noyaux des étoiles les plus brillantes sont noirs en raison de votre réglage de *Fuzziness*. Ce réglage est bon pour lisser les détails fins de votre image de masque afin de produire des degrés de protection plus variés, mais il a l'inconvénient d'exclure certaines zones saturées comme les noyaux d'étoiles brillantes. Il est toutefois facile de corriger ce problème en le combinant avec une image de masque d'étoile, ce qui fait l'objet de la section suivante.

Ce qui suit montre à quel point ce masque peut protéger les zones à faible signal comme le fond, ou les zones à signal élevé comme la nébulosité et les étoiles brillantes.

Enfin, si votre image est linéaire et que vous souhaitez utiliser *RangeSelection*, vous pouvez simplement dupliquer votre image, appliquer les paramètres d'étirement automatique comme un étirement permanent en utilisant *HistogramTransformation*, puis créer votre image de masque avec *RangeSelection* sur cette copie non linéaire. L'image du masque peut ensuite être appliquée à votre image linéaire tout de même. Vous pouvez essentiellement appliquer les techniques décrites dans les sections 1 et 2 ci-dessus pour obtenir un duplicata monochrome non linéaire pour créer votre image de masque.

5. Modifier et combiner les masques

+ En fonction de ce qui est utilisé (c'est-à-dire pas *RangeSelection*), cela peut fonctionner avec des images linéaires et non linéaires.

+ Peut combiner plusieurs images de masque très différentes en une seule qui est plus efficace pour la tâche à accomplir.

+ Peut offrir les avantages de plusieurs types d'images de masque, tels que différents degrés de protection et l'exclusion des étoiles.

+ Extrêmement efficace pour la tâche à accomplir, en fonction de l'effort de l'utilisateur.

- Selon les besoins, peut nécessiter des efforts pour la construction.

Parfois, les images de masque en elles-mêmes ne sont pas parfaitement adaptées à notre application. Il peut être nécessaire de les modifier ou de les combiner avec d'autres images de masques pour produire quelque chose que nous pouvons réellement utiliser pour ce que nous voulons faire. Cette section couvre un certain nombre de modifications différentes que l'on peut appliquer aux images de masques et comment nous pouvons combiner les images de masques pour produire une seule image de masque plus appropriée.

Pour couvrir une grande partie des techniques, proposons une situation. Vous avez une image dont vous souhaitez améliorer le contraste dans la seule nébulosité. Pour cela, vous produisez une image de masque avec la fonction *RangeSelection* pour sélectionner les parties les plus brillantes de la

nébulosité, mais cela inclut malheureusement aussi les étoiles. Il suffit de créer une image de masque d'étoile avec *StarMask*, de la soustraire de notre image de masque *RangeSelection* et le tour est joué. Cependant, il reste quelques grandes étoiles au-dessus de la nébulosité que vous voulez exclure, alors nous les peignons simplement avec *CloneStamp* pour les enlever et une fois que c'est fait, nous floutons l'image du masque combiné pour donner des transitions douces.

Commençons par l'image pour laquelle nous voulons créer un masque. Il s'agit d'une image monochrome non linéaire :

Nous utilisons d'abord la fonction *RangeSelection* pour produire une image de masque n'englobant que les parties les plus brillantes de la nébulosité, car c'est dans ces parties que nous voulons améliorer le contraste.

Remarquez qu'il n'a pas été lissé de manière agressive (*Smoothness* n'est réglée qu'à 2). C'est parce que nous allons de toute façon flouter l'image plus tard. Nous avons mis cette image du masque de *RangeSelection* sur le côté pour une utilisation ultérieure. Pour l'instant, nous voudrions exclure les étoiles de l'amélioration du contraste, tant celles qui se trouvent au-dessus de la nébulosité brillante que celles qui se trouvent à l'extérieur et qui errent autour de l'arrière-plan. Pour cela, nous utilisons *StarMask* sur notre image originale.

Par défaut, l'image du masque d'étoile apparaît un peu faible, aussi nous allons l'étirer avec *HistogramTransformation*.

Afin de maximiser l'effet de la soustraction de cette image de masque d'étoile de l'image de masque *RangeSelection*, nous pouvons utiliser *MorphologicalTransformation* pour dilater un peu les étoiles et augmenter leur taille globale. Le meilleur opérateur pour cela est *MorphologicalTransformation*, c'est pourquoi nous la sélectionnons.

Pour obtenir de meilleurs résultats, augmentons la taille du filtre appliqué et donnons lui une forme plus étoilée. Pour ce faire, sélectionnez 5 (25 éléments) dans *Size* et cliquez sur les trois carrés noirs en haut, en bas, à gauche et à droite pour obtenir une forme d'étoile comme indiqué ci-dessous :

Si vous faites une erreur, vous pouvez maintenir la touche CTRL enfoncée et cliquer sur un carré pour le rendre à nouveau noir. Une fois que vous avez terminé, nous attirons votre attention sur le paramètre de sélection. Un réglage de 0,50 n'a aucune incidence sur la taille des étoiles. Un réglage inférieur à 0,50 diminue la taille des étoiles et un réglage supérieur à 0,50 augmente la taille des étoiles. L'opérateur *Morphological Selection* est une combinaison d'érosion et de dilatation (il s'applique aux deux en tandem avec des forces différentes pour produire un résultat final plus lisse et plus dilaté qu'érodé, ou plus érodé que dilaté). Une sélection fixée à moins de 0,50 érode essentiellement plus qu'elle ne dilate et, inversement, une sélection supérieure à 0,50 dilate plus qu'elle n'érode. Vous souhaitez généralement éviter les valeurs extrêmes comme 0 ou 1 en faveur des décimales pour produire un certain niveau de dilatation et d'érosion, car l'effet combiné est plus doux.

Nous fixons une valeur de 0,75 et augmentons les itérations à 3. La valeur peut être modifiée à quelque chose comme 0,50 si vous souhaitez que le résultat final soit un mélange de 50% entre

l'image originale et l'image modifiée. 0,30 mélangerait 30 % de l'image modifiée avec 70 % de l'image originale. Comme il ne s'agit que d'une image de masque, nous gardons le montant à 1.

L'effet sur l'image du masque d'étoile est clair - la taille des étoiles a été augmentée en douceur. Notre image de masque d'étoile étant prête, nous la mettons de côté et ouvrons *PixelMath*, qui sera utilisé pour combiner les deux images de masque en une seule.

Comme nous souhaitons créer une image entièrement nouvelle en combinant les deux images de masque, nous sélectionnons *Create new image*, puis nous sélectionnons *Grayscale* dans *Color space*. Dans *RGB/K*, nous tapons l'opération que nous souhaitons effectuer - soustraire l'image du masque d'étoile de l'image du masque *RangeSelection* :

range_mask - star_mask

Cela produit alors le nouveau masque combiné suivant une fois que nous cliquons sur *Apply* :

La majorité des étoiles de fond ayant maintenant disparues, nous nous concentrons sur l'élimination des étoiles les plus prononcées qui sont au-dessus de la nébulosité et qui n'ont pas été captées par *StarMask*. Vous constaterez que les étoiles les plus prononcées ont déjà un cercle noir présent dans la nébulosité, mais cette zone d'exclusion est rarement suffisante car elles ne représentent normalement que le noyau des étoiles, plutôt que l'étoile entière et son halo environnant (même s'il est petit). Nous allons maintenant utiliser *CloneStamp* pour découper des segments de l'image du masque combiné - afin de produire une marque noire plus grande là où se trouvent les étoiles prononcées pour une meilleure protection.

Pour cela, nous devons faire un zoom avant et un panoramique sur l'image. Nous inspectons une étoile assez brillante que nous voulons enlever.

Nous allons cloner une zone noire de l'image au-dessus de cette étoile. Pour ce faire, maintenez la touche CTRL enfoncée et cliquez sur une zone purement noire. Il n'est pas nécessaire qu'elle soit à proximité - vous pouvez faire un zoom arrière et le faire entièrement ailleurs. Le *Radius* par défaut de 5 est très petit pour cette étoile, je l'augmente donc à 30. Maintenant, il suffit de faire quelques clics ici et là pour supprimer la zone qui correspond à cette étoile.

Ne vous inquiétez pas des transitions brutales que cela implique. Nous flouterons toute l'image du masque combiné avant application afin que ces transitions soient bien lissées. Une fois satisfait, cliquez sur le bouton *Execute* du programme *CloneStamp* pour appliquer l'opération à votre image. Vous pouvez continuer votre mission de balayage pour trouver d'autres étoiles problématiques à supprimer. Vous devrez peut-être modifier le rayon pour qu'il soit plus grand ou plus petit selon votre application de *CloneStamp*.

Nous nous intéressons maintenant à certaines des étoiles les plus visibles sur la nébulosité. Nous savons où elles se trouvent car elles apparaissent sous forme de cercles noirs dans la nébulosité. Ces cercles noirs correspondent à leurs noyaux, mais nous avons besoin d'une zone d'exclusion plus large pour les protéger de manière adéquate.

Comme il n'y a pas de zone noire à proximité, nous devons effectuer un zoom arrière et faire notre sélection par clic CTRL pour le clonage en dehors de cette zone. Une fois fait, nous fixons un rayon approprié pour approximativement doubler la taille de ce cercle noir, nous visons le centre et effectuons un simple clic.

Nous répétons ce processus pour les étoiles plus prononcées autour de nos zones nébuleuses brillantes de l'image jusqu'à ce que nous estimions avoir une protection suffisante contre les étoiles. Veuillez à cliquer périodiquement sur *Execute* pour appliquer les modifications à votre image de masque combiné.

Avec une meilleure protection globale des étoiles et une plus grande concentration sur les zones nébuleuses brillantes de l'image, nous procédons maintenant au lissage de l'image du masque combiné afin de supprimer les transitions brutales introduites par nos modifications. Le processus choisi ici est la transformation *ATrousWavelet*.

Comme **PixInsight** travaille avec des couches d'ondelettes pour les images, chaque numéro de couche représentant des structures de plus en plus grandes en taille de pixel, tout ce que nous devons faire pour flouter l'image est de supprimer les détails sur les plus petites couches d'ondelettes. Pour ce faire, nous laissons le paramètre *Layers* sur la valeur par défaut de 4 et sélectionnons simplement chacun d'entre eux et désactivons le *Detail Layer* pour les quatre numéros 1, 2, 3 et 4. Vous pouvez également double-cliquer sur la coche verte à côté des numéros de couche pour les désactiver, ce qui les transforme en croix rouges. Assurez-vous de garder la couche R (résiduelle) activée car elle représente le reste des couches d'ondelettes que nous n'avons pas traitées. L'application de ce processus supprimera les détails des structures à petite échelle mais conservera les structures à grande échelle intactes.

N'hésitez pas à appliquer le procédé deux ou même trois fois pour obtenir un flou adéquat et une protection plus adéquate de l'image du masque combiné.

Le résultat ci-dessus provient de l'application de *ATrousWaveletTransform* avec ces paramètres deux fois de suite. Cette image de masque combinée est maintenant prête à être appliquée comme masque à notre image.

Ce que nous voyons ici, c'est une protection très adéquate du fond et des étoiles, y compris celles au-dessus de la nébulosité, tout en nous permettant d'attaquer les zones nébuleuses brillantes. Ce type de masque est excellent pour obtenir ce contraste supplémentaire sur les zones nébuleuses ou galactiques brillantes d'une image sans nuire à l'arrière-plan ou aux étoiles, y compris les étoiles situées au-dessus des zones d'intérêt. Sa production nécessite un certain travail, mais le résultat final en vaut généralement la peine.

Enfin, et en marge du flux de travail ci-dessus, nous passons à une simple modification qui peut être apportée aux images de masquage pour rendre leur fonction de protection plus prononcée. Imaginez pour l'instant que nous ayons suivi la section 1 ou 2 et produit une image monochrome non linéaire en double (ou Luminance) pour servir d'image de masque. La fonction *HistogramTransformation* a

une fonction intéressante qui permet de découper les ombres et les lumières pour rendre le tout plus prononcé. Nous ouvrons d'abord le processus et sélectionnons notre image de masque dans la liste.

Les deux boutons qui nous intéressent sont *Auto clip shadows* et *Auto clip highlights*. Nous cliquons sur les deux et les points noirs et blancs sur *HistogramTransformation* changent en fonction de l'histogramme affiché.

Cliquer sur Apply nous montre l'image de masque la plus prononcée produite en coupant les ombres et les lumières.

Cela permet de protéger plus efficacement les zones à haut signal, car elles sont plus éloignées de l'arrière-plan, qui est lui-même assez noir. De ce fait, l'image de masque résultante peut être extrêmement efficace pour la réduction initiale du bruit sur les zones d'arrière-plan d'une image.

En conclusion, nous renforçons l'idée que les masques sont essentiels au post-traitement d'une image. Les procédés et techniques présentés ici produiront toutes sortes de masques applicables à presque toutes les images, voire à toutes, selon les paramètres de l'utilisateur pour les produire.

VII. Réduction du bruit

La réduction du bruit est l'une des procédures considérées comme essentielles pour le post-traitement des images. C'est également l'un des points forts de **PixInsight**. Il existe un certain nombre de procédés capables de réduire le bruit dans **PixInsight**. Les principaux sont la transformation linéaire multi-échelle, la transformation médiane multi-échelle, l'ACDNR et le TGVDenoise. ATrousWaveletTransform est classiquement excellent pour la réduction du bruit, mais il est en train d'être progressivement abandonné au profit de MultiscaleLinearTransform, plus performant mais similaire. Chacune de ces méthodes est efficace en soi, mais les utilisateurs peuvent choisir d'utiliser un procédé ou un autre, ou une combinaison de plusieurs procédés. Cette analyse particulière est utile pour déterminer les performances de chacun. Un point essentiel à souligner dès le début est que l'objectif est la réduction du bruit, et non son élimination. La meilleure façon d'obtenir un faible niveau de bruit dans les images est simplement de capturer plus d'expositions à empiler. Tenter d'éliminer le bruit a pour effet secondaire de donner aux images un aspect cireux et de produire des taches de plus grande taille autour du fond qui sont essentiellement dues à un bruit très atténué. Il est donc préférable de laisser un peu de bruit à petite échelle pour produire de la netteté.

Ce tutoriel explique comment utiliser chacun des quatre procédés de réduction du bruit susmentionnés, en se référant à la fois aux images monochromes et aux images en couleur. Toutefois, pour simplifier, l'image utilisée pour la plus grande partie de ce tutoriel est monochrome et a été débarrassée des dégradés d'arrière-plan grâce à DynamicBackgroundExtraction.

Pré-supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images, les processus et le travail avec les masques ([Lire les](#), sections 3, 4 and 6).
- Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lisez ceci](#)).
- Connaissance de la production de différents types de masques ([Lisez ceci](#)).

1. MultiscaleLinearTransform

- + Fonctionne aussi bien avec des images linéaires que non linéaires.
- + Les résultats sont très reproductibles avec des réglages très similaires entre les différentes images, ce qui facilite l'application.
- + La réduction du bruit peut être effectuée en douceur sans être trop agressive, ce qui donne d'excellents résultats.
- + La réduction du bruit peut être appliquée indépendamment à la luminosité et à la chrominance (couleur) de l'image.
- A tendance à brouiller les petits détails le long des bords s'il n'est pas appliqué de manière conservatrice et avec une image de masque décente comme protection.

MultiscaleLinearTransform est un processus qui fonctionne directement avec des couches d'ondelettes, en s'occupant de la taille de structure des pixels spécifiques via des couches d'ondelettes individuelles. Cela rend ce processus très puissant dans la mesure où la réduction du bruit peut être appliquée à une échelle de pixel spécifique, ou à plusieurs échelles de pixel avec des degrés d'agressivité variables. *MultiscaleLinearTransform* est le remplaçant de *ATrousWaveletTransform* et fonctionne de la même manière dans son algorithme par défaut de transformation des starlets.

MultiscaleLinearTransform comprend quatre couches numérotées de 1 à 4 et une dernière couche nommée R. À côté des noms des couches se trouvent des numéros d'échelle. La couche 1 correspond en fait à des structures de pixels dont la taille est de 1 pixel. La couche 2 correspond aux structures de pixels dont la taille est de 2 pixels. La couche 3 correspond aux structures de pixels dont la taille est de 4 pixels. La couche 4 correspond aux structures de pixels dont la taille est de 8 pixels. Enfin, la couche R représente le reste (appelé Residual pour cette raison) - toutes les échelles de structures de pixels plus grandes qui ne sont pas couvertes par les couches 1 à 4. Nous pouvons personnaliser le nombre de couches traitées par *MultiscaleLinearTransform* en sélectionnant simplement un certain nombre de couches dans le menu déroulant Layers.

Avec les couches réglées sur 6, nous pouvons traiter individuellement des structures de pixels de taille allant jusqu'à 32 pixels, la couche R (résiduelle) représentant désormais tout ce qui est au-dessus. Nous pouvons effectivement supprimer les structures de pixels de certaines tailles en sélectionnant la couche concernée et en la désactivant. Pour ce faire, il suffit de désactiver la couche Detail pour la couche sélectionnée ou de double-cliquer sur cette couche dans la liste.

Le bruit dans les images a tendance à dominer la première couche, avec des échelles de 1 pixel. Les plus grandes couches sont également quelque peu affectées, mais à un degré décroissant à mesure que l'on monte dans l'échelle des couches. La réduction du bruit a tendance à fonctionner extrêmement bien lorsqu'elle est appliquée de manière décroissante, c'est-à-dire aux couches 1 à 4, inclusivement.

MultiscaleLinearTransform est très polyvalent et fonctionne extrêmement bien avec les images linéaires et non linéaires. En réinitialisant le processus, nous appliquons maintenant un masque de protection sur l'image affichée, qui est linéaire mais auto-étirée. Le masque appliqué est généré en dupliquant l'image linéaire et en appliquant les paramètres d'étirement automatique de façon permanente pour rendre l'image du masque non linéaire. Si vous travaillez avec une image en couleur, la même procédure s'applique mais il est préférable d'extraire une image Luminosité de l'image en couleur et d'effectuer ensuite un étirement permanent sur celle-ci en utilisant les paramètres d'étirement automatique. Les détails de ces procédures de génération de masque font l'objet d'un autre tutoriel.

Au-dessus, le masque a été appliqué et inversé afin d'attaquer les zones plus sombres plutôt que les zones plus claires (et donc d'attaquer l'arrière-plan). Ce type de masque est excellent pour la réduction générale du bruit car il permet de réduire le bruit avec différents degrés de protection sur l'ensemble de l'image (le degré de protection dépend de l'intensité du signal dans la zone particulière de l'image).

Pour appliquer la réduction de bruit avec *MultiscaleLinearTransform*, il suffit de sélectionner la couche à laquelle on souhaite appliquer la réduction de bruit et d'activer la réduction de bruit pour cette couche. Comme la réduction du bruit est efficace pour les quatre premières couches, nous le faisons pour les couches 1 à 4.

Il est possible de réduire le bruit sur un plus grand nombre de couches, bien sûr, mais le bruit domine de toute façon les plus petites échelles de pixels, donc les quatre premières suffisent. Faire cela au tout début du post-traitement est un excellent moyen d'améliorer le rapport signal-bruit de votre image alors qu'elle est encore linéaire. Comme la première couche est plus dominée par le bruit que la seconde, et la seconde plus que la troisième (et ainsi de suite), c'est la première couche que nous attaquerons le plus. Nous diminuerons l'agressivité de la réduction du bruit au fur et à mesure que nous progresserons vers des couches plus importantes.

Pour cette image, je sélectionne la couche 1 et je règle *Threshold* à 3.000, *Amount* à 0.50 et *Iterations* à 3. *Threshold* définit l'intensité de la réduction du bruit. *Amount* définit un mélange entre l'image réduite en bruit et l'image originale. Le réglage par défaut de 1 signifie qu'une fois que vous avez réduit le bruit de l'image, le résultat final sera une image sans bruit. Un réglage de 0,50 est en fait un mélange de 50 % de l'image originale et de 50 % de l'image avec réduction du bruit. Cela permet d'obtenir des résultats plus fluides et une réduction globale du bruit plus agréable. Les itérations définissent combien de fois l'algorithme est exécuté sur cette couche. Comme la première couche est la plus affectée par le bruit, nos valeurs de seuil et d'itérations sont les plus élevées ici.

Pour la couche 2, je règle le *Threshold* à 2 000, *Amount* à 0,50 et les itérations à 2. Pour la couche 3, je règle le *Threshold* à 1 000, le *Amount* à 0,50 et les itérations à 2. Enfin, pour la couche 4, je règle le *Threshold* à 0 500, le *Amount* à 0,50 et les itérations à 1 seulement. L'application du procédé produit une image à bruit réduit, le masque supportant l'endroit où il applique la réduction de bruit la plus importante.

Les captures d'écran ci-dessus montrent une section de l'image zoomée vers le centre, avec une zone sombre dont le bruit a été joliment réduit par *MultiscaleLinearTransform*. La deuxième capture d'écran montre le résultat de la réduction du bruit.

Les résultats peuvent être personnalisés si vous n'êtes pas satisfait de la quantité de réduction du bruit, qu'elle soit trop importante ou trop faible. Par exemple, je peux produire un résultat plus réduit en modifiant quelques paramètres.

J'ai augmenté le seuil à 4 000 et les itérations à 4 pour la couche 1. Pour les couches 2, 3 et 4, j'ai gardé le seuil aux mêmes valeurs mais j'ai augmenté les itérations à 3, 3 et 2, respectivement. En appliquant à nouveau le processus, on obtient une réduction du bruit plus importante.

En effet, en jouant avec les valeurs de seuil et les itérations, vous obtiendrez des résultats optimaux pour votre image. La valeur peut également être modifiée, mais il est généralement recommandé de la maintenir en dessous de 1,00 pour obtenir un bon mélange entre l'image à bruit réduit et l'image originale. Cela permet d'obtenir une bonne réduction du bruit plutôt qu'une élimination agressive du bruit (qui donne des résultats d'aspect cireux). N'oubliez pas qu'avec une réduction de bruit assez agressive, votre image peut sembler avoir des trous de la taille d'un seul pixel (pixels noirs laissés dans le bruit à petite échelle lissé). L'ACDNR est particulièrement utile pour éliminer ces trous à l'état non linéaire. Il s'agit donc d'un exemple d'utilisation de plusieurs procédés de réduction du bruit en association.

MultiscaleLinearTransform peut être appliqué aussi bien aux images linéaires qu'aux images non linéaires, ce qui signifie que son utilisation pendant les premières étapes linéaires de la réduction du bruit est une excellente idée. Cela se fait avant l'étirement de l'image à un état non linéaire. Une fois étirée, vous pourriez appliquer le procédé à nouveau mais de manière beaucoup moins agressive (puisque l'image a déjà été réduite en bruit). Un nouveau masque serait bénéfique une fois l'image modifiée, mais c'est un bon conseil pour tout procédé appliqué.

Une dernière remarque pour ceux qui travaillent avec des images en couleur : *MultiscaleLinearTransform* peut être appliquée à l'image entière telle quelle, le canal de luminosité (qui régit la luminosité monochrome sur l'image) seul ou le canal de chrominance (qui régit la distribution des couleurs sur l'image) seul. Pour modifier le mode d'application de *MultiscaleLinearTransform*, il suffit de sélectionner la cible souhaitée dans le menu déroulant Cible.

Cela peut être utilisé pour réduire le bruit dans la répartition des couleurs de votre image en couleur mais pas la luminosité de votre image, par exemple. Laisser à son mode par défaut, la réduction du bruit est appliquée de la même manière à tous les canaux de couleur RVB.

L'algorithme utilisé par *MultiscaleLinearTransform* peut être modifié en *Multiscale* linéaire plutôt qu'en transformée *Starlet* par défaut dans le menu déroulant du haut. **PixInsight** signale toutefois que, bien que cet algorithme soit bon, *Starlet* a tendance à être plus souple lorsqu'elle est appliquée à différentes échelles de pixels dans une image.

2. MultiscaleMedianTransform

- + Fonctionne aussi bien avec des images linéaires que non linéaires.
- + Les bons résultats sont très reproductibles avec des réglages très similaires entre les différentes images, ce qui facilite l'application.
- + La réduction du bruit peut être effectuée en douceur sans être trop agressive, ce qui donne d'excellents résultats.
- + La réduction du bruit peut être appliquée indépendamment à la luminosité et à la chrominance (couleur) de l'image.
- A tendance à laisser derrière elle des pixels de bruit noir sur l'arrière-plan qui doivent être lissés plus tard, en particulier si l'on utilise l'algorithme MultiScale Median.

MultiscaleMedianTransform peut sans doute être meilleur que *MultiscaleLinearTransform* en termes de réduction du bruit dans certaines situations. Cela est dû à une réduction du bruit globalement moins agressive qui, bien que pouvant sembler produire une réduction du bruit légèrement moindre, maintient mieux les bords et peut donc sembler moins brouiller les petits détails que *MultiscaleLinearTransform*. Pour l'utilisateur final, *MultiscaleMedianTransform* fonctionne en fait à peu près de la même manière - en adressant des couches d'ondelettes spécifiques pour attaquer des structures de taille différente. Voici le processus *MultiscaleMedianTransform* ouvert à côté de la même image dans son état linéaire, auto-étiré.

On observe rapidement que la *MultiscaleMedianTransform* ressemble beaucoup à la *MultiscaleLinearTransform*. Par défaut, les couches 1 à 4 sont listées ainsi que la couche R résiduelle. Les mêmes principes que pour la *MultiscaleLinearTransform* détaillée dans la section 1 s'appliquent ici. Là encore, comme nous savons que le bruit domine la plus petite échelle de pixels, nous devons être plus agressifs en ce qui concerne la réduction du bruit dans la couche 1. Nous appliquerons la réduction du bruit aux couches 1 à 4, mais dans un ordre décroissant d'agressivité, comme nous l'avons fait avec *MultiscaleLinearTransform*. Cependant, pour protéger les zones à signal élevé, nous appliquons d'abord un masque. Le masque appliqué est généré en dupliquant l'image linéaire et en appliquant les paramètres d'étirement automatique de façon permanente pour rendre l'image du masque non linéaire. Si vous travaillez avec une image en couleur, la même procédure s'applique mais il est préférable d'extraire une image Luminosité de l'image en couleur et d'effectuer ensuite un étirement permanent de celle-ci en utilisant les paramètres d'étirement automatique. Les détails de ces procédures de génération de masque font l'objet d'un autre tutoriel.

Pour appliquer la réduction du bruit, il suffit de sélectionner la couche concernée et d'activer la réduction du bruit.

Vous remarquerez qu'il n'y a pas de paramètre Itérations dans *MultiscaleMedianTransform*. Nous contrôlons donc l'agressivité de la réduction du bruit uniquement par les paramètres *Threshold* et *Amount*, de la même manière qu'avec *MultiscaleLinearTransform*. Tout d'abord, j'active la réduction du bruit pour les couches 1 à 4, inclusivement.

Comme *MultiscaleMedianTransform* est apparemment moins agressif en matière de réduction du bruit, les valeurs seuils utilisées ici devraient être généralement plus élevées que pour la *MultiscaleLinearTransform*. Par exemple, je règle la couche 1 sur un seuil de 5,0000, la couche 2 sur un seuil de 3,0000, la couche 3 sur un seuil de 2,0000 et la couche 4 sur un seuil de 0,5000. *Amount* est fixé à 0,75 pour que les couches 1 à 4 soient plus agressives et le processus est appliqué.

La réduction du bruit est prononcée, mais nettement moins qu'avec la *MultiscaleLinearTransform*. Les détails des bords sont un peu plus préservés avec la *MultiscaleMedianTransform*, mais pas de façon notable. De plus, bien que des réglages puissent faciliter ce processus, *MultiscaleMedianTransform* semble plus enclin à produire des pixels de bruit noir en arrière-plan. Ces derniers peuvent bien sûr être supprimés avec *ACDNR*, en particulier lorsque l'image est non linéaire, mais cela mérite d'être noté lorsque nous comparons *MultiscaleLinearTransform* et *MultiscaleMedianTransform*.

Une fois de plus, *Threshold* et *Amount* peuvent être ajustés par couche. Ces paramètres ont les mêmes significations que dans *MultiscaleLinearTransform* - *Threshold* définit l'agressivité de la réduction du bruit et *Amount* définit le degré de fusion entre l'image originale et l'image à bruit réduit qui est reproduit comme résultat final. Le réglage de *Amount* à 1,00 donne une image purement réduite en bruit, tandis qu'un réglage de 0,50 donne un mélange de 50 % de l'image réduite en bruit avec 50 % de l'image originale. Ceci est utile pour obtenir un résultat final plus lisse après la réduction du bruit, de sorte qu'une valeur de 1,00 est normalement évitée si possible. Le paramètre *Adaptative* peut être utile pour dépasser la valeur par défaut de 0,0000 pour les plus petites couches si vous constatez que les structures de bruit que vous souhaitez supprimer subsistent encore. En général, cela n'est fait qu'une fois que vous avez déterminé de bonnes valeurs pour *Threshold* et que vous n'êtes toujours pas en mesure de vous débarrasser de certains bruits.

MultiscaleMedianTransform est tout aussi capable de réduire le bruit dans les états linéaires et non linéaires de l'image. Cela signifie qu'elle peut être appliquée aussi bien par post-traitement pour une approche en plusieurs étapes de la réduction du bruit, tout comme la transformée linéaire multi-échelle. D'une manière générale, des masques pour une protection adéquate de la zone de signal élevé sont essentiels pour une application optimale de la réduction du bruit.

Pour ceux qui travaillent avec des images en couleur, la même remarque finale qu'avec *MultiscaleLinearTransform* s'applique à *MultiscaleMedianTransform*. L'application de la *MultiscaleMedianTransform* peut être modifiée sur une cible différente de l'image entière en sélectionnant la cible souhaitée dans le menu déroulant *Target*.

Cela vous permet de réduire le bruit dans la distribution des couleurs de votre image (en sélectionnant la chrominance) plutôt que la luminosité de votre image, par exemple. En laissant le mode par défaut, vous réduisez le bruit de manière égale sur tous les canaux RVB.

Jusqu'à présent, *MultiscaleMedianTransform* a été utilisé avec son algorithme par défaut de *Multiscalemediantransform*. Un autre algorithme est disponible dans le menu déroulant du haut, *Medianwavelettransform*. **PixInsight** signale qu'il s'agit essentiellement d'un algorithme hybride qui combine la réduction du bruit à différentes échelles de pixels (couches d'ondelettes) avec le filtrage

médian des structures significatives au sein d'une image. Le résultat final est censé réduire davantage le bruit là où c'est important, tout en protégeant les zones lumineuses d'une image qui n'ont pas besoin d'une réduction importante du bruit. En effet, l'application des mêmes paramètres de réduction du bruit aux couches 1 à 4 que ci-dessus, mais l'utilisation de l'algorithme de Median-wavelet donne de meilleurs résultats.

Le fond semble être moins encombré de pixels de bruit noir et la réduction du bruit est plus douce, bien que moins prononcée qu'avec l'algorithme de transformation médiane multi-échelle.

3. ACDNR

- + De bons résultats peuvent être obtenus avec quelques ajustements, mais il est conseillé d'être prudent.
- + Peut être utilisé efficacement en conjonction avec d'autres réductions de bruit pour aplanir les choses en fin de post-traitement.
- + La réduction du bruit peut être appliquée à la luminosité et à la chrominance (couleur) de l'image indépendamment.
- Ne fonctionne pas du tout bien avec les images linéaires.

L'ACDNR est radicalement différent de `MultiscaleLinearTransform` et de `MultiscaleMedianTransform`, du moins en apparence pour l'utilisateur final. Voici le processus ACDNR ouvert à côté de la même image dans son état linéaire, auto-étiré.

ACDNR n'est pas considéré par beaucoup comme aussi bon que la *MultiscaleLinearTransform* ou la *MultiscaleMedianTransform*, mais il est néanmoins efficace. Elle est moins efficace avec les images linéaires qu'avec les images non linéaires, mais elle peut être utilisée dans les deux cas. Cependant, l'utilisation recommandée pour l'ACDNR est lorsque l'image est non linéaire, pour un but supplémentaire de réduction du bruit (après application d'un des autres procédés, par exemple). Ici, nous démontrons d'abord l'application de l'ACDNR à une image linéaire, puis nous passons à son application à une image non linéaire.

Nous commençons par explorer le processus lui-même. Il comporte deux onglets - intitulés Lightness et Chrominance. L'ACDNR fonctionne en convertissant une image dans l'espace colorimétrique $L^*a^*b^*$, en y appliquant une réduction du bruit, puis en la reconvertissant dans l'espace colorimétrique RVB. Si votre image est monochrome, la réduction du bruit sera également appliquée au canal L dans l'espace couleur $L^*a^*b^*$. Il est important de noter que les deux onglets sont applicables lorsque vous cliquez sur Appliquer sur ACDNR, et pas seulement l'onglet sur lequel vous vous trouvez. De ce fait, ACDNR dispose d'une option Appliquer sur les deux onglets. Désactiver cette option pour l'un ou l'autre des onglets n'appliquera pas la réduction du bruit à la luminosité ou à la chrominance (selon votre sélection).

Comme nous travaillons avec une image monochrome, nous désactivons le filtre de chrominance pour ACDNR, mais si vous travaillez avec une image couleur, vous pouvez le garder activé et modifier ses paramètres individuellement à partir des paramètres appliqués à la luminosité. Pour protéger les zones à signal élevé, nous appliquons d'abord un masque. Le masque appliqué est généré en dupliquant l'image linéaire et en appliquant les paramètres d'étirement automatique de façon permanente pour rendre l'image du masque non linéaire. Si vous travaillez avec une image en couleur, la même procédure s'applique mais il est préférable d'extraire une image Luminosité de l'image en couleur et d'effectuer ensuite un étirement permanent sur celle-ci en utilisant les

paramètres d'étirement automatique. Les détails de ces procédures de génération de masque font l'objet d'un autre tutoriel.

Le paramètre StdDev (ou Standard Deviation), définit approximativement la taille de la structure du bruit que vous souhaitez éliminer. Pour le bruit habituel à petite échelle, vous pouvez utiliser des valeurs comprises entre 1,5 et 2,5 environ par défaut. La quantité a ici la même définition que dans les deux autres processus couverts jusqu'à présent. Un réglage de Amount de 1,00 conserve comme résultat final une image purement réduite en bruit. Le réglage par défaut de 0,90 conserve 90 % de l'image à bruit réduit avec 10 % de l'image originale, ce qui donne un résultat final plus lisse. Je vais changer ma valeur StdDev à 2.0 et régler Amount à 0.50 pour produire un résultat final plus lisse et être moins agressif.

De manière générale, les paramètres par défaut pour la Robustness et Structure size fonctionnent extrêmement bien (pour les deux modes, Lightness et Chrominance). Les itérations peuvent être modifiées de la même manière que pour les deux autres processus couverts jusqu'à présent. Cela définit le nombre de fois que l'algorithme est appliqué, donc plus la valeur est élevée, plus la réduction du bruit est forte. Une fois que vous avez atteint une bonne valeur pour StdDev qui attaque le bruit que vous cherchez à éliminer, le réglage de la quantité et des itérations donne généralement les meilleurs résultats pour votre image. Avec des itérations laissées à 3 (ce qui tend à bien fonctionner - je ne règle normalement qu'entre 2 et 4), j'applique le processus à mon image linéaire.

En examinant de plus près les résultats de la réduction du bruit (voir la deuxième capture d'écran ci-dessus), nous constatons que la réduction du bruit n'a pas été aussi efficace qu'avec *MultiscaleLinearTransform* et *MultiscaleMedianTransform*. Le bruit à petite échelle semble subsister en grande partie et l'image vient de prendre un aspect globalement plus flou, les étoiles étant agrandies avec des halos plus grands (comme si elles avaient été étalées vers l'extérieur à partir de leur centre). Et ce, malgré le masque de protection ! C'est là que l'on commence à voir que l'ACDNR peut être moins efficace que les deux autres procédés de réduction du bruit mentionnés ci-dessus lorsqu'il s'agit d'images linéaires.

En théorie, les paramètres de *Bright Sides Edge Protection* sont utilisés pour ajuster l'impact du processus ACDNR sur les étoiles, parfois au point de ne pas être négatif du tout. Cependant, dans une image linéaire, même un ajustement de ces paramètres peut donner des résultats moins probants. Nous passons donc à l'utilisation de l'ACDNR sur une image non linéaire. La même image monochrome a maintenant été étirée avec *HistogramTransformation*.

Un nouveau masque de protection est maintenant appliqué à cette image non linéaire. Dans ce cas, le masque consiste en un double de l'image qui a été traité par HistogramTransformation avec utilisation des ombres et des hautes lumières Auto-clip, pour accentuer davantage les zones claires et sombres. Si vous travaillez avec une image couleur, vous pouvez également le faire, mais idéalement avec une image de luminance extraite de votre image couleur. Les détails de la production de ces images de masque et de leur modification avec HistogramTransformation font l'objet d'un autre tutoriel.

À des fins de démonstration, nous appliquons à nouveau l'ACDNR avec les mêmes paramètres qu'auparavant - StdDev réglé à 2.0, Amount réglé à 0.50 et Iterations réglé à 3.

En examinant de près la réduction du bruit (voir la deuxième capture d'écran ci-dessus), nous constatons tout d'abord qu'elle n'était en fait pas du tout agressive. Elle a cependant nettement mieux fonctionné qu'avec l'image linéaire précédente - les étoiles ne sont pas affectées et le fond est un peu moins bruité. Il semble que nous puissions être un peu plus agressifs avec notre réduction de bruit, c'est pourquoi nous avons choisi d'augmenter Amount à la valeur par défaut de 0,90 et de régler les itérations à 5. StdDev est laissé à 2.0 parce qu'il semble s'adresser à l'échelle de pixels de bruit qui nous intéresse (bruit à petite échelle).

C'est peut-être un peu trop agressif, mais c'est clairement la meilleure façon d'utiliser l'ACDNR - en réglant le StdDev pour traiter le bruit que vous souhaitez supprimer, en réglant la quantité et les itérations pour modifier l'agressivité et en utilisant généralement l'ACDNR sur des images non linéaires uniquement.

Compte tenu de la manière dont l'ACDNR opère sa réduction de bruit, qui semble mélanger les points de bruit avec les pixels de bruit noir laissés en arrière-plan, il est généralement bon de ne pas être trop agressif avec l'ACDNR car il peut transformer votre bruit à petite échelle en bruit à grande échelle (parfois décrit par les gens comme des taches lisses). Le meilleur moyen de faire apparaître ce lissage est d'appliquer le masque, mais de le cacher, en le montrant avant la réduction du bruit (première capture d'écran) et après la réduction du bruit (deuxième capture d'écran).

Cela illustre pourquoi il est préférable de considérer toute cette procédure comme une réduction et non une élimination du bruit - il vaut mieux laisser quelques points de bruit à petite échelle dans l'image que de les lisser au point de les transformer en taches. Néanmoins, la capacité de l'ACDNR à lisser le bruit peut être utilisée à notre avantage. Par exemple, *MultiscaleMedianTransform* a tendance à laisser quelques pixels de bruit noir en arrière-plan lors de l'application de la réduction du bruit. On peut parfois dire la même chose de la *MultiscaleLinearTransform*. L'un ou l'autre de ces deux processus pourrait être utilisé pour réduire le bruit dans l'état linéaire de l'image et ensuite appliquer un peu de ACDNR à l'image une fois qu'elle est non linéaire. Par exemple, ci-dessous, nous voyons l'image dans son état linéaire après avoir reçu la réduction du bruit avec *MultiscaleMedianTransform* (le masque est actif mais caché).

Une fois étirée à son état non linéaire, l'image conserve ces pixels de bruit noir.

ACDNR peut être très utile à ce stade, surtout maintenant que l'image est non linéaire. Le masque de protection utilisé est à nouveau un double qui a été modifié avec la transformation de l'histogramme avec les ombres et les hautes lumières Auto-clip. L'ACDNR a été appliqué uniquement à la luminosité et avec un réglage StdDev de 2.0, comme auparavant. Nous essayons de ne pas être aussi agressifs que dans l'exemple précédent, mais suffisamment pour lisser ces pixels de bruit noir laissés par *MultiscaleMedianTransform*.

Personnellement, j'estime que cette procédure de réduction du bruit a été appliquée de manière trop agressive dès le début, mais elle illustre l'idée que s'il reste des pixels de bruit noir après la réduction initiale du bruit, l'*ACDNR* peut effectivement les lisser une fois que l'image est non linéaire.

Enfin, puisque l'*ACDNR* lisse le bruit, il est courant que les utilisateurs doivent réajuster l'histogramme de leur image avec *HistogramTransformation* après l'application de l'*ACDNR*. Un simple ajustement du point noir dans *HistogramTransformation* suffit.

Notez ci-dessus qu'aucun pixel n'est coupé par cet ajustement du point noir, il s'agit donc d'un ajustement du point noir jugé nécessaire. Comme il est certain que vos images ne seront pas linéaires lorsque le système *ACDNR* est appliqué, considérez l'ajustement du point noir comme faisant partie du processus d'application du système *ACDNR* à votre image.

4. TGVDenoise

- + Fonctionne aussi bien avec des images linéaires que non linéaires.
- + De bons résultats peuvent être obtenus en apportant quelques modifications et en utilisant le processus statistique comme aide.
- + La réduction du bruit peut être appliquée indépendamment à la luminosité et à la chrominance (couleur) de l'image.
- Il faut parfois un certain temps pour ajuster les paramètres afin de produire des résultats acceptables.
- Peut facilement devenir trop agressif au niveau de la réduction du bruit et produire des résultats indésirables.
- est particulièrement lent à s'exécuter sur des images entières (l'utilisation de boîtes de prévisualisation pour tester les réglages est conseillée).

Un [évaluation officielle des algorithmes de réduction du bruit](#) a été réalisée il y a quelques années afin de déterminer lequel semblait le plus efficace et le plus adaptable. Le *TGVDenoise* s'est révélé extrêmement efficace dans son travail, parfois bien plus que les autres algorithmes disponibles (détaillés dans les sections ci-dessus). Le problème que les utilisateurs ont tendance à avoir avec *TGVDenoise* est tout simplement son comportement apparemment sauvage avec des changements subtils de ses paramètres. Voici comment utiliser au mieux *TGVDenoise*, que vous le trouviez préférable ou non à d'autres algorithmes de réduction du bruit. Voici le processus *TGVDenoise* ouvert à côté de la même image dans son état linéaire, auto-étiré.

Le *TGVDenoise* est un procédé très flexible et peut en effet être utilisé avec des images linéaires et non linéaires, bien que les paramètres pour l'un ou l'autre de ces états d'image varient beaucoup. En haut de *TGVDenoise*, on trouve deux réglages pour le mode.

Le mode *RVB/K* est le réglage par défaut, ce qui permet de conserver l'image dans l'espace de couleur RVB standard. Dans ce mode, l'image entière, telle quelle, est traitée avec une réduction du bruit. En mode CIE $L^*a^*b^*$, cependant, nous sommes en mesure de cibler séparément la luminosité et la chrominance (couleur) d'une image avec différents paramètres de réduction du bruit. Si vous avez affaire à une image en couleur, ce mode peut être utile si vous souhaitez réduire le bruit plus efficacement.

Comme dans cet exemple nous avons affaire à une image monochrome, nous conservons le réglage par défaut du mode *RGB/K*. Dans la partie supérieure, nous trouvons nos paramètres de contrôle de *Strength* (l'ampleur de l'effet de réduction du bruit à produire), de la protection des bords (*Edge*, la marge de manœuvre dont dispose le processus pour attaquer le bruit lorsqu'il détecte des bords) et de la douceur (*Smoothness*, le degré de douceur de la réduction du bruit). Les itérations ont pour signification standard le nombre de fois qu'il faut appliquer l'algorithme sur l'image. Plus le nombre de fois qu'il est appliqué, plus la réduction du bruit est importante. Cependant, il y a toujours un point de convergence après lequel l'application d'un plus grand nombre d'itérations n'apporte que très peu de réduction de bruit supplémentaire.

En plus de *Strength*, de *Edge* et de *Smoothness*, vous avez des curseurs. Ceux-ci définissent les valeurs que vous définissez, bien qu'elles puissent être entrées manuellement dans la plus petite des deux zones de texte à gauche des curseurs. Les chiffres à droite des curseurs sont des exposants, qui sont essentiellement des puissances de dix et qui définissent l'ampleur globale de vos valeurs. Par exemple, une valeur de 3 et un exposant de -2 signifient que votre valeur réelle est de 0,03. De même, une valeur de curseur de 3 et un exposant de 2 signifie que votre valeur réelle est de 300. La valeur réelle peut également être saisie avec précision dans la plus grande des deux zones de texte situées à gauche des curseurs.

Local Support est en fait très nécessaire, et c'est ici que vous fournissez au processus une image à utiliser comme référence pour les endroits où la réduction du bruit est plus importante (c'est-à-dire sur les zones de faible signal - le fond). Avant de commencer, nous devrions en fait créer une image que *Support Local* pourra utiliser. Nous utiliserons simplement le double standard de l'image originale, avec les paramètres d'étirement automatique appliqués en permanence. Si vous travaillez avec une image en couleur, la même procédure s'applique, mais il est préférable d'extraire une image de luminosité de l'image en couleur et d'effectuer ensuite un étirement permanent sur celle-ci en utilisant les paramètres d'étirement automatique. Les détails de ces procédures de génération de masque font l'objet d'un autre tutoriel.

Pour les algorithmes de réduction du bruit précédents, l'image du masque était en effet appliquée comme un masque. Dans le cas du *TGVDenoise*, nous définissons plutôt l'image du masque sous la rubrique Support local. Pour ce faire, nous développons et activons le Support Local, nous cliquons sur l'icône du dossier à côté de la zone de texte pour l'image de support, nous sélectionnons notre image de masque et nous confirmons.

Nous pouvons laisser par défaut tout le reste dans le cadre du *Local Support*. Comme nous n'avons pas besoin d'étirer davantage l'image (ou de la découper), nous n'avons pas besoin de toucher les curseurs *Midtones*, *Shadows* ou *Highlights*. Si nous augmentons la valeur de la réduction du bruit, nous supprimons effectivement des couches de notre image de support local, mais après quelques tests, j'ai constaté que cela était contre-productif en matière de réduction du bruit à ce stade, c'est pourquoi je conseille de la maintenir à 0.

Pour commencer, définissons une valeur pour la protection des bords. Heureusement, c'est quelque chose que nous pouvons déduire de notre image. Nous aurons d'abord besoin d'une boîte de prévisualisation sur le fond du ciel (pas de nébulosité ni d'étoiles). Il n'est pas nécessaire qu'il soit énorme - un petit segment de votre image suffit.

À ce stade, nous utilisons le processus des statistiques pour faire une analyse. Une fois ouvert, sélectionnez votre boîte de prévisualisation dans la liste.

Par défaut, le processus *Statistics* ne vous donne pas la mesure de l'écart type, et nous en avons besoin. Pour l'activer, il suffit d'aller dans les options statistiques (bouton de l'icône de l'outil en haut à droite) et d'activer l'écart type, puis de confirmer.

Pour obtenir des valeurs que nous pouvons utiliser dans *TGVDenoise*, nous devons changer le processus statistique pour nous montrer les valeurs des pixels en Réel Normalisé [0, 1], ce qui signifie que les valeurs des pixels se situent entre 0 et 1 plutôt que dans leur plage habituelle de profondeur de bits (par exemple, les 16 bits se situent entre 0 et 65 535). Il suffit de sélectionner Réel normalisé [0, 1] dans le menu déroulant en haut à gauche.

Nous voyons ci-dessus que *stdDev* est calculé à 1,865619 avec un exposant de -4. C'est en effet la valeur qui doit être entrée dans la protection de l'arête en *TGVDenoise*. Une fois cela fait, fermez le processus *Statistiques* et supprimez la boîte de prévisualisation car nous n'en avons plus besoin.

Ci-dessus, nous voyons que **PixInsight** a complété ce que j'ai saisi, mais la précision est plus que suffisante. Comme indiqué précédemment, l'exécution d'un algorithme de réduction du bruit sur de nombreuses itérations est utile jusqu'au point de convergence, où un plus grand nombre d'itérations ne produit que très peu d'avantages. Une valeur de convergence sûre pour les itérations est de 500 mais nous devrions commencer plus bas pour tester les choses, donc nous fixons 250. Avant de voir comment les choses se passent, nous notons que les paramètres par défaut de *TGVDenoise* sont de traiter les images non linéaires. Notre image est actuellement linéaire et ces réglages sont donc beaucoup trop agressifs. Voici l'effet sur l'image de l'application des paramètres par défaut pour *Strength* et *Smoothness* avec des itérations à 250 à l'ensemble de l'image.

Si vous voyez quelque chose de ce genre, votre valeur de *Strength* est fixée trop haut et devrait être abaissée, probablement par un exposant entier. Il est habituel d'utiliser des exposants négatifs pour la protection de *Strength* et de *Edge* (par exemple, de -1 à environ -4). En abaissant l'exposant de la force de 1 à -1, on obtient le résultat suivant, bien meilleur (la deuxième capture d'écran montre une zone de l'image après l'application) :



Il s'agit en fait d'une réduction du bruit déjà assez excellente, même si elle est encore un peu trop forte. Il est bon de réduire la valeur de *Strength* mais de garder l'exposant à -1 pour le moment. Une valeur de Force de 1,5 est bien meilleure, avec un exposant de -1.

Cela a l'air bien mieux, avec moins de perte de détails. Cependant, nous perdons encore un peu de détails sur la nébulosité et si nous continuons à diminuer *Strength*, nous allons commencer à obtenir une réduction du bruit moins importante (alors qu'elle fonctionne actuellement très bien). Ce que nous devrions donc abaisser pour maintenir le détail, c'est *Smoothness*. Comme une intuition, je vais abaisser l'exposant de *Smoothness* à -1 et ensuite augmenter la valeur à 8 (c'est encore plus bas parce que nous l'avons abaissé d'une magnitude).

Le niveau de détail préservé ainsi que l'excellente réduction du bruit sont très évidents ici, montrant une excellente application du *TGVDenoise*. Lorsque vos réglages sont bons, il est conseillé de porter les itérations à 500 pour que l'application de réduction du bruit soit complète. Pendant les tests, vous pouvez appliquer *TGVDenoise* uniquement sur une petite boîte de prévisualisation montrant une zone avec un fond et une nébulosité (avec quelques étoiles mélangées). Le processus de test est ainsi plus rapide, car *TGVDenoise* ne fonctionne que sur une petite partie de l'image entière. Une fois que vous êtes satisfait de votre application finale de *TGVDenoise*, vous pouvez fermer le processus et également fermer l'image de masque utilisée dans le support local sans l'enregistrer.

Si l'on étire l'image pour la rendre non linéaire, on finit parfois par voir des taches de bruit résultant de la réduction du bruit. Cela se produit lorsque la réduction du bruit est un peu trop agressive.

Comme à ce stade, l'image est non linéaire, *ACDNR* est un excellent procédé pour traiter ces taches de bruit et adoucir un peu les choses. *TGVDenoise* peut également être utilisé avec des images non linéaires et, en effet, ses paramètres par défaut sont plus applicables aux images non linéaires qu'aux images linéaires. Néanmoins, le réglage des paramètres de *Strength* et de *Smoothness* après avoir défini la valeur appropriée pour *Edge* protection (en utilisant une boîte de prévisualisation sur l'arrière-plan et en trouvant *stdDev* avec le processus *Statistics* est la clé d'une réduction du bruit réussie, que votre image soit linéaire ou non linéaire.

5. Analyse du bruit des couches d'ondelettes

À ce stade, vous aurez été initié aux différents processus de réduction du bruit dans **PixInsight** et vous devriez maintenant pouvoir les appliquer à vos images. En particulier, pour les procédés *MultiscaleLinearTransform* et *MultiscaleMedianTransform*, qui fonctionnent avec des couches d'ondelettes pour différentes tailles de structure de pixels, nous avons traité les images en couches de taille de pixel. Cela soulève la question suivante : comment savoir quelles couches contiennent réellement notre bruit et avec quelle intensité ? Heureusement, **PixInsight** peut également répondre à cette question avec diligence.

Nous utiliserons le script *ExtractWaveletLayers* afin d'analyser notre image à différentes échelles de pixels. Ce script se trouve dans la rubrique Analyse d'images.

Notre image ouverte étant toujours à l'état linéaire (mais auto-étirée), nous pouvons utiliser ce script pour produire de nouvelles images qui correspondent aux différentes échelles de pixels présentes. Comme la réduction du bruit est généralement appliquée aux couches 1 à 4 (pas au-delà), nous pouvons réduire le paramètre Nombre de couches à 4. Si nous maintenons l'option Extraire la couche résiduelle activée, une autre image sera produite correspondant à la couche R - le reste des échelles de pixels de l'image tout en un. Comme nous n'en avons pas besoin pour pouvoir analyser le bruit dans les quatre premières couches, nous pouvons le désactiver. La fonction de mise à l'échelle par défaut fonctionne très bien. Avant de cliquer sur OK, assurez-vous que l'image correcte est sélectionnée dans le menu déroulant Image cible.

Une fois que vous avez cliqué sur OK, quelques secondes plus tard, quatre nouvelles images apparaissent, qui correspondent à chaque échelle de pixel. Elles seront nommées layer00, layer01, etc. L'image layer00 correspond à la couche 1, l'image layer01 correspond à la couche 2, etc. Voici les quatre images avec l'auto-étirement renforcé appliqué, disposées l'une à côté de l'autre.

En haut gauche est la couche 1 (échelle de pixels 1), en haut droit est la couche 2 (échelle de pixels 2), en bas gauche est la couche 3 (échelle de pixels 4) et enfin, en bas droit est la couche 4 (échelle de pixels 8). On peut voir qu'à mesure que l'on augmente l'échelle des pixels, des structures de l'image deviennent visibles. C'est normal, car en augmentant l'échelle des pixels, on peut voir les plus grandes structures présentes. C'est précisément la raison pour laquelle la réduction du bruit est appliquée de manière plus agressive à la couche 1 qu'à la couche 4, par exemple - la couche 1 est dominée par le bruit tandis que la couche 4 a peu de bruit mais possède beaucoup de structures d'image valides.

L'extraction des couches d'ondelettes d'une image peut être utile pour déterminer le degré d'agressivité nécessaire pour chaque couche lors de l'application de transformations telles que la transformation linéaire à plusieurs échelles ou la transformation médiane à plusieurs échelles. Ce script peut également être appliqué avant et après la réduction du bruit, à des fins de comparaison, si vous le souhaitez. Veuillez noter que le script *ExtractWaveletLayers* fonctionne aussi bien avec des images linéaires que non linéaires. Vous pouvez toujours utiliser les fonctions d'auto-étirement ou d'auto-étirement renforcé de **PixInsight** pour analyser vos images de couches d'ondelettes extraites, même si elles proviennent d'une image non linéaire (juste pour mieux voir le bruit et les structures).

VIII. Affiner les détails

Comme on image à travers l'atmosphère, le seeing et la transparence jouent un rôle dans la distorsion de l'image qui serait autrement très nette (en théorie). La déconvolution est une opération mathématique qui peut être appliquée pour annuler une partie de cette distorsion, en la modélisant d'abord avec quelques étoiles dans l'image. Cette opération est effectuée très tôt dans un processus de post-traitement, à l'état linéaire de l'image. Plus tard, lorsque l'image n'est plus linéaire, il est possible d'accentuer les détails fins à des niveaux de détail spécifiques (échelles de pixels), et c'est le travail de *MultiscaleLinearTransform*. Dans l'ensemble, le résultat final est une image beaucoup, beaucoup plus nette avec un potentiel de détails fins à très fort contraste.

Ce tutoriel a pour but de présenter les deux principaux procédés utilisés pour accentuer les détails fins d'une image à l'aide de **PixInsight**. Il s'agit de la Déconvolution et de *MultiscaleLinearTransform*. Classiquement, la transformation *ATrousWavelet* peut également être utilisée, mais elle est progressivement rendue obsolète par les développeurs de **PixInsight**. Cependant, *MultiscaleLinearTransform* utilisant l'algorithme de transformation de *Starlet* fonctionne de manière identique et ce tutoriel couvre donc cela. Il est important de noter que ces techniques fonctionnent de manière identique entre les images monochromes et les images en couleur. De plus, comme pour tout type de post-traitement ciblé des images, les masques sont la clé de la protection des zones qui n'ont pas besoin d'être affinées. La production de masques n'est pas le sujet de ce tutoriel (un autre tutoriel couvre ce sujet - voir la liste ci-dessous), mais sont brièvement abordés pour être complets.

Supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de PixInsight, en rapport avec le traitement des images, les processus et le travail avec les masques ([Lire](#) les sections 3, 4 et 6).
- Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire](#) ceci).
- Connaissance de la production de différents types de masques ([Lire](#) ceci).

1. Deconvolution avec DynamicPSF

- + Grâce aux mathématiques qui le sous-tendent, peut effectivement annuler une partie de la distorsion introduite par l'atmosphère.
- + Les résultats sont très reproductibles avec des réglages quelque peu similaires entre les différentes images, de sorte que l'application est relativement facile.
- A tendance à produire des cernes sur les étoiles si la protection du masque n'est pas bonne. Le *deringing* peut aider à prévenir ce phénomène.
- Prend un certain temps à mettre en place car il faut d'abord réaliser le modèle d'image PSF.
- L'utilisation de petites boîtes de prévisualisation pour tester les réglages est donc presque essentielle.

La déconvolution, bien qu'elle soit un nom de processus à part entière, est une opération mathématique qui peut être effectuée sur des fonctions (ou des images, dans ce cas). La théorie de base est que la lumière provenant de l'espace profond est pure et peut produire une image parfaitement nette en soi. Malheureusement, comme cette lumière a traversé notre atmosphère, la vision et la transparence ont faussé sa capture et il se peut que votre équipement ait également faussé quelque peu sa capture. Nous pouvons accepter que ces distorsions se combinent pour donner ce qui pourrait en théorie être modélisé mathématiquement. La déconvolution tente de modéliser cette fonction de distorsion totale à partir d'un certain nombre d'étoiles échantillons et tente ensuite de défaire la distorsion totale. Le résultat final efficace est une image plus nette. Le bénéfice que vous tirez de l'application de la déconvolution dépend de la résolution de votre image. Pour une longue distance focale et des configurations de petite taille, la déconvolution peut être très révélatrice, alors que pour une courte distance focale et des configurations de grande taille, elle peut ne pas ajouter de détails significatifs. Il est évident que l'avantage que vous en tirez dépend également des conditions du ciel nocturne dans lequel vous prenez vos images.

Il est très important de noter dès maintenant que la déconvolution ne fonctionne vraiment que sur des images linéaires. En effet, nous allons créer un modèle de distorsion avec le processus *DynamicPSF* et cela nécessite des données linéaires pour modéliser correctement la fonction de distorsion. D'une manière générale, la déconvolution est appliquée très tôt dans le processus de post-traitement. Cela peut être fait au tout début d'un flux de travail de post-traitement, juste après que tout le prétraitement ait été effectué et avant la réduction du bruit à l'état linéaire (certainement avant d'étirer l'image en non-linéaire !).

En raison de ce qui précède, nous ne travaillerons qu'avec une image linéaire. Cependant, avant d'ouvrir le processus de déconvolution, nous devons créer un modèle d'étoile basé sur l'image elle-même. Ceci est fait avec le processus *DynamicPSF*, montré ouvert ci-dessous à côté d'une image monochrome H-Alpha dans son état linéaire et auto-étiré.

Comme ce processus est de nature dynamique, il ouvre une session sur l'image sur laquelle vous êtes. Il nous faut maintenant cliquer sur un certain nombre d'étoiles dispersées autour de l'image. Les étoiles que vous sélectionnez ne doivent pas être trop grandes ou trop petites, ou avoir un halo excessif autour d'elles. Je préfère sélectionner les étoiles le long du centre de l'image, puis de chacun des quatre coins et certaines du centre des quatre côtés. En général, je finis par sélectionner environ 80 à 100 étoiles, bien que nous en excluons un certain nombre plus tard. Il est utile de faire un zoom avant et de faire un panoramique autour de l'image. Cliquez sur les centres des étoiles pour les sélectionner correctement. Pendant que vous faites cela, *DynamicPSF* modélise l'étoile dans sa sélection et la liste avec les paramètres calculés.

Ci-dessus, j'ai sélectionné 124 étoiles, ce qui est excessif, mais j'ai correctement échantillonné toutes les zones de l'image. N'oubliez pas que la vie est trop courte pour passer une demi-heure à faire cela ! Nous allons maintenant exclure un certain nombre des étoiles sélectionnées. Pour ce faire, nous agrandissons la fenêtre *DynamicPSF*.

Les cercles ci-dessus sont A (amplitude), r (rapport d'aspect) et MAD (différence absolue moyenne). Ce sont les paramètres que nous utiliserons pour sélectionner nos étoiles pour le modèle. Nous utiliserons d'abord MAD, mais trions toutes les étoiles par ordre de valeur MAD. Pour ce faire, cliquez sur le bouton Trier, sélectionnez *Mean Absolute Difference* et cliquez sur OK.

Maintenant que je regarde ma liste de valeurs MAD, elles se situent entre $1,185e-003$ et $1,446e-002$ (ce qui est un peu plus de 10 fois plus élevé). Nous devons éviter les valeurs trop différentes, c'est pourquoi, dans cette étape, nous excluons un grand nombre d'étoiles. Ce que j'ai tendance à faire, c'est de regarder la liste et d'estimer approximativement quel ensemble de valeurs de MAD comporte le plus d'étoiles. Je limite également ma fourchette de valeurs à la limite inférieure de la fourchette MAD, dans l'idéal. Je peux voir qu'entre mon étoile de valeur MAD la plus basse avec $1,185e-003$ et environ $2,3e-003$, j'ai un assez bon nombre d'étoiles. Cela correspond à mes 26 premières étoiles par ordre croissant de valeur MAD. Par conséquent, je sélectionne toutes les étoiles que je veux exclure. Le mieux est de cliquer sur la première étoile que vous voulez exclure, de faire défiler la liste jusqu'en bas et de cliquer sur la dernière étoile que vous voulez exclure tout en maintenant la touche SHIFT enfoncée. Une fois que toutes les étoiles que vous voulez exclure sont sélectionnées, cliquez sur le bouton *Delete*.

C'est ainsi que mes 26 étoiles les mieux assorties ont été répertoriées dans le *DynamicPSF*. Nous allons maintenant filtrer sur la base de A (Amplitude). Une fois de plus, nous les classons par ordre de valeur A en cliquant sur le bouton *Sort*, en sélectionnant *Amplitude* et en cliquant sur OK.

Mes 26 étoiles sont maintenant classées par ordre de valeur A croissante. Une bonne ligne directrice consiste à choisir des étoiles entre une valeur A d'environ 0,25 et 0,75. Toutes les autres peuvent être exclues. Donc, encore une fois, cherchez les étoiles qui ne correspondent pas à cette fourchette, sélectionnez-les individuellement ou en groupe (au-dessus et au-dessous de vos bonnes étoiles) et cliquez sur le bouton "Supprimer" pour les exclure.

Il ne reste plus que 16 étoiles et nous allons filtrer davantage, cette fois par la valeur r (*Aspect Ratio*). Cliquez à nouveau sur le bouton "Sort", sélectionnez "Aspect ratio" et cliquez sur OK.

Nous excluons maintenant les étoiles dont la valeur r est trop différente. Une bonne gamme de valeurs de r à rechercher se situe généralement entre 0,6 et 0,8. Vous pouvez sélectionner les autres et cliquer sur le bouton "Supprimer" pour les exclure.

Nous sommes enfin arrivés à un bon échantillon d'étoiles à utiliser dans la modélisation. À ce stade, il ne reste plus qu'à sélectionner toutes les étoiles répertoriées et à cliquer sur le bouton *Export* pour produire une petite image correspondant à notre étoile modèle (sur la base de celles qui sont répertoriées).

Cette image est appelée PSF par défaut et peut être utilisée comme référence dans le processus de déconvolution. Vous pouvez maintenant fermer le processus *DynamicPSF* mais gardez cette image PSF ouverte car nous en aurons besoin.

Nous utiliserons un masque pour la protection de l'arrière-plan et des étoiles afin que la netteté soit appliquée aux zones de signal fort (la nébulosité brillante). Le masque utilisé ici est le même qu'auparavant. Il a été réalisé en faisant d'abord un clone de l'image linéaire. Les paramètres d'étirement automatique lui ont ensuite été appliqués sous forme d'étirement permanent avec *HistogramTransformation* pour rendre le clone non linéaire. Le processus *RangeSelection* a été utilisé pour sélectionner uniquement les zones de nébulosité les plus claires, à l'exclusion de l'arrière-plan et des zones sombres, comme je l'ai jugé bon. Une fois que l'image du masque de portée a été produite, j'ai utilisé *StarMask* pour produire un masque avec seulement des étoiles. Celui-ci a été étiré et un peu tronqué avec *HistogramTransformation* pour faire ressortir les étoiles les plus faibles, y compris celles qui sont au-dessus de la nébulosité la plus brillante. Une fois cela fait, l'image du masque d'étoile a été soustraite de l'image du masque de portée pour produire une nouvelle image de masque qui n'a que la nébulosité brillante visible, avec l'arrière-plan et les étoiles exclus (y compris les étoiles au-dessus de la nébulosité brillante). Bien que cela puisse sembler trop complexe, la production ne prend pas beaucoup de temps et est absolument nécessaire pour tirer le meilleur parti de la netteté des détails fins. Les détails de ces procédures de génération de masques font l'objet d'un autre tutoriel.

La figure ci-dessus montre le masque appliqué à l'image linéaire pour une protection adéquate du fond et des étoiles (y compris les étoiles au-dessus d'une nébulosité brillante). L'image du masque d'étoile produite pour réaliser l'image combinée du masque ci-dessus a été conservée afin de l'utiliser dans le processus de déconvolution, pour la protection contre les cernes des petites étoiles. Nous ouvrons maintenant le processus de déconvolution et le mettons en mode PSF externe, car nous allons lui fournir notre modèle (l'image PSF).

La première chose à faire est de sélectionner notre modèle sous *View Identifier for External PSF*. Il suffit de cliquer sur le bouton situé à côté de la zone de texte, de sélectionner l'image de la FSP et de cliquer sur OK.

Grâce au modèle actuellement appliqué, nous pouvons personnaliser les paramètres requis. L'algorithme Richardson-Lucy régularisé sélectionné par défaut est excellent et doit être utilisé. Sous *Iterations*, nous devrions fixer une valeur beaucoup plus élevée. Cependant, à chaque fois qu'une itération est exécutée, la suivante s'affine de moins en moins. Cela signifie qu'au bout du compte, nous convergions pour ne plus avoir besoin de nouvelles itérations. En général, une valeur d'itérations d'environ 50 suffit dans la plupart des cas, mais nous devrions commencer avec 10 pour expérimenter les réglages. Une boîte de prévisualisation peut être créée et rendue active dans notre image afin de réduire le temps nécessaire à l'application des paramètres, ce qui nous permet d'arriver rapidement à un bon ensemble, avant d'appliquer la déconvolution à l'image entière. Vous pouvez laisser le paramètre Cible réglé sur *Luminance (CIE Y)* - le paramètre par défaut - même lorsque vous travaillez avec des images en couleur, car la netteté est fonction de la luminosité de l'image s'il s'agit d'une image en couleur. N'hésitez pas à expérimenter également le réglage des composantes *RGB/K* si vous le souhaitez.

Nous activons maintenant *Deringing* et ensuite *Deringing local*. À partir de là, nous devons sélectionner notre image de masque d'étoile pour servir de support au *deringing local*. Vous pouvez choisir de désactiver le *deringing local* si vous souhaitez qu'il soit appliqué à l'ensemble de l'image, mais en général, un masque d'étoile utilisé dans le *deringing local* permet d'éviter les cercles sombres autour des étoiles. Pour sélectionner l'image du masque d'étoile dans le *Local deringing*, il suffit de cliquer sur le bouton à côté de la zone de texte, de sélectionner l'image du masque d'étoile et de cliquer sur OK.

Comme nous voulons éviter que les étoiles ne soient entourées de cercles sombres, nous devons modifier le paramètre "*Global dark*" de *Deringing*. Le réglage par défaut de 0,1000 est généralement trop agressif et les valeurs comprises entre 0,0100 et 0,0500 sont généralement les meilleures. J'ai réglé le mien sur 0,0100.

Vous pouvez conserver *Amount local* fixé par défaut à 0,70 car cela fonctionne très bien dans l'ensemble. La luminosité globale peut également être laissée à la valeur par défaut de 0,0000 car, en général, le pourtour est plus sombre que lumineux.

Sous *Wavelet Regularization*, nous avons une certaine réduction de bruit appliquée aux deux premières couches, par défaut. Les paramètres par défaut fonctionnent très bien ici et comme le bruit existe généralement dans la première couche et un peu sur la deuxième couche, vous pouvez garder seulement ces deux premières couches activées. Pour des raisons de sécurité, vous pouvez augmenter le seuil de bruit de la couche 2 jusqu'à 3,00 et régler la réduction du bruit à 1,00 là aussi.

Nous sommes maintenant prêts à lancer la déconvolution sur notre image. Comme nous l'avons déjà mentionné, vous pouvez ne l'exécuter que sur une petite boîte de prévisualisation active pour inspecter les paramètres et ainsi réduire le temps d'exécution. Ci-dessous, j'ai zoomé sur un segment de l'image et caché le masque (mais je l'ai laissé actif), pour plus de clarté. La deuxième capture d'écran montre l'image modifiée après application de la déconvolution.

Si pendant que vous exécutez la déconvolution, vous remarquez dans la console de processus de **PixInsight** qu'il est écrit "*Local Divergence*", cela signifie qu'elle a atteint le point de convergence où un plus grand nombre d'itérations ne va pas apporter de réel avantage. Cela signifie que vous pouvez essentiellement réduire la valeur des itérations au point où ces avertissements commencent à apparaître (la console de processus vous indique quelle itération est en cours d'exécution à ce moment-là).

Les paramètres définis ont produit un bon résultat final qui montre des détails plus fins, sans cercles sombres visibles autour des étoiles. Il est intéressant de noter que l'image est toujours dans son état linéaire, qui est strictement l'état de l'image dans lequel la déconvolution doit être utilisée. À ce stade, sachant que les réglages fonctionnent bien, la pratique générale consiste à augmenter les itérations à 30 ou 50 et à les refaire, juste pour être sûr que l'image est aussi nette que possible. Les boîtes de prévisualisation sont utiles pour tester les changements, comme les itérations ou l'obscurité globale sous *Deringing*, avant d'appliquer le processus de déconvolution à l'image entière, car ce processus prend beaucoup de temps à exécuter.

N'oubliez pas que, comme la déconvolution est appliquée à une image linéaire, elle doit être effectuée très tôt dans le processus de post-traitement. Le prétraitement doit être effectué dès que possible. De cette façon, vous travaillez avec une image qui est naturellement plus nette grâce à l'annulation d'une partie de la distorsion introduite par l'atmosphère. Comme nous allons le voir maintenant, *MultiscaleLinearTransform* est un autre processus qui peut être utilisé pour accentuer les détails fins et nous verrons que celui-ci fonctionne effectivement mieux sur les images non linéaires. Cela signifie qu'en ce qui concerne le post-traitement, vous pouvez utiliser la déconvolution au début et plus tard accentuer les détails fins en utilisant la transformation linéaire multiscalaire, une fois que l'image a été étirée en non-linéaire. L'utilisation des deux procédés dans un flux de travail vous donnera des images plus nettes dans leur ensemble.

2. MultiscaleLinearTransform

- + Fonctionne extrêmement bien avec les images non linéaires et, avec une protection adéquate du masque, peut bien fonctionner avec les images linéaires.
- + Les résultats sont très reproductibles avec des réglages très similaires entre les différentes images, donc l'application est facile.
- Tend à produire des cernes sur les étoiles si la protection du masque n'est pas bonne, en particulier sur les images linéaires. *Deringing* peut aider à prévenir ce phénomène.

MultiscaleLinearTransform est un de ces processus qui fonctionne généralement très bien avec les images qui sont soit linéaires soit non linéaires, étant donné son fonctionnement. Cependant, comme nous le verrons, lorsque l'on affine les détails d'une image en utilisant son réglage de Bias, les images linéaires peuvent être plus difficiles à travailler. Ce n'est pas vraiment un problème, car ce procédé est généralement utilisé pour accentuer les détails fins à la fin d'un processus de post-traitement, lorsque votre image est non linéaire.

Ce qui suit est la même image monochrome H-Alpha à l'état linéaire, auto-étirée, ouverte en même temps que le processus *MultiscaleLinearTransform* que nous allons utiliser.

MultiscaleLinearTransform est un excellent procédé à utiliser pour affiner les détails fins en raison de son mode de fonctionnement. Ce processus cible des échelles de pixels particulières par le biais de couches. Par exemple, la couche 1 cible des échelles de pixels d'une taille de 1 pixel. Inversement, la couche 3 vise des échelles de 4 pixels. Cela signifie que nous pouvons effectivement accentuer les détails fins seulement, tout en laissant de côté les structures plus grandes d'une image (et en fait la plupart du bruit aussi !). La couche R est appelée la couche résiduelle, et contient tout ce qui ne figure pas individuellement au-dessus d'elle (par défaut, les échelles de pixels de 16 pixels et plus). Si nous sélectionnons une valeur plus importante pour les couches dans la liste déroulante, la liste en contient davantage et la couche R est alors tout ce qui se trouve au-dessus.

Comme les détails fins existent à de petites échelles de pixels, nous n'avons pas besoin d'augmenter le nombre de couches par rapport au réglage par défaut de 4. De plus, nous utiliserons l'algorithme par défaut pour *MultiscaleLinearTransform*, appelé transformation en étoile, qui est précisément la façon dont le processus *ATrousWaveletTransform* fonctionne dans son ensemble.

La meilleure façon d'accentuer les détails fins d'une image est de la protéger avec un masque. Idéalement, le masque ne devrait montrer que les zones claires d'une image qui sont pertinentes, avec des coupures dans les zones sombres (ces bords fins seraient également accentués, de sorte que les transitions entre l'obscurité et la lumière seraient plus prononcées). En outre, pour éviter d'accentuer le bruit, le fond doit être exclu par ce masque. Idéalement, les étoiles devraient également être exclues, car sinon le processus d'accentuation des détails fins produira des cercles sombres autour des petites étoiles (ce qui se produit plus fréquemment lorsque l'on travaille avec des images linéaires).

Le masque que j'ai réalisé pour cette image particulière a nécessité quelques étapes et est identique à celui utilisé pour la déconvolution ci-dessus. Tout d'abord, un clone de l'image linéaire a été réalisé. Les paramètres d'étirement automatique lui ont ensuite été appliqués sous la forme d'un étirement permanent avec *HistogramTransformation* pour rendre le clone non linéaire. Le processus *RangeSelection* a été utilisé pour sélectionner uniquement les zones de nébulosité les plus claires, en excluant l'arrière-plan et les zones sombres comme je l'ai jugé bon. Une fois que l'image du masque de portée a été produite, j'ai utilisé *StarMask* pour produire un masque avec seulement des étoiles. Celui-ci a été étiré et un peu tronqué avec *HistogramTransformation* pour faire ressortir les étoiles les plus faibles, y compris celles qui sont au-dessus de la nébulosité la plus brillante. Une fois cela fait, l'image du masque d'étoile a été soustraite de l'image du masque de portée pour produire une nouvelle image de masque qui n'a que la nébulosité brillante visible, avec l'arrière-plan et les étoiles exclus (y compris les étoiles au-dessus de la nébulosité brillante). Bien que cela puisse sembler trop complexe, la production ne prend pas beaucoup de temps et est absolument nécessaire pour tirer le meilleur parti de la netteté des détails fins. Les détails de ces procédures de génération de masques font l'objet d'un autre tutoriel.

Ci-dessus, nous voyons l'image du masque produite pour une protection adéquate de l'arrière-plan et des étoiles. Cette image est maintenant appliquée comme un masque sur l'image linéaire originale.

L'arrière-plan et les étoiles étant désormais correctement protégés et les zones de nébulosité brillantes exposées, nous pouvons librement affiner les détails fins. Pour ce faire, nous examinons le réglage du biais

MultiscaleLinearTransform. Ce paramètre s'applique à des couches individuelles, de sorte que vous pouvez appliquer un nombre différent à chaque couche individuellement. Nous notons que la couche 1 est dominée par le bruit et nous évitons donc toujours d'accentuer la netteté dans cette échelle de pixels. Cependant, les couches 2 et 3 sont celles qui ciblent toujours les détails fins. Les couches 4 et supérieures ne sont pas nécessaires pour l'accentuation car ces échelles de pixels dépassent ce que nous souhaitons normalement accentuer, mais n'hésitez pas à faire des expériences. N'affinez pas la couche R, car cela ne ferait qu'affiner tout ce qui se trouve au-dessus de votre plus grande couche individuelle. Il suffit de sélectionner une valeur plus élevée pour les couches afin de cibler individuellement les couches situées au-dessus de la couche 4.

Pour les couches 2 et 3, je sélectionne simplement chaque couche et, ce faisant, je fixe une valeur de 0,100 pour le biais pour les deux.

Gardez à l'esprit que les valeurs inférieures à 0 brouilleront en fait ces échelles de pixels et que les valeurs supérieures à 0 les rendront plus nettes. Gardez également à l'esprit que le biais peut devenir trop important très, très rapidement. Je n'utilise jamais de valeurs supérieures à 0,100 et j'ai même tendance à m'en tenir à environ 0,075. L'expérimentation est cependant essentielle, car les avantages varient selon les images. N'hésitez pas à utiliser des valeurs différentes dans les couches 2 et 3. En général, la plus petite couche devrait recevoir la plus petite valeur de Bias car plus la couche est petite, plus vous êtes proche du bruit. Par conséquent, des valeurs de biais de 0,050 pour la couche 2 et de 0,075 pour la couche 3 peuvent être idéales dans de nombreux cas. Une fois ces valeurs fixées, nous cliquons sur *Apply* et vérifions les changements en zoomant sur les détails fins (la deuxième capture d'écran ci-dessous montre l'image modifiée sur un segment zoomé de celle-ci, avec le masque caché, mais actif, pour plus de clarté).

C'est une amélioration très sensible de la netteté globale des détails fins, mais nous remarquons que certaines des petites étoiles au-dessus de la nébulosité ont souffert de cernes sombres autour d'elles, malgré la protection du masque. On peut y remédier légèrement en activant le paramètre *Deringing* dans *MultiscaleLinearTransform*.

Comme nous sommes confrontés à des cernes, il vous suffit de définir une valeur appropriée (supérieure à 0) pour le paramètre Dark sous *Deringing*. N'oubliez pas que *Deringing* s'applique à l'ensemble du processus et non à chaque couche. De plus, les choses peuvent devenir moches et rapidement. Le tableau ci-dessous montre les résultats de l'application de *MultiscaleLinearTransform* avec les mêmes paramètres de biais, mais avec *Deringing* activé et avec les paramètres par défaut.

En effet, le réglage par défaut de *Dark under Deringing* est trop agressif pour les images linéaires. Réduire ce paramètre à 0,0100 donne de meilleurs résultats.

Le résultat final est certainement bien meilleur, bien que des cernes soient encore visibles si vous zoomez sur les petites étoiles, mais il s'est nettement amélioré.

Nous passons maintenant à une image non linéaire. En effet, nous n'avons fait qu'appliquer les paramètres d'étirement automatique de façon permanente à l'image en utilisant la transformation d'histogramme, mais l'image est maintenant non linéaire. C'est l'état de l'image dans lequel vous serez le plus souvent pour accentuer les détails fins en utilisant *MultiscaleLinéaireTransformation* . Ce qui suit montre l'image non linéaire avec le même masque que celui qui lui a été appliqué auparavant.

Nous allons maintenant appliquer les mêmes paramètres de biais qu'auparavant - 0,100 aux couches 2 et 3 - mais avec *Deringing* désactivé. J'ai zoomé sur un segment particulier de l'image et j'ai gardé le masque caché, mais actif, pour plus de clarté (la deuxième capture d'écran ci-dessous montre l'image modifiée).

Bien que les cernes soient légèrement visibles sur les plus petites étoiles, il s'agit d'une amélioration considérable de la performance de l'image non linéaire par rapport à une image linéaire. Si vous le souhaitez, le *Deringing* peut être activé et utilisé avec une valeur appropriée sous *Dark* (généralement une valeur très faible). Cependant, en général, la netteté des détails fins et l'évitement des cernes autour des petites étoiles est un processus de réglage fin entre le choix de valeurs de *Bias* qui produisent une bonne netteté et n'affectent pas agressivement les petites étoiles, et le choix de valeurs de *Deringing Dark* qui compensent un peu sans affecter négativement l'image. La protection du masque contribue certainement à alléger le fardeau que représente la recherche de cet équilibre délicat.

Je n'utilise normalement pas du tout *Deringing* car je trouve que les valeurs de *bias* que j'utilise sont très appropriées et j'utilise toujours *MultiscaleLinearTransform* sur des images non linéaires. J'accentue toujours les détails fins sur les couches 2 et 3 et seulement légèrement avec des valeurs de biais comprises entre 0,050 et 0,100. J'ai tendance à trouver un équilibre entre une netteté suffisante et le fait de ne pas nuire aux petites étoiles aux cernes sombres, bien que j'accepte très peu de choses si je dois le faire.

Dans l'ensemble, l'utilisation de la déconvolution dans l'état linéaire d'une image et, plus tard, de la transformation linéaire multiscalaire dans l'état non linéaire d'une image peut fournir un niveau étonnant de netteté des détails fins que vous ne pouviez pas apprécier lors du prétraitement de votre image. En raison de cet avantage, l'utilisation de ces procédés, ou du moins de la transformée linéaire multiscalaire (si la résolution de votre image et les conditions du ciel nocturne ne présentent pas d'avantages visibles avec la déconvolution), est considérée comme essentielle dans un flux de travail de post-traitement.

IX. Améliorer le contraste

Le post-traitement des images tend à passer par un régime standard de processus pour les amener des images prétraitées aux résultats finaux qui sont publiés. Cela implique généralement une réduction du bruit, une combinaison de couleurs (si l'on travaille initialement avec des images monochromes), un étirement non linéaire et même un accentuation des détails fins. Dans tous les cas, le résultat final peut bénéficier d'un traitement supplémentaire, dans ce cas, pour améliorer le contraste des traits, dont certains peuvent être cachés dans une nébulosité brillante.

Ce tutoriel présente le processus d'amélioration du contraste des éléments d'une image non linéaire. Une image couleur est utilisée car elle illustre mieux les techniques, mais il est souligné qu'une image monochrome peut recevoir les mêmes traitements que ceux décrits ici. L'image couleur utilisée comme exemple dans ce tutoriel est post-traitée de manière cumulative par les processus et le script **PixInsight** appliqués comme une sorte de flux de travail. Les trois processus décrits sont *HDRMultiscaleTransform*, *LocalHistogramEqualization* and *CurvesTransformation*. Le script *DarkStructureEnhance* est également décrit en guise de conclusion.

Supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images, les processus et le travail avec les masques ([Lire](#) les sections 3, 4 et 6).
- Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire](#) ceci).
- Connaissance de la production de différents types de masques ([Lire](#) ceci).

1. HDRMultiscaleTransform

HDRMultiscaleTransform est un processus qui permet d'améliorer de façon apparemment magique la gamme dynamique d'une image, en récupérant des détails qui semblent cachés derrière des zones trop lumineuses. Par exemple, le noyau de la nébuleuse d'Orion M42 ou les bras spiraux d'une galaxie à proximité de son noyau. Bien que ce procédé puisse être appliqué aux images monochromes et en couleur, nous travaillerons avec une image en couleur car elle montre plus clairement les améliorations. En outre, la transformation *HDRMultiscale* devrait être appliquée aux images non linéaires (étirées) et, en tant que telle, l'image sur laquelle nous travaillons est également non linéaire. Comme ce procédé serait appliqué assez tard dans un flux de travail de post-traitement, votre image sera sans doute non linéaire à ce stade et peut même avoir été combinée à des couleurs LRGB ou à bande étroite à ce stade (si vous travaillez initialement avec des images monochromes). L'image de travail utilisée ici est donc un bon exemple.

Ce didacticiel va passer en revue l'application de tous les processus et le script énumérés, l'un après l'autre dans l'ordre indiqué, plutôt que d'appliquer chacun d'entre eux séparément. Nous commençons avec une image couleur non linéaire assez post-traitée. Il s'agit d'une image bicolore à

bande étroite qui a été réduite en bruit, étirée, combinée en couleurs et enfin réduite davantage en bruit.

Bien qu'il y ait déjà beaucoup de détails dans cette image, il est clair que la nébulosité très brillante peut en effet cacher certains des fins détails filamenteux en dessous. Pour ceux qui sont familiers avec *MultiscaleLinearTransformation*, *MultiscaleMedianTransformation* ou *ATrousWaveletTransformation*, notez que *HDRMultiscaleTransformation* fonctionne de la même manière, en ciblant les couches correspondant aux échelles de pixels contenant des éléments (d'où son nom). Ceci nous amène au premier paramètre, le nombre de couches. Le réglage par défaut de 6 signifie que les 6 premières couches vont être ciblées par le processus (ces couches correspondent à des échelles de pixels de 1, 2, 4, 8, 16 et 32 pixels). Le paramètre Nombre de couches est essentiel pour obtenir un résultat souhaitable, car le modifier d'une seule unité peut donner des résultats très différents. Hélas, les différentes images n'en tirent pas toutes le même bénéfice. Pour une image telle que celle sur laquelle je travaille ici, je m'attendrais à ce que de grandes valeurs de Nombre de couches soient bénéfiques car il y a beaucoup de grandes structures présentes. Pour une image d'une galaxie avec des détails très petits et fins sur les bras spiraux, des valeurs plus petites de Nombre de couches peuvent être plus efficaces. L'expérimentation est la clé.

Pour commencer, nous utiliserons la valeur par défaut de 6 pour le Nombre de couches - c'est une bonne valeur pour la plupart des cas. Le nombre d'itérations est lié au nombre de fois qu'il faut exécuter le processus successivement. Comme nous voulons tester les paramètres, nous conserverons la valeur par défaut de 1.

L'option de la transformation médiane fait que *HDRMultiscaleTransform* utilise un algorithme différent pour effectuer son travail. En passant le curseur de la souris sur cette option, **PixInsight** signale qu'en effet, qu'aucun des deux algorithmes n'est meilleur que l'autre, car ils sont différents, bien que *Median Transform* ait tendance à éviter les cernes autour des étoiles, mais qu'elle prenne plus de temps à traiter. Comme nous voulons éviter les cernes autour des étoiles sans trop nous soucier de l'utilisation des paramètres de *Deringing* (qui peuvent être utilisés si vous souhaitez les modifier), nous activons *Median Transform*. Comme il s'agit d'une image couleur sur laquelle nous travaillons, il est recommandé d'activer l'option To luminosité, qui permettra d'améliorer la gamme dynamique de la luminosité de l'image et de préserver la couleur. Cette option n'est pas nécessaire si vous travaillez avec une image monochrome, bien sûr. L'option suivante que nous devrions activer est le masque de luminosité, qui force *HDRMultiscaleTransform* à appliquer son algorithme le plus fortement aux zones les plus lumineuses de l'image. C'est en effet ce que nous voulons car ce sont les zones claires d'une image qui ont tendance à en bénéficier le plus de toute façon.

L'option "*Midtones Balance*" en bas doit être maintenue à la valeur automatique recommandée, car elle permet de préserver les détails de l'image et d'améliorer la gamme dynamique au fur et à mesure que le processus fait son travail. Cependant, avant d'appliquer le processus à l'image, nous devons utiliser un masque. Un masque simple et efficace à utiliser pour la transformation HDRMultiscale est un masque produit avec la fonction *RangeSelection*, qui permet de sélectionner uniquement la nébulosité brillante de l'image, et d'exclure certaines étoiles également, avec un

réglage utilisé pour lisser l'image du masque. Les détails de ces procédures de génération de masques font l'objet d'un autre tutoriel.

Ci-dessus, nous voyons l'image du masque de portée en elle-même et son application à l'image que nous traitons. Il ne reste plus qu'à appliquer la *HDRMultiscaleTransform* à l'image, les zones de nébulosité brillante n'étant pas protégées. Ci-dessous, le masque appliqué est toujours actif mais a été masqué pour plus de clarté.

La deuxième capture d'écran ci-dessus montre l'image altérée. Il est clair qu'une grande partie de la luminosité globale de la nébulosité a été noyée et qu'une grande partie des détails filamenteux précédemment cachés ont été retirés. Bien que le résultat final semble bon, nous pouvons expérimenter avec différents réglages pour *Number of Layers*. Par exemple, ci-dessous, nous voyons l'image lorsque le Nombre de couches est réglé sur 4, 5, 7 et 8 (dans cet ordre).

En effet, *HDRMultiscaleTransform* prend un certain temps pour s'exécuter sur l'ensemble de l'image, en particulier avec la transformée médiane activée, même avec le masque. Les petites boîtes de prévisualisation sur les zones d'intérêt sont une bonne idée pour tester rapidement différents paramètres. Quoi qu'il en soit, ce qui précède montre que la modification du nombre de couches a des effets spectaculaires sur le résultat final. C'est à vous de choisir le réglage à utiliser, mais il me semble qu'un réglage de 8 donne à l'image un aspect global beaucoup plus agréable en termes de gamme dynamique.

Une fois que vous êtes satisfait du réglage du *Number of Layers*, il est temps de penser à modifier le réglage de *Iteration Number*. Habituellement, le réglage par défaut de 1 fonctionne bien, mais 2 peut aussi donner d'excellents résultats sans en faire trop (cela dépend de l'image !). Le paramètre *Overdrive* peut également être augmenté au-dessus de 0 pour permettre un réglage plus fin. Ce réglage permet essentiellement d'échelonner de façon très stricte l'amélioration de la gamme dynamique par itération. Il est bon de régler d'abord un bon nombre d'itérations et de penser ensuite à l'*Overdrive*. Ainsi, nous augmentons le nombre d'itérations à 2 et appliquons le processus avec un nombre de couches fixé à 8.

Cela semble excellent à ce stade, avec des tonnes de détails filamenteux qui sortent de la brillante nébulosité. Vous souhaitez peut-être utiliser la fonction *Overdrive* pour être un peu plus agressif dans le même nombre d'itérations, mais c'est à vous de choisir. De petites valeurs d'*Overdrive* devraient faire l'affaire, comme 0,100 à 0,200 par exemple. Si, malgré votre masque de protection et l'utilisation de la transformée médiane, vous obtenez des cernes autour des étoiles, vous pouvez activer la fonction *Deringing* et expérimenter avec de petites valeurs pour *Small Scale* et *Large Scale* jusqu'à ce que les cernes ne soient plus un problème.

En effet, *HDRMultiscaleTransform* peut être appliqué une fois de plus sur l'image, mais généralement la deuxième application se fait sur un nombre de couches beaucoup plus petit (généralement 3 environ) et avec un nombre d'itérations fixé à 1 seulement, généralement sans *Overdrive*. L'expérimentation est la clé. Il se peut que vous n'ayez pas besoin d'une deuxième application et que vous n'aimiez pas les résultats de toute façon. Pour l'instant, nous en avons fini avec *HDRMultiscaleTransform*.

2. LocalHistogramEqualization

Le prochain processus à appliquer à notre image exemple est *LocalHistogramEqualization*. Cela permettra de récupérer une partie de la luminosité des principaux objets de l'image. Ce processus nécessite que l'image soit non linéaire et améliore fortement le contraste par sa nature même. Il fonctionne aussi bien avec des images monochromes que couleur.

LocalHistogramEqualization est l'un des processus les plus faciles à appliquer à une image et également l'un des plus impressionnants en termes de résultats finaux. Un masque de protection est recommandé et pour appliquer ce processus, j'ai simplement utilisé exactement la même image de masque que j'utilisais avec *HDRMultiscaleTransform*.

Ce masque protège essentiellement le fond du ciel et la plupart des étoiles, ne laissant sans protection que la brillante nébulosité, dont nous souhaitons renforcer le contraste. Le paramètre *Kernel Radius* de *LocalHistogramEqualization* définit le nombre de pixels autour de la cible à utiliser pour évaluer l'amélioration du contraste. En général, plus cette valeur est faible, plus l'effet global est fort, mais des valeurs faibles auront tendance à renforcer le contraste dans le bruit à petite échelle et à provoquer des cercles sombres autour des étoiles. La valeur par défaut de 64 a tendance à bien fonctionner mais si vous remarquez des cercles sombres autour des étoiles, augmentez cette valeur. Une valeur que j'ai tendance à utiliser est 150.

Vous pouvez commencer par expérimenter avec des valeurs plus faibles du *Kernel Radius*. *Contrast Limit* contrôle la force avec laquelle le contraste de votre image doit être amélioré. Le réglage par défaut de 2.0 doublera essentiellement le contraste. J'ai tendance à trouver le 2.0 trop agressif et je m'en tiens généralement à des valeurs comprises entre 1.2 et 1.4, bien que généralement les valeurs entre 1.1 et 2.0 fonctionnent assez bien, en fonction de votre image. Il y a certainement quelque chose à expérimenter car il y a un sur-traitement et la limite de contraste est l'un de ces réglages qui montre un sur-traitement lorsque vous le réglez trop haut. J'ai réglé le mien sur 1,3.

La fixation de *Amount* a exactement la même signification que pour tous les autres processus. Cela permet de fusionner l'image originale avec l'image améliorée. Par exemple, un réglage de 0,8 dans *Amount* mélangera 20 % de l'image originale avec 80 % de l'image améliorée. Ce réglage peut être utilisé pour adoucir le résultat final - en un sens, il permet de régler avec précision l'agressivité avec laquelle vous améliorez le contraste une fois que vous avez obtenu de bons réglages pour *Kernel Radius* et *Contrast Limit*. La résolution de l'histogramme peut généralement être laissée à 8 bits (256) car elle donne les meilleurs résultats globaux avec la grande majorité des images. *Circular Kernel* est laissé activé pour renforcer la précision de l'amélioration du contraste.

Une fois les paramètres établis, il suffit d'appliquer le processus à notre image. Ci-dessous, le masque est toujours actif mais a été masqué pour plus de clarté. La deuxième capture d'écran montre l'image modifiée.

Comme on peut le voir clairement, une grande partie du contraste dans la nébulosité brillante a été récupérée en appliquant *LocalHistogramEqualization*, bien que ce qui précède soit un peu agressif à mon goût. Une limite de contraste de 1,2 donne de meilleurs résultats dans ce cas.

J'aurais également pu modifier *Amount* pour affiner le résultat final. Dans l'ensemble, c'est une question de goût personnel. Ce qui précède est un résultat final sensible à mon goût personnel.

Maintenant que *LocalHistogramEqualization* est appliquée, nous passons à l'amélioration de cette image par un simple ajustement effectué dans *CurvesTransformation*. Comme auparavant, nos applications sont cumulatives, car nous continuons avec le résultat final indiqué ci-dessus.

3. CurvesTransformation

Le processus *CurvesTransformation* permet d'ajuster de nombreux aspects d'une image. Ce processus est utilisé au mieux vers la fin du post-traitement d'une image sans doute non linéaire.

CurvesTransformation fonctionne selon plusieurs modes. Le mode par défaut, *RGB/K*, ajuste directement l'histogramme de l'image. Les réglages peuvent être effectués individuellement pour chaque canal de couleur, ou pour la luminosité d'une image, la saturation des couleurs, etc. Le mode par défaut de *RGB/K* est celui que nous utiliserons pour ajuster le contraste de l'image. N'oubliez pas que ce mode sera appliqué à l'ensemble de l'image et qu'aucun masque n'est actif sur l'image.

Il est fortement recommandé d'ouvrir la fenêtre *Real-Time Preview* sur *CurvesTransformation*. Ajustez la taille de la fenêtre afin de pouvoir voir clairement ce avec quoi vous travaillez.

Pour ajuster le contraste global, nous devons créer une courbe en S. Si nous cliquons n'importe où sur le graphique dans *CurvesTransformation*, un point d'ancrage est créé, que nous pouvons faire glisser n'importe où et qui modifie la forme de la courbe au fur et à mesure que nous le faisons glisser. Pour améliorer le contraste, les zones sombres doivent être un peu plus sombres et les zones claires un peu plus claires. Par conséquent, cliquez sur un quart de la ligne droite et faites glisser le point d'ancrage un peu vers le bas. Ensuite, cliquez sur les trois quarts de la ligne droite et faites glisser le point d'ancrage un peu vers le haut. Cela produira la courbe en S.

Vous pouvez activer et désactiver le *Real-Time Preview* pour évaluer rapidement l'effet de l'ajustement sur l'image. Vous pouvez créer un troisième point d'ancrage au milieu de la courbe, en le faisant glisser un tout petit peu vers le coin supérieur gauche du graphique, pour augmenter le contraste un peu plus.

Vous pouvez remarquer, selon votre image, que ce processus peut être trop, trop rapide. De simples petits ajustements effectués ici sont la clé d'un bon résultat final qui ne semble pas exagéré ou sur-traité. Faites glisser les points d'ancrage, tout en conservant la courbe en S, jusqu'à ce que vous soyez satisfait du résultat final proposé, affiché dans la fenêtre d'aperçu en temps réel.

Une fois que vous êtes satisfait, avant d'appliquer le processus, nous pouvons également ajuster un peu la luminosité. Pour cela, passez en mode *Lightness* (ou L).

Notez que cela ne fonctionnera que sur les images en couleur car les images monochromes ne peuvent pas avoir leur luminosité ajustée - juste leur histogramme habituel via le mode *RGB/K* comme nous venons de le faire. Pour augmenter un peu la luminosité, il suffit de cliquer sur la ligne droite au milieu et de faire glisser le point d'ancrage un peu vers le coin supérieur gauche du graphique.

Cela rend l'image globale nettement plus lumineuse. Comme auparavant, moins c'est plus - n'en faites pas trop. Un dernier ajustement qui peut être fait, si vous travaillez avec une image en couleur, est la saturation des couleurs sur l'ensemble de l'image. Pour cela, on passe en mode *Saturation* (ou S).

Là encore, il suffit de cliquer au milieu de la ligne droite et de faire glisser le point d'ancrage un peu vers le coin supérieur gauche du graphique. Un tout petit ajustement permet d'aller loin et bien sûr, la fenêtre d'aperçu en temps réel est là pour démontrer l'effet.

Une fois que vous êtes satisfait de tous vos réglages, il vous suffit de fermer la fenêtre d'aperçu en temps réel et d'appliquer le processus de *CurvesTransformation*.

Le résultat final présente un contraste global beaucoup plus élevé, les détails fins ressortant davantage, tant en termes de luminosité que de couleur. À ce stade, nous mettons un terme à l'utilisation de *CurvesTransformation* et passons à l'étape cumulative finale de notre mission qui consiste à améliorer le contraste des caractéristiques de l'image.

4. DarkStructureEnhance

DarkStructureEnhance peut être considéré par certains comme une fonctionnalité **PixInsight** un peu cachée, car elle n'est pas disponible en tant que processus, mais en tant que script. Ceux qui travaillent toujours avec les processus peuvent l'avoir manqué. Vous la trouverez sous *Utility* dans le menu *Scripts*.

D'une manière générale, le script *DarkStructureEnhance* peut être utilisé à la toute fin d'un flux de travail de post-traitement et sur l'ensemble de l'image, sans aucun masque. Il peut apporter les touches finales qui donnent aux détails les plus sombres de votre image un contraste supplémentaire par rapport aux zones environnantes plus claires. Pour utiliser ce script, il suffit de s'assurer que l'image correcte est sélectionnée sous Image cible et de cliquer sur OK. Les paramètres par défaut fonctionnent à merveille.

Vous pouvez modifier *Amount*, bien que la valeur par défaut de 0,40 soit excellente car elle mélange 40 % de l'image originale avec 60 % de l'image modifiée, ce qui évite d'en faire trop. Les itérations à 1 sont suffisantes dans la plupart des cas, mais vous pouvez essayer avec 2. Sinon, cliquez sur OK, attendez un peu et une fois le résultat obtenu, annulez et recommencez sur l'image pour voir les changements appliqués. Si vous n'êtes pas satisfait, annulez, relancez le script et utilisez des paramètres différents. Ci-dessous, j'ai utilisé les paramètres par défaut (voir ci-dessus).

Le résultat final montre certainement un contraste beaucoup plus élevé par rapport aux éléments sombres de l'image, ce qui est le but de ce scénario. Si vous êtes trop agressif, vous risquez de perdre une partie des détails fins de ces structures sombres, alors essayez de l'utiliser de manière modérée et vérifiez attentivement les changements avant de continuer.

Pour apporter la touche finale à une image, vous pouvez utiliser *CurvesTransformation* une fois de plus pour en tirer le meilleur parti, mais c'est entièrement facultatif et une question de goût personnel. Dans l'ensemble, ces quatre procédés ont permis d'obtenir un contraste beaucoup plus important sur l'ensemble de l'image que ce qui était visible au début de ce tutoriel.

X. Réduction de la pollution lumineuse, retirer le gradient et correction par flat

Parfois, des circonstances inévitables conduisent à une pollution lumineuse globale qui fait briller les images. Dans la société actuelle, il peut être difficile de s'éloigner de toute la pollution lumineuse. Il existe des filtres de suppression de la pollution lumineuse, qui peuvent aider pour certains types de pollution lumineuse, mais il peut néanmoins y avoir une lueur dans les images. Cette lueur envahit les images, généralement dans une teinte orange. L'extraction dynamique de l'arrière-plan est l'un des procédés les plus impressionnants de **PixInsight** et peut être utilisée pour supprimer cette lueur, réduisant ainsi efficacement les effets de la pollution lumineuse sur les images.

Non seulement la pollution lumineuse délave les images avec certains gradients d'intensité, mais d'autres lumières externes peuvent produire des gradients qui semblent affecter différentes parties de l'image avec différents niveaux de gravité. *DynamicBackgroundExtraction* est tout à fait capable de s'attaquer à ce problème, car les gradients sont traités de la même manière que la pollution lumineuse elle-même. De plus, la technologie *DynamicBackgroundExtraction* est capable de corriger artificiellement les images si elles n'ont pas été calibrées avec des flats appropriés. L'inconvénient est l'absence d'élimination des poussières, mais le vignettage est néanmoins éliminé de manière efficace.

Ce tutoriel couvre le processus de *DynamicBackgroundExtraction* en détail, en commençant par les principes fondamentaux de son fonctionnement, puis en passant aux trois principales applications décrites ci-dessus. Il s'applique aussi bien aux images en couleur qu'aux images monochromes..

Supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images et des processus ([Lire](#) les sections 3 et 4).
- Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire](#) ceci).

1. Le processus *DynamicBackgroundExtraction*

Comme son nom l'indique, le processus *DynamicBackgroundExtraction* est un processus dynamique. Cela signifie qu'une fois qu'il est ouvert et initialisé sur une image ouverte dans **PixInsight**, il ne peut pas être appliqué à une autre image ouverte sans fermer le processus et le rouvrir pour l'autre image (ou appliquer une icône de processus enregistré à l'autre image). Ci-dessous, une image linéaire capturée sur un DSLR (auto-étiré dans **PixInsight**) avec le processus *DynamicBackgroundExtraction* ouvert à côté.

Les onglets importants *Sample Generation* et *Target Image Correction* ont été développés pour montrer leurs paramètres, car nous allons travailler avec ceux-ci. Le processus n'est pas encore initialisé. Ceci est démontré par le fait que toutes les options de réglage sont grisées. Pour l'initialiser, nous pouvons sélectionner la fenêtre du processus puis cliquer n'importe où dans l'image cible, ou sélectionner l'image cible puis cliquer sur le bouton Réinitialiser le processus.

Vous remarquerez immédiatement qu'un réticule apparaît dans l'image cible. Il définit le centre du gradient de pollution lumineuse ou d'un autre gradient présent dans l'image que nous visons à éliminer. En plaçant la souris au centre du réticule, le curseur de la souris se transforme en un curseur indiquant que vous pouvez le déplacer. Une fois que le curseur change, il suffit de maintenir le bouton gauche de la souris enfoncé et de faire glisser le réticule n'importe où sur l'image. Vous pouvez faire glisser chaque ligne (verticale et horizontale) individuellement en passant la souris sur les lignes elles-mêmes (n'importe où le long de chacune), plutôt que sur le centre du réticule. Ceci est utile si vous remarquez que votre gradient n'est pas centré sur l'image.

En cliquant sur le bouton "Réinitialiser le processus", le réticule revient à sa position par défaut au centre de l'image. Comme le gradient de cet exemple est assez centré sur l'image, nous gardons le réticule au centre de l'image.

Avant d'aborder les paramètres de *DynamicBackgroundExtraction*, nous allons d'abord présenter les principes fondamentaux de son fonctionnement. *DynamicBackgroundExtraction* fonctionne en générant une image correspondant à des points échantillons placés sur l'image cible. Il n'est pas surprenant que les points échantillons placés sur l'image cible doivent être placés purement au-dessus de ce qui devrait être l'arrière-plan - et non au-dessus des étoiles, de la nébulosité, des galaxies, etc. Pour que l'image générée soit une représentation exacte des gradients de l'image cible, celle-ci doit être échantillonnée à chaque endroit et, si possible, à intervalles assez réguliers. Cela donne au processus une bonne idée de ce à quoi ressemblent les gradients et donne un résultat final agréable lorsque l'image générée est soustraite de l'image cible.

Les points d'échantillonnage peuvent être placés manuellement n'importe où le long de l'image en cliquant simplement sur l'image cible une fois que le processus a été initialisé comme indiqué ci-dessus.

La capture d'écran ci-dessus montre un segment de l'image zoomée. Les points placés ont été encadrés pour plus de clarté. Ils sont représentés par des carrés dans l'image. Une fois placés, ils



peuvent être déplacés et supprimés en cliquant dessus pour les sélectionner et en appuyant sur la touche DEL de votre clavier. Selon la taille relative de l'image, vous pouvez bénéficier de points d'échantillonnage plus ou moins importants. Par défaut, la taille des points d'échantillonnage est fixée à un rayon de 5 pixels. Je trouve que c'est un peu trop petit pour la plupart des tailles d'images de nos jours. Personnellement, j'ai tendance à utiliser des paramètres de 10 à 15 pour le rayon d'échantillonnage par défaut. Si vous souhaitez modifier la taille de vos points d'échantillonnage, il vous suffit d'entrer une nouvelle valeur sous *Default sample radius* et de cliquer sur le bouton *Resize All*.

La bonne taille des points d'échantillonnage dépend en fait de la taille de l'image elle-même et de la densité du champ d'étoiles. Pour les champs d'étoiles extrêmement denses, des points d'échantillonnage de grande taille peuvent poser problème. L'image ci-dessous est présentée en taille réelle (sans zoom) avec une taille de point d'échantillonnage à peu près correcte, qui s'est avérée être de 10.

Maintenant que nous avons couvert les éléments fondamentaux de ce dont le processus a besoin - les points d'échantillonnage - nous nous rendons compte que cela peut être très fastidieux. Heureusement, le placement automatique des points d'échantillonnage peut faciliter la tâche. Une fois que vous avez déterminé la taille approximative correcte des points d'échantillonnage, vous pouvez effacer l'image des points d'échantillonnage en cliquant sur le bouton "Reset" du processus. Cela supprimera votre paramètre de rayon d'échantillonnage par défaut, alors saisissez-le à nouveau et cliquez sur le bouton *Resize All*. Dans mon cas ici, il est de 10. Une fois que vous avez terminé, vous pouvez cliquer sur le bouton *Generate*, qui placera automatiquement des échantillons sur toute l'image.

L'image ci-dessus montre immédiatement que peu de points d'échantillonnage ont été placés automatiquement. Cela n'est pas très utile. De plus, il y a un grand espace entre les lignes. Cela ne convient pas pour cette image car il y a des gradients intenses avec des changements rapides. Pour réduire l'écart entre les lignes, nous entrons simplement une valeur plus importante pour les échantillons par ligne. 15 a tendance à être une bonne valeur. Pour entrer une nouvelle valeur ici, nous devons cliquer à nouveau sur Générer pour appliquer les changements.

Le nombre de points d'échantillonnage placés automatiquement est désormais bien meilleur, avec un écart plus petit (et acceptable) entre les lignes. Le problème est que de nombreuses zones de l'image ne sont pas échantillonnées, notamment les coins les plus sombres. En effet, ces zones sont rejetées par *DynamicBackgroundExtraction* en fonction de la pondération de l'échantillon et de la tolérance définie.

Pour aider le processus à placer automatiquement plus de points d'échantillonnage, nous pouvons réduire le poids minimum de l'échantillon. Le réglage par défaut de 0,750 peut fonctionner correctement, mais je trouve qu'un réglage de 0,100 est préférable pour placer automatiquement des points d'échantillonnage. Pour modifier à nouveau ce réglage, il faut cliquer sur le bouton "Générer" pour placer à nouveau des points d'échantillonnage.

Nous constatons qu'il nous manque encore des points d'échantillonnage dans les zones clés des gradients présents - vers les coins les plus sombres. On note aussi que, malgré le fait que de nombreux points d'échantillonnage soient placés au-dessus, certains sont rejetés. Cela signifie que ces points d'échantillonnage ne seront pas inclus dans la génération de l'image modèle, ce qui n'est pas souhaitable car ces points d'échantillonnage se trouvent dans des zones importantes. Les points d'échantillonnage rejetés prennent une couleur différente de celle des cases claires. Par défaut, ils devraient être de couleur rouge, mais la couleur des dégradés de l'image que j'utilise comme exemple rend difficile la discernement de leur couleur rouge. Néanmoins, les points d'échantillon rejetés sont clairs et sont encerclés ci-dessous.

Le paramètre clé à ajuster maintenant est la *Tolérance*. La valeur par défaut de 0,500 est généralement excellente, mais pour des gradients plus intenses comme ceux présentés ici, il faut augmenter la *Tolérance* à une valeur plus élevée. Pour des gradients intenses comme ceux-là, des valeurs de 1.000 jusqu'à environ 1.500 fonctionnent généralement bien. L'objectif est de fixer cette valeur à la plus basse possible (mais généralement pas en dessous de 0,500 !) tout en s'assurant que tous les points de l'échantillon sont acceptés et qu'ils se trouvent sur toutes les zones de l'arrière-plan de l'image. Pour cette image, j'augmente la *Tolérance* à 1.000 et je clique à nouveau sur le bouton Générer pour placer automatiquement les points d'échantillonnage.

Remarquez que beaucoup plus de points d'échantillonnage sont maintenant présents et que l'image est en grande partie couverte. Remarquez également que les points d'échantillonnage centraux qui étaient auparavant rejetés sont maintenant acceptés. Vous pouvez cependant remarquer le long des halos d'étoiles brillantes qu'il y a des points d'échantillonnage et que ceux-ci sont rejetés. Je n'ajusterai pas la *Tolérance* pour cela, car ces points d'échantillonnage ne devraient pas être là pour commencer - souvenez-vous que les points d'échantillonnage doivent strictement couvrir le fond, et non les étoiles, la nébulosité ou les galaxies (ou les halos d'étoiles dans ce cas !).

Un léger problème est que, malgré la valeur de tolérance de 1.000 qui est très utile, il manque encore quelques points d'échantillonnage clés - les coins mêmes. Le coin inférieur droit a un point d'échantillonnage à cet endroit, mais il est rejeté. Idéalement, les coins devraient toujours être échantillonnés pour que ce processus fonctionne bien (sauf si les coins contiennent des objets que vous ne voulez pas voir échantillonnés !) J'augmente donc la *Tolérance* à 1.300 et je clique à nouveau sur le bouton *Generate* pour vérifier.

Les coins sont maintenant couverts par des points d'échantillonnage valables. L'augmentation de la tolérance peut avoir ajouté des points d'échantillons sur des zones indésirables (telles que les étoiles brillantes, les halos d'étoiles ou la nébulosité). C'est inévitable, mais nous pouvons de toute façon supprimer ces points d'échantillonnage problématiques. Avant 1.300, j'ai testé des valeurs de 1.100 et 1.200, mais malheureusement un ou deux coins étaient toujours omis ou rejetés. Si un point d'échantillonnage est placé dans un coin mais qu'il est toujours rejeté, vous pouvez choisir de déplacer manuellement le point d'échantillonnage, même légèrement hors du coin. Cela est généralement souhaitable plutôt que d'augmenter encore la tolérance, tant que le point d'échantillonnage se trouve toujours dans le coin. Une dernière remarque avant de poursuivre : la *DynamicBackgroundExtraction* ne doit être utilisée que sur les images qui n'ont pas de bords noirs

autour d'elles (ceux-ci ont tendance à apparaître en raison des processus d'empilage et d'enregistrement). Veuillez vous assurer que ces bords sont bien éliminés avant d'utiliser la fonction *DynamicBackgroundExtraction*. Cela permettra de s'assurer que l'image générée est une représentation fidèle de ce qui est affiché par l'image cible.

Nous en sommes maintenant à un stade où l'image est bien échantillonnée et où les gradients peuvent être modélisés par l'image générée. Le paramètre Facteur de lissage se charge de lisser l'image générée afin d'éliminer les valeurs aberrantes et de soustraire un modèle de gradients de fond doux à votre image cible. Le paramètre par défaut de 0,250 fonctionne exceptionnellement bien dans presque tous les cas. Vous pouvez tester de le diminuer légèrement pour obtenir une soustraction plus ciblée, mais généralement les valeurs inférieures à 0,100 ne fonctionnent pas très bien car les points d'échantillonnage sont pris trop au pied de la lettre.

Le réglage de la correction (soustraction ou division) est important en fonction de ce que l'on cherche à faire. Ce paramètre est traité dans les sections suivantes en fonction de l'application.

Le placement automatique des points d'échantillonnage est quelque peu aveugle, en fonction de votre image cible et des paramètres saisis dans *DynamicBackgroundExtraction*. Certains de ces points échantillons se trouveront inévitablement sur des zones qu'ils ne devraient pas se trouver - étoiles, halos d'étoiles, nébulosité, galaxies, etc. Ces points échantillons peuvent être légèrement déplacés et mis à l'arrière-plan, ou entièrement supprimés. Ces points échantillons peuvent être légèrement déplacés vers l'arrière-plan ou entièrement supprimés. Voici une procédure assez fastidieuse : examiner chaque point échantillon placé et déplacer ou supprimer ceux qui posent problème. Il est utile de zoomer un peu et de faire un panoramique ligne par ligne.

Ci-dessus, quelques exemples de points qui posent actuellement problème . En cliquant sur un point échantillon, vous le sélectionnez et afficherez ce qu'il chevauche dans la fenêtre du processus *DynamicBackgroundExtraction*.

La zone noire dans l'aperçu de la fenêtre de processus est la zone problématique - une zone trop lumineuse que le point d'échantillonnage recouvre. En faisant glisser le point d'échantillonnage légèrement vers la gauche et en l'amenant sur un fond pur, on résout le problème.

Il n'est pas nécessaire que les points d'échantillonnage soient parfaitement alignés les uns par rapport aux autres en belles rangées. Il suffit de bien échantillonner l'image et de n'échantillonner que le fond. Par conséquent, n'hésitez pas à déplacer légèrement chaque point d'échantillonnage par rapport à l'endroit où il a été automatiquement placé.

Lorsqu'il s'agit de points d'échantillonnage qui se trouvent au-dessus d'objets tels que des étoiles brillantes, des halos d'étoiles brillantes, de la nébulosité ou des galaxies, il aide à les supprimer. Il est inutile de regrouper trop de points d'échantillonnage, il est donc préférable de faire un trou dans les rangées en supprimant quelques points d'échantillonnage. Si vous n'êtes pas sûr à 100 % qu'un point échantillon recouvre effectivement une faible nébulosité, il est préférable de l'éloigner de l'objet en question, ou de le supprimer complètement, plutôt que de risquer de le laisser là. Gardez toutefois

à l'esprit que le lissage effectué sur l'image générée avant la soustraction permet de traiter certaines de ces valeurs aberrantes.

Pour supprimer des points de l'échantillon, il suffit de cliquer pour les sélectionner et d'appuyer sur la touche DEL de votre clavier. Le point échantillon suivant dans la ligne est alors sélectionné.

La capture d'écran ci-dessus montre tous les points de l'échantillon bien placés sur le fond, après en avoir déplacé certains. La zone encerclée comportait auparavant un point d'échantillonnage, qui a été supprimé. Il n'y avait pas beaucoup d'intérêt à déplacer ce point d'échantillonnage, car il faudrait le déplacer trop loin pour le placer en dehors de la zone où il se trouvait, et les zones environnantes étaient déjà couvertes par d'autres points d'échantillonnage. Il est préférable de supprimer les points d'échantillonnage problématiques dans ce scénario.

Ici encore, les points d'échantillonnage ont été déplacés hors du chemin des étoiles et les zones encerclées montrent où se trouvaient les points d'échantillonnage mais qui ont été supprimés en raison des halos d'étoiles brillantes et de la nébulosité (même si elle est faible).

Tout en vous assurant que tous les points d'échantillonnage sont bien placés et ne chevauchent pas d'autres objets, vous pouvez ajouter des points d'échantillonnage manuellement. N'hésitez pas à le faire en cliquant sur l'image cible. Les points échantillons ajoutés manuellement peuvent également être déplacés ou supprimés de la même manière.

Si, pendant que vous traitez les points d'échantillonnage, vous vous rendez compte que vous souhaitez augmenter ou réduire leur taille, il vous suffit d'entrer une nouvelle valeur sous Rayon d'échantillonnage par défaut. Cette fois-ci, cependant, pour éviter d'effacer tout le travail fastidieux que vous avez effectué, ne cliquez pas sur le bouton "*Generate*" car le placement automatique se fera à nouveau. Cliquez plutôt sur le bouton *Resize All*. Cela maintiendra le placement de vos points d'échantillonnage, mais vous n'aurez qu'à les redimensionner. Le bouton *Resize All* peut également être utilisé pour appliquer les autres paramètres tels que les nouvelles valeurs de tolérance. Ceci est utile si vous vous rendez compte soudainement que vous voulez ajuster la *Tolérance* mais que vous ne voulez pas recommencer. Il vous suffit de modifier la Tolérance et de cliquer sur Redimensionner tout.

Enfin, avant de passer aux applications spécifiques, vous pouvez sauvegarder votre travail. Comme *DynamicBackgroundExtraction* est un processus dynamique, la fermeture de la fenêtre ne conservera pas ses paramètres - tout votre travail sera perdu. Vous devrez plutôt créer une icône de processus. Cette opération s'effectue comme pour tous les autres processus de **PixInsight** - faites glisser le bouton "*New Instance*" de *DynamicBackgroundExtraction* sur l'espace de travail de **PixInsight**. Vous pouvez ensuite fermer la fenêtre du processus car un double-clic sur cette icône de processus vous permettra de visualiser votre travail sur l'image actuellement sélectionnée. Cette fonction est particulièrement utile si vous travaillez avec des images monochromes et que vous appliquez ce processus aux autres images individuellement. Après tout, les étoiles doivent se trouver aux mêmes endroits pour toutes les images monochromes, il est donc inutile de refaire tout le travail ci-dessus pour chacune d'entre elles !

Veillez noter qu'un double-clic sur l'icône du processus ouvrira *DynamicBackgroundExtraction* et placera les points d'échantillon (tels qu'ils ont été enregistrés) sur l'image actuellement sélectionnée. Ceci est utile si vous souhaitez vérifier la correspondance des paramètres avec l'image avant d'appliquer le processus. Vous pouvez cliquer sur le bouton "Resize All " après avoir double-cliqué sur l'icône du processus, pour vous assurer que les paramètres sont appliqués et que vos points d'échantillonnage affichent l'acceptation/le rejet, le cas échéant. Si toutefois vous souhaitez simplement appliquer ce que vous avez déjà mis en place, sans avoir à vous occuper de la fenêtre elle-même, il vous suffit de faire glisser l'icône du processus lui-même sur une image cible de votre choix. Le processus s'exécutera alors directement sur l'image cible.

2. Réduction de la pollution lumineuse

À ce stade, nous connaissons bien le fonctionnement de la *DynamicBackgroundExtraction*, mais nous ne l'avons pas encore appliquée à quelque chose de spécifique. Dans cette section, nous suivons ce qui précède, en appliquant le processus à la même image d'exemple. Voici le modèle que nous avons créé ci-dessus, avec tous les points de l'échantillon vérifiés individuellement et déplacés/supprimés, selon le cas.

Il y a deux réglages sous *Correction*. Il s'agit de la *Subtraction* et de la *Division*.

Pour réduire les effets de la pollution lumineuse, nous voulons soustraire l'image modèle générée de l'image cible. Pour cela, nous devons sélectionner *Subtraction* sous *Correction*.

Comme tous les points d'échantillonnage sont bien placés et que la méthode de correction est sélectionnée, il ne nous reste plus qu'à appliquer le processus à l'image cible. Deux images apparaissent après l'application. Elles ont toutes deux été étirées automatiquement en dessous pour plus de clarté.

L'image de gauche est l'image modèle générée, basée sur les points échantillons de l'image ainsi que sur les paramètres définis. Nous pouvons voir à quel point cela correspond au fond de pollution lumineuse de l'image cible. L'image de droite est le résultat final de la soustraction - une image qui affiche beaucoup plus de contraste dans les objets d'intérêt au-dessus du fond, grâce à la *DynamicBackgroundExtraction*.

L'exemple ci-dessus est considéré comme extrême dans le sens où l'image est noyée dans une lueur de pollution lumineuse, ce qui est attribué au fait qu'elle a été capturée sur un DSLR à travers une lentille standard, sans filtre de suppression de la pollution lumineuse et dans une zone de ciel nocturne qui présentait un certain degré de pollution lumineuse visible (à l'œil nu). Malgré cela, le résultat final est très satisfaisant par rapport à l'image initiale. Le processus pourrait en théorie être appliqué plus d'une fois, avec des paramètres légèrement modifiés. Par exemple, nous pourrions fermer l'image initiale et ne garder ouverte que l'image finale. En double-cliquant sur l'icône du processus que j'ai enregistré, le même modèle apparaîtra sur la nouvelle image.

A la lumière des détails révélés par la soustraction initiale, on peut maintenant s'aventurer à déplacer certains points d'échantillonnage, à en supprimer d'autres, à en placer de nouveaux sur des zones que l'on souhaite traiter davantage, etc. Dans mon exemple d'image, il y a un point échantillon tout en haut de l'image (près du centre) qui se trouve clairement au-dessus d'un halo d'étoiles brillantes. Au départ, il n'était pas clair qu'il se trouvait au-dessus d'un halo d'étoiles, en raison de la lueur de pollution lumineuse qui se trouve partout. Depuis, le point échantillon peut être simplement déplacé ou supprimé pour la deuxième application. De plus, comme la plupart des lueurs de pollution lumineuse ont maintenant disparu, nous pouvons réduire la valeur de tolérance de manière significative. Celle-ci devrait être ramenée à sa valeur par défaut de 0,500. Vous devrez cliquer sur le bouton "*Resize All*" pour appliquer le nouveau paramètre.

Étant donné qu'aucun point d'échantillonnage n'apparaît sous forme de carré rouge, cela signifie que rien n'est rejeté en raison de la valeur de tolérance réduite. C'est une bonne chose. Si toutefois un ou plusieurs points d'échantillonnage étaient rejetés, s'ils ne devraient pas l'être (c'est-à-dire s'ils sont effectivement sur fond), vous pourriez augmenter la tolérance légèrement au-dessus de 0,500, ou déplacer le point d'échantillonnage légèrement de sa zone actuelle.

Pour appliquer la fonction *DynamicBackgroundExtraction*, nous nous assurons que la fonction *Subtraction* est à nouveau sélectionnée dans la fonction *Correction*. Veuillez noter que si vous voulez simplement que le résultat final apparaisse, plutôt que la deuxième image montrant ce qui a été soustrait, vous pouvez activer l'option Rejeter le modèle d'arrière-plan. Cela ne fera apparaître que le résultat final.

L'application du processus donne maintenant le résultat final, qui montre un peu plus d'amélioration.

Il y a bien sûr des rendements décroissants dans les itérations ultérieures. En général, une seule itération fonctionne exceptionnellement bien. Il est possible que vous souhaitiez appliquer la procédure une seconde fois (avec une tolérance ramenée à 0,500 ou aussi proche que possible de ce chiffre) pour vérifier si vous bénéficiez d'un avantage supplémentaire. Veuillez noter que le résultat final ci-dessus comporte toujours une bande verticale et une bande brillante en bas. Ce ne sont pas des effets secondaires de la *DynamicBackgroundExtraction* - ils proviennent du DSLR utilisé pour capturer cette image.

Avant de passer à d'autres applications de *DynamicBackgroundExtraction*, voici un autre exemple d'image digne d'intérêt. Il s'agit d'une image linéaire (mais auto-étirée) de la nébuleuse du Pélican en H-Alpha, capturée à l'aide d'un filtre à bande passante de 3 nm.

L'image est déjà très nette et assez exempte de gradients de pollution lumineuse évidents. Cependant, il est généralement bon d'appliquer la méthode *DynamicBackgroundExtraction* une seule fois, même sur des images aussi propres. Même si la correction est mineures elle nettoie les images et fait ressortir un contraste supplémentaire. En raison de la quantité de nébulosité présente dans cette image, plutôt que de placer automatiquement des points d'échantillonnage comme indiqué ci-dessus, j'ai choisi de placer chacun d'entre eux manuellement. J'ai d'abord commencé par en placer quelques unes, puis je les ai redimensionnées pour m'assurer qu'elles étaient de la bonne taille. Une fois qu'ils ont été correctement dimensionnés, j'ai continué à couvrir toutes les zones de l'image qui

devraient être en arrière-plan, que mes points d'échantillonnage aient été rejetés ou non car je les ai placés manuellement, la tolérance et le poids minimum de l'échantillon pouvant être modifiés ultérieurement (puis j'ai cliqué sur *Resize All* pour appliquer les nouveaux paramètres) jusqu'à ce que tous mes points d'échantillonnage soient acceptés.

Cette technique entièrement manuelle est bonne lorsque vous avez des tonnes de nébulosité et que vous ne pouvez placer qu'un petit nombre de points d'échantillonnage pour commencer (il faudrait plus de temps pour passer en revue les nombreux points d'échantillonnage placés automatiquement et en supprimer une grande partie !). Il est généralement bon de couvrir chaque coin de l'image et le long des quatre bords, plus plusieurs vers le centre. Cependant, comme dans ce cas, je ne peux pas placer de points d'échantillonnage dans le coin supérieur gauche en raison d'une nébulosité excessive à cet endroit. Ce n'est pas un problème, car il est clair qu'il n'y a pas de fond clair à cet endroit de toute façon.

Là encore, *Subtraction* est sélectionnée sous la rubrique *Correction* parce que nous voulons soustraire tout fond de pollution lumineuse. En appliquant le processus, on voit les deux images apparaître.

L'image de gauche est l'image originale. L'image du milieu est la nouvelle image, après soustraction de l'image de droite (l'image modèle générée). L'amélioration des détails et du contraste est très nette, même sur cette image à bande ultra étroite capturée avec de nombreuses heures d'exposition et dans une zone sombre du ciel nocturne.

3. Extraction du gradient

On peut dire que nous avons déjà couvert l'élimination des gradients avec tout ce qui précède et c'est effectivement le cas - la pollution lumineuse peut générer certains gradients dans les images, qui sont éliminés avec la procédure ci-dessus. En outre, le vignettage du système optique (et le manque de calibrage avec les flats) introduira ces gradients, également clairement supprimés ci-dessus. Cette section indique cependant ce qu'il faut faire lorsqu'une partie de votre image présente une lueur clairement localisée et que vous souhaitez la réduire.

L'exemple utilisé pour cette section est la même image de la nébuleuse du Pélican que ci-dessus, mais cette fois-ci dans Oxygène-III, également capturée à l'aide d'un filtre à bande passante de 3 nm.

Il est très clair, d'après la capture d'écran ci-dessus, que l'image contient de la nébulosité, mais elle semble également être noyée dans une certaine lueur du côté droit et du coin supérieur droit. Cette lueur est en fait due au capteur CCD lui-même (la fameuse lueur Sony que l'on trouve dans certaines caméras). Comme il ne s'agit pas de nébulosité, nous pouvons la traiter comme un arrière-plan que nous souhaitons réduire.

La procédure pour le faire est la même et comme il y a pas mal de nébulosité, j'ai choisi de le faire manuellement en ajoutant simplement des points d'échantillon en cliquant.

Comme vous le remarquerez, certains de mes points d'échantillonnage placés manuellement ont été rejetés par les paramètres actuels. Cela est dû à une faible valeur de *Tolérance*. Cela ne s'est pas produit avec l'image H-Alpha car le fond était d'intensité assez neutre. Dans cette image Oxygen-III, le fond présente un gradient clair et intense. Augmenter la tolérance et cliquer sur le bouton "*Resize All*" pour vérifier est la clé pour que tous les points de l'échantillon soient acceptés.

Certains points de l'échantillon ont également été déplacés très légèrement (les têtus) pour éviter d'avoir à augmenter encore la tolérance, tout en pouvant garder un point de l'échantillon autour de cette zone générale.

Avant de poursuivre, nous remarquons que le gradient de fond n'est absolument pas centré dans cette image. Il est assez décalé vers le coin supérieur droit. Nous déplaçons donc un peu le réticule vers le coin supérieur droit. De plus, nous plaçons davantage de points d'échantillonnage dans les zones où les gradients sont les plus intenses et où l'intensité du fond est la plus forte. Cela permet d'échantillonner de manière plus appropriée les zones présentant des changements importants et rapides.

Une fois cette étape franchie, une dernière vérification est effectuée pour s'assurer que tous les points de prélèvement sont bien placés et sont acceptés par les paramètres. *Subtraction* est sélectionnée sous *Correction* et le processus est ensuite appliqué.

Le résultat final est bien meilleur, car l'arrière-plan est nettement plus neutre, réduit en intensité et présente des détails plus profonds et un contraste plus marqué dans la nébulosité (image du milieu, par rapport à l'image de gauche, qui est l'originale).

Certains gradients sont assez tenaces et nécessitent une seconde application du même modèle *DynamicBackgroundExtraction* (avec une tolérance réduite, de retour à 0,500 si possible) pour les éliminer complètement. Parfois, cependant, il suffit d'ajouter des points d'échantillonnage supplémentaires sur des zones de changements importants et rapides. Le facteur de lissage peut être réduit légèrement en dessous de la valeur par défaut de 0,250 si une soustraction plus ciblée est souhaitée, mais attention à cela car cela peut rapidement apporter moins de bénéfices qu'attendus. J'ai constaté que des valeurs inférieures à 0,100 pour le facteur de lissage réduisent rapidement les avantages.

Les gradients tenaces peuvent nécessiter des allers-retours entre la modification des points d'échantillonnage et des paramètres et l'application du processus pour vérifier le résultat final. Il est utile de permettre à l'image du modèle généré de s'afficher après la soustraction, car cette image vous montre précisément ce que *DynamicBackgroundExtraction* a généré (en fonction de vos points d'échantillonnage et de vos paramètres) puis soustrait.

4. Flat artificiel

L'étalonnage des images est une technique clé pour produire de bonnes images. Le calibrage avec des flats est généralement une très bonne idée car il supprime le vignettage inhérent au système

optique et, avec de bons flats, il élimine les poussières présentes dans le train optique. Cependant, un certain nombre de raisons peuvent faire que vous n'avez pas de flats appropriés pour une image et que vous obteniez ainsi une image avec un vignettage très clair, comme cette image de la nébuleuse du Voile en Luminance.

L'image ci-dessus est linéaire (mais auto-étirée), et n'a été calibrée qu'avec un bias (pas de flat, exprès, pour donner cet exemple). La technique suivante montre comment utiliser la fonction *DynamicBackgroundExtraction* pour corriger artificiellement vos images. La mise en garde est que cette technique n'élimine pas les poussières et ne fonctionne donc bien que pour des images propres. En suivant cette technique, on peut enlever les poussières avec l'outil *CloneStamp*, par exemple, à moins qu'elles ne soient très inesthétiques ou que vous en ayez beaucoup.

Ce que nous voulons faire, c'est que *DynamicBackgroundExtraction* génère une image modèle de l'arrière-plan et, au lieu de la soustraire, la divise en image cible. La division est le processus exact de calibrage avec des flats. Vous savez peut-être déjà comment cela va fonctionner. Nous commençons avec exactement la même procédure que ci-dessus - en plaçant des points d'échantillonnage sur toute l'image, en nous assurant que tous les bords et les coins sont bien échantillonnés (en particulier maintenant que nous souhaitons générer une image modèle qui corrigera cette image - cela signifie que le modèle de vignettage lui-même doit être échantillonné complètement).

Comme le champ d'étoiles dans cet exemple d'image est très dense, nous utilisons une petite taille de point d'échantillonnage. De plus, comme la plus grande partie de l'image est en arrière-plan, nous choisissons de placer automatiquement les points d'échantillonnage. En raison du vignettage très clair, la tolérance doit être une valeur assez élevée pour placer les points d'échantillonnage partout où cela est nécessaire.

Ci-dessus, la couleur des points de l'échantillon a été changée du gris par défaut au violet vif en cliquant sur l'échantillon de couleur pour la couleur de l'échantillon. Cela a permis de voir plus facilement les points d'échantillon placés. Les points d'échantillon ont été placés automatiquement sur la base d'une grande valeur de tolérance de 1.500. Plus tard, chacun d'entre eux a été inspecté et déplacé hors des étoiles et de la nébuleuse. Une fois que tout était clair, la tolérance a pu être abaissée à 1.000 sans rejeter aucun point d'échantillonnage.

Les points échantillons étant prêts, nous avons sélectionné la *division* sous *Correction* (comme nous souhaitons aplatir cette image).

À ce stade, nous appliquons le processus et inspectons le résultat final.

Le résultat final est très clairement corrigé, avec l'augmentation du contraste global que cela apporte. L'image modèle générée montre également très clairement le motif de vignettage. Après la correction artificielle, vous pouvez supprimer les poussières évidentes à l'aide de l'outil *CloneStamp* (non couvert par ce tutoriel). Ce processus peut s'avérer difficile si les grains de poussière sont très gros ou si vous en avez beaucoup répartis sur l'image, en particulier s'ils chevauchent des objets intéressants. De ce fait, la correction artificielle ne remplace pas un calibrage avec de vrais flats !

Après la correction artificiel, on peut appliquer exactement le même modèle dans *DynamicBackgroundExtraction*, avec une tolérance abaissée à 0,500 (ou aussi proche que possible) et avec la *Soustraction* sélectionnée sous *Correction*. Cela permet d'éliminer tout gradient restant dans l'arrière-plan après l'avoir artificiellement corrigé.

Cet exemple est assez idéal tout simplement parce que j'ai tendance à garder mon train optique propre et donc sans poussière. Par conséquent, le processus de correction artificiel a été très réussi.

XI. Réduction de la taille des étoiles

Les images de nébuleuse étendue peuvent parfois nécessiter de très longues expositions et si vous n'utilisez pas de filtres à bande extrêmement étroite (comme la gamme de 3 nm d'Astrodon), les étoiles peuvent être considérablement gonflées. Les étoiles gonflées peuvent être un effet de la nébuleuse diffuse qui se faufile à travers l'arrière-plan. Réduire la taille des étoiles permet de les dégonfler efficacement en les pinçant vers l'intérieur avec un masque approprié.

Cette technique a déjà été documentée par [Rogelio Bernal Andreo](#). Elle est écrite ici à titre de tutoriel. Au-delà de la réduction de la taille des étoiles, nous passons également en revue une procédure d'élimination complète des étoiles, particulièrement adaptée aux images à bande étroite. Les deux procédures utilisent des masques d'étoiles et le processus de transformation morphologique.

Supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images, les processus et le travail avec les masques ([lire](#) ce qui suit, sections 3, 4 et 6).
- Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire](#) ceci).
- Connaissance de la production de masques de contour d'étoile ([Lire](#) ceci, section 3).

1. Préparer le masque d'étoiles avec StarMask

Nous commençons par l'image dans laquelle nous souhaitons réduire la taille des étoiles. Cette procédure est généralement appliquée à un certain nombre d'étapes du post-traitement. J'ai tendance à appliquer cette procédure après que la combinaison LRGB a été utilisée pour combiner mes images RVB de luminance et de couleur. À ce stade, les images sont non linéaires. L'exemple ci-dessous est la nébuleuse du voile oriental en tant qu'image LRGB non linéaire.

C'est un bon exemple simplement en raison du nombre d'étoiles présentes, et parce que c'est une image LRGB et que les étoiles sont donc quelque peu gonflées par les longues expositions. Pour produire le masque des contours des étoiles, nous devons d'abord neutraliser la luminosité sur l'ensemble de l'image. Cela permettrait au processus *StarMask* de mieux capter les étoiles, quelle que soit leur luminosité comparative. Pour ce faire, nous ouvrons le processus *HDRMultiscaleTransform*.

Bien sûr, nous ne voulons pas appliquer ce processus à notre image elle-même, donc nous dupliquons l'image (cliquez dessus avec le bouton droit de la souris et cliquez sur Dupliquer).

Comme nous voulons neutraliser la luminosité de l'image afin de produire un bon masque des contours des étoiles, nous serons agressifs quant à la manière d'appliquer la *HDRMultiscaleTransform*. Réglez le nombre de couches sur 3. Le reste des réglages peut être laissé par défaut. Une fois l'image dupliquée sélectionnée, cliquez sur Appliquer sur *HDRMultiscaleTransform* (ou faites glisser le bouton Nouvelle instance sur l'image).

La luminosité de l'image ayant été neutralisée dans notre double, nous pouvons maintenant en tirer un bon masque de contour d'étoile. Pour cela, nous ouvrons le processus *StarMask*.

Nous devons d'abord déterminer où se situe la limite de bruit pour notre bruit de fond. Pour ce faire, il suffit de zoomer assez fort jusqu'à ce que vous voyiez les plus petites étoiles et votre arrière-plan (pas de faible nébulosité - l'arrière-plan réel). Cliquez avec le bouton gauche de la souris n'importe où sur l'arrière-plan et maintenez le bouton gauche enfoncé. L'aperçu de lecture vous donnera les valeurs de R, G et B (sauf si votre image est monochrome, auquel cas il vous donnera une seule valeur K).

Les valeurs R, G et B semblent toutes tourner autour de 0,22 pour mon image. Les petites étoiles de l'image sont nettement plus élevées, juste au-dessus de 0,4 et plus. Si nous maintenons la valeur seuil de bruit du *StarMask* à sa valeur par défaut de 0,10000, il captera de petites taches de bruit comme des étoiles, et nous ne voulons pas que cela se produise. Comme mes plus petites étoiles semblent planer juste au-dessus de 0,4, je vais entrer 0,4 dans *Noise threshold*.

Pour inclure des étoiles plus grandes dans le masque des contours des étoiles, nous allons augmenter l'échelle à 6. Cette valeur inclut les étoiles de l'échelle habituelle que vous voudriez réduire en taille (il se peut qu'elle n'inclue pas les étoiles massives dans les images et il faudrait donc l'augmenter davantage pour les inclure). Nous réduirons *Large Scale* et *Small Scale* à 0 car cela

empêchera le masque stellaire d'augmenter artificiellement la taille des étoiles captées (nous voulons que les étoiles du masque stellaire aient leur taille réelle par rapport à l'image).

Nous ne voulons pas lisser les contours des étoiles capturées, car les petites seraient lissées pour ressembler aux vraies étoiles (plutôt qu'aux petits contours des étoiles). Pour éviter cela, nous réduisons simplement la valeur par défaut de *Smoothness* à une valeur beaucoup plus faible, par exemple 5. Nous activons également l'option *Contours* car c'est le principal objectif du masque que nous voulons produire. En outre, pour que les contours des étoiles qui apparaissent soient plus visibles, nous effectuons un étirement de l'image du masque des contours des étoiles en réduisant les tons moyens à environ 0,10000.

Le procédé *StarMask* est maintenant appliqué à l'image dupliquée - celle dont la luminosité a été neutralisée auparavant. Il suffit de sélectionner cette image et de cliquer sur le bouton Appliquer du *StarMask* (ou de glisser-déposer le bouton Nouvelle instance du *StarMask* sur l'image). La nouvelle image du masque de contour d'étoile apparaîtra.

Vous pouvez maintenant fermer le processus *StarMask*. Vous pouvez également fermer l'image dupliquée qui a été neutralisée en termes de luminosité, car nous n'en aurons plus besoin. Il suffit d'appliquer le masque de contour d'étoile à l'image originale. Vous pouvez cacher le masque après l'avoir appliqué, sinon la plus grande partie de l'image originale apparaîtra en rouge et vous ne pourrez pas voir les effets de la réduction de la taille des étoiles.

La deuxième capture d'écran ci-dessus montre que le masque est toujours appliqué à l'image originale, mais qu'il est caché.

2. Reduire la taille des étoiles avec *MorphologicalTransformation*

Avec le masque appliqué à notre image originale, nous procédons maintenant à la réduction effective de la taille des étoiles. Pour cette procédure, nous utilisons le processus *MorphologicalTransformation*.

Le meilleur opérateur à utiliser à cette fin est *Morphological Selection*. Cet opérateur effectue une combinaison d'érosion (diminution de la taille) et de dilatation (augmentation de la taille). L'une de ces opérations est plus efficace que l'autre, mais le fait qu'elle combine les deux permet d'obtenir un résultat final plus satisfaisant que la simple érosion.

La valeur par défaut de la sélection 0,50 ne fait rien car elle s'érode autant qu'elle se dilate. Si nous diminuons la valeur de Sélection en dessous de 0,50, elle s'érodera plus qu'elle ne se dilate. Inversement, si nous augmentons la valeur de Sélection au-dessus de 0,50, elle se dilatera plus qu'elle ne s'érode. Puisque nous souhaitons éroder plus que dilater, nous diminuons la valeur de Sélection. Je trouve qu'une bonne valeur à utiliser à cette fin se situe généralement autour de 0,20. *Amount* prend la même signification que dans d'autres processus. Si nous la laissons à la valeur par défaut de 1,00, le résultat final sera purement l'image altérée (avec les tailles d'étoiles réduites). Nous pouvons au contraire choisir de diminuer légèrement *Amount* afin d'obtenir un mélange entre

l'image originale et l'image à taille d'étoile réduite (pour un résultat final plus beau). Je vais donc modifier *Amount* à 0,75. Cela correspond à 75 % de l'image de taille réduite des étoiles avec 25 % de l'image originale. Les itérations doivent être légèrement augmentées et une seule demande (itérations 1) est insuffisante à cet effet. Les bonnes valeurs d'itérations à utiliser ici sont généralement 3 ou 4. Dans ce cas, j'opterai pour 4.

La seule chose qui reste à modifier est *Structuring Element*. Celui-ci définit la façon dont *MorphologicalTransformation* est appliquée à votre image. Comme nous avons affaire à des étoiles, il est préférable de faire ressembler *Structuring Element* à une étoile dans sa forme. Une façon rapide de le faire est d'augmenter la taille à 5 (25 éléments).

Vous remarquerez que *Structuring Element* à gauche est maintenant de taille 5 par 5. Pour créer une forme d'étoile, il suffit de cliquer sur tous les carrés noirs, sauf les quatre coins. En cliquant dessus, ils deviennent blancs, ce qui les active. Si vous faites une erreur et que vous souhaitez rendre un carré blanc noir, il vous suffit de cliquer sur le carré tout en maintenant la touche CTRL de votre clavier enfoncée. Lorsque vous avez terminé, votre élément de structuration devrait ressembler à ce qui suit.

Il ne reste plus qu'à appliquer *MorphologicalTransformation* à l'image originale (avec le masque des contours de l'étoile). Il suffit de cliquer sur *Apply* (ou de faire glisser son bouton Nouvelle instance sur l'image originale). Vous trouverez ci-dessous deux captures d'écran. La première est avant l'application, la seconde est après l'application.

La différence est nettement perceptible, une plus grande partie de la nébuleuse diffuse devenant visible et la nébuleuse dans son ensemble se démarquant davantage. Si vous souhaitez être plus agressif à ce sujet, vous pouvez augmenter davantage les itérations ou diminuer davantage la sélection. Je recommande de laisser *Amount* à 0,75 au maximum, afin de produire un résultat final d'apparence plus naturelle.

Une fois que vous êtes satisfait, vous pouvez fermer le processus *MorphologicalTransformation* et fermer le masque des contours des étoiles sans le sauvegarder. Il est important de noter que si vous souhaitez appliquer cette procédure une seconde fois (en conservant les modifications de la première application), vous devez recréer le masque de contour des étoiles comme décrit dans la section 1. Ceci doit être fait parce que les étoiles présentes dans l'image sont maintenant plus petites et donc leurs contours sont également plus petits, et le masque de contour des étoiles doit être représentatif de cela.

3. Retirer complètement les étoiles

La suppression des étoiles est une chose qui peut sembler un peu étrange au début, mais qui peut aussi produire des images assez étonnantes. Cette procédure est toujours effectuée sur des images à bande étroite et n'est jamais vraiment effectuée sur des images LRGB. Sur les images à bande étroite, les étoiles apparaissent naturellement moins gonflées et peuvent être plus facilement

enlevées tout en conservant un aspect naturel à l'image. C'est particulièrement le cas des images à bande étroite qui ont été capturées avec des filtres à bande extrêmement étroite, comme la gamme de 3 nm d'Astrodon. Par exemple, l'image ci-dessous est une image à bande étroite de la palette bicolore (H-Alpha et Oxygène-III seulement) capturée avec les filtres Astrodon 3nm. Elle est assez avancée dans le post-traitement et est déjà réduite en bruit et non linéaire.

La principale exigence de la suppression des étoiles est un bon masque d'étoiles. Il est généralement difficile d'extraire toutes les étoiles de l'image si certaines sont au-dessus du fond et d'autres au-dessus d'une nébuleuse brillante. Ce qui se passe généralement, c'est que votre masque stellaire ne reproduit pas les étoiles qui sont au-dessus de la nébulosité. Une bonne technique pour obtenir les étoiles dans une image consiste à supprimer les couches de structure à grande échelle. Comme nous travaillons ici avec une image en couleur, nous devons d'abord en extraire une image de Lightness. Si vous travaillez avec une image monochrome, vous pouvez aller un peu plus loin.

Avant d'extraire une image Luminosité de l'image couleur que nous avons ouverte, nous devons d'abord ouvrir le processus *RGBWorkingSpace*, régler tous les *Coefficients de Luminance* (Rouge, Vert et Bleu) à 1.000000 et cliquer sur le bouton Apply Global.

Ce que *RGBWorkingSpace* a fait, c'est définir la Luminance de l'image sur laquelle nous travaillons pour qu'elle soit constituée d'une contribution égale de chaque canal de couleur. De cette façon, l'image de luminance que nous extrayons est une représentation fidèle de ce que nous voyons. Pour extraire une image Luminosité, ouvrez le processus *ChannelExtraction*, mettez-le en mode *CIE L*a*b**, désactivez a et b (laissez seulement L activé) et cliquez sur Apply.

Nous pouvons maintenant fermer *ChannelExtraction*. Pour supprimer la nébuleuse de cette image tout en y conservant les étoiles, nous devons utiliser le processus *MultiscaleLinearTransform* pour supprimer entièrement les grandes couches d'ondelettes.

Essayons d'abord avec les 4 couches par défaut. Pour désactiver les structures plus grandes que la couche 4 (8 pixels), il suffit de double-cliquer sur la couche nommée R (Résidu). Une fois fait, appliquez le processus à l'image Légèreté.

Bien que la nébuleuse semble avoir complètement disparu et qu'il reste beaucoup d'étoiles, beaucoup d'étoiles de taille moyenne (et les plus grandes) ont également disparu. Nous pourrions vouloir conserver certaines de ces étoiles de taille moyenne dans cette image de masque, au moins. Par conséquent, nous annulons les modifications apportées à l'image et sélectionnons une valeur plus grande pour les couches dans *MultiscaleLinearTransform*. Par exemple, je vais essayer 6. Cela montrera les 6 premières couches et donc la désactivation de la couche R (Résidu) supprime maintenant les structures plus grandes que la couche 6 (32 pixels). En appliquant à nouveau le processus à l'image de Luminance, on obtient un meilleur résultat, en montrant plus d'étoiles.

Malheureusement, l'inclusion d'étoiles plus grandes s'accompagne de l'inclusion de structures plus grandes ce qui inclut une part de la nébuleuse. Je peux faire un petit compromis en choisissant plutôt 5 pour les couches et en désactivant la couche R (résiduelle), qui supprime les structures plus grandes que la couche 5 (16 pixels).

C'est un bon compromis puisqu'il comprend des étoiles de taille moyenne mais peu de nébuleuse. Comme je suis satisfait de ce masque d'étoile particulier jusqu'à présent, je ferme la *MultiscaleLinearTransform*. Le processus *HistogramTransformation* peut maintenant nous aider à éliminer la nébulosité restante tout en accentuant les étoiles dans l'image du masque stellaire. Nous ouvrons donc ce processus, sélectionnons l'image de luminance qui s'y trouve et activons l'aperçu en temps réel sur celle-ci.

L'objectif est d'étirer l'image comme on le fait habituellement - en faisant glisser le curseur des tons moyens vers la gauche. Vous remarquerez rapidement que la nébuleuse restante commence à gagner en contraste, ce qui n'est pas bon.

Pour éliminer cette nébuleuse restante, il suffit de faire glisser le curseur du point noir vers la droite, en coupant complètement ces points faibles. Évitez d'en faire trop, car les petites étoiles disparaîtront également si vous allez trop loin, mais évitez si possible de conserver les principales caractéristiques de la nébuleuse.

Une fois satisfait, appliquez le processus à l'image Luminance et fermez *HistogramTransformation* et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel. Si nous zoomons sur notre image, nous voyons qu'il reste en effet une certaine nébulosité.

Il faut maintenant s'attaquer à ce problème avec *CloneStamp* pour le supprimer complètement. *CloneStamp* va littéralement copier une zone de l'image que vous sélectionnez, par-dessus la zone que vous peignez. Nous clonons simplement les zones noires de l'image sur ces parties nébuleuses pour les supprimer complètement, en faisant attention à ne pas supprimer des étoiles ou en ajouter de nouvelles (en les clonant) accidentellement. Pour utiliser le *CloneStamp*, il suffit de définir un Rayon et de cliquer sur une partie noire de l'image tout en maintenant la touche CTRL de votre clavier enfoncée. Ensuite, il suffit de peindre par-dessus les zones de nébulosité. Vous devrez continuellement ajuster la zone que vous clonez en cliquant avec la touche CTRL sur les zones noires de l'image pour éviter de cloner de nouvelles étoiles dans l'image.

Une fois que toute la nébuleuse a été supprimée, cliquez sur le bouton Exécuter du *CloneStamp* (icône verte) pour appliquer les modifications. Comme vous utilisez déjà *CloneStamp*, c'est l'occasion de supprimer les étoiles que vous ne voulez pas voir disparaître de votre image originale. Après tout, cette image de masque d'étoile que nous créons sera utilisée pour cibler les étoiles de l'image originale, pour les supprimer. Pour choisir des étoiles spécifiques, il est utile de faire un zoom arrière complet et de superposer l'image du masque d'étoile sur l'image originale. La transparence nous permet de repérer les étoiles que nous voulons laisser intactes.

Ci-dessus, j'ai entouré les étoiles que je voudrais voir intactes dans l'image originale. J'ai choisi ces dernières parce qu'elles sont particulièrement brillantes et qu'elles sont peu gonflées. Elles peuvent être extrêmement fastidieuses à enlever et ne sont normalement pas retirées complètement car elles sont trop grosses pour s'atténuer dans la nébuleuse environnante. Tenter de les enlever tend à entraîner des discontinuités étranges dans la nébuleuse. Si vous souhaitez vraiment retirer toutes les étoiles, vous pouvez certainement le faire, mais il est préférable d'éviter de les gonfler trop fortement lors des expositions et du post-traitement, afin que cette procédure soit plus facile à réaliser sur elles.

Dans tous les cas, pour éviter d'enlever ces étoiles, je retourne à mon image de masque d'étoile et j'utilise *CloneStamp* pour les enlever comme je l'ai fait pour la nébulosité visible.

Une fois l'image du masque d'étoile préparée, nous l'appliquons maintenant comme un masque à l'image originale. Nous cachons également le masque afin de voir ce qui se passe lorsque nous enlevons les étoiles.

Avec le masque stellaire en place, tout est protégé sauf les étoiles que nous avons choisi de cibler. Nous allons d'abord éroder les étoiles en taille plusieurs fois avant de mélanger leurs restes avec la nébulosité environnante. Pour éroder les étoiles, nous utiliserons *MorphologicalTransformation*.

Comme dans une section précédente de ce tutoriel, nous gardons *Structuring Element* ressemblant à une forme d'étoile, avec une taille fixée à 5 (25 éléments). L'opérateur que nous utiliserons est l'érosion (minimum). Nous laisserons les paramètres par défaut et appliquerons le processus trois fois à l'image originale (avec l'image du masque d'étoile active). Nous pourrions l'appliquer une seule fois avec les itérations définies à 3 mais il est bon de l'appliquer trois fois avec les itérations définies à 1 afin de pouvoir défaire et refaire chaque application pour que vous puissiez regarder les étoiles s'éroder en taille. Après avoir fait cela, il semble y avoir un problème avec les étoiles, qui est visible lorsque nous zoomons sur une zone où elles sont nombreuses.

Ce que nous voyons est le résultat d'un décalage entre la taille des étoiles dans l'image originale et la taille des étoiles dans l'image du masque stellaire. En effet, les étoiles dans l'image du masque stellaire sont un peu plus petites que dans l'image originale, ce qui signifie que lorsqu'elles sont érodées en taille, leur halo est laissé derrière dans l'image originale et cela produit ces discontinuités que nous observons. Cette réduction de la taille des étoiles est probablement le résultat de l'application de *HistogramTransformation*, qui a noirci les halos d'étoiles plus faibles qui les entourent, ce qui a eu pour effet de réduire un peu la taille des étoiles. Pour compenser cela, nous pouvons utiliser *MorphologicalTransformation* sur l'image du masque stellaire.

Tout d'abord, nous annulons les modifications apportées à l'image originale, puis nous réglons l'opérateur sur Dilatation (maximum) dans *MorphologicalTransformation*. Pour augmenter un peu la taille des étoiles, nous appliquons simplement les paramètres par défaut (avec les itérations laissées à 1). Ceci est appliqué à l'image du masque d'étoile, et non à l'image originale. Une fois cela fait, nous retournons à l'image originale, nous sélectionnons à nouveau Érosion (Minimum) sous Opérateur dans *MorphologicalTransformation* et nous appliquons à l'image originale trois fois les paramètres par défaut.

Cela semble certainement mieux correspondre, mais il reste encore une certaine discontinuité, donc il est clair que nous devons dilater un peu plus les étoiles dans l'image du masque stellaire. Nous répétons donc le processus décrit ci-dessus, mais la dilatation dans ce cas ne doit être que mineure, c'est pourquoi nous avons réglé *Amount* à 0,50 pour dilater un peu plus les étoiles dans l'image du masque stellaire. Une fois cela fait, nous érodons à nouveau trois fois les étoiles de l'image originale.

Il semble que la correspondance soit beaucoup plus étroite. Les discontinuités restantes sont plus douces et seront corrigées plus tard. Nous devrions continuer à appliquer l'érosion jusqu'à ce que nous puissions à peine voir les étoiles. C'est pourquoi nous maintenons *Amount* à 1,00. Si nous l'abaissions, il resterait encore quelques étoiles, juste un peu plus faibles. Il suffit de continuer à appliquer *MorphologicalTransformation* en mode d'érosion (minimum) encore et encore jusqu'à ce que les étoiles ressemblent plus ou moins à ce qui suit.

Il est maintenant temps de lisser ce qui reste. Vous pouvez fermer le processus *MorphologicalTransformation* et ouvrir le processus *MultiscaleMedianTransform*.

Comme nous avons déjà produit l'image du masque d'étoile en désactivant la couche R (résiduelle) après la couche 5, nous ferons de même ici. Nous sélectionnons 5 sous Couches, puis nous double-cliquons pour désactiver les cinq premières couches, en ne laissant active que la couche R (Résidu).

Il s'agit maintenant simplement d'appliquer le processus *MultiscaleMedianTransform* à notre image originale plusieurs fois, avec l'image du masque d'étoile toujours active. Ce processus va fusionner les zones environnantes afin de lisser le résultat final. Appliquez ce processus autant de fois que vous le jugez nécessaire, mais l'appliquer quatre à huit fois n'est pas aussi rare qu'on pourrait le penser. Vous n'aurez peut-être à l'appliquer que trois ou quatre fois - cela dépend de votre image particulière et de son aspect. Le tableau ci-dessous montre mon résultat après cinq applications.

Ce qui précède montre comment la grande majorité des étoiles (celles que j'ai choisi de ne pas laisser de côté) ont été retirées de l'image. Si vous êtes satisfait des résultats, vous pouvez fermer *MultiscaleMedianTransform* et l'image de masque d'étoile que nous avons créée précédemment.

Quelques notes finales avant de fermer. Il est très clair que l'image de masque d'étoile est la clé du succès ici et plus cette image de masque d'étoile ressemble aux étoiles de votre image originale, mieux la suppression sera faite. Si vous avez des problèmes pour exclure la nébulosité tout en conservant les petites étoiles dans l'image du masque stellaire, vous pouvez en fait utiliser le processus *StarMask* pour en faire une image de masque stellaire (après application de *MultiscaleLinearTransform*). *HistogramTransformation* et *CloneStamp* peuvent alors être utilisés comme ci-dessus, sauf que votre travail d'exclusion de la nébulosité tout en conservant les petites étoiles peut être facilité par l'utilisation de *StarMask*. Il est également très clair qu'il est difficile d'éliminer les étoiles présentant un ballonnement important ou des halos colorés sans laisser d'imperfections dans le résultat final. C'est un effet fantastique sur les images à bande étroite, mais l'étendue de l'application à ses propres images est laissée à l'entière discrétion du lecteur.

XII. Recadrage et redimensionnement des images

À un moment donné, nous finissons inévitablement par recadrer les images. C'est généralement au cours des premières étapes du post-traitement, afin d'éliminer les barres noires autour des images qui ont été enregistrées (ce qui est courant pour les astrophotographes qui réalisent des images en monochrome). D'autres fois, il s'agit de se débarrasser des parties disgracieuses d'une image (comme un coma excessif le long des coins) ou simplement de réduire la quantité de fond entourant la cible visée (si elle apparaît petite dans l'image). De plus, nous pouvons vouloir redimensionner les images pour les rendre plus grandes ou plus petites, tout en conservant tout ce qu'elles contiennent.

Ce tutoriel couvre principalement une fonction de base de **PixInsight** - le recadrage de vos images. Il le fait en couvrant deux processus. Il s'agit des processus *DynamicCrop* et *Crop* (le premier est dynamique alors que le second est non dynamique). Chacun de ces processus est couvert en détail afin d'apprendre à l'utilisateur comment les utiliser pleinement. Ce tutoriel couvre également le rééchantillonnage de vos images afin de les redimensionner tout en conservant toutes les informations affichées. Pour ce faire, vous devez utiliser le processus Resample.

Supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images et des processus ([Lire](#) les sections 3 et 4).

1. Recadrage avec *DynamicCrop*

DynamicCrop, comme son nom l'indique, est un processus dynamique. Cela signifie qu'une fois initialisé sur une image particulière, il ouvre une session sur cette image et doit être entièrement fermé pour pouvoir être utilisé sur une autre image qui est ouverte. Vous trouverez ci-dessous une image couleur non linéaire ouverte en même temps que *DynamicCrop*.

Pour initialiser *DynamicCrop*, nous pouvons soit créer une zone dans notre image en cliquant et en faisant glisser, soit cliquer sur le bouton *Reset* de *DynamicCrop*. Si nous cliquons sur le bouton *Reset*, l'image entière est sélectionnée par défaut.

Si nous cliquons sur le bouton Exécuter à ce stade, rien ne se passe car l'image entière est sélectionnée et aucun recadrage n'a donc lieu. Pour réduire la zone sélectionnée, il suffit d'aller sur l'un des quatre côtés de l'image et de cliquer et faire glisser vers l'intérieur pour déplacer la bordure. Veuillez noter que si vous cliquez et glissez accidentellement à l'intérieur de la zone déjà sélectionnée, vous déplacerez simplement la zone sélectionnée au lieu de modifier sa sélection. Pour éviter cela, il vous suffit de faire un zoom arrière sur votre image en une seule étape. Si vous passez la souris sur les limites de l'image, l'icône de la souris change pour indiquer que nous allons modifier la zone de sélection. À ce stade, nous pouvons cliquer et faire glisser ce côté vers l'intérieur.

Cette opération peut être répétée sur les trois autres côtés pour définir la zone de l'image que vous souhaitez conserver (les zones en dehors de la sélection seront coupées).

Pour recadrer cette partie de l'image, il suffit de cliquer sur le bouton Exécuter (icône verte) et l'image est modifiée. *DynamicCrop* peut être fermé à ce stade si vous n'avez pas besoin de l'utiliser plus tard.

Vous pouvez éviter de faire glisser les côtés de la zone sélectionnée vers l'intérieur en ne cliquant pas sur le bouton *Reset* de *DynamicCrop* pour commencer. Si vous ouvrez simplement votre image puis le processus *DynamicCrop*, sans cliquer sur son bouton *Reset* ou cliquer n'importe où dans l'image, il suffit de cliquer et de faire glisser une zone à l'intérieur de votre image.

Cette zone peut être affinée en faisant comme auparavant - en cliquant et en faisant glisser ses côtés vers l'intérieur ou vers l'extérieur. Il est également possible de la déplacer en cliquant n'importe où à l'intérieur et en la faisant glisser. Il existe cependant une autre transformation que nous pouvons lui appliquer - la rotation. Si vous souhaitez faire pivoter la zone sélectionnée, il vous suffit de passer la souris sur l'un des quatre coins, juste à l'extérieur de la zone sélectionnée. Le pointeur de la souris changera pour indiquer la rotation et vous pouvez cliquer et faire glisser la zone sélectionnée pour la faire tourner dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens inverse, selon votre choix.

Vous pouvez également définir un angle spécifique et préciser s'il doit être dans le sens des aiguilles d'une montre ou non dans la fenêtre de processus elle-même.

En cliquant sur Exécute à ce stade, l'image sera recadrée et la rotation sélectionnée sera également appliquée.

Les pixels étant carrés, une rotation de 90°, 180° ou 270° nécessite une interpolation de la part de **PixInsight** pour que l'image soit comme elle aurait été si elle avait été capturée à l'angle de rotation que vous avez défini. Par défaut, *DynamicCrop* détermine et utilise automatiquement le meilleur algorithme pour cette interpolation, mais vous pouvez en définir un manuellement à partir de sa liste, si vous le souhaitez.

Enfin, nous pouvons sélectionner avec *DynamicCrop* une zone plus grande que l'image elle-même - elle peut être plus grande sur un, deux, trois ou les quatre côtés. Si vous cliquez sur le bouton *Reset* et que l'image elle-même est sélectionnée seule, vous pouvez choisir de faire glisser les côtés vers l'extérieur plutôt que vers l'intérieur, ce qui étend la zone sélectionnée au-delà des limites de l'image. Vous n'êtes pas autorisé à créer manuellement une zone sélectionnée plus grande que l'image elle-même (par exemple si vous effectuez un zoom arrière), pour aider les utilisateurs à l'éviter (car il n'est pas habituel qu'un utilisateur veuille faire cela !). Cependant, une fois que vous avez défini une zone, elle peut être étendue manuellement au-delà des limites de l'image, comme indiqué ci-dessus.

Si nous cliquons sur *Execute* à ce stade, l'image sera la même mais avec une bordure noire autour, selon la zone qui se trouve au-dessus des limites de l'image. Nous pouvons cependant définir une couleur particulière pour cette bordure. Cela se fait dans l'onglet *Fill Color* de *DynamicCrop*. Ici, nous pouvons entrer des valeurs R, G et B spécifiques de 0 à 1 correspondant à la couleur de la bordure.

En bas de *DynamicCrop*, vous voyez un aperçu de la couleur qui résulte des valeurs R, G et B entrées jusqu'à présent. Une fois que vous êtes satisfait, cliquez sur *Execute* pour produire cette bordure colorée.

Il s'agit de savoir comment utiliser pleinement le processus *DynamicCrop*. N'oubliez pas que puisqu'il s'agit d'un processus dynamique, vous devrez le fermer et le rouvrir si vous comptez l'utiliser sur une autre image que vous avez ouverte. Si toutefois vous souhaitez appliquer le même recadrage à un ensemble d'images, vous pouvez faire glisser le bouton *New Instance* de *DynamicCrop* sur l'espace de travail **PixInsight** et simplement faire glisser cette icône de processus sur chaque image que vous avez ouverte, pour appliquer exactement les mêmes paramètres de recadrage à chaque image.

2. Recadrage par processus Crop

Le processus de redimensionnement est un processus non dynamique, contrairement à *DynamicCrop*. Par conséquent, il est simplement ouvert sur le côté et une image ouverte peut être sélectionnée dans sa liste en haut (elle lit donc certains paramètres concernant l'image, comme sa taille actuelle).

Si nous développons les onglets *Résolution* et *Process Mode*, nous pouvons mieux voir comment fonctionne *Crop*.

En mode processus, le mode sélectionné par défaut est *Absolute Margin in pixels*. Cela signifie que vous allez définir votre recadrage en pixels. Nous pouvons sélectionner plusieurs autres options dans ce menu.

Si nous sélectionnons une des options liées aux pouces ou aux centimètres, alors ce que nous faisons à notre image dépendra des valeurs sous *Résolution*, puisque ces valeurs définissent combien de pixels il y a par unité de longueur (pouces ou centimètres). Je recommande fortement de laisser le mode de traitement par défaut des marges absolues en pixels sélectionné car il est beaucoup plus facile à utiliser que l'unité de longueur réelle (puisque la résolution joue alors un rôle dans la valeur réelle de ce que vous entrez dans votre image).

Pour recadrer à l'aide de la fonction *Crop*, nous avons deux options. Premièrement, nous pouvons entrer un nombre spécifique de pixels que nous voulons laisser sous *Target px* pour la largeur et la hauteur. Si nous choisissons de réduire le nombre de pixels de la largeur de 1000, le recadrage réduira de 500 pixels à gauche et de 500 pixels à droite (tout ce que vous entrez est divisé par 2 et est fait de chaque côté correspondant de l'image). Nous pouvons également entrer une valeur inférieure à % pour la largeur et la hauteur et les valeurs px cibles sont calculées en fonction de ce que nous entrons. Comme le nombre de pixels doit toujours être un nombre entier, toutes les valeurs de % ne sont pas autorisées et **PixInsight** fixera automatiquement la valeur en % la plus proche autorisée.

Ci-dessus, j'ai recadré mon image d'environ 80% en largeur et en hauteur. Remarquez que l'onglet *Marges/Anchors* en haut de l'écran contient des valeurs. Ces valeurs sont automatiquement saisies par **PixInsight** lorsque vous choisissez de définir vos paramètres de recadrage sous l'onglet *Dimensions*. Vous pouvez cependant saisir vous-même les valeurs ici. Ceci est nécessaire si vous souhaitez recadrer davantage le haut que le bas, par exemple, puisque par défaut le recadrage sera le même du haut que du bas. Il en va de même si vous souhaitez couper plus à gauche qu'à droite, par exemple. Nous pourrions entrer des valeurs telles que :

Les chiffres ont été saisis en tant que nombres négatifs afin de recadrer (soustraire de notre image). Ils ont conduit au recadrage suivant :

Si nous choisissons d'entrer des nombres positifs ici, ou d'entrer des valeurs de *Target px* ou de % pour *Width* et/ou *Height* plus grandes que l'original (par exemple, plus de pixels ou plus de 100 %), alors nous faisons l'inverse du recadrage. Dans ce scénario, l'image est agrandie au-delà de ses limites par les quantités spécifiées par l'utilisateur. L'utilisation des marges/anchors permet à l'utilisateur de définir précisément le nombre de pixels à agrandir de chaque côté. L'utilisation des dimensions signifie que ce que l'utilisateur choisit d'agrandir, se fait de manière égale sur les deux côtés correspondant à la largeur et à la hauteur. Comme pour *DynamicCrop*, nous pouvons définir la couleur de la bordure produite par l'expansion de l'image au-delà de ses limites, en entrant les valeurs R, G et B sous l'onglet *Fill Color*.

Cela couvre tout ce qu'il faut pour utiliser le procédé non dynamique *Crop* pour recadrer ses images.

3. Redimensionner avec Resample

Il est possible de redimensionner ses images pour les publier (en ligne ou sur papier), ou pour convertir une image binning 2x2 en une image binning 1x1, par exemple. Pour cela, **PixInsight** dispose du processus *Resample*.

Pour commencer, nous devons sélectionner l'image que nous souhaitons redimensionner dans la liste de *Resample* en haut. Le processus sera ainsi alimenté par des paramètres lus à partir de l'image elle-même, comme sa taille actuelle.

Pour plus de clarté, j'ai développé les onglets *Interpolation* et *Résolution* ci-dessus. Le processus *Resample* est extrêmement simple à utiliser. Il vous suffit de saisir de nouvelles valeurs sous *Target px* pour la largeur et la hauteur, ou des valeurs pour % pour la largeur et la hauteur, correspondant au redimensionnement que vous souhaitez effectuer. Par exemple, si nous entrons 50 % pour la largeur et la hauteur, **PixInsight** nous indique automatiquement combien de pixels cela va représenter sous *Target px*.

Tant que le rapport d'aspect "*Preserve Aspect ratio*" sera activé, nous serons obligés d'entrer les mêmes valeurs en % pour la largeur et la hauteur. De même, si vous entrez une valeur personnalisée pour la largeur sous *Target px*, vous entrerez automatiquement une valeur correspondante pour la hauteur en fonction du rapport d'aspect de l'image. La désactivation de cette fonction donne à l'utilisateur la liberté de déformer l'image, bien qu'il soit très probable que vous ne voudrez jamais vraiment désactiver la fonction *Preserve Aspect Ratio* pour un astrophotographe.

Sous l'onglet *Résolution*, nous pouvons modifier le nombre de pixels par unité de longueur que nous souhaitons. Ceci recalculera la taille physique de l'image sous Dimensions en conséquence, comme indiqué ci-dessous.

La réduction de la taille physique de l'image est due au fait que, bien que nous ayons conservé la même taille d'image en pixels, nous avons maintenant 300 pixels par pouce, contre 72 à l'origine.

Tout rééchantillonnage de l'image nécessitera un certain niveau d'interpolation afin que **PixInsight** recrée votre image fidèlement par rapport à l'original. Il existe un certain nombre d'algorithmes disponibles pour la sélection, si vous le souhaitez, bien que laisser l'algorithme réglé sur Auto sous Interpolation soit une bonne idée simplement parce que **PixInsight** sélectionnera automatiquement un algorithme approprié. Cela a toujours fonctionné exceptionnellement bien pour moi.

Il est probable que vous n'utiliserez vraiment le processus *Resample* que lorsque vous finaliserez une image pour la publication, qu'elle soit en ligne ou pour l'impression. Quoi qu'il en soit, ses paramètres vous permettront de tirer le meilleur parti des images finales en les reproduisant fidèlement sur papier ou en ligne.

XIII. Etirer des images linéaires en non-linéaires

Au fur et à mesure de leur capture et même après un prétraitement, les astrophotographies sont généralement très peu convaincantes. La nature très faible de nos cibles rend les images presque entièrement noires, ce qui nous amène à nous demander pourquoi nous avons pris la peine de les faire. En règle générale, tous les astrophotographies reçoivent au moins un post-traitement et l'étape principale de cette procédure est l'étirement des images. Ce qui commence comme une image linéaire (appelée ainsi car elle est pleinement représentative de ce qui a été enregistré au niveau du capteur de l'appareil photo) est étiré pour renforcer fortement le contraste entre les régions de luminosité voisines. Cela produit une image non linéaire car elle détruit la représentation originale de ce qui a été enregistré par le capteur de l'appareil photo, mais produit ce que nous considérons comme un astrophotographie viable, digne du temps passé à l'exposition.

PixInsight dispose d'un certain nombre de procédés permettant d'étirer les images linéaires jusqu'à un état non linéaire, qui peut ensuite être post-traité. Il s'agit de *AdaptiveStretch*, *AutoHistogram*, *HistogramTransformation* et *MaskedStretch*. *HistogramTransformation* est considéré comme le processus principal de **PixInsight** pour cette tâche, mais les autres sont également couverts pour des raisons d'exhaustivité.

Supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images et des processus ([Lire](#) ce qui suit, sections 3 et 4).
 - Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire](#) ceci).
-

1. Étirement avec AdaptiveStretch

AdaptiveStretch est un procédé très simple de **PixInsight**, qui vise à améliorer le contraste dans les zones d'une image au-dessus d'un seuil de bruit défini. Le tableau ci-dessous montre le processus ouvert à côté d'une image RVB en couleur actuellement linéaire.

Pour commencer avec *AdaptiveStretch*, nous ouvrons la fenêtre de prévisualisation en temps réel, qui nous donne une vue en temps réel de ce que les changements de paramètres vont faire à l'image si nous cliquons sur *Apply*. Nous activons également le graphique de courbe en temps réel pour voir à quoi ressemble l'étirement pour les paramètres définis.

Pour que l'étirement soit approprié, nous devrions activer la protection contre les contrastes, qui visera à protéger les zones claires de l'image contre la perte de contraste lorsqu'elles sont étirées. Pour ce faire, il suffit de cocher la case située à côté de la protection contre les contrastes.

L'activation de la protection contre les contrastes va probablement modifier votre vue de prévisualisation en temps réel d'*AdaptiveStretch* (comme cela a été le cas pour moi, comme indiqué ci-dessus), puisque le paramètre est maintenant introduit dans le stretch. Nous commençons par définir un seuil d'exposant au bruit approprié, qui définit l'ampleur du bruit. Pour la plupart des images, il semble que -4 soit un bon point de départ. Ensuite, nous pouvons ajuster le curseur pour définir la valeur précise que nous voulons. La prévisualisation en temps réel est suivie de près pendant que nous procédons à l'ajustement.

Nous avons maintenant défini où le bruit vit dans notre image, ce qui indique à *AdaptiveStretch* de ne pas l'étirer, mais plutôt de l'atténuer quelque peu. Cela semble rendre l'arrière-plan plus sombre tout en faisant ressortir les détails des étoiles et la nébuleuse de l'image. L'étirement actuel peut ne pas sembler idéal, c'est pourquoi nous ajustons maintenant la protection contre les contrastes de la même manière. L'exposant étant à -2 par défaut, nous ajustons le curseur pour voir comment son changement modifie notre image.

Il est clair qu'en augmentant légèrement la valeur de la protection contre les contrastes, on a ajouté une protection supplémentaire contre les contrastes (comme prévu), ce qui donne un meilleur contraste sur les zones brillantes comme les étoiles et la nébulosité. Si l'on augmente trop cette valeur, l'étendue semble être entièrement perdue.

En se rappelant que l'exposant est essentiellement une puissance de dix, nous constatons que réduire l'exposant pour dire -3 nous permettra un ajustement plus fin. Plus l'exposant est grand, plus les changements effectués sont brusques compte tenu de la valeur fixée sur le curseur. Par conséquent, un exposant trop faible peut entraîner des changements invisibles lorsque vous ajustez le curseur. Je trouve que la valeur par défaut de -2 permet un ajustement important de l'étirement résultant, mais vous pouvez souhaiter réduire l'exposant de protection de contraste à -3 (ou choisir -1 si vous avez besoin d'une protection de contraste plus importante).

Les valeurs de *Noise Threshold* et de *Contrast Protection* utilisent actuellement l'image entière comme mesure pour définir comment l'étirement sera appliqué (selon les valeurs définies). Nous pouvons cependant définir une petite zone dans l'image qui servira de mesure pour *AdaptiveStretch*. Pour ce faire, il suffit de créer une boîte de prévisualisation autour de la zone souhaitée de l'image, d'activer la région d'intérêt, de cliquer sur le bouton "Preview", de sélectionner la boîte de prévisualisation créée dans la liste et de cliquer sur OK.

Il est évidemment utile d'utiliser la fonction d'autostretch de **PixInsight** pour voir où vous devez définir votre boîte de prévisualisation. Il est généralement judicieux de définir la fenêtre de prévisualisation autour d'une zone contenant une nébulosité diffuse et une nébulosité brillante à peu près au même degré. L'activation de la prévisualisation en temps réel donne maintenant un aperçu légèrement différent de celui que nous avons auparavant, malgré les mêmes paramètres. Cela est simplement dû au fait que la zone de la boîte de prévisualisation est maintenant la métrique permettant de définir le type d'étirement qui sera appliqué.

Il s'agit à nouveau de trouver un équilibre entre le choix du seuil de bruit et la protection contre les contrastes, afin d'obtenir un bon étirement qui tienne l'arrière-plan à distance, mais qui permette d'étirer correctement les caractéristiques intéressantes de l'image sans en faire trop. Le seuil de bruit est généralement ajusté en premier afin de donner un bon arrière-plan, puis la protection contre les contrastes est ajustée par la suite afin d'obtenir un bon contraste dans les étoiles et la nébulosité.

N'oubliez pas que la définition d'un cadre de prévisualisation n'est pas nécessairement une bonne idée, car elle pourrait restreindre votre étirement d'une manière particulière qui ne donnerait pas un bon étirement pour l'ensemble de votre image. Il peut être nécessaire de redéfinir la zone de prévisualisation utilisée comme région d'intérêt, ou d'utiliser l'image entière comme métrique (en désactivant la région d'intérêt), comme c'était le cas par défaut. Dans le cas de mon image, j'ai obtenu les meilleurs résultats en n'utilisant pas de fenêtre de prévisualisation. J'ai donc désactivé la région d'intérêt et j'ai procédé au réglage du seuil de bruit et de la protection contre le contraste à partir de là.

Le tableau ci-dessous montre le meilleur résultat que j'ai pu obtenir en utilisant *AdaptiveStretch* avec l'image entière utilisée comme métrique :

Mon opinion personnelle sur *AdaptiveStretch* est qu'il n'obtient pas d'aussi bons résultats que d'autres procédés, ou même que l'autostretch de **PixInsight**, qui semble généralement beaucoup plus naturel. Néanmoins, si vous obtenez un résultat acceptable avec *AdaptiveStretch*, il vous suffit de cliquer sur *Apply* et vous pouvez alors fermer la fenêtre d'aperçu en temps réel et la fenêtre du processus lui-même.

2. Etirement avec AutoHistogram

L'*AutoHistogram* est un processus très performant, bien qu'il ne dispose pas d'une fonction de prévisualisation en temps réel pour contrôler l'effet réel des ajustements sur le résultat final (avant d'appliquer ses paramètres). Ci-dessous, la même image dans son état linéaire, avec l'*AutoHistogram* ouvert à côté.

Le processus *AutoHistogram* vise à produire une valeur médiane spécifique du pixel sur l'ensemble de l'image. Si l'utilisateur a affaire à une image RVB en couleur, comme je le fais ci-dessus, il peut sélectionner des canaux RVB/K individuels pour régler chaque canal de couleur séparément, bien que cette opération ne soit pas courante lorsque l'image a déjà subi une procédure de calibrage des couleurs (qui neutralise l'arrière-plan dans le cadre de celle-ci). Par défaut, *AutoHistogram* fonctionne en mode canaux RVB/K conjoints, pour ajuster l'image entière par le même étirement (ce qui est beaucoup plus courant).

Par défaut, la plupart des images auront une valeur médiane inférieure au réglage par défaut d'*AutoHistogram*, soit 0,12000000. Nous pouvons vérifier cela en ouvrant le processus de statistiques et en sélectionnant l'image dans la liste, avec *Normalized Real [0,1]* sélectionné également.

En fait, si nous cliquons sur le bouton *Set As Active Image* dans *AutoHistogram* alors que notre image est sélectionnée, elle prendra les valeurs médianes actuelles telles que lues par le processus de statistiques. Comme l'image est détectée comme une image RVB en couleur, le mode de canaux RVB/K individuels est également défini automatiquement.

Nous pouvons alors forcer l'*AutoHistogram* à fonctionner avec une seule valeur en sélectionnant simplement nous-mêmes le mode de canaux *RGB/K* conjoints.

Pour étirer l'image avec *AutoHistogram*, il suffit de fixer une valeur plus élevée ici, de sorte que le processus étire suffisamment l'image pour atteindre la valeur médiane que vous avez fixée. N'oubliez pas que ces valeurs ne sont pas des valeurs de pixel, mais des valeurs normalisées (0 signifiant noir et 1 blanc). Pour déterminer à quelle valeur de pixel cela se réfère, il suffit de multiplier par 65 535 (pour une profondeur de 16 bits). Essayons la valeur par défaut saisie par *AutoHistogram* de 0,12000000. Il suffit de la définir et de cliquer sur Appliquer pour voir notre image étirée.

Bien qu'il ne soit pas mauvais au départ, il est un peu faible. Nous annulons donc l'étirement et augmentons la valeur *RGB/K* pour dire, 0,20000000. Nous cliquons ensuite à nouveau sur *Apply*.

Nous remarquons que bien que l'image soit un peu plus lumineuse, il y a peu de contraste gagné en ayant augmenté la valeur *RGB/K*. Cela s'explique par le fait qu'en fin de compte, l'image est principalement dominée par le fond et que ce dernier est étiré le long des étoiles et de la nébulosité (pour atteindre la valeur médiane souhaitée). Plutôt que d'augmenter davantage la valeur *RVB/K*, nous pouvons voir ce qui se passe lorsqu'au lieu d'utiliser le mode par défaut *Gamma Exponent* de

l'AutoHistogram, nous utilisons *Logarithmic Transformation* puis *Rational Interpolation (MTF)*. Celles-ci sont indiquées ci-dessous pour les mêmes valeurs RGB/K de 0,20000000.

Nous observons très clairement que *Rational Interpolation (MTF)* produit le plus de contraste des trois, tandis que *Gamma Exponent* produit le moins de contraste et que *Logarithmic Transformation* se situe entre les deux. Il est donc recommandé d'utiliser *Rational Interpolation (MTF)* dans la plupart des cas, voire dans tous les cas. Après avoir déterminé cela, nous pouvons augmenter encore le RGB/K avec *Rational Interpolation (MTF)* sélectionnée. Essayons une valeur de 0,30000000.

Cela a permis d'atteindre un très bon niveau de détail dans les étoiles et la nébulosité, mais malheureusement nous revenons au même problème de l'arrière-plan ayant été rendu un peu trop lumineux. Afin de résoudre ce problème, nous activons le paramètre *Histogram Clipping* en haut de *l'AutoHistogram*.

Histogram Clipping permet essentiellement d'ajuster le point noir sur l'histogramme pendant l'étirement. Il suffit de prêter attention à la section *Shadows Clipping* car nous voulons ajuster le point noir et non le point blanc (*Highlights Clipping*). Essayez avec la valeur par défaut de 0,010 sur RGB/K sous *Shadows Clipping* avant d'ajuster (si nécessaire).

Le résultat final est bien meilleur avec un contraste plus élevé dans la nébulosité ainsi qu'un fond plus sombre, bien qu'il puisse encore faire l'objet de quelques modifications. Pour assombrir davantage l'arrière-plan, j'augmente simplement la valeur RGB/K sous *Shadows Clipping*, à 0,100 à titre d'essai.

Bien que cela ait quelque peu amélioré le contexte et donc le contraste, nous pouvons clairement l'augmenter encore. Comme la nébulosité est également un peu trop brillante, nous pouvons nous permettre de diminuer le RGB/K sous les valeurs médianes cibles. À titre d'essai, je l'ai fixé à 0,30000000 et j'ai augmenté le RGB/K sous *Shadows Clipping* à 0,300.

L'étirement ci-dessus donne à l'image un aspect beaucoup plus naturel, en ne surchargeant pas le contraste et en gardant l'arrière-plan à distance. Une fois que vous êtes satisfait de l'étirement appliqué, vous pouvez simplement fermer la fenêtre du processus *AutoHistogram*.

3. Etirement par HistogramTransformation

HistogramTransformation est le principal procédé de **PixInsight** pour l'étirement des images, et pour cause. *HistogramTransformation* permet à l'utilisateur de contrôler l'étirement qui est appliqué, avec des ajustements simultanés du point noir et du point blanc. Il dispose également d'une interface graphique qui montre à l'utilisateur à quoi ressemblera l'histogramme après l'étirement, ainsi que d'une fonction de prévisualisation en temps réel.

La première étape de l'utilisation de *HistogramTransformation* consiste à sélectionner l'image que vous souhaitez étirer dans la liste, puis à activer la fenêtre d'aperçu en temps réel afin que nous puissions voir ce qui se passe pendant que nous réglons les paramètres d'étirement.

Les chiffres des quatre cases du haut (par défaut, tous les 1) sont les niveaux de zoom horizontal et vertical pour les deux aperçus de l'histogramme (celui du haut et celui du bas). En augmentant ces chiffres, vous pouvez simplement zoomer sur l'une ou l'autre de ces prévisualisations, horizontalement, verticalement ou les deux (selon celles que vous augmentez). Notez que la prévisualisation de l'histogramme du haut correspond à ce à quoi ressemblerait l'histogramme si nous appliquions l'étirement que nous avons mis en place. L'aperçu de l'histogramme du bas est un aperçu de l'état actuel de l'histogramme dans l'image sélectionnée. Dans l'aperçu de l'histogramme du bas, vous trouverez trois curseurs. L'un d'eux, tout à fait à gauche, est noir. Un autre tout à droite, qui est blanc. Et enfin un autre au milieu, qui est gris.

Le curseur le plus à gauche est le curseur du point noir. Le curseur le plus à droite est le curseur du point blanc. Enfin, le curseur du milieu est le curseur des tons moyens. Pour étirer une image, il suffit d'ajuster le curseur des tons moyens en le déplaçant vers la gauche. Cela permet de courber la ligne droite affichée par défaut. En déplaçant le curseur des tons moyens vers la gauche, on augmente le contraste. Inversement, en déplaçant le curseur des tons moyens vers la droite, on diminue le contraste. Cela peut en fait être utile pour diminuer le contraste en arrière-plan uniquement, si vous protégez les étoiles et la nébulosité avec un masque.

Ce faisant, vous remarquerez plusieurs choses. Tout d'abord, l'aperçu de l'histogramme du haut change radicalement. Il vous montre à quoi ressemblerait l'histogramme de l'image si nous appliquions l'étirement que nous avons mis en place. Deuxièmement, l'aperçu de l'histogramme du bas ne change pas (puisque l'histogramme de l'image est toujours ce qu'il est à l'origine), mais la ligne droite se courbe. Cette courbe définit l'étirement non linéaire. Troisièmement, le réglage du curseur des tons moyens modifie la valeur des tons moyens du bas en conséquence. Vous pouvez en fait entrer une valeur manuellement et le curseur des tons moyens se déplacera en conséquence (produisant une courbe pour un étirement). Enfin, la fenêtre de prévisualisation en temps réel affiche rapidement les étoiles et la nébulosité.

Avant d'appliquer l'étirement, nous notons que par défaut, le mode *RGB/K* est sélectionné. C'est généralement ce que vous voudrez étirer car il étire toute l'image telle quelle (qu'il s'agisse d'une image RVB en couleur ou d'une image monochrome). Pour les images RVB en couleur, vous pouvez étirer différemment les différents canaux de couleur en les sélectionnant individuellement (via les modes R, V et B) et en réglant le curseur des tons moyens pour chacun d'entre eux.

Lorsque vous êtes satisfait de votre étirement, que ce soit en mode *RVB/K* sur l'ensemble de l'image ou sur un ensemble d'étirements de canaux de couleurs individuels, cliquez sur le bouton *Apply* pour appliquer l'étirement. Veuillez toutefois noter que dès que vous aurez fait cela, l'aperçu en temps réel deviendra principalement blanc.

Cela se produit parce que nous avons toujours le même étirement paramétré dans *HistogramTransformation*, de sorte que l'aperçu en temps réel vous montre ce que ce serait si nous l'appliquions à nouveau (une deuxième fois). Il suffit de cliquer sur le bouton *Reset* dans *HistogramTransformation* pour voir à quoi ressemble l'image maintenant, après notre étirement initial.

Remarquez que l'aperçu de l'histogramme du bas est maintenant très différent - c'est ce à quoi ressemble l'histogramme de l'image après l'étirement initial. En général, vous devrez effectuer deux ou trois étirements pour obtenir le meilleur résultat final, bien que le premier soit de loin le plus agressif. Les deux étirements suivants sont très mineurs, avec quelques ajustements du point noir pour tenir l'arrière-plan à distance.

Effectuons maintenant un second étirement, moins agressif. Nous déplaçons à nouveau le curseur des tons moyens vers la gauche pour augmenter le contraste, mais pas autant que nous l'avons fait précédemment.

Plus le contraste est élevé, plus l'arrière-plan est lumineux. Nous allons donc maintenant ajuster le point noir avant d'appliquer l'étirement. Pour ce faire, il suffit de déplacer le curseur du point noir vers la droite. Cela aura pour effet net de déplacer l'ensemble de l'histogramme vers la gauche, puisque nous redéfinissons essentiellement ce qui constitue le noir. Nous le redéfinissons comme étant une valeur de pixel plus grande, de sorte que le fond plus clair devienne plus sombre à mesure qu'il se rapproche du noir. Cependant, en déplaçant le curseur du point noir vers la droite, nous prêtons une attention particulière aux chiffres affichés dans les ombres.

Non seulement la zone de texte *Shadows* modifie sa valeur en fonction de l'endroit où vous placez le curseur du point noir (vous pouvez entrer une valeur manuellement ici si vous le souhaitez !), mais nous voyons également quelques chiffres à droite de cette zone de texte. Ils nous indiquent combien de pixels sont coupés. Il est généralement considéré comme une mauvaise pratique de découper des pixels car cela les rend noirs purs (ou blancs purs si nous découpons en blanc) et donc les informations de l'image sont perdues (le contraste est détruit au niveau de ces pixels). Cependant, vous ne pourrez généralement pas éviter de découper quelques pixels ici et là, si vous voulez obtenir un bel arrière-plan. Ci-dessus, je découpe 63 pixels au total, ce qui représente une minute 0,0003% de l'image entière. Étant donné le fond beaucoup plus beau, j'accepte la perte et j'applique l'étirement. Encore une fois, une fois appliqué, je clique sur Réinitialiser pour voir à quoi ressemble l'image maintenant.

La question se pose inévitablement : jusqu'à quel point considérons-nous que l'image est étirée et ne devons-nous pas répéter ce processus ? En règle générale, le sommet de l'histogramme de l'image doit être placé à environ 1/4 du chemin vers l'extrême droite (côté blanc). Cela permet généralement d'obtenir le meilleur contraste global des éléments tout en conservant un bel arrière-plan. À partir du deuxième étirement, les étirements appliqués sont mineurs et seront normalement accompagnés d'un ajustement du point noir (si cela est jugé nécessaire ou bénéfique). Voici mon troisième et dernier étirement.

Vous remarquerez peut-être que certains pixels noirs sont à nouveau coupés, mais c'est une perte acceptable pour maintenir l'arrière-plan à distance tout en augmentant le contraste des étoiles et la nébulosité à un niveau souhaitable. Il y a des limites à tout. Le clair de lune ainsi que la pollution lumineuse présente dans les images éclairciront l'arrière-plan et vous perdrez une faible nébulosité dans l'arrière-plan plus clair. Aucun étirement de fantaisie ne permettra de récupérer cela sans que l'arrière-plan paraisse très artificiellement brillant ou très artificiellement noirci. À ce stade, il est préférable de simplement capturer des images lorsque le clair de lune n'est pas un facteur (ou autant) et à partir d'un site de ciel sombre (ou en utilisant un filtre de suppression de la pollution lumineuse dans le train optique).

Une fois que vous êtes satisfait de l'état non linéaire de votre image (après deux ou trois étirements, très probablement), vous pouvez fermer la fenêtre du processus de transformation de l'histogramme et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel. Je ne saurais trop insister sur le fait qu'une image est plus belle lorsque le fond est laissé à une luminosité mineure, au lieu d'essayer de le noircir complètement. Je pense que nous sommes tous d'accord pour dire que le résultat final ci-dessus est bien meilleur que l'atrocité suivante :

Il est certain que plus vous acquérez d'expérience dans le post-traitement des images, plus vous vous en offusquerez. Comme pour la réduction du bruit, moins c'est plus. Un dernier point est qu'il devrait être clair pour vous à ce stade que *HistogramTransformation* est de loin le plus polyvalent des procédés de **PixInsight** pour l'étirement d'images linéaires à un état non linéaire. Bien que *AutoHistogram* se révèle assez efficace, il ne remplace pas *HistogramTransformation*.

4. Étirement avec *MaskedStretch*

Le dernier procédé de l'arsenal de **PixInsight** pour l'étirement des images linéaires est *MaskedStretch*. Ce procédé fonctionne en appliquant de petits étirements de manière itérative à l'aide de masques. L'idée est qu'il produit un contraste tout en respectant les éléments brillants comme les étoiles. Voici la même image linéaire que celle que nous avons utilisée jusqu'à présent, en plus du procédé *MaskedStretch*.

Avant tout, nous devrions définir une petite fenêtre de prévisualisation sur le fond afin que *MaskedStretch* puisse fonctionner efficacement, en lui fournissant une référence de fond. L'autostretch de **PixInsight** est la clé pour trouver une zone appropriée de l'image. Il est parfois utile de faire un zoom arrière pour trouver un endroit où il y a un manque d'étoiles. Choisissez une zone qui n'a rien d'autre que l'arrière-plan - pas d'étoiles ou de nébulosité diffuse.

Une fois la boîte de prévisualisation préparée, nous enlevons l'autostretch et retournons à *MaskedStretch*. Ici, cliquez sur le petit bouton à côté de la boîte de texte pour la référence de fond. Sélectionnez la boîte de prévisualisation dans la liste et cliquez sur OK.

La référence de fond étant maintenant définie dans *MaskedStretch*, nous passons à l'examen des autres paramètres. Le nombre d'itérations est de 100 par défaut, ce qui est généralement plus que suffisant pour produire un résultat final lisse. Vous ne devriez pas vraiment avoir besoin d'y toucher, mais si vous voulez accélérer le traitement, abaissez ce chiffre à environ 50. La valeur maximale autorisée est de 1000, mais elle est considérée comme très excessive. 100 est plus que suffisant dans la grande majorité des cas. Le fond du ciel est la principale valeur que nous modifions pour obtenir un étirement acceptable. N'oubliez pas qu'il s'agit de valeurs normalisées (0 à 1), donc multipliez par 65 535 si vous voulez savoir à quelle valeur de pixel cela se réfère. Les valeurs de fond cibles comprises entre 0,10000000 et 0,20000000 ont tendance à très bien fonctionner. Laissons la valeur par défaut de 0,12500000 pour l'instant et testons l'étendue.

Nous constatons que l'étirement a très bien fonctionné. Le fond est très bien tenu à distance, les couleurs des étoiles semblent naturelles et non saturées et la nébulosité présente un bon contraste. Cependant, l'image globale est un peu sombre et n'a pas le contraste saisissant produit par des éléments comme *HistogramTransformation*. Nous pouvons annuler l'étirement et essayer une valeur plus élevée de *Target background* pour obtenir un étirement plus important. Par exemple, 0,20000000.

L'étirement semble beaucoup mieux, sinon un peu plat. Là encore, bien que l'étirement global ait produit une image plus lumineuse, il manque encore de contraste percutant. Cependant, un point très important est qu'en raison de l'étirement très conservateur, l'information sur les couleurs est fantastique. Toutes les couleurs des étoiles sont conservées et la nébulosité présente également une bonne couleur non saturée.

Afin de produire une image globale plus lumineuse avec un arrière-plan contrôlé, nous avons maintenant modifié la valeur de *clipping*. Celle-ci définit la proportion de pixels noirs à supprimer. La valeur par défaut de 0,00050000 fonctionne exceptionnellement bien dans presque tous les cas. Cependant, nous pouvons essayer une valeur dix fois plus grande, 0,00500000. Le fond cible est maintenu à 0,20000000.

Il ne faut pas aller trop loin dans l'augmentation de la fraction d'écrêtage car le fond finit par être trop noirci et semble également plus bruyant. Le résultat ci-dessus est déjà excellent. Après tout, ce n'est pas forcément la seule méthode pour étirer l'image. Vous pouvez faire suivre *MaskedStretch* d'une touche de *HistogramTransformation*. Vous pouvez également profiter du fait que *MaskedStretch* respecte tellement la fidélité des couleurs et l'utiliser pour étirer votre image RVB en couleurs. Vous pouvez ensuite utiliser *HistogramTransformation* pour étirer votre image Luminance et les combiner ensuite ensemble. En utilisant *MaskedStretch* pour l'image RVB, vous garantissez que l'image étirée est riche en couleurs, y compris les étoiles jusqu'à leur noyau. En fait, voici la combinaison LRGB de ces éléments (image de luminance étirée avec *HistogramTransformation* et image RGB en couleurs étirée avec *MaskedStretch*, comme ci-dessus) :

C'est certainement une chose à laquelle il faut réfléchir. Il n'y a aucune raison d'utiliser *HistogramTransformation* pour tous vos étirements si *MaskedStretch* fait un bon travail avec la couleur. En outre, *MaskedStretch* fonctionne également avec des images non linéaires, vous pouvez donc l'utiliser pour donner un petit coup de pouce supplémentaire à votre image. Une fois que vous utilisez *MaskedStretch*, vous êtes libre de fermer sa fenêtre de traitement et de supprimer toute fenêtre de prévisualisation de votre image (comme celle utilisée comme référence d'arrière-plan).

XIV. Retoucher la couleur dans les images

Habituellement, vers la fin du post-traitement d'une image, un astrophotographe a tendance à vouloir améliorer la saturation des couleurs afin de les rendre plus attrayantes. Ceux qui réalisent des images à bande étroite peuvent également souhaiter modifier davantage la palette de couleurs de leur image afin de donner précisément les couleurs qu'ils veulent, quelle que soit leur palette de départ (bicolore, Hubble, etc.).

Ce tutoriel explique comment ajuster sélectivement le niveau de saturation de certaines couleurs dans vos images et comment améliorer globalement la saturation des couleurs. En outre, ce tutoriel explique également comment effectuer un changement de teinte, c'est-à-dire transformer un ensemble de couleurs en un ensemble de couleurs différent ou en différentes nuances de la même couleur. Les processus couverts pour tout cela sont *ColorSaturation* et *CurvesTransformation*.

Supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images et des processus ([Lire](#) ce qui suit, sections 3 et 4).
- Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire](#) ceci).

1. Améliorations de la saturation sélective avec ColorSaturation

Il est courant de vouloir améliorer la saturation des couleurs dans certaines zones de ses images, notamment vers la fin du post-traitement. C'est généralement le cas lorsque l'image est non linéaire et qu'elle a déjà subi un certain nombre de procédures de post-traitement. Prenons par exemple l'image suivante de la nébuleuse de la trompe de l'éléphant, sur une palette bicolore à bande étroite.

On peut souhaiter produire des bleus plus profonds, par exemple. L'utilisation de masques est facultative, car vous pourriez par exemple utiliser un masque d'étoile pour protéger les étoiles des améliorations de la saturation des couleurs. Pour cet exemple, je ne m'embêterai pas avec les masques. L'image ci-dessus montre l'image non linéaire ouverte en même temps que le processus de saturation des couleurs. Ce processus nous permet de saturer des couleurs particulières à des degrés différents. La ligne jaune horizontale affichée dans *ColorSaturation* est par défaut plate à une valeur de saturation de 0,00000. Par conséquent, rien n'est fait à l'image pour le moment. Nous devons d'abord déterminer plus ou moins où se situent les bleus dans le spectre des couleurs. Pour cela, il suffit de cliquer sur l'image, en laissant le bouton gauche de la souris enfoncé, et de faire passer le pointeur de la souris sur une zone d'intérêt (que nous aimerions saturer davantage).

Le réticule qui apparaît dans *ColorSaturation* indique que notre domaine d'intérêt se situe dans cette zone du spectre des couleurs. Par conséquent, afin d'améliorer la saturation des couleurs de l'image, nous cliquons sur le graphique dans *ColorSaturation* au-dessus de la gamme de couleurs qui nous intéresse. Nous activons également l'aperçu en temps réel afin de voir ce qui se passe lorsque nous effectuons des ajustements.

Le fait de cliquer a créé un point qui courbe la ligne vers le haut, culminant plus ou moins à l'endroit où l'on a cliqué. Nous pouvons apporter d'autres ajustements à cette courbe pour qu'elle n'améliore vraiment que la saturation des couleurs autour des bleus. Pour cela, nous cliquons pour créer d'autres points le long du spectre des couleurs qui aplatissent la courbe à ces endroits.

Pour supprimer les minima restants dans la courbe (ce qui réduit la saturation de ces couleurs), on clique pour créer quelques points supplémentaires (où se trouvent les minima). Si vous faites une erreur et ajoutez un point là où vous ne vouliez pas en ajouter un, vous pouvez simplement cliquer et faire glisser le point pour le déplacer ailleurs. Si vous souhaitez supprimer le point, il vous suffit de cliquer sur le point lui-même tout en maintenant la touche CTRL enfoncée sur votre clavier.

Maintenant qu'il n'y a qu'un seul sommet dans la courbe, situé au-dessus des bleus, et que le reste est plus ou moins plat, nous pouvons affiner davantage la courbe pour nous assurer qu'elle fait exactement ce que nous voulons. Par exemple, la courbe que je viens de décrire ne se limite pas au bleu, et nous déplaçons donc le point gauche de la crête vers la droite pour limiter l'amélioration au seul bleu. Pour déplacer un point, il suffit de cliquer et de le faire glisser à l'endroit souhaité.

La courbe ressemblant maintenant davantage à ce que nous voulons, nous nous assurons que les autres points qui devraient offrir une amélioration à saturation zéro, offrent réellement une amélioration à saturation zéro. Nous pouvons essentiellement naviguer à travers chaque point

individuel en utilisant les boutons fléchés gauche et droit de *ColorSaturation*. Une fois qu'un point est sélectionné, sa valeur de saturation actuelle s'affiche. Une valeur de 0,00000 ne permet pas d'améliorer la saturation. Une valeur positive augmente la saturation. Inversement, une valeur négative diminue la saturation.

Il suffit de cliquer plusieurs fois sur la flèche de gauche pour que le premier point soit sélectionné. Dans mon cas, puisqu'il y a 7 points, *ColorSaturation* indique maintenant 1 / 7, donc mon premier point est définitivement sélectionné. En vérifiant la valeur de *Saturation*, il indique 0,00000, ce qui est ce que je veux pour ces couleurs. Maintenant, je clique une fois sur la flèche droite de sorte que *ColorSaturation* indique 2 / 7 (mon deuxième point est sélectionné).

La valeur de la saturation à ce deuxième point semble être de 0,00909. J'avais l'intention de fixer cette valeur à 0,00000 car je ne veux pas augmenter la saturation de ces couleurs. Par conséquent, je modifie simplement la valeur de la saturation à 0,00000 et j'appuie sur la touche TAB de mon clavier (ou je clique sur une autre zone de texte dans *ColorSaturation*) pour m'assurer que les changements sont appliqués au point sélectionné.

Le deuxième point n'améliore pas la saturation à son emplacement. Il ne reste plus qu'à cliquer sur la flèche droite une fois de plus (pour aller au point 3 / 7) et faire de même - s'assurer que la saturation est à 0,00000 si le point sélectionné ne correspond pas au pic de bleu que je souhaite. Le tableau suivant montre le résultat final de cette opération pour chaque point, sauf pour le point 4 / 7, qui se trouve être le point le plus élevé du blues.

Tout ce qu'il reste à faire, c'est de s'assurer que c'est bien la quantité d'amélioration que nous souhaitons apporter au bleu à mon image. Puisque j'ai le dernier point sélectionné actuellement (7 / 7), je clique sur le bouton flèche gauche jusqu'à ce que j'atteigne le point culminant (4 / 7). Sa valeur de saturation actuelle est de 0,49091.

Bien que le bleu soit plus profond, il est peut-être un peu trop par rapport au reste de l'image. Comme nous procéderons plus tard à des améliorations universelles de la saturation des couleurs, nous pouvons nous permettre de saturer un peu moins les bleus à ce stade. Par conséquent, je diminue simplement la saturation pour ce point à 0,30000 et j'appuie sur la touche TAB de mon clavier (ou je clique sur n'importe quelle autre zone de texte dans *ColorSaturation*) pour que les changements soient appliqués.

Vous pouvez cliquer sur le bouton "*Real-Time Preview*" de *ColorSaturation* pour activer ou désactiver l'aperçu. La fenêtre restera ouverte et affichera l'image, sauf si vous la désactivez, qui vous montrera l'image originale (sans aucune amélioration de la saturation des couleurs). Par conséquent, en l'activant et en la désactivant, vous obtiendrez une image avant et après, ce qui vous permettra de vérifier si vous êtes satisfait des changements proposés. Vous pouvez ajuster davantage votre valeur de saturation à votre goût, ou ajouter un autre pic ailleurs, ou encore réduire la saturation d'une couleur particulière en ajoutant un point minimum sous la ligne plane.

Une fois que vous êtes satisfait de vos changements, cliquez sur le bouton Appliquer. N'oubliez pas que l'aperçu en temps réel vous montrera alors à quoi ressemblerait le résultat si vous appliquiez à

nouveau la même amélioration (une deuxième fois). Par conséquent, pour voir à quoi ressemble votre image maintenant, il vous suffit de cliquer sur le bouton Réinitialiser de *ColorSaturation* (ou, si vous souhaitez conserver ses paramètres, il vous suffit de déplacer la fenêtre d'aperçu en temps réel ou de la fermer).

Ci-dessus, j'ai fermé la fenêtre de prévisualisation en temps réel pour voir l'image après lui avoir appliqué la saturation des couleurs. Avec le bleu aussi profond que je le souhaite pour l'instant, je ferme *ColorSaturation* et je passe à autre chose.

2. Amélioration de la saturation et changement de teinte avec « Curves Transformation »

Comme c'est souvent le cas pour les images à bande étroite, étant donné leurs fausses couleurs, il appartient à l'utilisateur de choisir la palette de couleurs qu'il souhaite donner à son image. Les combinaisons *PixelMath* de données à bande étroite vous permettent d'obtenir des combinaisons approximatives qui produisent la palette de couleurs que vous souhaitez, mais parfois des ajustements mineurs sont souhaitables. Par exemple, je peux vouloir rendre les oranges de mes images plus rouges, de sorte que l'image prenne davantage une palette de couleurs rouge-bleu plutôt qu'une palette de couleurs orange-bleu. L'objectif mérite ce que nous appelons un changement de teinte.

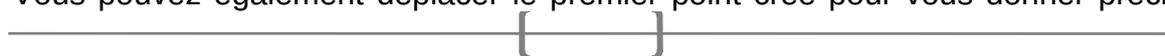
L'image ci-dessus montre mon image après qu'elle ait reçu l'amélioration *ColorSaturation* pour le bleu dans la section précédente. Elle est ouverte en même temps que le processus de transformation des courbes. Pour effectuer un changement de teinte, nous passons en mode Hue. Nous ouvrons également la fenêtre *Real-Time Preview*, comme précédemment.

Avant de commencer, nous constatons qu'il existe déjà une ligne droite dans *CurvesTransformation*. Sur les axes horizontal et vertical, nous avons tout le spectre des couleurs. Le fait que la ligne soit droite signifie que chaque couleur correspond à elle-même, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de changement de teinte pour le moment. Mon objectif de rendre les oranges plus rouges exige que je déplace la ligne de sorte que les oranges soient déplacées vers les rouges. On remarque également que l'axe horizontal est l'axe DE et l'axe vertical est l'axe DE. Par exemple, si nous plaçons un point au-dessus des bleus sur l'axe horizontal et que nous le déplaçons vers les violets le long de l'axe vertical, les bleus deviendront violets.

Par conséquent, pour effectuer le changement de teinte des oranges vers les rouges, je clique pour faire un point sur le graphique au-dessus des oranges sur l'axe horizontal, mais je place le point très loin sur l'axe vertical pour qu'il corresponde aux rouges sur l'axe vertical. Si vous voulez savoir où certaines couleurs de votre image apparaissent dans le spectre des couleurs, il vous suffit de cliquer et de maintenir le bouton gauche de la souris enfoncé sur cette zone de l'image. Le même réticule qui apparaît dans *ColorSaturation* apparaîtra dans *CurvesTransformation*, ce qui vous aidera à identifier les couleurs que vous visez.

Cela a clairement provoqué un changement de teinte de notre image, rendant les oranges plus rouges, comme souhaité. Malheureusement, en raison de la courbure introduite dans *CurvesTransformation*, cela déplace également le reste des couleurs. Les bleus deviennent des bleus plus clairs, par exemple. Pour corriger cela, il suffit de cliquer pour créer un certain nombre de points supplémentaires le long de la courbe afin de la redresser après le décalage de la teinte rouge-orange.

À ce stade, vous pouvez ajouter un certain nombre de points supplémentaires pour redresser davantage la ligne, ou pour effectuer un léger changement de teinte ailleurs dans le spectre des couleurs. Vous pouvez également déplacer le premier point créé pour vous donner précisément la



nuance de couleur souhaitée. Si vous créez un point que vous souhaitez supprimer, il vous suffit de le cliquer tout en maintenant la touche CTRL de votre clavier enfoncée.

Ci-dessus, j'ai ajusté les oranges et les jaunes pour produire une plus belle nuance de rouge qui est un peu moins intense. J'ai également créé un point au-dessus des bleus et je l'ai déplacé vers le haut pour rendre les bleus un peu plus foncés.

Vous pouvez cliquer sur le bouton Aperçu en temps réel de *CurvesTransformation* pour activer et désactiver l'aperçu. La fenêtre restera ouverte et affichera l'image, sauf si vous la désactivez, qui vous montrera l'image originale (sans aucun ajustement). Par conséquent, si vous l'activez et la désactivez, vous obtiendrez une image avant et après afin que vous puissiez vérifier si vous êtes satisfait des changements proposés. Lorsque vous êtes satisfait des changements proposés, il vous suffit de cliquer sur le bouton "Apply". Assurez-vous de cliquer ensuite sur le bouton *Reset* afin de voir votre image telle qu'elle est après le réglage, ou déplacez/fermez la fenêtre d'aperçu en temps réel.

Nous allons maintenant saturer davantage toutes les couleurs de l'image. Bien que nous puissions simplement faire cela en augmentant la valeur de la saturation dans *ColorSaturation* sur les deux points par défaut qui forment la ligne droite horizontale, nous pouvons également le faire ici dans *CurvesTransformation*. Il suffit de passer en mode Saturation et de s'assurer que l'aperçu en temps réel est actif.

Comme l'axe horizontal est l'axe FROM et l'axe vertical est l'axe TO, comme auparavant, pour améliorer la saturation globale des couleurs, il suffit de cliquer pour créer un point au milieu de la ligne droite et de le faire glisser vers le coin supérieur gauche du graphique. Un petit ajustement fait une grande différence, alors soyez prudents ici.

Inversement, si vous voulez désaturer un peu les couleurs, il suffit de faire glisser ce nouveau point vers le bas, vers le coin inférieur droit du graphique. Comme les couleurs sont affichées en tandem avec la luminosité, vous pouvez également procéder à un ajustement mineur de la luminosité de l'image. Cela se fait en mode *Lightness*.

La même théorie s'applique ici. Cliquez pour créer un point au milieu du graphique, puis faites-le glisser vers le coin supérieur gauche du graphique pour augmenter la luminosité. Inversement, faites-le glisser vers le bas en direction du coin inférieur droit du graphique pour diminuer la luminosité. Encore une fois, vous devrez faire preuve de prudence. Ci-dessous, je donne à mon image un petit coup de pouce à la luminosité.

Comme je n'ai encore appliqué ni le renforcement de la saturation des couleurs ni le renforcement de la luminosité, les deux courbes sont affichées dans *CurvesTransformation* (bien qu'elles soient très proches dans mon cas). Une fois que vous êtes satisfait des changements proposés, cliquez sur le bouton Appliquer. N'oubliez pas que la fenêtre d'aperçu en temps réel vous montrera alors ce que vous ferez si vous appliquez les changements à nouveau (une deuxième fois). Pour voir votre image telle qu'elle est, cliquez sur le bouton Réinitialiser ou déplacez/fermez la fenêtre d'aperçu en temps réel.

Vous pouvez fermer le processus *CurvesTransformation* une fois que vous avez fini d'appliquer les changements. Vous pouvez toutefois procéder à un deuxième ajustement une fois le premier ajustement appliqué. Il n'est pas rare de le répéter une fois de plus, mais généralement de manière moins agressive.

Après tout, votre image doit produire les couleurs que vous voulez représenter, avec le niveau d'intensité que vous souhaitez. Cette procédure est particulièrement utile pour ajuster la palette de couleurs et la fidélité des couleurs dans les images à bande étroite.

XV. Préparer les Images pour Publication

La fin du post-traitement d'une image sera toujours suivie d'une ruée vers la sortie. Nul doute que vous aurez envie de montrer aux autres ce que votre travail a donné, que ce soit en ligne ou sur papier. Il y a un certain nombre de choses que vous souhaiterez peut-être faire à votre image avant de la publier en tant que produit fini. Ce tutoriel couvre précisément ces aspects. Vous n'êtes pas obligé de faire tout ce qui est indiqué ici (ou quoi que ce soit d'ailleurs !), mais ce tutoriel suit une procédure assez complète pour la publication de vos images.

Le profil de couleur est d'abord converti en utilisant *ICCProfileTransformation*, en fonction de l'endroit où l'image se retrouvera. L'image est ensuite redimensionnée en fonction des exigences en matière de pixels et/ou de résolution, à l'aide de la fonction *Resample*. Une bordure est ajoutée autour de l'image pour indiquer votre nom et votre site web, en utilisant la fonction *Crop*. Les objets d'intérêt dans l'image ainsi que votre nom et l'adresse de votre site web sont annotés sur l'image à l'aide de la fonction *Annotation*. Enfin, l'image est enregistrée dans des formats appropriés pour différents supports de publication.

Supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de PixInsight, en rapport avec le traitement des profils de couleur, des images et des processus ([Lire](#) ce qui suit, sections 2, 3 et 4).
- Votre image a été entièrement pré et post-traitée et est considérée comme terminée à toutes fins utiles.

1. Conversion du profil de couleur avec ICCProfileTransformation

PixInsight utilise par défaut un profil de couleur pour afficher les images qui s'y trouvent. Si vous avez suivi le tutoriel Introduction à **PixInsight**, vous aurez probablement défini le profil de couleur Adobe RVB (1998) par défaut. Il ne s'agit toutefois pas du profil de couleur officiel pour l'Internet, ni nécessairement du profil de couleur utilisé par un imprimeur que vous pourriez vouloir utiliser pour imprimer vos images. Nous commençons par le produit fini ouvert dans **PixInsight**.

Nous allons supposer que cette image sera publiée en ligne. La procédure sera identique pour une image destinée à l'impression, outre le choix idéal du profil de couleur de l'imprimante. Avant tout, nous enregistrons une nouvelle copie de l'image avec un nom différent afin que toute modification apportée à celle-ci ne le soit pas au produit fini proprement dit.

La nouvelle copie de l'image est toujours enregistrée en tant qu'image FITS 32 bits, tout comme le produit fini. Il n'y a aucune raison réelle de changer cela jusqu'à la fin. Ensuite, nous ouvrons le processus *ICCProfileTransformation*.

Ici, nous sélectionnons notre image ouverte dans la liste supérieure sous *Source Profile*. Cela nous indiquera le profil de couleur que l'image utilise actuellement.

Comme nous allons publier cette image en ligne, nous allons choisir le profil de couleur standard pour l'Internet. Tout d'abord, activez l'option *Convert* au profil spécifié sous *Target Profil*. Dans la liste, sélectionnez sRGB IEC61966-2.1. Si votre intention était d'imprimer l'image et que vous aviez un profil de couleur configuré pour l'imprimante de votre choix, vous pouvez sélectionner celle-ci à la place. Votre imprimante peut vous suggérer de continuer à utiliser le profil de couleur *Adobe RVB (1998)* si possible. Si c'est le cas, assurez-vous que c'est bien le profil de couleur que vous avez choisi (s'il n'est pas déjà défini par défaut, comme le mien l'était). Quoi qu'il en soit, pour l'Internet, *sRGB IEC61966-2.1* est le profil de couleur correct.

Avant d'appliquer le changement de profil de couleur, sélectionnez *Perceptuel* (images photographiques) dans la liste *Rendering Intent* et assurez-vous que les deux options *Black point compensation* et *Floating point transformation* sont activées. Une fois cela fait, il suffit de cliquer sur *Appliquer* et de fermer la fenêtre du processus.

Le profil couleur de l'image est maintenant prêt pour la publication.

2. Redimensionner avec Resample

Nous abordons maintenant l'idée que nous pourrions vouloir redimensionner l'image avant sa publication. Au minimum, vous voudrez peut-être ajuster la résolution (pixels par centimètre/pouce) pour que l'impression reproduise fidèlement l'image sur le papier. Pour ce faire, on utilise le procédé *Resample*.

Nous commençons par sélectionner l'image dans la liste du haut, afin que les valeurs originales soient automatiquement renseignées et que vous sachiez avec quoi vous travaillez.

Il est très rare que quelqu'un veuille réduire délibérément la taille en pixels de ses images avant leur publication, à moins qu'il ne cherche à réduire la taille des fichiers ou à cacher des imperfections qui, une fois réduites, deviennent moins visibles. Si vous souhaitez réduire la taille en pixels de votre image, il vous suffit d'entrer une nouvelle valeur sous *Target px* pour la largeur ou la hauteur (l'autre s'ajustera automatiquement pour maintenir le rapport hauteur/largeur). Je maintiendrai la taille en pixels de mon image constante, mais j'augmenterai la résolution de 72 à 300 pixels par pouce (par défaut).

La taille de l'image en centimètres et en pouces est ajustée en conséquence, puisque je force plus de pixels à tenir dans un pouce en augmentant la résolution. La taille des pixels reste cependant de 8002 x 5330. Une fois que vous êtes satisfait de vos réglages, cliquez simplement sur Appliquer et fermez la fenêtre du processus.

5. Ajouter une bordure avec Crop

En vue d'annoter mon nom et mon site web sur l'image, j'y ajouterai une bordure. Le procédé *Crop* est particulièrement adapté à cette fin car il vous permet de spécifier le nombre de pixels et de travailler avec des côtés individuels, avec un réglage de la couleur de la bordure inclus.

Avant de commencer, nous nous assurons que l'image est sélectionnée dans la liste du haut. Les propriétés de l'image seront alors intégrées au processus. Je voudrais ajouter ma bordure au bas de l'image. Étant donné que la hauteur de l'image est de 5330 pixels, j'estime la hauteur de la bordure appropriée à 200 pixels. Par conséquent, je saisis 200 (positif, afin d'agrandir l'image plutôt que de la recadrer !) dans la zone de texte inférieure sous *Margins/Anchors*. Ce faisant, la hauteur sous *Target px* est automatiquement augmentée à 5530. Si elle était réduite à 5130, je la recadrerais plutôt que de l'agrandir.

Par défaut, la résolution de *Crop* est fixée à 72 pixels/pouce. Puisque nous avons modifié la résolution de notre image à 300 pixels par pouce, je vais devoir ajuster le paramètre dans *Crop* pour m'assurer que ce que j'ai fait plus tôt n'est pas annulé. Pour cela, nous développons l'onglet *Résolution* et nous entrons 300 dans les deux zones de texte. En outre, je voudrais que la bordure soit de couleur gris foncé, au lieu du noir par défaut. Pour ajuster la couleur de la bordure, nous développons l'onglet *Fill Color*.

Sous R, G et B, nous pouvons entrer des valeurs de Rouge, Vert et Bleu entre 0 et 1 pour créer la couleur que nous voulons. Toutes les nuances de gris sont simplement des couleurs qui ont les mêmes valeurs R, V et B et comme 0 représente le noir (1 représente le blanc), je dois simplement entrer les mêmes valeurs basses pour les trois. Par exemple, des valeurs R, V et B de 0,150000 conviennent. La barre en bas (par défaut, le noir) prendra la couleur correspondant aux valeurs que vous entrez (comme un aperçu). Une fois satisfait, on clique sur *Apply*.

Avec la bordure gris foncé ajoutée au bas de l'image, le processus de recadrage peut être fermé et l'image sauvegardée.

6. Annoter avec Annotation

PixInsight dispose d'un procédé peu utilisé - l'annotation. Ce processus fait exactement ce que le nom suggère - permettre à l'utilisateur d'annoter du texte sur des images. Comme je souhaite ajouter mon nom et l'adresse de mon site web dans la bordure inférieure de l'image, je vais utiliser ce procédé.

Le texte que vous souhaitez ajouter est simplement saisi dans *Text*. L'option *Show leader* est désactivée par défaut. Elle n'est activée que si vous souhaitez que le texte soit accompagné d'une ligne de pointage (pour pointer vers des objets dans l'image). Nous examinerons cette fonctionnalité dans un instant, mais pour l'instant, mon nom ne nécessite pas de ligne de pointage. Sous la rubrique *Font*, vous pouvez sélectionner la police de votre choix et définir une taille. Vous pouvez également ajouter des options de style telles que *Bold*, *Italic*, *Underline* et *Shadow*. Une couleur peut également être sélectionnée dans la liste des préréglages. Si vous souhaitez une couleur personnalisée, il vous suffit de cliquer sur le rectangle coloré situé à côté de la liste des couleurs prédéfinies. Les valeurs R, G et B peuvent ensuite être entrées manuellement. Une Opacité peut également être saisie pour que le texte soit invisible (0), transparent/translucide (1 à 254) ou opaque (255).

Pour ajouter le texte à votre image, cliquez n'importe où sur l'image pendant que le processus d'annotation est ouvert. Au fur et à mesure que vous personnalisez les options telles que celles de la rubrique *Police* (ou que vous modifiez le texte lui-même), des changements seront apportés au texte de l'image. Vous pouvez cliquer et faire glisser le texte sur l'image pour le déplacer où vous le souhaitez.

Lorsque vous êtes satisfait de l'emplacement et du style du texte, il vous suffit de cliquer sur le bouton "*Execute*" de l'Annotation (icône coche verte). Le texte sera ainsi ajouté de façon permanente à votre image. Vous pouvez évidemment annuler les modifications apportées à l'image si vous n'êtes pas satisfait par la suite. Une fois qu'une chaîne de texte est ajoutée, vous pouvez cliquer à nouveau sur l'image n'importe où pour ajouter une autre chaîne (dans ce cas, j'ajouterai l'adresse de mon site web).

Nous pouvons également ajouter des étiquettes à l'image elle-même, pour indiquer les caractéristiques individuelles telles que les noms des nébuleuses et les numéros de catalogue. Dans ce cas, nous activerons *Show Leader*. Pour pointer la ligne à l'endroit de votre choix, il vous suffit de passer le pointeur de la souris sur son point et vous pourrez cliquer et faire glisser la ligne n'importe où sur l'image. Le texte peut également être placé n'importe où. Vous vous rendrez vite compte que les lignes de pointage ne sont pas particulièrement grasses et peuvent être très difficiles à voir, sauf lorsqu'elles sont sur le fond. Il n'est donc généralement pas judicieux de les utiliser avec des images

lumineuses. C'est cependant une bonne façon de présenter plusieurs petites galaxies, amas d'étoiles ou étoiles individuelles sur un fond sombre.

Une fois que vous êtes satisfait d'avoir ajouté toutes les chaînes de texte que vous vouliez, il vous suffit de fermer le processus d'annotation et d'enregistrer votre image.

7. Enregistrer dans des formats d'image appropriés

Votre image étant prête à être enregistrée dans un autre format que le 32 bits FITS, nous considérons maintenant comment cette image se comportera. Pour maintenir le contraste, l'idéal serait d'enregistrer à une profondeur de bits minimale de 16 bits. Un format particulièrement adapté pour conserver ce niveau d'information est le TIFF.

Lors de l'enregistrement sous forme de TIFF 16 bits, sélectionnez un entier non signé 16 bits et None sous Compression. Vous pouvez également saisir ici la description de l'image et vos informations de copyright. Les images TIFF 16 bits sont particulièrement bien adaptées à une impression ultérieure, car elles conservent une large gamme dynamique et ne présentent pas de pertes de compression visibles.

Si toutefois vous avez l'intention de publier cette image en ligne, comme c'est le cas ici, le TIFF 16 bits produira une taille de fichier trop importante. Certains sites d'hébergement d'images n'accepteront pas des fichiers aussi volumineux, ou introduiront leur propre compression par-dessus, ce qui ruinera vos bonnes intentions initiales. Les deux principaux formats pour la publication en ligne sont le PNG et le JPEG. Les deux sont en 8 bits, ce qui signifie que beaucoup d'informations dans la gamme dynamique sont compressées. Cependant, vous ne verrez peut-être pas la différence avec vos yeux, car votre moniteur est probablement un moniteur 8 bits de toute façon (il comprime donc déjà visuellement les images 16 bits). Cependant, le format JPEG a tendance à introduire des gradients bizarres en raison des pertes de compression, même lorsqu'il est réglé sur une qualité de 100 %. Le PNG est donc un excellent format 8 bits à utiliser, à moins que vous ne souhaitiez vraiment réduire la taille des fichiers (alors le JPEG réglé à 100% de qualité est votre meilleur choix).

Si vous enregistrez au format PNG, on ne vous demandera rien. Le fichier sera simplement créé. Si vous enregistrez au format JPEG, il vous sera demandé de définir une valeur de qualité. La valeur par défaut est 80, ce qui correspond à 80%. Augmentez toujours cette valeur à 100 pour 100% (qualité maximale JPEG).

Enfin, nous vous rappelons d'utiliser le format TIFF 16 bits pour l'impression et le format PNG ou JPEG à 100 % pour la publication en ligne. Si vous pouvez choisir le PNG, allez-y. Si vous souhaitez réduire la taille des fichiers, utilisez le JPEG réglé sur une qualité de 100 %. Une autre façon de réduire davantage la taille des fichiers consiste à réduire la taille en pixels de l'image. Pour ce faire, utilisez simplement le processus *Resample* mais réduisez les valeurs sous *Target px*. Assurez-vous que les valeurs saisies sous Résolution sont appropriées à vos besoins. La valeur par défaut de 72

pixels/pouce est parfaitement adaptée à la publication en ligne. Une valeur supérieure n'est vraiment avantageuse que pour l'impression.

XVI. Préparer une mosaïque

Il arrive un moment où chacun envisage de photographier une cible et réalise qu'elle ne rentre pas dans le cadre, ou qu'il souhaite capturer quelque chose de voisin, ensemble, dans une image. On peut parfois utiliser un télescope à courte focale ou un capteur de caméra plus grand pour cadrer la ou les cibles de manière appropriée, mais cela n'est pas toujours possible. De plus, on peut souhaiter profiter de longueurs focales plus longues pour obtenir une image de plus haute résolution. Inévitablement, on finit par devoir créer une mosaïque.

Les mosaïques consistent essentiellement à capturer des expositions de deux ou plusieurs zones adjacentes du ciel nocturne, à prétraiter chacune de ces images et à les réunir en une seule grande image. Un post-traitement supplémentaire est ensuite effectué sur cette image jointe. Ce tutoriel vise à combler l'écart entre le prétraitement de chaque image individuellement et le post-traitement de l'image jointe en décrivant, en détail, la procédure par laquelle nous utilisons **PixInsight** pour joindre les images en une mosaïque. Étant donné que ce tutoriel ne fait que combler cette lacune, il est demandé à l'utilisateur de prêter une attention particulière à la liste de suppositions suivante, car il y a deux choses à faire pour chaque image de votre mosaïque avant de commencer ce tutoriel. Notez également que ce tutoriel fonctionne aussi bien pour les images monochromes que pour les images en couleur.

Enfin, je voudrais mentionner que [ce tutoriel](#) de David Ault pour la construction de mosaïques dans **PixInsight** est une lecture fantastique et en particulier, il inclut son propre script *DNALinearFit* qui fait un meilleur travail que le propre processus *LinearFit* de **PixInsight** lorsque vous avez des problèmes pour faire correspondre le fond de vos images individuelles de mosaïques. De plus, la technique décrite ici pour supprimer les étoiles pincées est tout à son honneur.

Supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images et des processus ([Lire](#) ce qui suit, sections 3 et 4).
- Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire](#) ceci).
- Les bords noirs de vos images ont tous été supprimés grâce au prétraitement par *DynamicCrop* et les dégradés d'arrière-plan présents ont été supprimés par *DynamicBackgroundExtraction* ([Lire](#) ce qui suit, sections 2 et 3).

1. Créer une mosaïque avec StarAlignment

Nous commençons par les images que nous allons transformer en mosaïque. Conformément à la liste supposée en haut, elles ont toutes deux été entièrement prétraitées. Bien qu'il ne soit pas important à ce stade d'éliminer les bords noirs résultant du processus d'empilement, la *DynamicBackgroundExtraction* fonctionne mieux lorsqu'il n'y a pas de bords noirs dans les images. C'est pourquoi les bords noirs résultant du prétraitement ont été supprimés avec *DynamicCrop*, puis tous les dégradés d'arrière-plan ont été supprimés avec *DynamicBackgroundExtraction*. Voici les images. Elles sont toujours linéaires mais ont été étirées automatiquement dans **PixInsight** à des fins de démonstration.

Les images ci-dessus sont celles de la nébuleuse du Voile. L'image de gauche est censée aller en dessous de l'image de droite. Il y a un chevauchement évident entre les deux, ce qui correspond au haut de l'image de gauche et au bas de l'image de droite. Le chevauchement est d'environ 15%, selon mon plan d'imagerie sur le Sequence Generator Pro.

Vous vous demandez peut-être pourquoi nous voulons créer une mosaïque grossière alors que nous pourrions simplement créer une grande mosaïque. Ce que nous allons faire, c'est assembler rapidement les images en une mosaïque, mais inévitablement cette mosaïque peut avoir des coutures où les images individuelles se confondent. Nous utiliserons cette mosaïque grossière pour préparer nos images individuelles de manière à ce qu'un autre processus crée en fait une mosaïque sans couture. Nous avons toutefois besoin de cette mosaïque brute comme référence. C'est notamment le cas lorsque vous avez plus de deux images pour créer votre mosaïque.

Commençons par ouvrir le processus *StarAlignment*.

Nous allons maintenant sélectionner une image de référence. Je vais utiliser ma première image (celle de gauche). Il n'y a aucune raison de choisir l'une plutôt que l'autre à ce stade, puisque nous venons de commencer. Cliquez simplement sur le bouton à côté de Image de référence en haut de *StarAlignment*, sélectionnez une de vos images dans la liste et cliquez sur OK.

Pour obtenir les meilleures performances dans la construction de mosaïques, nous sélectionnons *2-D Surface Splines* sous *Registration model*. Nous permettons également la correction de la *Distorsion* et augmentons les itérations de *Distorsion* à environ 100. L'augmentation des itérations de *distorsion* par rapport à sa valeur par défaut de 20 permet de résoudre les cas difficiles où la correspondance des étoiles n'est pas adéquate, de sorte que vous n'aurez peut-être pas du tout besoin de modifier cette valeur. Dans *Working mode*, nous sélectionnons *Registre/Union - Mosaic* et activons *Frame adaptation*.

La correction des distorsions tente de compenser les distorsions introduites en faisant correspondre les images lorsqu'il y a une légère rotation entre elles (ce qui est courant). L'adaptation des images est importante car elle tente de faire correspondre la luminosité globale des images lorsqu'elle les fusionne, ce qui donne un arrière-plan plus régulier qui minimise les raccords.

Nous allons maintenant ajuster certains paramètres de détection des étoiles pour optimiser la correspondance des images pour la construction de la mosaïque. Pour cela, nous développons l'onglet *Star Detection*. Comme les images sont encore linéaires et qu'aucune réduction de bruit n'a été appliquée, il y aura beaucoup de bruit à petite échelle. Comme ce bruit est principalement dans la première couche d'ondelettes (échelle du plus petit pixel), nous pouvons augmenter l'échelle de bruit à 1 afin que la première couche d'ondelettes soit ignorée lorsqu'il s'agit de la détection d'étoiles. Veuillez noter qu'il ne s'agit pas d'une exigence, sauf si la correspondance des étoiles pour la construction de la mosaïque pose un problème, alors ne vous embêtez pas à la régler s'il n'y a pas de problème. Si vous rencontrez de tels problèmes, le paramétrage de cette option pourrait vous aider à obtenir une correspondance d'étoiles appropriée.

Nous développons maintenant l'onglet "*Star Matching*". Pour assouplir les paramètres de détection d'étoiles afin que davantage d'étoiles soient détectées facilement, nous augmentons la tolérance du *RANSAC* à 6,00 (bien que vous puissiez également l'augmenter à son maximum de 8,00). Si la fusion de la mosaïque échoue à cause d'un manque de détection d'étoiles, vous pouvez certainement essayer une valeur de 8,00 ici, ainsi qu'une valeur plus élevée pour les itérations *RANSAC* (disons 3000 ou 4000). Assurez-vous que l'option "*Restrict to previews*" est activée, car nous indiquerons à *StarAlignment* à peu près où les images se fusionnent.

Nous pouvons maintenant donner un coup de main à *StarAlignment* pour savoir où les deux images se rejoignent. Pour cela, nous créons des boîtes de prévisualisation dans les deux images, englobant plus ou moins la zone de chevauchement entre les deux. Il n'est pas nécessaire d'être précis à 100 %, il suffit de créer une fenêtre de prévisualisation sur les deux images, comme indiqué ci-dessous. Veuillez noter une fois de plus que cela permet de résoudre les cas difficiles de correspondance d'étoiles. Dans la plupart des cas, vous n'aurez pas besoin de vous embêter à créer des boîtes de prévisualisation car *StarAlignment* fera parfaitement son travail sans elles.

Nous sommes maintenant prêts à appliquer le processus *StarAlignment*. Comme l'image de gauche est mon image de référence, je dois appliquer le processus à l'image de droite (la cible). Cela permettra de fusionner la deuxième image avec la première. Cette opération produit une nouvelle image après un certain traitement.

Cela semble déjà pas mal, mais il y a quelques coutures visibles si nous zoomons. Quoi qu'il en soit, il existe un autre procédé qui permet de mieux fusionner les images en une mosaïque. Nous avons juste besoin de ce résultat pour travailler avec cela.

À ce stade, si vous avez d'autres images qui vont dans votre mosaïque, vous devez régler l'image de référence dans *StarAlignment* sur l'image fusionnée de la mosaïque actuelle (la nouvelle ci-dessus). Vous devez ensuite appliquer à nouveau le processus *StarAlignment* à la troisième image. Avant de le faire, vous devez toutefois créer des boîtes de prévisualisation dans l'image fusionnée de la mosaïque actuelle et dans votre troisième image. L'application du processus fera apparaître une autre image fusionnée en mosaïque, mais cette fois avec trois images. Cette procédure est répétée encore et encore jusqu'à ce que toutes vos images aient été fusionnées en une seule mosaïque. Comme je n'en avais que deux au départ, j'ai terminé au point indiqué ci-dessus. Nous passons

maintenant à l'étape suivante, qui consiste à enregistrer nos images individuelles avec la mosaïque brute que nous venons de créer, en vue de les utiliser dans un autre processus.

2. Alignement des images de la mosaïque avec StarAlignment

La mosaïque brute étant préparée et ouverte dans **PixInsight** (à côté de nos images individuelles), nous avons maintenant placé l'image de la mosaïque brute comme image de référence dans *StarAlignment*. Nous pouvons laisser tous les paramètres intacts, mais nous devons changer le mode de travail pour *Register/Union - Separate*.

Ce que nous devons faire maintenant, c'est simplement appliquer le processus *StarAlignment* à chacune de nos images individuelles, une par une. Chaque fois que vous le ferez, deux nouvelles images apparaîtront. Auto-étirée, l'une d'elles est en fait la même image individuelle qu'auparavant, mais placée dans une image plus grande (de la même taille que la mosaïque brute), le noir remplissant la zone qui n'est pas occupée par cette image individuelle. L'autre est comme la mosaïque grossière - vous pouvez fermer celle-ci. Vous devez enregistrer les images individuelles qui apparaissent avec un remplissage noir en tant que nouveaux fichiers car le prochain processus que nous utiliserons nécessite des fichiers réels pour travailler. J'ai enregistré la mienne simplement sous la forme 1.fit et 2.fit dans le même dossier que le reste.

À ce stade, après avoir enregistré toutes nos images individuelles avec la mosaïque brute, nous pouvons fermer chaque image qui est ouverte et fermer également le processus *StarAlignment*. Si vous avez enregistré votre image brute de la mosaïque sous forme de fichier, vous pouvez la supprimer aussi bien que nous n'en avons plus besoin.

À ce stade, nous avons couvert un cas général de construction de mosaïque - un cas qui fonctionnera aussi bien pour deux segments que pour seize segments. Il s'agit de créer une mosaïque grossière qui servira de base pour préparer vos segments individuels dans la même taille que votre mosaïque complète. Cependant, si votre mosaïque ne comporte que deux segments, il n'y a aucune raison de créer une mosaïque grossière. Vous pouvez simplement paramétrer *StarAlignment* comme dans la section 1, mais avec le mode de travail réglé sur *Register/Union - Separate*, en l'appliquant au segment qui ne sert pas de référence. Cela générera automatiquement deux nouvelles images - les deux segments de mosaïque préparés dans la même taille que votre mosaïque complète. Vous pouvez ensuite les enregistrer et passer à la section 4 ci-dessous. En d'autres termes, vous sautez complètement l'étape de la mosaïque grossière, car vous n'en avez pas besoin lorsqu'il n'y a que deux segments concernés. Veuillez noter cette astuce car elle vous fera sans doute gagner du temps et de l'effort lorsque vous travaillez avec des mosaïques à deux segments.

3. Méthode alternative utilisant l'astrométrie et les catalogues d'étoiles

Jusqu'à présent, nous avons suivi la méthode de préparation des différents segments de la mosaïque en vue de leur fusion avec *GradientMergeMosaic*, dont il est question plus loin dans la section 4. Cette méthode a consisté à créer une mosaïque grossière afin d'enregistrer chaque

segment de mosaïque individuel séparément. Il a également été discuté que si votre mosaïque ne comporte que deux segments, vous pouvez sauter l'étape de production d'une référence de mosaïque brute et simplement enregistrer chaque image de segment de mosaïque l'une avec l'autre. Dans cette section, cependant, nous présentons une méthode alternative pour préparer ses images de segments de mosaïque pour une utilisation ultérieure dans *GradientMergeMosaic* (décrite ci-dessous dans la section 4). Cette méthode est recommandée par Juan Conejero de l'équipe **PixInsight**, et est couverte par David Ault dans son tutoriel. Cette méthode est particulièrement recommandée pour les mosaïques constituées de plus de deux segments, car elle nous empêche d'effectuer deux procédures d'enregistrement (une pour la mosaïque brute et une autre pour les segments individuels de la mosaïque avec la mosaïque brute). De ce fait, les distorsions et les imprécisions globales introduites dans le résultat final sont minimisées grâce à une manipulation réduite.

Nous recommençons, avec les deux images de segments de mosaïque ouvertes dans **PixInsight**, auto-étirées à des fins de démonstration. Elles ont été entièrement prétraitées, leurs bords noirs ont été découpés et ont été traitées avec la fonction *DynamicBackgroundExtraction* pour supprimer tout dégradé de l'arrière-plan.

La méthode que nous allons utiliser consiste à créer une fausse image des étoiles autour de la région du ciel nocturne correspondant aux images de la mosaïque. Cette image peut agir comme notre mosaïque brute l'a fait précédemment, afin de permettre aux images individuelles des segments de la mosaïque d'être enregistrées avec elle. Grâce à cette méthode, elle fonctionnera de manière équivalente, quel que soit le nombre de segments composant votre mosaïque. Ce tutoriel couvre la méthode utilisée avec deux segments, mais elle est la même pour tout nombre arbitraire de segments.

Nous devons d'abord déterminer les coordonnées d'Ascension et de Déclinaison droites du centre de la mosaïque. Il n'est pas nécessaire qu'elles soient exactes, mais une bonne estimation est essentielle pour préparer notre fausse image d'étoiles. Je remarque que dans ma mosaïque particulière, le haut de l'image de gauche (ou le bas de l'image de droite) est le centre de la mosaïque. Cela peut vous aider à les disposer de manière à pouvoir déterminer où se trouve le centre. Si votre mosaïque est constituée d'un nombre impair de segments, le centre de l'une de vos images de segments de mosaïque sera effectivement le centre de la mosaïque. Comme ma mosaïque se compose de deux segments, je choisis arbitrairement l'image de gauche pour déterminer le centre de la mosaïque. Je ferme donc l'image de droite, car je n'en ai pas encore besoin.

Je voudrais effectuer une résolution astrométrique sur cette image, qui me donnera un certain nombre de paramètres, dont l'angle de rotation de l'image, ses propres coordonnées, etc. Cela se fait à l'aide du script *ImageSolver*, ouvert par le menu *Script -> Analyse d'image -> ImageSolver*.

La sélection de la fenêtre active sous Target Image est la bonne option, car nous n'avons que l'image qui contient le centre de la mosaïque ouverte. Si vous en avez d'autres ouvertes, vous devrez

d'abord cliquer pour les sélectionner, puis ouvrir le script. Nous devons maintenant fournir au script les coordonnées de ce que contient l'image sélectionnée. Dans mon cas, il s'agit de la nébuleuse du voile oriental NGC6992. On peut parfois trouver les coordonnées de l'Ascension droite et de la Déclinaison à travers une multitude de sources - Wikipédia, Stellarium, Cartes du Ciel, Starry Night, etc. Le problème est que les coordonnées saisies doivent être contenues dans l'image pour que le script fonctionne. Par conséquent, un objet aussi grand que la Nébuleuse du Voile peut être gênant parce que les coordonnées du centre de la Nébuleuse du Voile ne sont pas contenues dans l'image que j'ai sélectionnée, par exemple. Je dois donc rechercher les coordonnées de la nébuleuse du voile orientale NGC6992 en particulier, car elle est clairement contenue dans l'image.

Si vous avez des difficultés à trouver des informations, peut-être parce que l'image que vous avez sélectionnée ne contient rien d'intéressant, alors vous devriez télécharger l'image sur Astrometry.net pour la résolution astrométrique. Veuillez noter que parfois, le téléchargement d'une seule exposition brute plutôt que de votre image prétraitée permet une résolution plus rapide (ou une résolution réussie lorsque votre image prétraitée ne peut pas être résolue). Une fois l'image téléchargée, la résolution est automatique. Une fois le téléchargement terminé, la page indiquera "Success" et vous pourrez accéder à la page des résultats. Dans la colonne de droite de la page de résultats, vous trouverez les coordonnées du centre de votre image téléchargée. Celles-ci peuvent être entrées dans le script, avec Epoch (ymd) laissée par défaut car elle indique l'époque J2000 (si vous n'avez pas obtenu vos coordonnées d'Astrometry.net, assurez-vous que les coordonnées que vous avez sont J2000, bien sûr, sinon changez le paramètre de l'époque (ymd) en conséquence).

La case S est laissée désactivée, car elle n'est activée que lorsque les coordonnées de déclinaison sont censées être négatives, ce qui s'applique aux cibles de l'hémisphère sud. Il est important de définir la bonne taille de pixel et la bonne distance focale ou résolution pour que le résolveur de plaques puisse faire son travail. Comme l'image a été obtenue avec un capteur CCD Sony ICX694, la taille de pixel correcte pour moi est de 4,54. Le télescope utilisé a une distance focale de 368 mm, ce qui permet de l'entrer dans la rubrique Distance focale. Cependant, il y a un problème - cette image n'est pas dans la résolution de capture originale. Cette image a été arrosée pendant sa procédure de prétraitement. Une distance focale de 368 mm avec le capteur CCD Sony ICX694 donne une résolution de 2.545 arcsecondes/pixel. Cependant, si je résous l'image prétraitée, les résultats de la résolution astrométrique me disent que la résolution est en fait de 1,272 arcsecondes/pixel. C'est la moitié de la valeur prévue. Cela s'explique par le fait que l'algorithme de Drizzle a artificiellement augmenté la taille des pixels de l'image de deux fois, ce qui donne l'impression que la résolution est deux fois plus élevée. Il est donc important que j'entre 1,272 dans la résolution plutôt que 2,545, et que j'évite d'entrer 368 sous la distance focale. De cette façon, le script dispose des informations correctes de l'image.

Le catalogue d'étoiles VizieR par défaut de PPMXL est bon pour tous les cas avec lesquels j'ai essayé cette méthode. Il suffit d'augmenter la magnitude limite de 15 à 20 pour obtenir plus d'étoiles pour la résolution de plaques. J'ai entré 15 dans mon cas.

Le script *ImageSolver* est maintenant prêt. Il suffit de cliquer sur OK et de regarder la console de processus car elle affichera les informations d'état. Une fois terminé, les résultats seront également affichés à cet endroit.

On note que la rotation relevée par la résolution astrométrique est de -88,898 degrés. Cette valeur sera utilisée plus tard lors de la génération de notre image de fausses étoiles. En effet, la valeur correcte de la résolution est également déterminée ici, à savoir 1,277 arcsecondes/pixel. Cette valeur est également notée pour une utilisation ultérieure.

Comme je sais que le centre de la mosaïque se trouve au sommet de cette image, il est peu utile de connaître les coordonnées du centre de cette image particulière de segment de mosaïque. Nous avons besoin de connaître, plus ou moins, les coordonnées du centre de la mosaïque entière. Le script qui nous y aidera est le script *AnnotateImage*, accessible par le menu *Script -> Render -> AnnotateImage*.

Sous *Layers list*, il suffit d'activer *Grid*, car cela nous montrera la grille des coordonnées d'ascension et de déclinaison correctes superposées à notre image. Si seule la grille est activée et sélectionnée dans *Layers list*, nous définissons une taille de police plus grande, soit 40. Nous augmentons également la densité de la Grille à environ 10.

En général, le reste des paramètres par défaut fonctionnent parfaitement bien, bien que vous puissiez souhaiter modifier la couleur de la grille. Avant de cliquer sur OK, assurez-vous que le paramètre Epoch (ymd) correspond à celui que vous avez utilisé dans le script *ImageSolver*. La valeur par défaut est J2000, ce qui est correct pour moi. Cliquer sur OK dans le script annote la grille de coordonnées sur une copie clonée de l'image.

Nous pouvons maintenant utiliser la grille pour déterminer plus ou moins où se trouve le centre de la mosaïque, étant donné que je sais que le haut de cette image est le centre de ma mosaïque. Je détermine que c'est comme encerclé et indiqué ci-dessous.

Cela correspond plus ou moins aux coordonnées d'Ascension droite de 20h 51m 22.5s et aux coordonnées de Déclinaison de +31° 20' 0.0". Avec une résolution de 1,277 arcsecondes/pixel et une rotation de -88,898 degrés, nous avons tout ce qu'il faut pour produire une image de fausses étoiles appropriée pour l'enregistrement de la mosaïque. Toutes les images ouvertes sont maintenant fermées, et le script *CatalogStarGenerator* est ouvert, via le menu *Script -> Render -> CatalogStarGenerator*.

Ici, nous entrons les coordonnées d'Ascension et de Déclinaison droites que nous avons trouvé être plus ou moins le centre de toute la mosaïque. Nous nous assurons également que le réglage de l'époque (ymd) correspond à ce que nous avons utilisé jusqu'à présent (J2000 dans mon cas, j'entre donc 2000, 1 et 1). Là encore, la case S n'est activée que si vos coordonnées de déclinaison sont négatives car il s'agit d'une cible de l'hémisphère sud.

Dans Rotation, nous entrons l'angle déterminé précédemment par le script *ImageSolver*. Dans mon cas, c'était -88,898 degrés. Dans Résolution sous *Scale Image*, nous entrons également ce qui a été déterminé précédemment par le script *ImageSolver*. Dans mon cas, c'était 1,277 arcsecondes/pixel. Nous devons maintenant déterminer la taille de l'image des fausses étoiles en pixels. La valeur par défaut de 1024 x 1024 ne suffira probablement pas - certainement pas dans mon cas. Ma mosaïque se compose de deux segments et chaque image a une taille d'environ 5474 x 4380 (l'un est légèrement, légèrement plus petit). Bien sûr, il y a un chevauchement d'environ 15% entre elles, mais il vaut mieux en avoir plus que moins. Par conséquent, nous ignorons le chevauchement et nous additionnons simplement toutes les dimensions de toutes nos images. Cela donne des pixels supplémentaires, mais il vaut mieux en avoir plus que moins. J'arrondis également mon résultat final pour qu'il soit encore plus compact. Cela me donne un total de 11000 x 9000 pixels. Encore une fois, ces valeurs sont volontairement arrondies à la hausse. En fait, comme un de mes segments se trouve au-dessus de l'autre, je n'ai pas besoin techniquement d'ajouter les largeurs, mais par paresse, vous pouvez exagérer vos valeurs comme je l'ai fait. N'hésitez pas à être plus calculé à ce sujet. Gardez simplement à l'esprit que si vous choisissez une valeur un peu petite, une image de segment de mosaïque sera légèrement plus grande que l'autre et cela posera des problèmes plus tard lorsque vous essaieriez de les fusionner. Par conséquent, assurez-vous toujours d'avoir des pixels supplémentaires.

Sous Stars, nous pouvons maintenant sélectionner jusqu'à deux catalogues différents. Celui par défaut PPMXL fonctionnait clairement bien auparavant, nous pouvons donc le conserver. Vous pouvez sélectionner TYCHO-2 pour le Catalog2, juste pour ajouter quelques étoiles supplémentaires dans la fausse image d'étoiles. Réglez la magnitude maximale à ce que vous avez défini plus tôt, soit 15 à 20. Une fois que vous l'avez définie, cliquez sur le bouton OK et **PixInsight** téléchargera et générera une fausse image d'étoiles en fonction de vos paramètres. La deuxième capture d'écran ci-dessous montre cette image auto-étirée.

Cette image est en fait notre mosaïque brute, avec laquelle nous enregistrons toutes nos images élémentaires de la mosaïque en vue d'une fusion ultérieure avec *GradientMergeMosaic*. Par conséquent, nous ouvrons les maintenant toutes ainsi que le processus *StarAlignment*. Le processus *StarAlignment* est configuré exactement comme il l'était dans la section 2 ci-dessus, avec le mode de travail Register/Union - Separate. L'image de référence est maintenant paramétrée sur l'image *CatalogStars* générée. Ce que nous n'activons pas, cependant, c'est *Frame adaptation*. C'est un excellent réglage à conserver, mais il dépend du fait que l'image de référence soit l'une des images de la mosaïque. Comme notre image de référence est cette fois-ci la fausse image d'étoiles, nous ne voulons pas y adapter les images de la mosaïque.

Il ne nous reste plus qu'à appliquer le processus *StarAlignment* à chacune de nos images de segments de mosaïque, une par une. Sur chaque application, deux images apparaîtront. L'une sera à nouveau votre image *CatalogStars*, que vous pouvez fermer (ne fermez cependant pas l'image *CatalogStars* originale car vous pourriez en avoir besoin pour d'autres images de segments de mosaïque), et l'autre est votre image de segment de mosaïque enregistrée. Celle-ci est montrée ci-dessous, autostretched.

Il est enregistré correctement, et il se trouve dans un cadre surdimensionnée avec un remplissage noir. Il est clair que, comme prévu, la taille de 11000 x 9000 pour l'image de *CatalogStars* était une exagération. J'aurais pu faire avec moins de largeur car je n'avais pas besoin de sommer les largeurs de mes images. Néanmoins, cela a parfaitement fonctionné. Ci-dessous, vous trouverez les deux images de mes segments de mosaïque enregistrées.

À ce stade, une fois que toutes vos images de la mosaïque sont enregistrées et qu'elles se trouvent toutes entourées noir, il apparaît que votre image *CatalogStars* était suffisamment grande. Vous pouvez alors fermer vos images de mosaïque originales ainsi que *CatalogStars* image (sans la sauvegarder). Vous devez ensuite enregistrer toutes vos images de mosaïque enregistrées sous forme de fichiers d'images individuelles, pour les fusionner avec *GradientMergeMosaic*, dont il est question dans la section suivante.

Un problème que vous pourriez rencontrer avec cette méthode d'enregistrement de vos images individuelles de segments de mosaïque est que vous n'avez pas pu utiliser l'adaptation de cadre dans *StarAlignment*. Par conséquent, la luminosité globale de chaque image peut ne pas être bien adaptée, même si vous les fusionnez avec *GradientMergeMosaic*. Malheureusement, le processus *LinearFit* ne fonctionnera pas avec ces images de segments de mosaïque enregistrées. C'est là que les efforts de David Ault s'avèrent utiles. Dans le tutoriel de David Ault, faites défiler vers le bas jusqu'à la section *Intensity Matching* et téléchargez son script, appelé *DNALinearFit*. Vous devrez ajouter ce script à votre liste de scripts **PixInsight**, qui apparaîtra alors sous le menu *Script -> Utilities -> dnaLinearFit*. Il est extrêmement simple à utiliser. Il suffit de sélectionner une de vos images de segments de mosaïque comme vue de référence et de définir la vue cible pour chacune de vos autres images de segments de mosaïque, une par une (avec le réglage par défaut de Moyenne / Médiane sous la méthode *LinearFit*).

Vous remarquerez que les images des segments de la mosaïque changent de luminosité une fois que le script leur est appliqué. Vous devrez réappliquer l'autostretch pour les voir correctement. Ce script aura fait le travail d'adaptation des images, malgré votre incapacité à l'utiliser plus tôt avec *StarAlignment*. En fait, j'ai parfois trouvé qu'il faisait un meilleur travail, donc il vaut la peine de l'utiliser. Une fois que vous avez terminé, enregistrez les images des segments de mosaïque que vous avez enregistrées pour que ces changements soient sauvegardés. N'oubliez pas que vous devez enregistrer tous ces éléments sous forme de fichiers d'images individuels pour les utiliser avec *GradientMergeMosaic* dans la section suivante.

4. Créer une Mosaïque sans raccords avec *GradientMergeMosaic*

Nous en arrivons maintenant à la dernière étape - la création d'une mosaïque sans faille. Cela se fait grâce au processus *GradientMergeMosaic*, que nous ouvrons maintenant.

Il nous suffit de cliquer sur le bouton "Ajouter des fichiers" et d'ajouter toutes nos images individuelles (que nous avons sauvegardées dans la section précédente) à la liste. J'ai appelé la mienne 1.fit et

2.fit. Il se peut que vous ayez d'autres images. N'oubliez pas que ces images sont celles enregistrées avec la mosaïque brute (ou l'image des fausses étoiles) qui sont remplies de noir.

L'ordre de cette liste a en fait de l'importance et plus vous avez d'images dans votre mosaïque, plus l'ordre de la liste a de l'importance. Il n'a d'importance qu'en termes de distorsions introduites par leur fusion dans une mosaïque. Si vous avez des étoiles brillantes sur les bords où les images fusionnent, elles pourraient apparaître déformées. De plus, vous pouvez obtenir de meilleurs résultats en superposant la deuxième image sur la première, plutôt que l'inverse, par exemple. Il est utile de savoir quel numéro d'image correspond à quel segment de votre mosaïque, de sorte que si vous identifiez des distorsions, vous pouvez inverser l'ordre d'au moins deux images de cette liste. Pour ce faire, il suffit d'en sélectionner une et de cliquer sur les boutons "Monter" ou "Descendre". Les images sont superposées de haut en bas, donc dans mon cas ci-dessus, ma deuxième image (2.fit) se superpose à la première image (1.fit) à l'endroit où elles se croisent.

Pour procéder à la fusion, sélectionnez Superposition sous Type de combinaison. Nous devrions tester et voir à quoi ressemble notre image en mosaïque avec les paramètres par défaut. Nous discuterons un peu plus loin du Shrink radius et Feather radius. Pour lancer le processus, il suffit de cliquer sur le bouton Appliquer global.

Le résultat ci-dessus semble très bon et assez homogène. Si vous constatez que vous voyez encore des raccords dans vos images, vous pouvez essayer d'augmenter *Feather radius* au-dessus de 10. Cependant, si *GradientMergeMosaic* ne parvient pas à produire l'image de la mosaïque en raison de problèmes de repérage, vous pouvez réduire le *Feather radius* (ou le reculer par rapport à l'endroit où vous l'avez placé). Une valeur de 20 pour le *Feather radius* peut être plus efficace pour vous, selon les résultats obtenus avec les paramètres par défaut.

Parfois, la fusion en mosaïque peut aussi déformer les étoiles aux bords, surtout si elles sont brillantes. Par exemple, avec les paramètres par défaut, j'ai une étoile déformée dans mon image de mosaïque.

On peut éviter cela en augmentant un peu le *Shrink radius*. Par exemple, si j'augmente le *Shrink radius* à 10, j'obtiens le résultat suivant sur cette étoile :

Cela a clairement supprimé la question de l'étoile déformée. L'augmentation du Feather radius permet également d'obtenir de meilleures raccords entre les images.

Gardez à l'esprit que des conditions d'imagerie différentes ainsi qu'un nombre différent d'images empilées peuvent produire une légère différence de fond entre les images d'une mosaïque et peuvent donner l'impression qu'il y a un léger changement d'un segment à l'autre. Cela est inévitable dans une certaine mesure, mais peut être traité en post-traitement, car on augmente le contraste et on applique la réduction du bruit principalement à l'arrière-plan (sur toute l'image de la mosaïque).

À ce stade, vous pouvez très bien être satisfait de votre image mosaïque, mais que se passe-t-il si l'augmentation du rayon de rétrécissement n'élimine pas une étoile pincée particulièrement persistante ? Cela peut être traité avec *PixelMath*. Le problème réside essentiellement dans le fait que les deux images ont cette étoile brillante près du bord où les images se rejoignent. Il est possible

de résoudre ce problème en inversant l'ordre des images dans *GradientMergeMosaic*, mais cela peut aggraver la situation en introduisant plus d'étoiles pincées ! Vous pouvez également résoudre le problème en supprimant l'étoile qui pose problème dans l'une des images (généralement celle qui se trouve au-dessus sur le recouvrement - dans mon cas, la deuxième image, correspondant au segment supérieur et appelée 2.fit).

Pour ce faire, nous ouvrons l'image que nous voulons modifier et nous l'étiquetons automatiquement afin de pouvoir voir ce avec quoi nous travaillons. Ci-dessous, j'ai choisi d'ouvrir ma première image, le segment inférieur, appelé 1.fit. Une meilleure idée serait de modifier l'image du haut, au cas où vous en feriez trop, l'image du bas compensant les pixels perdus.

Vous devrez croiser votre image de la mosaïque avec l'image que vous souhaitez modifier pour identifier l'étoile problématique à supprimer. J'ai identifié la mienne ci-dessous :

Ouvrez le processus *PixelMath* et copiez-collez la ligne suivante dans la zone de texte RGB/K :

```
iif(x() $>x\_low$  && x() $<x\_high$  && y() $>y\_low$  && y() $<y\_high$ , 0, $T)
```

Nous devons d'abord identifier les limites des coordonnées de cette étoile, que nous remplaçons par x_low , x_high , y_low et y_high dans ce qui précède. Pour cela, il suffit de cliquer sur l'image et de maintenir le bouton gauche de la souris enfoncé pour faire apparaître l'aperçu du mode de lecture. Faites glisser légèrement le pointeur de votre souris vers le coin supérieur gauche de l'étoile, comme indiqué. Les coordonnées x et y sont indiquées ici.

Les coordonnées x et y indiquées sont vos valeurs x_low et y_low . Par conséquent, dans la zone de texte "Symbols" de *PixelMath*, je saisis ce qui suit :

```
 $x\_low=2812, y\_low=4400$ 
```

Ci-dessus, j'ai volontairement arrondi les valeurs vers le bas. Maintenant, placez le pointeur de votre souris légèrement en bas à droite de l'étoile, comme indiqué. Les nouvelles coordonnées x et y seront affichées ici.

Compte tenu de mes coordonnées x et y particulières, j'étends le contenu de *Symbols* in *PixelMath* à ce qui suit :

```
 $x\_low=2812, y\_low=4400, x\_high=2832, y\_high=4422$ 
```

Après avoir appliqué cette expression *PixelMath* à mon image, je vois ci-dessous où se trouvait mon étoile problématique :

Une fois que vous avez supprimé les étoiles problématiques d'une de vos images, enregistrez les modifications (ou sauvegardez-les en tant que nouvelles images, au cas où !). Vous pouvez ensuite revenir à *GradientMergeMosaic* et répéter ce qui précède. Par exemple, voici mon image de mosaïque avec le rayon de rétrécissement laissé par défaut à 1, zoomée sur l'étoile qui posait problème auparavant :

Si vous obtenez des lignes noires autour de votre étoile précédemment problématique, cela signifie que vous avez supprimé trop de pixels autour de l'étoile problématique. Soit vous revenez en arrière et supprimez quelques pixels de moins, soit vous vous assurez de supprimer l'étoile de l'image qui est superposée (dans mon cas, ma deuxième image, 2.fit).

L'image de la mosaïque ayant été générée de manière transparente et sans étoile problématique, nous recadrons maintenant les bords noirs créés lors du processus de construction de la mosaïque. Pour cela, nous utilisons le procédé DynamicCrop. Il suffit d'ouvrir le processus et de cliquer sur son bouton Reset pour l'initialiser.

Il suffit maintenant de faire glisser les quatre côtés de la zone surlignée vers l'intérieur pour exclure complètement les bords noirs. Vous pouvez effectuer un zoom arrière d'un pas afin de voir clairement les limites. Une fois que vous avez sélectionné un recadrage grossier, faites un zoom avant et vérifiez soigneusement chaque côté pour vous assurer que vous ne recadrez pas trop (ou pas assez et que vous ne laissez pas de bord noir !). Une fois que vous êtes satisfait, cliquez sur le bouton Exécuter et fermez le processus DynamicCrop. Ci-dessous, je vous montre mon image de mosaïque après le recadrage et après une rotation rapide de 90° dans le sens des aiguilles d'une montre à l'aide de FastRotation.

Veillez noter que l'image de la mosaïque ci-dessus est toujours linéaire. Rien ne lui a été fait, officiellement. Elle nécessite encore le régime habituel de réduction du bruit, d'étirement non linéaire, d'amélioration du contraste, etc. L'idée est de prétraiter toutes les images individuelles des segments de la mosaïque, d'éliminer les bords noirs du prétraitement, de supprimer les dégradés de l'arrière-plan et d'en faire une mosaïque. Une fois la mosaïque créée, vous pouvez poursuivre le post-traitement comme vous le feriez habituellement avec une seule image.

Gardez à l'esprit que si vous obtenez une image monochrome et que vous avez donc plusieurs segments de mosaïque capturés par plusieurs filtres, vous devrez d'abord répéter le processus ci-dessus pour chaque image de filtre. Une fois que vous avez terminé, vous pouvez utiliser le processus StarAlignment pour les enregistrer tous ensemble avec l'un d'entre eux comme référence. Vous pouvez ensuite utiliser le processus LinearFit pour faire correspondre la luminosité de chaque image filtrée, puis vous pouvez combiner les couleurs et effectuer votre post-traitement habituel.

XVII. Combinaisons de palettes bicolores à bande étroite

L'imagerie à bande étroite présente plusieurs avantages par rapport à l'imagerie LRGB ou One Shot Colour. Premièrement, les filtres à bande étroite sélectionnent une partie très distincte du spectre, qui correspond à une fréquence particulière. Cela permet aux astrophotographes d'obtenir des images à travers une forte pollution lumineuse (sauf la pollution lumineuse des LED blanches à large spectre). Deuxièmement, les étoiles apparaissent nettement moins étalées et la nébulosité apparaît richement détaillée. Ces images à bande étroite peuvent être utilisées pour améliorer les images LRGB ou One Shot Colour, ou pour produire des images à part entière.

Comme la plus grande partie de l'univers visible est constituée d'hydrogène, la raie d'émission de l'H-Alpha est particulièrement importante. Les astrophotographes qui produisent des images monochromes à bande étroite choisissent toujours H-Alpha. Cependant, la plupart de ceux qui produisent des images à bande étroite ont tendance à capturer des images à travers plusieurs filtres à bande étroite. Il s'agit notamment des filtres H-Alpha, Hydrogène-Bêta, Azote-II, Soufre-II et Oxygène-III. Les plus populaires sont l'hydrogène alpha, le soufre II et l'oxygène III, car ils peuvent être utilisés pour produire des images en couleur des images produites par le télescope spatial Hubble, en utilisant la populaire palette Hubble. Ce tutoriel est toutefois destiné à ceux qui souhaitent produire des images en couleur de la palette bicolore - des images en couleur n'impliquant que deux filtres à bande étroite. Ces filtres sont normalement choisis comme H-Alpha et Oxygène-III, mais le tutoriel peut être utilisé pour toute combinaison de deux filtres. En outre, la section 4 peut être utilisée pour produire des images en couleur à partir d'un nombre quelconque de filtres à bande étroite, car nous mélangeons différents filtres pour différents canaux de couleur.

Pré-supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images et des processus ([Lire](#) ce qui suit, sections 3 et 4).
- Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire](#) ceci).
- Vos images ont toutes été enregistrées les unes par rapport aux autres, les bords noirs résultant du prétraitement ont été supprimés à l'aide de DynamicCrop et tout dégradé d'arrière-plan présent a été supprimé à l'aide de DynamicBackgroundExtraction ([Lire](#) ce qui suit, sections 1, 2 et 3).

1. Préparations Initiales pour des images Narrowband

Il est typique pour les astrophotographes de vouloir combiner les couleurs des images pendant leur état linéaire, car c'est une pratique courante pour les images LRGB. Cependant, les grandes différences de luminosité entre les images capturées par les différents filtres de lignes d'émission rendent difficile le mélange des images linéaires dans les différentes palettes de couleurs. En général, les images apparaissent lavées dans les nuances de n'importe quel canal de couleur qui est principalement occupé par l'H-Alpha. Pour que les différentes images filtrées aient une contribution plus ou moins égale au mélange final des couleurs, on peut étirer ces images pour qu'elles soient non linéaires avant de les mélanger.

Bien que vos images puissent être différentes, il est courant d'appliquer une certaine réduction de bruit aux images à l'état linéaire. Le choix de le faire ou non, ou de le faire de manière agressive, dépend du niveau de bruit de vos images. Veuillez noter que cette question dépasse le cadre de ce tutoriel et est amplement couverte par un autre tutoriel spécialement écrit sur le sujet de la réduction du bruit. La routine de réduction du bruit que j'ai choisie pour les images que nous sommes sur le point de post-traiter est la *MultiscaleLinearTransform* (comme décrit dans le tutoriel sur la réduction du bruit) avec des copies clonées étirées des images elles-mêmes agissant comme des masques.

Les deux images autotractées ci-dessus correspondent à H-Alpha (à gauche) et Oxygène-III (à droite). Elles ont été entièrement prétraitées, ont été enregistrées l'une avec l'autre, ont vu leurs gradients d'arrière-plan supprimés avec *DynamicBackgroundExtraction* et ont été réduites en bruit avec *MultiscaleLinearTransform*. Comme indiqué précédemment, pour tirer le meilleur parti de la combinaison des couleurs de ces images, il est préférable qu'elles soient étirées de manière non linéaire. Comme ce sujet fait l'objet d'un autre tutoriel, la procédure d'étirement des images en non-linéaire ne sera pas abordée en détail. J'utilise généralement soit *HistogramTransformation*, soit *MaskedStretch*, soit une combinaison des deux (d'abord *MaskedStretch*, puis *HistogramTransformation* pour ajuster).

Un avantage de l'utilisation de *MaskedStretch* par rapport à *HistogramTransformation* est qu'il permet de faire correspondre plus précisément la luminosité du fond des deux images à bande étroite. En effet, *MaskedStretch* permet à l'utilisateur de définir une luminosité de fond spécifique et de l'appliquer aux deux images à bande étroite. Cependant, en raison des émissions plus faibles dans Oxygène-III, la nébulosité globale sera plus brillante dans l'image H-Alpha. On peut alors exagérer la luminosité de la nébulosité de l'image Oxygène-III en l'étirant davantage, peut-être avec *HistogramTransformation* ou même *CurvesTransformation* en mode RGB/K.

Le tableau ci-dessous montre le résultat de l'étirement des deux images en mode non linéaire à l'aide de *MaskedStretch* avec un arrière-plan cible défini par défaut à 0,12500000, des itérations définies par défaut à 100, une fraction d'écrêtage définie à 0,00000000 et une référence d'arrière-plan sélectionnée se référant à une petite boîte de prévisualisation sur un simple arrière-plan (pas de nébulosité), sur chaque image.

Ayant utilisé les mêmes paramètres dans *MaskedStretch* (outre l'image de référence de l'arrière-plan qui se réfère à la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan de chaque image), l'arrière-plan a été relevé à la même luminosité dans les deux images. Le problème est que, naturellement, la nébulosité de l'image Oxygen-III est également moins lumineuse que celle de l'image Hydrogen-Alpha, ce qui signifie qu'elle contribue moins à la combinaison de couleurs. Nous pouvons augmenter la luminosité globale de la nébulosité de l'image Oxygen-III grâce à *HistogramTransformation* en appliquant un étirement ainsi qu'un ajustement du point noir, comme indiqué ci-dessous.

En effet, on peut passer de l'histogramme H-Alpha à l'histogramme Oxygène-III, afin de voir comment l'histogramme Oxygène-III étiré correspondra à l'histogramme H-Alpha actuel. L'ouverture de la fenêtre de prévisualisation en temps réel de l'image Oxygène-III à côté de l'image H-Alpha permet également à l'utilisateur d'évaluer visuellement la luminosité entre les deux, tant pour leur fond que pour leur nébulosité. À ce stade, il est également utile d'avoir une idée de la couleur que vous souhaitez que vos images individuelles à bande étroite contribuent à l'image combinée. Après tout, si vous souhaitez que l'image Oxygène-III représente le bleu, vous préférerez que l'image Oxygène-III soit un peu plus lumineuse que l'image H-Alpha (car l'image H-Alpha est généralement trop puissante). Le processus de statistiques peut être utilisé pour comparer les images en comparant leurs valeurs moyennes et médianes en pixels en mode 16 bits [0,65535].

Quelques ajustements mineurs supplémentaires des images peuvent être effectués en utilisant *CurvesTransformation* en mode *RGB/K*. La production d'une légère courbe en S en créant un point au quart du graphique et en le faisant glisser un peu vers le bas, et la création d'un point aux trois quarts du graphique et en le faisant glisser un peu vers le haut, donne lieu à un contraste supplémentaire dans les zones claires et à une luminosité réduite de l'arrière-plan.

Là encore, l'utilisateur peut comparer visuellement l'aperçu en temps réel avec l'autre image au fur et à mesure des ajustements. Le processus *Statistics* peut également être utilisé pour comparer les images après l'application des ajustements. Quoi qu'il en soit, nous obtenons ce que nous voulions - des images non linéaires étirées à bande étroite dans H-Alpha et Oxygène-III qui seront désormais utilisées pour produire un certain nombre de combinaisons différentes de palettes bicolores.

Bien que ce ne soit pas strictement le sujet de ce tutoriel, on pourrait faire cet étirement comparatif des images à bande étroite pour plus de deux images à bande étroite. Il peut s'agir de trois images à bande étroite différentes, voire plus.

Afin de combiner les couleurs de nos images à bande étroite, nous utiliserons le procédé *PixelMath*, qui permet toutes sortes de réglages fins des combinaisons. Cette section se termine par la mise en place de *PixelMath* pour les différentes façons de combiner les couleurs des deux images à bande étroite. Nous ouvrons le processus et désactivons Utiliser une seule expression RGB/K, nous sélectionnons Créer une nouvelle image et nous sélectionnons la couleur RGB sous Espace couleur. Cela nous permettra d'entrer des combinaisons d'images séparées pour les canaux Rouge, Vert et Bleu, et créera une nouvelle image couleur lorsque le processus sera appliqué.

2. Combinaison de style LRGB

Une bonne façon de combiner les données H-Alpha et Oxygène-III est de simuler l'aspect d'une image LRGB. Cela permet d'exploiter le fait que la raie d'émission H-Alpha se trouve dans la partie rouge profonde du spectre et que la raie d'émission Oxygène-III se trouve entre les parties verte et bleue du spectre. Par conséquent, l'image H-Alpha (appelée HA) est assignée au canal Rouge et l'image Oxygène-III (appelée OIII) est assignée aux canaux Vert et Bleu, en tant que tels :

R/K: HA

G: OIII

B: OIII

Nous cliquons maintenant sur Appliquer sur *PixelMath* et la nouvelle image couleur est créée :

Pour avoir une bonne idée de l'aspect réel de l'image, nous devons neutraliser l'arrière-plan. Pour cela, nous créons une petite boîte de prévisualisation autour d'une zone qui ne contient que l'arrière-plan - pas de nébulosité ni d'étoiles. Nous ouvrons ensuite le processus *BackgroundNeutralization* et sélectionnons la boîte de prévisualisation dans la liste sous Image de référence. Comme l'image couleur est non linéaire, nous devons également augmenter le paramètre de limite supérieure. En général, 0,2000000 fonctionne bien, mais ce paramètre doit être réglé juste au-dessus de la valeur maximale du pixel d'arrière-plan. Vous pouvez simplement utiliser le processus Statistiques pour déterminer ce Maximum dans la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan, ou simplement utiliser l'Aperçu de lecture en faisant passer le montage autour de la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan et en échantillonnant les pixels à l'intérieur. Une fois cette valeur déterminée, appliquez le processus *BackgroundNeutralization* à l'image couleur.

Vous pouvez supprimer la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan par le menu *Preview -> Delete All* après avoir appliqué *BackgroundNeutralization*. Comme on peut s'y attendre, l'intensité des couleurs spécifiques visibles dépend de la luminosité globale de vos images à bande étroite avant la combinaison des couleurs.

3. Combinaison verte synthétique

En l'absence d'une troisième image à bande étroite, on peut également effectuer une combinaison de couleurs qui suit la célèbre combinaison de vert synthétique de Steve Cannistra. Cela est très facile à réaliser dans **PixInsight** en utilisant le procédé *PixelMath* en multipliant simplement les images H-Alpha (appelé HA) et Oxygène-III (appelé OIII) ensemble pour le canal vert. L'idéal est de multiplier cette valeur par une constante telle que 1,5 afin d'étendre sa gamme dynamique, puisque l'image verte synthétique, par défaut, est assez sombre. Le canal rouge est occupé uniquement par l'image H-Alpha et le canal bleu est occupé uniquement par l'image Oxygène-III.

R/K: HA

G: (HA*OIII)*1.5

B: OIII

Nous cliquons maintenant sur *Apply* sur *PixelMath* et la nouvelle image couleur est créée :

Pour avoir une bonne idée de l'aspect réel de l'image, nous devons neutraliser l'arrière-plan. Pour cela, nous créons une petite boîte de prévisualisation autour d'une zone qui ne contient que l'arrière-plan - pas de nébulosité ni d'étoiles. Nous ouvrons ensuite le processus *BackgroundNeutralization* et sélectionnons la boîte de prévisualisation dans la liste sous *Reference Image*. Comme l'image couleur est non linéaire, nous devons également augmenter le paramètre de limite supérieure. En général, 0,2000000 fonctionne bien, mais ce paramètre doit être réglé juste au-dessus de la valeur maximale du pixel d'arrière-plan. Vous pouvez simplement utiliser le processus *Statistics* pour déterminer ce Maximum dans la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan, ou simplement utiliser l'Aperçu de lecture en faisant passer le montage autour de la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan et en échantillonnant les pixels à l'intérieur. Une fois cette valeur déterminée, appliquez le processus *BackgroundNeutralization* à l'image couleur.

Vous pouvez supprimer la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan par le menu *Preview -> Delete All* après avoir appliqué *BackgroundNeutralization*. Comme on peut s'y attendre, l'intensité des couleurs spécifiques visibles dépend de la luminosité globale de vos images à bande étroite avant la combinaison des couleurs.

4. Combinaison de canaux mixtes

Si nous jetons toutes les idées de longueur d'onde des lignes d'émission et de nombre d'images utilisées pour produire une image de couleur rouge, verte, bleue, nous pouvons vraiment être créatifs. Dans un mode de canaux mixtes, nous ajoutons simplement des pourcentages d'images différentes pour les combiner dans un seul canal. Par exemple, ce qui suit montre l'effet de l'affectation d'H-Alpha (appelé HA) au canal Rouge et de l'affectation d'Oxygène-III (appelé OIII) au canal Bleu, le canal Vert prenant un mélange de 40% d'H-Alpha avec 60% d'Oxygène-III.

R/K: HA

G: $(0.4*HA)+(0.6*OIII)$

B: OIII

Nous cliquons maintenant sur *Appliquer* sur *PixelMath* et la nouvelle image couleur est créée :

Pour avoir une bonne idée de l'aspect réel de l'image, nous devons neutraliser l'arrière-plan. Pour cela, nous créons une petite boîte de prévisualisation autour d'une zone qui ne contient que l'arrière-plan - pas de nébulosité ni d'étoiles. Nous ouvrons ensuite le processus *BackgroundNeutralization* et sélectionnons la boîte de prévisualisation dans la liste sous Image de référence. Comme l'image couleur est non linéaire, nous devons également augmenter le paramètre de limite supérieure. En général, 0,2000000 fonctionne bien, mais ce paramètre doit être réglé juste au-dessus de la valeur maximale du pixel d'arrière-plan. Vous pouvez simplement utiliser le processus Statistiques pour déterminer ce Maximum dans la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan, ou simplement utiliser

L'Aperçu de lecture en faisant passer le montage autour de la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan et en échantillonnant les pixels à l'intérieur. Une fois cette valeur déterminée, appliquez le processus *BackgroundNeutralization* à l'image couleur.

Vous pouvez supprimer la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan par le menu *Preview -> Delete All* après avoir appliqué *BackgroundNeutralization*. Comme on peut s'y attendre, l'intensité des couleurs spécifiques visibles dépend de la luminosité globale de vos images à bande étroite avant la combinaison des couleurs.

Le fait que ce qui vous sépare d'une image en couleur consiste simplement à modifier quelques chiffres, ou à ajouter d'autres images ensemble, signifie que vous pouvez vraiment faire preuve de créativité par l'expérimentation. Vous pouvez essayer de renforcer l'hydrogène alpha et de réduire l'oxygène III, ou vice versa. Laissons la palette bicolore, si vous avez des données sur le soufre II, vous pouvez l'ajouter à l'hydrogène alpha dans le canal rouge. Si vous avez une quatrième image à bande étroite (par exemple, Hydrogène-Bêta ou Azote-II), vous pouvez également l'ajouter dans un canal de couleur spécifique. Vous trouverez ci-dessous un exemple de mélange de canaux de couleur avec trois filtres (Soufre-II, H-Alpha et Oxygène-III) :

R/K: $(0.5*SII)+(0.5*HA)$

G: $(0.2*HA)+(0.8*OIII)$

B: OIII

Une chose à retenir est que le total de l'addition ne doit pas dépasser 100 %, sinon vous obtiendrez des données de type "white-clipping" (sursaturation de zones très lumineuses). Par exemple, si vous ajoutez H-Alpha à Oxygène-III pour le canal vert, comme indiqué ci-dessus, 40 % et 60 % fonctionnent bien mais évitez les 40 % et 80 % car le total serait de 120 %. L'équivalent de 40% et 80% est de 34% et 66% car le rapport 1:2 est à peu près maintenu, tout en gardant le total à 100%.

5. Notes sur la couleur

Gardez toujours à l'esprit, lorsque vous produisez des images en couleur à partir de données à bande étroite pures, qu'il n'y a pas de règles à respecter. L'image couleur que vous produisez est votre propre représentation artistique et scientifique des fréquences captées. C'est pourquoi on peut ressentir une liberté totale lorsqu'on expérimente différentes combinaisons de pourcentage de différentes données à bande étroite dans des canaux de couleur, ou la façon dont différentes données à bande étroite sont effectivement combinées entre elles (comme en utilisant la méthode du vert synthétique).

Une autre chose à garder à l'esprit est que l'idée de calibrage des couleurs avec des images en bande étroite pure est dénuée de sens. Nous appliquons le processus de neutralisation de l'arrière-plan parce que nous souhaitons que le fond ait un ton neutre, comme dans tout type d'image, mais le processus de calibrage des couleurs, par exemple, n'est utilisé à aucun moment. La base en est tout

simplement comme ci-dessus - les images à bande étroite pures sont par nature des images en fausses couleurs.

N'oubliez pas que le degré d'étirement de vos images individuelles à bande étroite en non-linéaire définit la contribution que ces données apporteront à l'image combinée (qui dépend également des valeurs de combinaison en pourcentage, le cas échéant). Si votre image Oxygen-III est extrêmement lumineuse et qu'elle remplit le canal bleu, vous pouvez vous attendre à ce que l'image ait un ton bleu vif, dans les zones où les données Oxygen-III dominantes sont présentes. Par conséquent, l'étirement non linéaire des images par rapport aux autres images est modifié en tandem avec les expressions PixelMath pour la combinaison des couleurs afin de produire un résultat désirable. Après la combinaison des couleurs, il est possible de modifier la palette de couleurs et la saturation d'une image, mais la retouche des couleurs dans les images fait l'objet d'un autre tutoriel.

Enfin, veuillez noter qu'une fois que les images à bande étroite ont été combinées en couleurs et produisent un résultat désirable, que vous choisissiez ou non de modifier la palette de couleurs et/ou la saturation par la suite, un post-traitement supplémentaire peut être nécessaire pour finaliser l'image. Par exemple, vous pouvez souhaiter étirer davantage l'image en couleurs en utilisant des transformations de type histogramme ou courbes. D'autres techniques d'amélioration du contraste peuvent également être utilisées pour faire ressortir et accentuer les détails fins. Ces techniques font toutes l'objet d'autres tutoriels.

XVIII. Palette Hubble Narrowband

L'imagerie à bande étroite présente plusieurs avantages par rapport à l'imagerie LRGB ou One Shot Colour. Premièrement, les filtres à bande étroite sélectionnent une partie très distincte du spectre, qui correspond à une fréquence particulière. Cela permet aux astrophotographes d'obtenir des images à travers une forte pollution lumineuse (sauf la pollution lumineuse des LED blanches à large spectre). Deuxièmement, les étoiles apparaissent nettement moins éblouies et la nébulosité apparaît richement détaillée. Ces images à bande étroite peuvent être utilisées pour améliorer les images LRGB ou One Shot Colour, ou pour produire des images à part entière.

Comme la plus grande partie de l'univers visible est constituée d'hydrogène, la raie d'émission de l'H-Alpha est particulièrement importante. Les astrophotographes qui produisent des images monochromes à bande étroite choisissent toujours H-Alpha en conséquence. Cependant, la plupart de ceux qui produisent des images à bande étroite ont tendance à capturer des images à travers plusieurs filtres à bande étroite. Il s'agit notamment des filtres H-Alpha, Hydrogène-Bêta, Azote-II, Soufre-II et Oxygène-III. Les plus populaires sont l'hydrogène alpha, le soufre II et l'oxygène III, car ils peuvent être utilisés pour produire des images en couleur des images produites par le télescope spatial Hubble, en utilisant la populaire palette Hubble. Ce tutoriel est précisément consacré à cette palette et à la variété de couleurs que l'on peut réellement obtenir en utilisant cette palette. Comme pour toutes les images couleur à bande étroite, les astrophotographes exercent une licence artistique lorsqu'il s'agit de la représentation finale des couleurs dans leurs images. Ce tutoriel explore divers choix populaires au sein de la palette Hubble. Veuillez noter qu'en raison de fortes similitudes avec l'autre tutoriel sur les bandes étroites, la première section de ce tutoriel contient du texte qui a été copié.

Pré-supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images et des processus ([Lire](#) ce qui suit, sections 3 et 4).
- Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire](#) ceci).
- Vos images ont toutes été enregistrées les unes par rapport aux autres, les bords noirs résultant du prétraitement ont été supprimés à l'aide de DynamicCrop et tout dégradé d'arrière-plan présent a été supprimé à l'aide de DynamicBackgroundExtraction ([Lire](#) ce qui suit, sections 1, 2 et 3).

1. Préparation Initiale pour les images Narrowband

Il est typique pour les astrophotographes de vouloir combiner les couleurs des images pendant leur état linéaire, car c'est une pratique courante pour les images LRGB. Cependant, les grandes différences de luminosité entre les images capturées par les différents filtres de lignes d'émission rendent difficile le mélange des images linéaires dans les différentes palettes de couleurs. En général, les images apparaissent délavées dans les nuances de n'importe quel canal de couleur qui est principalement occupé par l'H-Alpha. Pour que les différentes images filtrées aient une contribution plus ou moins égale au mélange final des couleurs, on peut étirer ces images pour qu'elles soient non linéaires avant de les mélanger.

Bien que vos images puissent être différentes, il est courant d'appliquer une certaine réduction de bruit aux images à l'état linéaire. Le choix de le faire ou non, ou de le faire de manière agressive, dépend du niveau de bruit de vos images. Veuillez noter que cette question dépasse le cadre de ce tutoriel et est amplement couverte par un autre tutoriel spécialement écrit sur le sujet de la réduction du bruit. La routine de réduction du bruit que j'ai choisie pour les images que nous sommes sur le point de post-traiter est *MultiscaleLinearTransform* (comme décrit dans le tutoriel sur la réduction du bruit) avec des copies clonées étirées des images elles-mêmes agissant comme des masques.

Les trois images auto-étirées ci-dessus correspondent à H-Alpha (à gauche), Oxygène-III (au milieu) et Soufre-II (à droite). Elles ont été entièrement prétraitées, ont été enregistrées les unes avec les autres, ont vu leurs gradients d'arrière-plan supprimés avec *DynamicBackgroundExtraction* et ont été réduites en bruit avec *MultiscaleLinearTransform*. Comme indiqué précédemment, pour tirer le meilleur parti de la combinaison des couleurs de ces images, il est préférable qu'elles soient étirées de manière non linéaire. Comme ce sujet fait l'objet d'un autre tutoriel, la procédure d'étirement des images en non-linéaire ne sera pas abordée en détail. J'utilise généralement soit *HistogramTransformation*, soit *MaskedStretch*, soit une combinaison des deux (d'abord *MaskedStretch*, puis *HistogramTransformation* pour ajuster).

Un avantage de l'utilisation de *MaskedStretch* par rapport à *HistogramTransformation* est qu'il permet de faire correspondre plus précisément la luminosité du fond des deux images à bande étroite. En effet, *MaskedStretch* permet à l'utilisateur de définir une luminosité de fond spécifique et de l'appliquer aux deux images à bande étroite. Cependant, en raison des émissions plus faibles dans Oxygène-III, la nébulosité globale sera plus brillante dans l'image H-Alpha. On peut alors exagérer la luminosité de la nébulosité de l'image Oxygène-III en l'étirant davantage, peut-être avec *HistogramTransformation* ou même *CurvesTransformation* en mode RGB/K.

Le tableau ci-dessous montre le résultat de l'étirement non linéaire des trois images à l'aide de *MaskedStretch* avec un arrière-plan cible défini par défaut à 0,12500000, des itérations définies par défaut à 100, une fraction d'écèlement définie à 0,00000000 et une référence d'arrière-plan sélectionnée se référant à une petite boîte de prévisualisation sur un simple arrière-plan (pas de nébulosité), sur chaque image.

Ayant utilisé les mêmes paramètres dans *MaskedStretch* (outre l'image de référence de l'arrière-plan qui se réfère à la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan de chaque image), l'arrière-plan a été relevé à la même luminosité dans les deux images. Le problème est que, naturellement, la nébulosité des images Oxygène-III et Soufre-II est également moins lumineuse que celle de l'image H-Alpha, ce qui signifie qu'elle contribue moins à la combinaison de couleurs. Bien que l'image couleur finale puisse être modifiée de manière significative, si vous n'êtes pas satisfait de la contribution globale de l'oxygène III et du soufre II, vous pouvez l'étendre davantage en utilisant *HistogramTransformation* jusqu'à ce que vous soyez satisfait.

Les valeurs moyennes et médianes des pixels de chaque image peuvent être visualisées rapidement grâce au processus de statistiques, en sélectionnant chaque image une par une. Cela peut vous donner une idée de la luminosité d'une image par rapport à une autre.

Comme c'est naturellement le cas pour la grande majorité des nébuleuses, la luminosité globale est la plus élevée pour l'H-Alpha et la plus faible pour le Soufre-II, l'Oxygène-III se situant un peu au milieu. Néanmoins, dans ce cas particulier, les trois images ont une luminosité comparable et peuvent contribuer de manière équitable à une image en couleur. Cependant, si vous souhaitez éclaircir une ou plusieurs images, plusieurs options s'offrent à vous. Pour un réglage manuel, on peut utiliser *HistogramTransformation* ou *CurvesTransformation*. Avant de commencer à utiliser l'un ou l'autre procédé, cliquez pour sélectionner l'image que vous souhaitez modifier.

Pour *HistogramTransformation*, il suffit de sélectionner l'image dans la fenêtre de traitement, de cliquer sur le bouton *Real-Time Preview* et de commencer à déplacer le curseur des tons moyens vers la gauche et le curseur du point noir vers la droite, jusqu'à ce que vous obteniez le niveau de contraste souhaité dans l'image. Les petits ajustements sont généralement bons à ce stade (puisque les images sont déjà non linéaires) et assez comparables.

Pour *CurvesTransformation*, la façon d'augmenter le contraste est de cliquer sur le bouton *Real-Time Preview* après avoir sélectionné l'image, et dans le mode RGB/K par défaut, de créer un point au quart de la ligne et de le tirer légèrement vers le bas et de créer un point aux trois quarts de la ligne et de le tirer légèrement vers le haut. Cela modifie la ligne diagonale droite pour lui donner une légère forme en S. L'effet est d'assombrir l'arrière-plan et d'éclaircir la nébulosité.

L'une ou l'autre méthode permet de régler manuellement la luminosité et le contraste de l'image. Vous pouvez utiliser le processus de *Statistics* pour vérifier la comparaison entre les images après quelques ajustements, et peut-être utiliser cette mesure pour contrôler l'ampleur des ajustements apportés à chaque image.

PixInsight dispose d'un processus qui peut être utilisé pour égaliser les images. Ce processus est le *LinearFit*. Malgré son nom, il fonctionne aussi bien pour les images linéaires que non linéaires. Ironiquement, il fonctionne un peu plus efficacement avec les images non linéaires si vous voulez obtenir essentiellement les mêmes valeurs moyennes et médianes de pixels sur vos images. Le procédé *LinearFit* est très simple. Il suffit de sélectionner l'une de vos images comme référence pour faire correspondre les autres, puis d'appliquer le processus aux autres images.

La seule chose à laquelle il faut faire attention lorsque vous utilisez *LinearFit* est que si vos images moins lumineuses sont nettement moins lumineuses que l'image la plus lumineuse que vous utilisez comme référence, cela produira une augmentation très sensible de la luminosité des images auxquelles vous appliquez le procédé. Cela peut sembler formidable, mais si vos images ne sont pas très lumineuses, cela signifie probablement que vous avez un faible rapport signal/bruit (SNR) et donc que le niveau de bruit augmentera également. Cela éclaircira également le fond, donnant à votre image couleur un fond non neutre et probablement plein de bruit. Un moyen de contourner ce problème, qui n'est pas nécessairement idéal, consiste à utiliser une image de moindre luminosité comme référence. Ce n'est pas forcément idéal, car cela atténuera essentiellement le contraste sur votre ou vos images à haute luminosité (par exemple, H-Alpha), qui ont tendance à fournir une grande partie des détails.

Comme mes images ont déjà des valeurs de pixels moyennes et médianes assez comparables au départ, j'ai simplement appliqué *LinearFit* à Oxygen-III et Sulphur-II en utilisant Hydrogen-Alpha comme image de référence. Le bruit de fond et les niveaux de bruit étant toujours sous contrôle, j'ai choisi de ne plus modifier la luminosité sur aucune des trois images et de procéder à une combinaison des couleurs.

2. Combinaison de la palette Hubble et neutralisation du fond du ciel

La combinaison des couleurs dans la palette Hubble est très simple. Nommée d'après les Piliers de la création du célèbre télescope spatial Hubble, cette palette fait correspondre le soufre II au rouge, l'hydrogène alpha au vert et l'oxygène III au bleu, sans aucune combinaison spéciale dans aucun canal. Cette palette est communément appelée palette SHO (en raison de l'affectation des images à bande étroite aux canaux RVB, respectivement). En raison de la simplicité de la combinaison des couleurs, nous n'avons pas besoin d'utiliser PixelMath - nous pouvons simplement utiliser le processus ChannelCombination. Une fois les trois images ouvertes et prêtes à être combinées, nous attribuons les images à chaque canal comme suit (le RVB par défaut étant sélectionné dans l'espace couleur) :

R: SII

G: HA

B: OIII

Une fois sélectionné, nous cliquons sur le cercle *Apply global* pour produire la nouvelle image en couleur.

Avec l'image couleur produite, nous pouvons fermer les trois images monochromes à bande étroite et le processus *ChannelCombination*.

Bien que le fond de l'image soit assez neutre, il est toujours bon de le neutraliser manuellement. Pour cela, nous utiliserons *BackgroundNeutralization*, mais nous devons d'abord créer une petite boîte de prévisualisation englobant une zone qui est essentiellement de l'arrière-plan (pas de nébulosité, même pas faible). Vous pouvez zoomer et faire un panoramique autour de votre image pour identifier une telle zone (elle n'a pas besoin d'être très grande). Une fois identifiée, cliquez sur le bouton "*New Preview*" de la barre d'outils **PixInsight** et faites-le glisser pour créer ladite boîte de prévisualisation dans la région d'arrière-plan identifiée.

Avec la boîte de prévisualisation créée, parce que l'image est non linéaire, nous devons mesurer le niveau maximum trouvé dans le fond. La méthode la plus précise est celle des statistiques. Dans ce dernier, nous pouvons sélectionner spécifiquement la boîte de prévisualisation elle-même. Il est préférable de sélectionner ensuite le mode *Normalized Real [0,1]* afin que les valeurs affichées soient de 0 à 1 plutôt que des valeurs en pixels. Il suffit que la valeur soit inférieure au maximum.

En regardant les valeurs indiquées sur le maximum, il semble que les miennes soient de 0,194 pour le rouge, 0,175 pour le vert et 0,196 pour le bleu. Nous n'avons pas besoin d'être précis car il vaut mieux arrondir un peu à la hausse, nous utiliserons donc 0,2. Nous fermons maintenant le processus de statistiques et ouvrons le processus de neutralisation de l'arrière-plan. Ici, nous sélectionnons la boîte de prévisualisation comme image de référence, nous augmentons la limite supérieure à notre maximum de 0,2 et nous appliquons ensuite le processus à l'image.

Le processus *BackgroundNeutralization* peut maintenant être fermé et la boîte de prévisualisation peut être supprimée en passant par les menus de **PixInsight Preview** -> *Delete All*. A ce stade, nous avons une image traditionnelle de la palette Hubble. Elle est principalement verte car le signal H-Alpha a tendance à être beaucoup plus fort que celui de l'oxygène-III et du soufre-II. La plupart des étoiles sont également magenta.

Si vous êtes un puriste et que la palette de Hubble est vraiment ce que vous voulez obtenir, vous pouvez maintenant continuer à post-traiter l'image aussi normalement que la combinaison des couleurs. Cependant, de nombreux astrophotographes modifient la palette après la combinaison des couleurs. Certaines modifications sont subtiles et d'autres très prononcées. Une modification courante de la palette consiste à rendre les bleus plus profonds et à changer les verts en rouge/orange. Il est également courant de modifier les couleurs des étoiles pour supprimer leur ton magenta. Les sections suivantes traitent de ces changements courants.

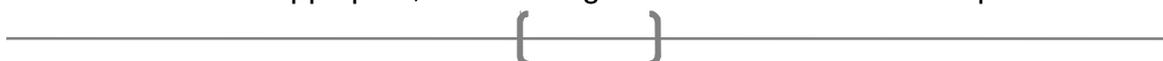
3. Réduire le ton magenta des étoiles

Pour réduire le ton magenta des étoiles, nous devons d'abord sélectionner les zones problématiques de notre image. Heureusement, nous disposons du script *ColorMask* que nous pouvons utiliser pour cibler rapidement ces zones. Ce script se trouve dans les menus *Script* -> *Utilitaires* -> *ColorMask*. Une fois que le script est ouvert avec votre image en couleur sélectionnée, cliquez sur le bouton *Magenta* et réglez le paramètre *Mask blur : layers to remove* sur 2 (cela lissera un peu le masque), puis cliquez sur OK.

L'image de masque produite est une image qui cible spécifiquement les zones de l'image avec un ton magenta. Parfois, cependant, il y a un petit halo autour des étoiles laissées en dehors de l'image du masque, il est donc généralement bon de dilater un peu le masque afin d'inclure ces zones. Pour cela, nous utiliserons le processus *MorphologicalTransformation*. Une fois ouvert, sélectionnez *Morphological Selection* sous Opérateur, réglez la Sélection sur 0,90, sélectionnez 5 (25 éléments) sous *Size* et cliquez ensuite sur les carrés noirs sous *Structuring element* pour lui donner une sorte de forme d'étoile (comme indiqué ci-dessous). Si vous faites une erreur, maintenez la touche CTRL enfoncée et cliquez sur un carré blanc pour le rendre noir.

Il convient de noter à ce stade que la sélection morphologique est une combinaison de dilatation et d'érosion, qui donne un résultat plus lisse que l'utilisation d'une seule de ces méthodes. Augmenter la sélection au-dessus de 0,50 entraînera une dilatation plus qu'une érosion et diminuer la sélection en dessous de 0,50 entraînera une érosion plus qu'une dilatation. Nous souhaitons dilater pour que 0,90 fonctionne bien. Une fois le réglage effectué comme ci-dessus, appliquez le processus à l'image du masque et fermez la fenêtre du processus.

L'image du masque peut maintenant être appliquée à notre image. Pour ce faire, cliquez pour sélectionner l'image en couleur et allez ensuite dans les menus Masque -> Sélectionner le masque (ou appuyez sur la touche CTRL M de votre clavier). Sélectionnez l'image du masque dans la liste et cliquez sur OK. Une fois appliquée, votre image en couleur deviendra probablement presque



entièrement rouge. Cela montre que le masque protège tout sauf les zones magenta. Nous pouvons cacher le masque par le biais des menus Mask -> Show Mask (ou appuyez sur la touche CTRL K de votre clavier). Le masque restera ainsi actif mais caché pour que nous puissions réellement voir notre image.

Les zones magenta étant correctement ciblées, nous visons maintenant à réduire la saturation des couleurs spécifiquement dans le magenta. Pour ce faire, nous utiliserons le processus *ColorSaturation*.

Pour réduire la saturation des couleurs sur le magenta, il suffit de cliquer sur la ligne plate pour créer un point au milieu des violets et de faire glisser ce point vers le bas. Vous remarquerez que les zones adjacentes sur la ligne plate s'incurvent également vers le bas, mais nous avons besoin que ces couleurs restent inchangées.

Pour éviter que ces couleurs du spectre ne soient également altérées, on clique pour créer d'autres points afin d'aplatir la courbe partout sauf autour des violets. La procédure consiste à créer d'abord un point de chaque côté des violets (le début et la fin, pour ainsi dire) et ensuite, si le reste de la ligne n'est toujours pas plat, on clique pour créer des points à cet endroit (au-dessus/en dessous des pics) ainsi que pour l'aplatir. Il est difficile d'aplatir complètement la ligne à l'aide d'une souris ou d'un trackpad, vous pouvez donc simplement utiliser les boutons fléchés gauche et droite de la fenêtre *ColorSaturation* pour sélectionner chaque point individuellement et régler la saturation à 0,00000 sur tous les points qui sont censés aplatir la ligne.

Ci-dessus, j'ai sélectionné le point pour réduire la saturation de la couleur des violets et j'ai réglé manuellement sa valeur à -1,00000. Une fois le réglage effectué comme ci-dessus, nous pouvons appliquer le processus à l'image couleur. J'ai tendance à l'appliquer environ trois fois. Ci-dessous, nous pouvons voir l'avant (image du haut) et l'après (image du bas) pour une zone avec beaucoup d'étoiles magenta.

La différence dans la force du ton magenta des étoiles est très perceptible. Bien sûr, elle peut être réduite davantage en étant plus agressif sur *ColorSaturation* avec la valeur de saturation sur les violets, ou en appliquant le processus quelques fois de plus, ou en s'assurant que l'image du masque est un peu plus dilatée pour englober de plus grandes zones autour de vos étoiles. Ce que je déconseille normalement, c'est d'utiliser le processus *CurvesTransformation* en mode Saturation pour réduire fortement toute la saturation des couleurs dans des zones magenta sélectionnées. La raison en est que l'image du masque a tendance à sélectionner des zones de votre image qui n'ont pas l'air magenta mais qui contiennent un peu de magenta (dans mon cas, le cœur de la nébuleuse). Comme vous pouvez l'imaginer, supprimer toute saturation des couleurs dans ces zones ne va pas donner un résultat très agréable. C'est pourquoi j'utilise toujours le procédé *ColorSaturation* tel que décrit ci-dessus à la place.

Une fois satisfait du résultat, nous pouvons fermer le processus de saturation des couleurs et supprimer l'image du masque en utilisant les menus *Mask -> Remove Mask*, puis fermer l'image du masque sans l'enregistrer car nous n'en avons plus besoin. Encore une fois, si vous êtes un puriste de la palette Hubble et que vous souhaitez conserver la palette de couleurs telle quelle, avec le ton

magenta réduit sur les étoiles, alors vous avez terminé à ce stade. Cependant, il est courant pour les astrophotographes de prendre leur propre licence artistique avec la palette Hubble et d'apporter des modifications à la palette de couleurs. Ce point est traité en détail dans la section suivante.

4. Modification de la palette de couleurs

On peut dire que l'outil *Selective Color* de *Photoshop* est en fait plus rapide pour effectuer les changements de palette de couleurs, mais comme il s'agit d'un tutoriel **PixInsight**, nous allons nous concentrer sur la façon de le faire là. Je dois toutefois admettre que j'ai parfois enregistré l'image combinée en TIFF 16 bits, l'ai ouverte dans *Photoshop*, a effectué les changements de palette de couleurs, l'a enregistrée puis l'a rouverte dans **PixInsight** pour poursuivre le post-traitement. Les outils que nous utiliserons dans **PixInsight** sont les processus *CurvesTransformation* et *SCNR*.

Une version typique de la palette Hubble est une version orange et bleue, avec parfois des touches de vert. Le processus *SCNR* peut être utilisé pour atteindre ce point immédiatement, bien que les résultats ne soient pas aussi bons que ceux que nous pouvons obtenir avec un peu plus d'efforts.

Pour atteindre rapidement une palette orange-bleu, on peut simplement utiliser les paramètres par défaut de la *SCNR*. C'est-à-dire avec le vert sélectionné comme couleur à supprimer, neutre moyen comme méthode de protection, avec 1,00 comme quantité et *Preserve lightness* activée. La valeur 1,00 garantit que le résultat final est l'image entièrement traitée (par exemple, si nous définissons 0,50, le résultat final sera une combinaison de la moitié de l'image originale et de la moitié de l'image traitée). Il est important de laisser la luminosité activée car sinon les zones vertes seront extrêmement délavées.

Bien que le résultat final puisse vous plaire et que vous soyez heureux de procéder à un post-traitement supplémentaire, nous pouvons en fait obtenir un résultat final plus brillant et plus détaillé en utilisant *CurvesTransformation*. La *SCNR*, dans son mode "*Average Neutral*", calculera une moyenne des valeurs des pixels rouges et bleus et remplacera les pixels verts par cette moyenne si la moyenne du rouge et du bleu est inférieure à celle du vert. Ceci est surtout visible dans les zones à prédominance verte de votre image, et donc ces zones vertes sont remplacées par une moyenne du rouge et du bleu présents dans ces zones, ce qui, parce que le vert est la couleur dominante (plus lumineuse), finit par faire paraître l'image un peu délavée dans les zones précédemment vertes.

Nous utiliserons *CurvesTransformation* en mode teinte pour rapprocher les couleurs de ce que nous souhaitons obtenir, modifiant ainsi les valeurs des pixels à tel point que les zones vertes sont plus rouges et bleues qu'avant l'application. Cela signifie que lorsque nous appliquons la *SCNR* plus tard, l'effet de nettoyage de l'image dans les zones à prédominance verte est moins destructeur.

L'activation de la fenêtre de prévisualisation en temps réel est une bonne idée, tout en permettant des modifications. Pour se rapprocher de la palette orange-bleu que nous voulons, il suffit de cliquer pour créer deux points sur la courbe de teinte. L'emplacement précis de ces deux points varie d'une image à l'autre, mais je trouve qu'en gros, l'endroit où ils sont indiqués ci-dessous est un bon compromis pour la plupart des images.

Le changement de teinte généré par la création de ces deux points sur la courbe de teinte a pour effet de rendre les rouges et les bleus plus intenses, tout en diminuant un peu l'importance des verts. Cela finit par donner à l'image une palette de trois couleurs, que vous préférerez peut-être finir telle

quelle. Une fois satisfait, appliquez les changements et fermez la fenêtre de prévisualisation en temps réel.

Si vous êtes satisfait de votre image, vous pouvez vous arrêter ici et continuer avec d'autres post-traitements. Nous pouvons cependant modifier la quantité de vert dans l'image en utilisant la *SCNR* comme nous le faisons auparavant. Si vous êtes satisfait de la suppression de toute trace de vert dans l'image, vous pouvez simplement appliquer la *SCNR* comme nous le faisons auparavant - dans ses paramètres par défaut avec la valeur 1.00.

En effet, c'est nettement mieux qu'en utilisant simplement la *SCNR* sans utiliser *CurvesTransformation* au préalable. Vous trouverez ci-dessous une comparaison entre la première tentative d'utilisation de la *SCNR* et la nouvelle tentative ci-dessus (*CurvesTransformation* suivie de la *SCNR*). L'image de gauche est la tentative originale et l'image de droite est la nouvelle tentative.

On constate une augmentation très sensible de la luminosité, des détails et de la profondeur, ce qui fait de l'utilisation d'un changement de teinte par *CurvesTransformation* avant l'application de la *SCNR* un choix définitif. Bien entendu, si vous choisissez de laisser un peu de vert dans l'image, vous pouvez diminuer la quantité de *SCNR* pour son application. Par exemple, une valeur de *Amount* de 0,50 donne le résultat suivant.

Pour les fans d'une palette Hubble tricolore qui donne la priorité au bleu-orange, c'est un bon choix. L'expérimentation avec différentes valeurs de *Amount* est la clé pour atteindre le résultat souhaité à ce stade. Plus la valeur de *Amount* est élevée, moins il y aura de vert dans votre image. On peut aussi choisir de jouer avec un décalage de teinte plus petit pour ajuster la palette de couleurs modifiée à la perfection. Par exemple, pour approfondir un peu les bleus, on peut effectuer un petit décalage de teinte comme suit.

Il s'agit de créer des points le long de la courbe de teinte qui assurent que la ligne est droite, sauf qu'une petite bosse est produite à mi-chemin qui courbe la ligne vers le haut, seulement un peu. Cela pousse le bleu clair vers un ton plus foncé. Le même décalage de teinte peut être appliqué à une image sans aucun vert.

Lorsque vous avez atteint un point où vous êtes satisfait de votre image de la palette Hubble, vous pouvez alors procéder à tous les autres post-traitements que vous souhaitez, tels que l'amélioration des caractéristiques et du contraste. Ces techniques font toutes l'objet d'autres tutoriels.

XIX. Produire une image HDR

Il n'y a pas un nombre effroyable de cibles dans le ciel nocturne qui méritent une image HDR. En fait, la plupart des objets de l'espace lointain sont très faibles et de longues expositions suffisent généralement à elles seules pour faire ressortir tous les détails fins, tant dans les régions relativement claires que dans les régions relativement faibles. Il existe cependant quelques exceptions, comme la nébuleuse d'Orion M42 et la galaxie d'Andromède M31. Ces objets, en particulier, présentent des zones extrêmement lumineuses par rapport aux zones environnantes très faibles. Ce sont de tels objets qui bénéficient des images HDR. Il s'agit généralement de capturer une pile d'expositions courtes et une autre pile d'expositions longues. Certains peuvent choisir de capturer plusieurs autres piles d'expositions de longueur moyenne entre les deux (par exemple 30 secondes, 1 minute, 2 minutes, 5 minutes et 10 minutes). Tout dépend de la quantité de détails relatifs que vous souhaitez conserver dans l'image HDR et de la durée pendant laquelle vous êtes prêt à travailler sur cette cible.

PixInsight dispose d'un procédé particulier dédié à la production d'une image HDR - la *HDRComposition*. Ce tutoriel explique comment utiliser ce procédé simple et comment obtenir une image qui ressemble effectivement à une image HDR (car l'étirement en non-linéaire donne l'impression que le détail a de nouveau été perdu). Comme pour les autres tutoriels, un certain nombre d'étapes préparatoires doivent être franchies pour que les images soient prêtes à produire une image HDR. Ces étapes sont détaillées au début du tutoriel.

Pré-supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images et des processus ([Lire](#) ce qui suit, sections 3 et 4).
- Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire](#) ceci).
- Vos images ont toutes été enregistrées les unes avec les autres ([Lire](#) ceci, section 1).

1. Préparation Initiale pour les Différentes Exposition des Images

Les images qui seront utilisées dans votre image HDR doivent toujours être entièrement prétraitées. En outre, ces images doivent être enregistrées les unes avec les autres pour que la procédure fonctionne correctement. Cela signifie que les images doivent être correctement alignées les unes par rapport aux autres. Ce n'est pas le sujet de ce tutoriel particulier (il fait partie d'un autre tutoriel) mais peut être réalisé rapidement avec *StarAlignment*, en utilisant peut-être l'image à plus longue exposition comme image de référence (car elle aura naturellement plus d'étoiles pour servir de référence). Notez également que vos images doivent être dans leur état linéaire et donc non étirées.

Les images ci-dessous sont des images de la nébuleuse d'Orion M42, auto étirées à des fins de démonstration. L'image de gauche est un empilement d'expositions de 1 minute et l'image de droite est un empilement d'expositions de 7 minutes. Celles-ci seront utilisées pour produire une image HDR de la cible.

Ce qui précède montre que l'image de 7 minutes d'exposition (à droite) est beaucoup plus détaillée dans les zones environnantes plus faibles. Bien que les deux images ci-dessus apparaissent comme si le noyau était déjà saturé, la suppression de l'autostretch montre que l'image d'exposition d'une minute (à gauche) montre les quatre étoiles trapézoïdales dans le noyau de la nébuleuse :

Inversement, le noyau de la nébuleuse est complètement saturé dans l'image d'exposition de 7 minutes. C'est la clé de la production d'une image HDR - nous souhaitons afficher des détails à la fois dans le noyau de la nébuleuse et dans les zones environnantes plus faibles.

Bien que ces deux images soient techniquement prêtes à être utilisées pour produire une image HDR (puisqu'elles sont entièrement prétraitées et enregistrées), il est également judicieux d'éliminer tout dégradé de l'arrière-plan avec la fonction *DynamicBackgroundExtraction*. Cette opération est effectuée sur les deux images individuellement, afin qu'elles soient aussi propres que possible. Ce sujet dépasse à nouveau le cadre de ce tutoriel et est traité dans un autre tutoriel.

Ci-dessus, on voit les deux mêmes images après qu'elles aient été traitées avec *DynamicBackgroundExtraction*. Elles sont montrées auto-étirées (en haut) et dans leur état linéaire d'origine (en bas). Les images sont maintenant entièrement préparées pour produire une image HDR, après avoir été entièrement prétraitées, enregistrées l'une avec l'autre et avoir vu leurs gradients d'arrière-plan supprimés. Elles sont également toutes dans leur état linéaire. Assurez-vous que vos images préparées sont enregistrées sous forme de fichiers d'images car nous aurons besoin de fichiers d'images réels plutôt que d'images ouvertes dans **PixInsight**.

2. Création du composite HDR avec HDRComposition

Afin de produire l'image HDR, nous devons ouvrir le processus **PixInsight** dédié à cela - HDRComposition. Nous n'avons pas besoin d'avoir des images réellement ouvertes dans **PixInsight** car ce processus fonctionne avec des fichiers d'images réels.

Nous devons d'abord ajouter les images préparées à la liste des images d'entrée. Pour cela, nous cliquons sur le bouton Ajouter des fichiers, nous recherchons les images préparées et nous les ajoutons.

Veillez garder à l'esprit que les options par défaut dans HDRComposition ont tendance à fonctionner exceptionnellement bien, mais nous allons explorer ce qu'elles font. L'option Automatic exposure evaluation doit être maintenue activée. Elle n'utilisera pas les en-têtes FITS ou autre pour déterminer quelle image est composée d'expositions plus longues - elle le déterminera rapidement grâce aux statistiques de l'image. Cependant, au cas où cela échouerait, vous devriez toujours avoir votre image de plus longue exposition en haut de la liste sous "Input Images", avec des images de plus en plus courtes exposition en bas de la liste. Dans mon cas, les images sont listées dans le bon ordre - l'image avec une exposition de 7 minutes est en haut et celle avec une exposition d'une minute en dessous. C'est une bonne idée de garder la fonction Rejeter les pixels noirs activée afin d'éviter que les pixels noirs d'une image à exposition plus courte ne remplacent accidentellement les pixels saturés dans une image à exposition plus longue (apparaissant ainsi comme des trous de la taille d'un pixel). De plus, pour produire une image HDR satisfaisante conservant tous les détails, nous devons garder l'option Générer une image HDR 64 bits activée car la profondeur de 64 bits est très avantageuse pour les images HDR (pour les images non-HDR, 32 bits suffisent généralement). Il est recommandé de garder les masques de composition de sortie activés car ils vous montreront quelles données des images à longue exposition ont été remplacées par des données d'images à courte exposition. Ces masques apparaissent lors de la création de la composition HDR et peuvent être fermés sans être sauvegardés.

Le seuil de binarisation est peut-être le paramètre le plus important qui puisse être modifié. La valeur par défaut de 0,8000 fonctionne très bien dans la plupart des cas. Ce paramètre permet de définir les zones de pixels d'une image à exposition longue qui sont remplacées par une image à exposition courte (en termes de luminosité relative). Si la valeur est trop élevée, une image à exposition longue peut être insuffisamment combinée avec une image à exposition courte (perte de détails des zones lumineuses dans l'image HDR). Si la valeur est trop faible, les zones de faible luminosité relevées dans une image à exposition longue peuvent ne pas contribuer autant à une image à exposition courte (perte de détails des zones de faible luminosité dans l'image HDR). L'expérimentation est la clé pour obtenir le meilleur résultat pour vos données, bien qu'il soit bon de tester la valeur par défaut de 0,800 avant de la modifier.

Mask smoothness définit le degré de lissage du masque qui correspond aux zones lumineuses d'une image à exposition longue qui sera remplacée par une image à exposition courte. La valeur par défaut de 7 peut fonctionner correctement mais il y a peu de raisons de ne pas augmenter cette valeur jusqu'à la valeur maximale de 25. Cela permet d'obtenir une transition douce entre les zones

lumineuses qui ont été remplacées et les zones environnantes plus faibles de l'image HDR. La valeur du masque peut généralement être maintenue à sa valeur par défaut de 1, à moins que vous ne remarquiez que les zones claires qui ont été remplacées apparaissent entourées de halos sombres ou d'autres artefacts. Dans ces cas, il peut être utile d'augmenter légèrement cette valeur.

Vous trouverez ci-dessous l'image HDR que j'ai obtenue en cliquant sur Apply Global dans HDRComposition. Les paramètres par défaut ont été utilisés, sauf pour le lissage du masque, qui a été augmenté à sa valeur maximale de 25.

Deux images ont été produites par *HDRComposition*. L'image de gauche est mon image HDR. L'image de droite est le masque, montrant quelles zones de l'image à exposition longue ont été remplacées par l'image à exposition courte. Grâce à mon réglage de 25, le masque est très lisse. Je note cependant que bien que la zone remplacée soit en grande partie la zone saturée, une zone légèrement plus grande aurait été préférable. Pour agrandir les zones remplacées, nous abaissons le seuil de binarisation. Une valeur de 0,600 a donné un meilleur résultat final pour mes données.

Comme la zone remplacée est maintenant montrée par l'image du masque sur la droite pour être plus étendue, je suis content de mon résultat final et je ferme à la fois l'image du masque et le processus de composition HDRC. Ci-dessous, mon image HDR auto étirée :

Nous pouvons clairement voir les quatre étoiles trapézoïdales dans le noyau de la nébuleuse à l'état linéaire de l'image HDR et auto étirée, nous voyons beaucoup de détails dans la faible nébuleuse environnante. Nous avons ainsi obtenu ce que nous voulions - une image HDR montrant à la fois des zones très lumineuses et très faibles. Le problème que vous avez peut-être remarqué est que l'image ci-dessus, auto-étirée, ne montre plus de détails dans le noyau brillant de la nébuleuse. Nous pouvons comprimer la gamme dynamique pour corriger ce problème, mais nous devons d'abord étirer l'image pour qu'elle soit non linéaire.

3. Étendre l'image HDR et comprimer sa gamme dynamique avec « HDR Multiscale Transform »

Comme ce tutoriel est basé sur la création d'une image HDR, nous n'allons pas passer en revue de manière exhaustive le processus d'étirement de l'image en non-linéaire. C'est le sujet d'un autre tutoriel. Pour cet exemple, j'ai simplement transféré les paramètres d'auto-étirage de la fonction de transfert d'écran (*ScreenTransferFunction*) vers la fonction *HistogramTransformation* et je les ai appliqués à l'image sous forme d'étirement permanent. Par conséquent, bien qu'elle ait la même apparence, l'image ci-dessous est maintenant étirée et donc non linéaire.

Le processus utilisé pour comprimer la gamme dynamique et donc retrouver les détails HDR dans l'image HDR est *HDRMultiscaleTransform*.

Pour *HDRMultiscaleTransform*, nous notons que le paramètre *Number of layers* définit à quelle échelle d'ondelettes la compression de la gamme dynamique doit avoir lieu. En termes d'apparence, plus cette valeur est faible, plus l'image semble être plate. Plus cette valeur est élevée, moins les

changements semblent agressifs (en particulier pour les zones claires). Nous pouvons modifier cette valeur pour obtenir un bon aspect général de l'image HDR. Ci-dessous figurent les résultats pour les valeurs de Nombre de couches de 5 à 8. Tous les autres paramètres sont maintenus à leur valeur par défaut.

Une fois que vous avez décidé quelle valeur de *Number of layers* donne le meilleur aspect global à votre image HDR, nous pouvons la fixer. Dans mon cas, j'ai pensé que le nombre de couches réglé à 7 donnait un bon aperçu, les quatre étoiles trapézoïdales du noyau de la nébuleuse étant visibles et le reste de la nébuleuse n'ayant pas l'air plat. Une fois que vous avez choisi une bonne valeur pour le nombre de couches, vous pouvez essayer de régler le nombre d'itérations sur 2 pour voir si vous obtenez un meilleur résultat final. Pour moi, le nombre d'itérations fixé par défaut à 1 est plus que suffisant. Le paramètre *Overdrive* peut également être légèrement augmenté pour obtenir une compression un peu plus agressive de la gamme dynamique. Notez que d'autres processus tels que *LocalHistogramEqualization* peuvent être utilisés pour augmenter encore le contraste dans les régions claires et sombres, bien que cela soit appliqué plus tard dans le post-traitement.

À ce stade, la composition de votre RDH est terminée. Bien que l'exemple ci-dessus soit monochrome H-Alpha, cette procédure fonctionne de manière identique pour les images monochromes LRGB ainsi que pour les images One Shot Colour. En fait, si vous imaginez une cible en monochrome avec l'intention de produire une image HDR en couleur à la fin, vous devrez appliquer cette procédure à l'image de luminance et à l'image RVB en couleur séparément, avant de poursuivre le post-traitement.

Voici un déroulement général des opérations pour produire une image HDR en couleur d'une cible imagée en LRGB monochrome :

1. Combiner les couleurs R, G et B pour produire une image RVB en couleur pour chaque empilement de temps d'exposition.
2. Produire une composition HDR de toutes les images RVB couleur en utilisant la composition HDRC.
3. Produire une composition HDR de toutes les images de luminance en utilisant la HDRComposition.
4. Post-traiter les deux images HDR séparément pour les combiner plus tard, comme d'habitude. Ce post-traitement doit inclure l'utilisation du processus *HDRMultiscaleTransform* afin de comprimer la gamme dynamique.

Si vous imaginez une cible en bande étroite, vous devez produire une composition HDR de toutes les images pour chaque filtre particulier. Une fois cette opération effectuée, toutes ces images HDR peuvent être combinées en couleur et post-traitées, comme d'habitude. Ce post-traitement doit inclure l'utilisation du processus *HDRMultiscaleTransform* afin de comprimer la gamme dynamique.

XX. Combinaison du LRGB et de la bande étroite

L'imagerie d'un objet de l'espace profond en LRGB et en bande étroite tend à produire deux images très différentes. En LRGB, on obtient une mesure de la couleur réelle de la cible et en bande étroite, une image en fausses couleurs donne lieu à des tonnes de détails fins liés aux éléments particuliers présents. Mais il arrive sans doute un moment où l'on souhaite combiner ces données en bande large (LRGB) et en bande étroite, pour obtenir le meilleur des deux mondes. Des images étonnantes ont été produites par des astrophotographes qui ont fait cela. Généralement, en raison de leurs longueurs d'onde, H-Alpha est utilisé pour améliorer le canal rouge d'une image LRGB, alors que parce que Oxygène-III est entre le vert et le bleu, il est utilisé pour améliorer les canaux vert et bleu d'une image LRGB. On peut cependant simplement essayer d'améliorer le canal rouge avec H-Alpha, comme il est normal pour une image d'une galaxie (pour faire ressortir les régions de formation des étoiles le long des bras spiraux). Les données à bande étroite capturées par des filtres autres que H-Alpha et Oxygène-III ne sont généralement pas utilisées pour les combiner avec les données LRGB. Certains choisissent également de combiner la luminance régulière avec des filtres de type H-Alpha, par exemple.

PixInsight est tout à fait capable de combiner des données à large bande (LRGB) et à bande étroite pour produire des images améliorées et le choix du ou des canaux à améliorer, est totalement laissé à la discrétion de l'utilisateur. Ce tutoriel passe en revue les méthodes courantes d'utilisation des données à bande étroite pour améliorer une image LRGB - H-Alpha pour le rouge, oxygène-III pour le vert et le bleu et H-Alpha pour la luminance. La méthode utilisée pour toutes ces combinaisons est basée sur celle de [Vicent Peris](#) de l'équipe **PixInsight**.

Pré-supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images et des processus ([Lire](#) ce qui suit, sections 3 et 4).
- Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire](#) ceci).
- Vos images ont toutes été enregistrées les unes avec les autres, ont été recadrées de la même manière et ont été débarrassées des dégradés de fond ([Lire](#) ce qui suit, sections 1, 2 et 3)

1. Préparation Initiale des Images

Les images qui seront utilisées pour ce tutoriel ont été entièrement prétraitées, ont été enregistrées les unes par rapport aux autres, leurs bords noirs ont été recadrés à l'aide de *DynamicCrop* et les dégradés d'arrière-plan ont été supprimés à l'aide de *DynamicBackgroundExtraction*. Les images monochromes LRGB ont également été mises en correspondance en termes de luminosité avec l'image verte comme référence en utilisant *LinearFit*. Tout ceci est typique des préparations effectuées sur les images avant la combinaison des couleurs et le post-traitement ultérieur, et est fortement recommandé avant de procéder. Les images sont toutes encore à l'état linéaire, comme indiqué ci-dessous.

Nous commençons par combiner les images rouge, verte et bleue en une image RVB en couleur. Cette image RVB est ensuite calibrée de manière à représenter la vraie couleur de la cible. Les procédures à suivre pour ce faire dépassent le cadre de ce tutoriel, car il existe d'autres tutoriels basés sur ces sujets (images de combinaison et de calibrage des couleurs). Il est cependant très important de calibrer les couleurs de l'image RVB avant de se lancer dans l'amélioration de celle-ci avec des données à bande étroite.

Ci-dessus, la nouvelle image RVB en couleur a été auto-étirée à des fins de démonstration. Les images monochromes Rouge, Vert et Bleu ont été fermées car nous n'en avons plus besoin (après les avoir combinées et calibrées). Nous avons maintenant tout ce dont nous avons besoin pour continuer.

2. Renforcer le rouge avec du H-Alpha

Étant donné que la raie d'émission de l'hydrogène alpha se trouve profondément dans la partie rouge du spectre, l'hydrogène alpha est toujours utilisé pour améliorer le canal rouge uniquement. Nous commençons par ouvrir l'image RVB calibrée en couleur que nous avons créée précédemment ainsi que l'image H-Alpha. Celles-ci sont montrées ci-dessous auto-étirées à des fins de démonstration.

Afin d'améliorer le canal rouge de l'image couleur avec H-Alpha, nous devons d'abord en extraire le canal rouge sous la forme d'une image monochrome. Ceci est nécessaire car après le calibrage des couleurs, les différents canaux de couleur ont été modifiés en intensité les uns par rapport aux autres (par rapport aux images monochromes originales en rouge, vert et bleu). Pour cela, nous utilisons le procédé *ChannelExtraction*. Dans son mode RVB par défaut, sélectionné sous Espace couleur, ne gardez que R sélectionné sous Canaux / Images cibles et appliquez le processus à l'image RVB en couleur.

Comme mon image RVB en couleur a été simplement appelée RVB, la nouvelle image monochrome qui apparaît s'appelle RVB_R, qui est le canal rouge de l'image RVB en couleur. Comme les images sont toutes dans leur état linéaire, par défaut, le canal rouge extrait est également affiché dans son

état linéaire. Nous ouvrons maintenant le processus *PixelMath*, que nous utiliserons pour améliorer notre canal rouge avec Hydrogen-Alpha.

Au-dessus, l'image du canal rouge extraite est montrée auto-étirée en dessous de l'image H-Alpha auto-étirée. Afin de les combiner, nous devons d'abord créer une image qui correspond à la nébulosité seule - une image qui supprime les étoiles et autres continuums après combinaison. Pour ce faire, nous sélectionnons *Create new image* sous *Destination* dans *PixelMath* et *select Grayscale* sous *Color space*. Pour commencer, nous saisissons les expressions suivantes dans les zones de texte *RGB/K* et *Symboles* :

RGB/K : $((HA * R_bandwidth) - (R * HA_bandwidth)) / (R_bandwidth - HA_bandwidth)$

Symboles : *R_bandwidth*=100, *HA_bandwidth*=7

Comme mon image H-Alpha est simplement appelée HA, je l'ai laissée telle quelle dans la zone de texte *RGB/K*. Cependant, j'ai changé R pour *RGB_R* car c'est le nom de mon image de canal rouge extraite. Les nombres 100 et 7 correspondent aux largeurs de bande en nanomètres des filtres Rouge et H-Alpha utilisés lors de l'imagerie de cette cible. En effet, la plupart des filtres Rouge, Vert et Bleu ont une largeur de bande d'environ 100 nm alors que les filtres à bande étroite varient. Cette image a été capturée en utilisant un filtre Baader H-Alpha de 7 nm, donc 7 est la valeur correcte à entrer pour la largeur de bande HA_. Cliquer sur *Appliquer* sur *PixelMath* crée une nouvelle image, montrée ci-dessous *autostretched*.

En effet, il y a moins d'étoiles présentes dans cette nouvelle image, mais il y en a encore pas mal. Pour être plus agressif quant à leur suppression (et en effet d'autres continuums sans rapport avec la combinaison), nous diminuons simplement la valeur entrée pour la largeur de bande R. À l'heure actuelle, elle est de 100. La réduction de cette valeur à 40 donne un bien meilleur résultat final. Nous pouvons fermer l'image créée précédemment sans la sauvegarder et vérifier la nouvelle combinaison avec la valeur de *R_bandwidth* fixée à 40.

Le fait que les étoiles aient pratiquement disparu signifie qu'elles conserveront leurs couleurs naturelles malgré l'amélioration du canal rouge avec l'H-Alpha. Pour une image d'une galaxie, le réglage de la largeur de bande R supprimera non seulement les étoiles, mais aussi le continuum du reste de la structure de la galaxie, ne laissant derrière que les régions qui seraient réellement améliorées par H-Alpha.

Avec la nouvelle image combinée créée, nous l'utiliserons pour améliorer le canal rouge de l'image RVB en couleur. Avant de continuer, nous cliquons sur *Reset* dans *PixelMath* et nous fermons l'image du canal rouge ainsi que l'image H-Alpha originale. Nous ne gardons donc ouvertes que l'image RVB en couleur et la nouvelle image créée.

PixelMath est à nouveau ouvert. Cette fois, après avoir cliqué sur *Reset*, nous ne faisons que désactiver l'option *Use a single RGB/K expression* afin de pouvoir entrer des expressions individuelles pour R/K, G et B (pour chaque canal de couleur). Nous entrons ensuite ce qui suit dans les zones de texte *R/K*, *G*, *B* et *Symboles* :

R/K : $\$T + ((Comblmg - Med(Comblmg)) * BoostFactor)$

G : $\$T$

B : $\$T$

Symboles : Facteur d'amplification = 1,0

Ci-dessus, j'ai remplacé *Comblmg* par le nom réel de mon image combinée, Image24. L'expression sur la zone de texte R/K ajoutera essentiellement les données combinées dans le canal rouge de l'image RVB en couleur. Le fait d'avoir $\$T$ dans les zones de texte G et B garantit que les canaux vert et bleu sont conservés tels quels, sans altération. Le paramètre *BoostFactor* permet simplement de déterminer la force avec laquelle le canal rouge est amélioré par les données d'H-Alpha. 1,0 ajoutera naturellement ce qui est déjà là, alors que les valeurs inférieures à 1,0 amélioreront moins le canal rouge et les valeurs supérieures à 1,0 amélioreront davantage le canal rouge. Afin d'effectuer l'amélioration, il suffit de sélectionner l'image RVB en couleur et de cliquer sur le bouton Appliquer dans *PixelMath* ou de faire glisser le bouton Nouvelle instance de *PixelMath* sur l'image RVB en couleur.

Il est clair que l'amélioration a fonctionné, car les rouges sont plus vifs et il y a plus de nébulosité visible vers les zones extérieures environnantes. Cependant, pour terminer le rehaussement, nous devons neutraliser l'arrière-plan dans l'image rehaussée. Pour cela, nous créons une petite boîte de prévisualisation sur le seul espace de l'arrière-plan (pas de nébulosité ni d'étoiles), nous ouvrons le processus *BackgroundNeutralization*, nous sélectionnons la boîte de prévisualisation dans la liste sous Image de référence et nous l'appliquons à l'image RVB en couleur. La réapplication de l'autostretch donne le résultat modifié.

Le résultat semble maintenant bien meilleur. Veuillez garder à l'esprit qu'il est inutile d'utiliser le processus *ColorCalibration* maintenant, car il annulera une grande partie de notre amélioration du canal rouge avec l'hydrogène alpha. *BackgroundNeutralization* est tout ce dont nous avons besoin. À ce stade, si vous êtes satisfait de votre résultat, vous pouvez fermer l'image combinée que nous avons créée précédemment (la mienne s'appelle Image24), supprimer la boîte de prévisualisation et enregistrer les modifications apportées à votre image RVB en couleur. Si vous souhaitez améliorer davantage (ou moins) le canal rouge, il vous suffit d'annuler les modifications apportées à l'image RVB, de modifier la valeur du *BoostFactor* dans *PixelMath* et de réappliquer le processus et de refaire la neutralisation de l'arrière-plan.

3. Renforcer le vert et le bleu avec l'oxygène III

Comme la raie d'émission de l'Oxygène-III se situe entre les parties verte et bleue du spectre, l'Oxygène-III est généralement utilisé pour améliorer les canaux vert et bleu d'une image couleur. Nous allons procéder de la sorte, en reprenant là où nous nous étions arrêtés (après avoir amélioré le canal rouge avec de l'H-Alpha). Ci-dessous, nous avons notre image en couleur rehaussée par H-Alpha ainsi que l'image Oxygène-III, toutes deux auto-étirées.

La procédure que nous suivrons est identique, mais s'applique aux canaux vert et bleu dans ce cas. Nous utilisons donc le processus *ChannelExtraction* dans son mode RVB par défaut sélectionné sous *Color Space*, avec seulement G et B sélectionnés sous *Channels / Target Images*. Nous cliquons sur Appliquer avec l'image couleur sélectionnée.

Les canaux vert et bleu ont été extraits sous forme d'images monochromes séparées, appelées HAR_G_B_G et HAR_G_B_B dans mon cas (puisque l'image couleur est appelée HAR_G_B). Ci-dessus, ces images extraites sont montrées en mode auto-étiré. Nous les mettons de côté et ouvrons le processus *PixelMath*, en nous assurant de cliquer sur son bouton *Reset* avant de commencer. Une fois de plus, nous sélectionnons *Create new image* sous *Destination and Grayscale* de *Color space*. Dans les zones de texte *RGB/K* et *Symboles*, nous entrons :

rvb/k : $((OIII * G_bandwidth) - (G * OIII_bandwidth)) / (G_bandwidth - OIII_bandwidth)$

Symboles : $G_bandwidth=100, OIII_bandwidth=8,5$

Ci-dessus, j'ai remplacé G par le nom réel de mon image extraite du canal vert - HAR_G_B_G. Les nombres entrés pour $G_bandwidth$ et $OIII_bandwidth$ correspondent à nouveau aux largeurs de bande des filtres en nanomètres. Nous pouvons à nouveau commencer par dire que la largeur de bande G est de 100 alors que la valeur de la largeur de bande OIII est de 8,5 car le filtre utilisé pour capturer cette image était un filtre Baader Oxygen-III de 8,5 nm. Lorsque nous sommes prêts, nous cliquons sur *Apply in PixelMath* pour créer une nouvelle image combinée de Green et d'Oxygen-III.

Comme auparavant, nous pouvons supprimer plus d'étoiles et de continuum en diminuant simplement la valeur de la bande passante G. Dans ce cas, cependant, 40 était beaucoup trop faible et a supprimé beaucoup de nébulosité à gauche de l'image en particulier. Un bien meilleur résultat final a été obtenu avec une valeur de $G_bandwidth$ de 60.

Un résultat satisfaisant ayant été obtenu, nous avons renommé cette nouvelle image CombG, l'avons mise de côté et avons procédé de la même manière pour l'image Blue channel extraite. De même, nous entrons ce qui suit dans les zones de texte *RGB/K* et *Symboles* :

rvb/k : $((OIII * B_bandwidth) - (B * OIII_bandwidth)) / (B_bandwidth - OIII_bandwidth)$

Symboles : $B_bandwidth=100, OIII_bandwidth=8,5$

Ci-dessus, j'ai changé B pour HAR_G_B_B - le nom de mon image extraite de la chaîne bleue. Là encore, une expérimentation avec la valeur fixée pour $B_bandwidth$ a donné le meilleur résultat pour une valeur de 70.

Avec un autre résultat satisfaisant créé, nous renommons cette nouvelle image CombB, nous la mettons de côté et nous fermons les images extraites des canaux vert et bleu, nous fermons l'image originale Oxygen-III et nous cliquons sur le bouton *Reset* dans *PixelMath*.

Afin d'appliquer les améliorations à notre image couleur, nous devons désactiver l'option Utiliser une seule expression RGB/K dans *PixelMath*. Nous entrons maintenant ce qui suit dans les zones de texte R/K, G, B et Symboles :

R/K : \$T

G : \$T + ((CombG - Med(CombG)) * BoostFactor)

B : \$T + ((CombB - Med(CombB)) * BoostFactor)

Symboles : BoostFactor = 1,0

CombG et CombB correspondent à mes noms d'images combinés Vert et Bleu. Les vôtres peuvent différer, modifiez donc les expressions *PixelMath* en conséquence. Comme précédemment, il nous suffit d'appliquer le processus *PixelMath* à l'image couleur en sélectionnant d'abord l'image puis en cliquant sur Appliquer (ou en faisant glisser le bouton *New instance* de *PixelMath* sur l'image couleur).

Avec les améliorations de l'Oxygène-III appliquées aux canaux Vert et Bleu, nous neutralisons à nouveau l'arrière-plan. Pour cela, nous créons une petite boîte de prévisualisation sur le seul espace du fond (pas de nébulosité ni d'étoiles), nous ouvrons le processus *BackgroundNeutralization*, nous sélectionnons la boîte de prévisualisation dans la liste sous Image de référence et nous l'appliquons à l'image RVB en couleur. La réapplication de l'autostretch donne le résultat modifié.

Le résultat semble maintenant meilleur. Encore une fois, veuillez garder à l'esprit qu'il est inutile d'utiliser le processus *ColorCalibration* maintenant, car il annulera une grande partie des améliorations apportées jusqu'à présent. *BackgroundNeutralization* est tout ce dont nous avons besoin. À ce stade, si vous êtes satisfait de votre résultat, vous pouvez fermer les images combinées que nous avons créées précédemment (les miennes sont appelées CombG et CombB), supprimer la boîte de prévisualisation et enregistrer les modifications apportées à votre image RVB. Si vous souhaitez améliorer davantage (ou moins) les canaux vert et bleu, il vous suffit d'annuler les modifications apportées à l'image RVB, de modifier la valeur de *BoostFactor* dans *PixelMath* et de réappliquer le processus et de refaire *BackgroundNeutralization*.

Ci-dessous, vous trouverez une comparaison avant et après de l'image en couleur. L'image de gauche est avant et l'image de droite est après (H-Alpha et Oxygène-III améliorés).

N'oubliez pas que l'amélioration apportée peut être ajustée à chaque étape avec le paramètre *BoostFactor*. L'image couleur est encore linéaire à ce stade, ce qui permet à l'utilisateur de poursuivre le post-traitement comme il le ferait normalement. L'image couleur peut être post-traitée seule ou combinée plus tard avec une image de luminance, post-traitée séparément.

4. Combinaison de la luminance et de l'H-Alpha

Parfois, nous voulons nous assurer que Luminance bénéficie également de la contribution des données à bande étroite. Même si nous ne nous donnons pas la peine d'améliorer le canal rouge avec H-Alpha, la combinaison de la luminance avec H-Alpha fournit une contribution lumineuse supplémentaire des régions nébuleuses H-Alpha. Cela signifie que lorsque l'on combine l'image de luminance améliorée avec une image couleur plus tard dans le post-traitement, les émissions d'H-Alpha sont davantage mises en évidence et éclaircies. La raison principale pour laquelle cette opération est réalisée uniquement avec le filtre H-Alpha est le fait que la plus grande partie de l'univers visible est constituée d'hydrogène, ce qui signifie qu'un filtre H-Alpha produira presque toujours la plus grande quantité de données et fournira donc la plus grande contribution.

Comme l'image de luminance est naturellement monochrome telle quelle, nous n'avons pas besoin d'extraire quoi que ce soit. Nous ouvrons simplement nos images Luminance et H-Alpha, comme indiqué ci-dessous en mode auto-extensible.

Nous utilisons à nouveau le procédé *PixelMath* pour effectuer la combinaison. Commencez par cliquer sur le bouton Réinitialiser, puis sélectionnez Créer une nouvelle image sous Destination et Niveaux de gris sous Espace couleur. Dans les zones de texte RGB/K et Symboles, entrez ce qui suit :

RGB/K : $((HA * L_bandwidth) - (L * HA_bandwidth)) / (L_bandwidth - HA_bandwidth)$

Symboles : $L_bandwidth=300, HA_bandwidth=7$

Comme mes images Luminance et H-Alpha sont appelées respectivement L et HA, je les garde telles quelles. Notez que comme la largeur de bande d'un filtre Rouge, Vert ou Bleu est d'environ 100nm, celle d'un filtre de Luminance est donc d'environ 300nm, d'où la raison pour laquelle nous entrons 300 pour la largeur de bande L_. Encore une fois, comme cette image a été capturée en utilisant un filtre Baader H-Alpha 7nm, nous entrons 7 pour la bande passante HA. Nous cliquons sur Apply in *PixelMath* et notre nouvelle image apparaît, représentée ci-dessous en mode auto-extensible.

À ce stade, nous souhaitons à nouveau produire une image qui laisse de côté la plupart des étoiles et du continuum. Comme vous pouvez vous en douter, nous devons simplement ajuster la valeur de la largeur de L_bandwidth jusqu'à ce que nous obtenions un bon résultat. Dans mon cas, 40 était en fait une bien meilleure valeur. Ne vous inquiétez pas de fixer une valeur aussi basse pour la luminance - tant que vous obtenez un résultat comme celui ci-dessous, cela fonctionnera bien.

Nous pouvons maintenant fermer l'image originale Hydrogène-Alpha et cliquer sur Réinitialiser dans *PixelMath*. Comme l'image de Luminance est monochrome, nous conservons tous les paramètres par défaut dans *PixelMath*, sauf que nous saisissons ce qui suit dans les zones de texte RGB/K et Symboles :

RGB/K : $\$T + ((Comblmg - Med(Comblmg)) * BoostFactor)$

Symboles : $BoostFactor = 1,0$

Ci-dessus, j'ai modifié *Comblmg* en *Image10*, le nom de mon image nouvellement créée. Pour effectuer l'amélioration, il suffit de cliquer sur *Apply* in *PixelMath* alors que l'image *Luminance* est sélectionnée, ou de faire glisser le bouton *New Instance* de *PixelMath* sur l'image *Luminance*. Il est nécessaire de réappliquer l'étirement automatique pour voir l'image *Luminance* améliorée telle qu'elle est réellement.

L'amélioration qui en résulte est très claire car beaucoup de nébulosité environnante est mise en évidence et éclaircie. Les nébulosités brillantes sont également renforcées par le contraste. Là encore, le paramètre *BoostFactor* joue un rôle majeur dans le degré d'amélioration appliqué. À ce stade, si vous êtes satisfait de votre résultat, vous pouvez fermer l'image combinée que nous avons créée précédemment (la mienne s'appelle *Image10*) et enregistrer les modifications apportées à votre image de luminance. Si vous souhaitez améliorer davantage (ou moins) l'image de luminance, il vous suffit d'annuler les modifications apportées, d'ajuster la valeur du *BoostFactor* dans *PixelMath* et de réappliquer le processus.

Le tableau ci-dessous montre une comparaison avant et après de l'image de luminance. L'image de gauche est avant et l'image de droite est après (H-Alpha amélioré avec une valeur de *BoostFactor* de 0,75).

Il est évident que dans les cibles où il n'y a pas de zones aussi claires que le cœur de cette nébuleuse, l'effet est encore plus prononcé et bénéfique. Nous pouvons cependant voir clairement les avantages le long des zones de faible luminosité environnantes. L'image à luminance améliorée peut être post-traitée seule pour être ensuite combinée avec une image en couleurs, que cette image en couleurs ait été améliorée ou non avec des données à bande étroite.

XXI. Exemple : M31 Andromeda Galaxy - DSLR

Ce tutoriel est un exemple de post-traitement d'une image de la galaxie d'Andromède M31 capturée avec un appareil photo DSLR. L'image est donc une image One Shot Colour (OSC). L'image entièrement prétraitée ([ce tutoriel](#)) utilisée ici comme exemple de post-traitement a été fournie par un ami, [Gordon Barrett](#). C'est donc à lui que revient tout le mérite de l'image. Voici les données techniques de l'image fournie :

Montage : Skywatcher NEQ6 Pro

Télescope : Celestron C11 XLT SCT avec Starizona Hyperstar III

Caméra d'imagerie : Canon EOS 600D DSLR (Full Spectrum Mod)

Filtres : Hutech IDAS LPS D1

Caméra d'autoguidage : Aucune

Logiciels : Backyard EOS, PHD2 et **PixInsight**

Détails de l'exposition : 151 x 30 secondes à l'ISO800 à partir d'une zone rouge de pollution lumineuse

Comme pour tous les exemples de post-traitement, le tutoriel est assez autonome dans ses explications, mais il est préférable que le lecteur ait une idée des concepts impliqués dans l'utilisation de certains des processus et scripts de **PixInsight**. Vous trouverez ci-dessous une liste complète avec des liens vers d'autres tutoriels pour une lecture plus approfondie.

Pré-supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de **PixInsight**, en rapport avec le traitement des images, des processus et des masques ([Lire ce qui suit](#), sections 3, 4 et 6).
- Votre image a déjà été entièrement prétraitée ([Lire ceci](#)).
- Une connaissance préalable du recadrage avec DynamicCrop est avantageuse ([Lire ceci](#), section 1).
- Des connaissances préalables sur l'élimination de la pollution lumineuse avec DynamicBackgroundExtraction sont avantageuses ([Lire ce qui suit](#), sections 1 et 2).
- Des connaissances préalables en matière de calibrage des images sont avantageuses ([Lire ce qui suit](#)).
- Des connaissances préalables sur l'étirement d'images linéaires en images non linéaires avec HistogramTransformation sont avantageuses ([Lire ce qui suit](#), section 3).
- Des connaissances préalables sur la production de masques sont avantageuses ([Lire ce qui suit](#)).
- Des connaissances préalables en matière de réduction du bruit sont avantageuses ([Lire ce qui suit](#)).
- Des connaissances préalables sur l'affinage de détails fins avec MultiscaleLinearTransform sont avantageuses ([Lire ce qui suit](#), section 2).

- Une connaissance préalable de l'amélioration du contraste des caractéristiques est avantageuse ([Lire ceci](#)).
-

1. Découper les bordures noires et les coins lumineux, et supprimer les lueurs de pollution lumineuse

Nous commençons avec notre image ouverte et auto-étirée dans **PixInsight**.

Il y a déjà quelques détails visibles, ce qui est de bon augure pour notre résultat final. Néanmoins, nous devons supprimer la lueur de la pollution lumineuse, mais avant cela, nous devons éliminer les bords noirs présents. Ceux-ci sont le résultat d'un prétraitement qui consiste à aligner les images les unes par rapport aux autres pour les empiler. Nous utiliserons le processus *DynamicCrop* pour recadrer les bords noirs. Il suffit d'ouvrir le processus, de cliquer sur *Reset* pour l'initialiser, de faire glisser les bords vers l'intérieur pour exclure les bords noirs, puis de cliquer sur *Execute* pour effectuer le recadrage. Il peut être utile de faire un zoom arrière d'une étape afin de pouvoir faire glisser les bords vers l'intérieur. Il peut être utile par la suite de faire un zoom avant pour voir si vous avez complètement exclu les bords noirs.

Les bords noirs étant maintenant supprimés, nous procédons à l'élimination de la lueur de pollution lumineuse avec *DynamicBackgroundExtraction*. Nous ouvrons le processus et cliquons sur *Reset* pour l'initialiser sur notre image.

Il est normalement préférable de laisser *DynamicBackgroundExtraction* placer automatiquement des points d'échantillonnage car cela nous fait gagner du temps, surtout lorsque l'image comporte une quantité importante de fond. Comme il s'agit d'une image DSLR et qu'en plus elle a été drizzlé pendant le prétraitement, la taille de l'image est énorme, 10 404 x 6 930 pixels. Par conséquent, nous devons définir un rayon d'échantillonnage par défaut assez large. 15 est généralement une bonne valeur, mais pour des images de cette taille, on peut généralement aller jusqu'à 20 sans problème. Afin de mieux échantillonner le fond, nous augmentons le nombre d'échantillons par ligne à 15. Comme le fond est assez lumineux en l'état, une valeur de *Tolérance* de 0,500 ajoutera automatiquement un nombre de points d'échantillonnage proche de zéro. Par conséquent, nous augmentons cette valeur à 1,500. Une fois cela fait, nous cliquons sur le bouton "Générer" pour placer automatiquement des points d'échantillonnage.

Il ne faut jamais avoir de points d'échantillonnage au-dessus des étoiles ou de la nébulosité, donc nous devons parcourir l'image pour enlever les points d'échantillonnage qui sont placés au-dessus des zones contenant des étoiles ou de la nébulosité. Si vous pensez qu'il y a de la nébulosité en dessous d'un point de prélèvement (mais vous pouvez à peine le dire en raison de la luminosité excessive), il suffit de déplacer le point de prélèvement hors du chemin. Si vous n'êtes pas du tout sûr, vous pouvez toujours appliquer la méthode *DynamicBackgroundExtraction* et si vous constatez qu'un point de prélèvement se trouvait effectivement au-dessus d'une étoile ou d'une nébulosité, vous pouvez revenir en arrière et retirer ou déplacer le point de prélèvement, avant d'appliquer à nouveau le processus.

Ci-dessous, j'ai supprimé quelques points d'échantillon (en cliquant dessus et en appuyant sur la touche DEL de mon clavier), j'en ai ajouté de nouveaux (en cliquant sur l'image) et j'en ai déplacé

certains (en cliquant et en les faisant glisser). Je me suis assuré qu'aucune ne se trouvait au-dessus d'une étoile, aussi petite soit-elle, et j'ai laissé le centre de l'image et la zone que je m'attends à voir couverte par la galaxie d'Andromède M31 sur toute l'image, sans aucun point d'échantillonnage.

Tous les points d'échantillonnage actuellement dans mon image sont gris, ce qui signifie qu'ils sont acceptés par la valeur de tolérance fixée. L'idéal serait cependant d'utiliser la valeur de tolérance la plus basse possible (sans descendre en dessous de sa valeur par défaut de 0,500 environ). Essayons de la diminuer jusqu'à ce que nous obtenions des points d'échantillon rejetés (ils deviendront rouges). J'abaisse ma valeur de tolérance à 1,250 et je clique sur Redimensionner tout pour vérifier. Ne cliquez pas sur Générer car cela annulera votre travail de placement manuel des points d'échantillonnage.

Il est clair qu'aucun de mes points d'échantillon n'est rejeté (carrés rouges), donc cette valeur de Tolérance est meilleure. Lorsque j'ai essayé 1.000, plusieurs des points d'échantillon dans le coin supérieur gauche sont devenus rouges, donc ils ont été rejetés. Par conséquent, je maintiens ma valeur de tolérance à 1,250. Vous pouvez l'affiner davantage, mais ce n'est pas essentiel. Effectuez une dernière vérification de votre image, ajoutez quelques points d'échantillon supplémentaires si vous le souhaitez, déplacez d'autres points, etc. Une fois que vous êtes satisfait, sélectionnez Soustraction dans la liste Correction et n'hésitez pas à activer l'option Rejeter le modèle d'arrière-plan si vous ne souhaitez pas que *DynamicBackgroundExtraction* vous montre ce qui a été soustrait (ainsi que votre résultat final). Si vous souhaitez voir l'image soustraite, laissez simplement cette option désactivée (comme par défaut). Une fois cette option définie, cliquez sur le bouton Exécuter pour supprimer la lueur de pollution lumineuse.

L'image a maintenant sa lueur de pollution lumineuse soustraite, montrant qu'une énorme quantité de détails était cachée en dessous, comme le montre le résultat autostretched ci-dessus. Nous pouvons maintenant fermer le processus *DynamicBackgroundExtraction* ainsi que l'image originale.

Avant de poursuivre, nous remarquons que l'image nouvellement soustraite du fond montre une bande lumineuse étrange sur le côté droit et une certaine lueur dans le coin supérieur gauche. Bien que nous puissions essayer de supprimer la lueur du coin supérieur gauche avec *DynamicBackgroundExtraction*, il n'y a pas grand chose à gagner ici. De plus, la discontinuité de la bande sur le côté droit n'est pas facile à traiter, et cette zone de l'image n'ajoute rien dans l'ensemble. Par conséquent, nous pouvons effectuer un recadrage supplémentaire sur l'image pour exclure ces zones gênantes. Le processus de choix est à nouveau *DynamicCrop*, donc nous l'ouvrons.

Au lieu de cliquer sur son bouton *Reset*, nous pouvons simplement faire glisser une zone sélectionnée sur notre image. Si nous cliquons sur le bouton *Reset*, nous devons faire glisser chacun des côtés vers l'intérieur pour exclure les zones que nous voulons recadrer. Parfois, le simple fait de faire glisser une zone sélectionnée sur l'image est plus rapide. Vous pouvez toujours modifier la zone sélectionnée créée par glissement, en faisant glisser les côtés ou les coins vers l'intérieur ou vers l'extérieur. Une fois que nous sommes satisfaits de la zone sélectionnée, nous cliquons sur le bouton Exécuter.

Une fois effectuée, nous fermons le processus *DynamicCrop*. Le résultat ci-dessus conserve toutes les caractéristiques importantes de l'image tout en excluant les zones d'arrière-plan gênantes.

2. Effectuer l'étalonnage des couleurs et la réduction initiale du bruit

Le fait que l'image ait été capturée avec une caméra One Shot Colour (OSC) ne signifie pas qu'elle n'a pas besoin d'une procédure de calibrage des couleurs. Nous commençons cette procédure en créant des boîtes de prévisualisation adéquates sur l'image. L'une doit être liée à l'arrière-plan et une autre doit contenir un grand nombre d'étoiles (y compris la galaxie, de préférence). La fenêtre de prévisualisation de l'arrière-plan ne doit pas être très grande et ne doit absolument pas contenir d'étoiles. Il est utile de faire un zoom avant important pour choisir une zone dépourvue de tout intérêt et montrant un échantillon moyen de ce à quoi ressemble l'arrière-plan de l'image.

Au-dessus, la petite boîte de prévisualisation ne contient que le fond alors que la très grande boîte de prévisualisation contient nos galaxies et la plupart des étoiles de l'image. Le premier procédé que nous utilisons est *BackgroundNeutralization*. Dans ce procédé, nous sélectionnons simplement la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan (dans mon cas, appelée Preview01) et nous cliquons sur le bouton Appliquer aux paramètres par défaut. Après avoir appliqué le processus, vous devrez peut-être appliquer à nouveau votre autostretch, car les modifications apportées à l'arrière-plan peuvent affecter gravement votre vision de l'image. Ne vous inquiétez pas, en appliquant à nouveau l'autostretch dans **PixInsight**, vous pourrez à nouveau voir les détails, avec un arrière-plan plus neutre (comme prévu).

Nous fermons maintenant le processus de neutralisation de l'arrière-plan et ouvrons le processus *ColorCalibration*, qui fera l'essentiel du travail. Dans ce processus, nous sélectionnons notre grande boîte de prévisualisation englobant de nombreuses étoiles dans la liste sous Référence blanche (pour moi, Preview02) et nous sélectionnons notre petite boîte de prévisualisation de l'arrière-plan dans la liste sous Référence du fond (pour moi, Preview01). Les paramètres par défaut fonctionnent très bien ici, nous n'avons qu'à appliquer le processus à l'image. Encore une fois, vous devrez probablement réappliquer votre autostretch **PixInsight** pour avoir un bon aperçu du résultat final.

Les boîtes de prévisualisation peuvent maintenant être supprimées car nous n'en avons plus besoin. Cela se fait rapidement par le menu *Preview -> Delete All*. Le processus de calibrage des couleurs peut également être fermé. Enfin, nous utilisons maintenant le processus de la *SCNR* pour supprimer l'habituelle dominante verte qui apparaît dans les images. Ce processus est extrêmement simple à utiliser, car en fait les paramètres par défaut fonctionnent parfaitement bien dans la grande majorité des cas. Il suffit d'ouvrir le processus de la *SCNR* et de cliquer sur le bouton "Appliquer". Vous pouvez ensuite fermer la *SCNR*. Encore une fois, vous devrez probablement réappliquer l'autostretch **PixInsight** pour voir vraiment le résultat final.

L'image étant maintenant calibrée en couleur, nous allons maintenant procéder à une première réduction du bruit. Il faut cibler les zones à faible signal (fond) plus que les zones à signal élevé

(galaxies et étoiles). Nous devons donc utiliser un masque. Un bon type de masque à utiliser dans ce scénario est une image de luminance de notre image elle-même. Avant d'extraire une image Luminance, nous devons d'abord indiquer à **PixInsight** que les trois canaux de couleur (Rouge, Vert et Bleu) doivent contribuer à la Luminance de manière égale. Pour cela, nous utilisons le processus *RGBWorkingSpace*. Il suffit de régler les trois, Rouge, Vert et Bleu, sur 1.000000 et de cliquer sur le cercle *Apply Global*. Une fois que vous avez terminé, fermez le processus *RGBWorkingSpace*.

Pour effectuer l'extraction de l'image de luminance, nous utilisons le procédé *ChannelExtraction*. Nous mettons ce processus en mode CIE L*a*b* et désactivons a et b (les canaux de chrominance), en ne laissant que L activé. Nous appliquons ensuite le processus à notre image.

Ci-dessus, l'image de luminance extraite, auto-étirée à des fins de démonstration. Nous pouvons maintenant fermer le processus *ChannelExtraction*. Nous devrions également supprimer l'auto-étirement de l'image de luminance extraite. Au lieu d'un étirement automatique, nous devons étirer l'image de luminance. C'est important car l'image agit comme une carte des zones sombres et des zones claires et fonctionnera donc parfaitement comme un masque (protégeant davantage les zones claires que les zones sombres).

L'étirement automatique est un bon étirement à appliquer à l'image de luminosité, mais il doit être appliqué de façon permanente, plutôt que visuellement comme le fait l'étirement automatique. Pour cela, nous ouvrons les processus *ScreenTransferFunction* et *HistogramTransformation*. Cliquez sur *Reset* sur les deux afin que, par défaut, ils soient activés. Pour appliquer un étirement automatique à l'image Luminosité, nous cliquons sur le bouton *Étirement automatique* de la fonction *ScreenTransferFunction* lorsque l'image de Luminance est sélectionnée. Nous pouvons maintenant transférer les paramètres d'étirement automatique à *HistogramTransformation*, qui se chargera de l'appliquer de manière permanente. Pour ce faire, faites glisser le bouton *New Instance* de *ScreenTransferFunction* sur la barre inférieure de *HistogramTransformation* (entre les sept boutons du bas). Une fois déposé à cet endroit, *HistogramTransformation* affichera une courbe plutôt qu'une ligne droite.

Nous cliquons maintenant sur le bouton "*Reset*" de *ScreenTransferFunction* et le fermons. Cela supprimera l'étirement automatique, mais *HistogramTransformation* est maintenant prêt à appliquer le même étirement, mais de façon permanente. Pour ce faire, il suffit de l'appliquer à l'image de luminance. Vous pouvez fermer *HistogramTransformation* à ce stade.

L'image du masque étant maintenant préparée, nous l'appliquons comme un masque à notre image originale. Cela se fait par le menu *Mask -> Select Mask* (ou appuyer sur la touche CTRL M de votre clavier) et en sélectionnant l'image de luminance dans la liste.

Par défaut, le masque ci-dessus protège l'arrière-plan et non les galaxies et les étoiles, nous devons donc l'inverser. Pour ce faire, utilisez le menu *Mask -> Invert Mask* (ou appuyez sur la touche CTRL MAJ I de votre clavier).

Nous pouvons maintenant appliquer la réduction du bruit à volonté. Le processus de choix à ce stade est *MultiscaleLinearTransform*. Comme le bruit est principalement à petite échelle, nous pouvons

nous en sortir en l'appliquant uniquement aux quatre premières couches d'ondelettes. Les DSLR sont intrinsèquement bruyants, donc l'appliquer de manière un peu agressive à la première couche d'ondelettes est une bonne idée. Cependant, cette image est composée de 151 expositions et est donc moins bruyante que d'habitude.

Pour utiliser *MultiscaleLinearTransform* pour la réduction du bruit, nous gardons les Couches réglées sur 4 (car nous n'avons pas besoin de couches d'ondelettes plus grandes), nous sélectionnons les Couches 1 à 4 et nous activons la Réduction du bruit dans chaque cas. Comme le bruit est principalement contenu dans la première couche d'ondelettes, c'est là que nous devrions être les plus agressifs. Par conséquent, je vais régler le seuil à 4.000 et les itérations à 3 ici. Cependant, le montant sera réduit à 0,50. Cela permettra de mélanger 50% de l'image originale avec 50% de l'image réduite en bruit, ce qui donnera un résultat plus lisse. Pour la couche 2, je fixe le seuil à 2.000 et les itérations à 2. Pour la couche 3, je fixe le seuil à 1.000 et les itérations à 2. Pour la couche 4, je fixe le seuil à 0.500 et les itérations à 1. Dans tous les cas, Amount a été fixé à 0.50.

Il nous suffit maintenant de cliquer sur Appliquer sur *MultiscaleLinearTransform*, avec notre image originale sélectionnée (et le masque actif), pour effectuer la réduction du bruit. Vous pouvez cacher le masque par le menu *Mask -> Show Mask* (ou appuyer sur CTRL K sur votre clavier). Cela permettra d'activer et de désactiver la visibilité du masque, tout en le gardant actif et en lui permettant de faire son travail. Le tableau ci-dessous montre l'effet de la réduction du bruit ci-dessus, avec le masque masqué.

La réduction du bruit est la bienvenue car elle atténue le bruit à petite échelle, davantage sur le fond que sur les galaxies et les étoiles. Elle n'est pas non plus excessive en termes de quantité de réduction, ce qui donne un bruit de fond plus lisse qui n'est pas artificiellement lisse. Après tout, nous voulons réduire le bruit et non l'éliminer. Une fois cela fait, vous pouvez fermer *MultiscaleLinearTransform*. Vous pouvez également supprimer le masque de votre image par le menu *Mask -> Remove Mask* et fermer l'image de luminance sans l'enregistrer.

3. Aller vers une réduction non linéaire et plus poussée du bruit

Notre post-traitement arrive maintenant au stade où nous quittons l'état linéaire pour entrer dans l'état non linéaire, en étirant l'image. Il existe de nombreux procédés capables d'effectuer cette tâche, mais je vais utiliser à ce stade ma méthode préférée, *HistogramTransformation*. Tout d'abord, nous supprimons l'étirement automatique de notre image. Ensuite, nous ouvrons *HistogramTransformation*, cliquons sur son bouton *Reset*, sélectionnons l'image dans la liste et activons la fenêtre de prévisualisation en temps réel.

Nous déplaçons maintenant le curseur des tons moyens sur *HistogramTransformation* vers la gauche pour effectuer un étirement. L'histogramme qui résulterait de l'étirement est affiché sur le graphique du haut, tandis que le graphique du bas affiche l'état actuel de l'histogramme. Vous

pouvez zoomer sur le graphique du bas à l'aide de la molette de la souris pour ajuster le curseur des tons moyens de plus près.

Une fois que vous êtes satisfait de l'étirement, cliquez sur le bouton *Appliquer*. Veillez à cliquer sur le bouton *Reset* immédiatement après, sinon la fenêtre d'aperçu en temps réel vous montrera à quoi ressemblerait votre image si vous appliquiez à nouveau le même étirement (sans doute complètement blanche !).

Votre premier étirement peut être important, mais ce n'est pas forcément la fin. Vous pouvez vouloir étirer une ou deux fois de plus, mais évidemment de manière beaucoup moins agressive. Après chaque étirement, assurez-vous de vérifier le point noir. Normalement, il est un peu élevé, ce qui augmente la luminosité de votre arrière-plan et réduit le contraste des éléments importants. Pour régler le point noir, déplacez le curseur du point noir vers la droite. Faites bien attention aux chiffres affichés par les ombres en bas. Cela correspond au nombre de pixels coupés en noir (supprimés en les mettant en noir, effectivement). Le pourcentage est lié au nombre de pixels de l'image entière. N'hésitez pas à noircir certains pixels, mais je ne dois généralement jamais dépasser 0,005% pour obtenir un bon résultat. Pour votre réglage initial du point noir, il se peut que vous n'avez pas besoin de découper en noir un quelconque pixel.

Encore une fois cliquez sur *Apply*, cliquez également sur *Reset* afin d'obtenir une vue réaliste de l'état actuel de votre image. Il ressort clairement de mon histogramme et de l'aperçu de l'image que l'image peut se prêter à un second étirement (moins agressif). Pour ce faire, il suffit de déplacer le curseur des tons moyens vers la gauche. En général, le pic de l'histogramme doit être situé à environ 1/4 de la hauteur du graphique. Ceci tend à fournir le meilleur contraste dans vos images. Avec un deuxième étirement, un deuxième ajustement du point noir peut être nécessaire, ce qui peut cette fois-ci réduire certains pixels au noir (mais pas beaucoup du tout !). Vous pouvez ajuster le point noir en même temps que vous effectuez un étirement.

Une fois que vous êtes satisfait de l'état non linéaire de votre image, vous pouvez fermer le processus *HistogramTransformation* et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel.

Une réduction supplémentaire du bruit peut être appliquée lorsque l'image est dans son état non linéaire. Là encore, nous aurons besoin d'un masque approprié. Puisque l'image est déjà non linéaire, nous n'avons pas besoin de faire ce que nous faisons auparavant. Nous allons cependant extraire une nouvelle image de luminance en utilisant le procédé *ChannelExtraction*. Vous n'avez pas besoin d'utiliser à nouveau le processus *RGBWorkingSpace* si vous n'avez pas fermé **PixInsight**, car les paramètres seront toujours les mêmes. Dans *ChannelExtraction*, assurez-vous à nouveau que vous sélectionnez le mode CIE L*a*b*, en désactivant a et b et en laissant seulement L activé. Appliquez ceci à l'image elle-même.

Le processus *ChannelExtraction* peut maintenant être clos. Nous allons en effet permettre à *HistogramTransformation* de couper automatiquement les ombres et les hautes lumières, ce qui apportera beaucoup plus de contraste à l'image luminance (utile pour servir de masque !). Pour cela, ouvrez le processus *HistogramTransformation*, cliquez sur son bouton *Reset*, sélectionnez l'image

luminance dans la liste et cliquez sur les boutons *Auto clip shadows* et *Auto clip highlights*. Une fois terminé, cliquez sur *Apply* avec l'image luminance sélectionnée.

Vous pouvez maintenant fermer *HistogramTransformation*. Ce qui précède constitue un excellent masque car il nous permet vraiment d'attaquer le fond pour une réduction du bruit. Appliquez cette image luminance comme masque à votre image, par le menu *Mask -> Select Mask* (ou appuyez sur la touche CTRL M de votre clavier) et sélectionnez-la dans la liste. Vous devrez inverser le masque une nouvelle fois, via le menu *Mask -> Invert Mask* (ou appuyez sur CTRL SHIFT I de votre clavier).

Le processus de choix est une fois de plus *MultiscaleLinearTransform*, puisqu'elle permet un si bon contrôle de la réduction du bruit sur les différentes couches d'ondelettes. Cependant, comme nous avons appliqué ce processus plus tôt, nous devons être moins agressifs à son égard maintenant. Dans cette optique, je maintiens la quantité pour les quatre plus petites couches d'ondelettes à 0,50 mais je réduis le seuil à 3.000 pour la première couche d'ondelettes. Je change également les itérations à 2, 2, 1 et 1 (pour chaque couche d'ondelettes respective).

Cliquez sur *Apply* une fois le réglage effectué, ce qui réalisera la réduction de bruit supplémentaire sur votre image. Veillez à ce qu'elle ne soit pas trop agressive, car nous ne voulons pas nous retrouver avec un bruit de fond atténué. Une fois que vous avez terminé, fermez *MultiscaleLinearTransform* et ouvrez *ACDNR* - notre prochain processus de réduction du bruit. L'*ACDNR* ne fonctionne pas vraiment sur les images linéaires mais peut faire des merveilles sur les images non linéaires en termes de suppression du bruit à petite échelle. Bien que les paramètres par défaut fonctionnent généralement bien, j'aimerais cibler un bruit légèrement plus important que celui par défaut, donc j'augmente *StdDev* à 2.0. J'ai réglé *Amount* à 0,75 pour qu'il mélange 75 % de l'image réduite en bruit avec 25 % de l'image originale, ce qui donne un résultat final plus lisse. Le reste des réglages fonctionne bien, les itérations laissées à 3 étant suffisantes car nous n'avons plus beaucoup de bruit à gérer. Sous l'onglet Chrominance, nous laissons les paramètres par défaut car ils sont bons. Je maintiens définitivement la réduction du bruit de chrominance via *ACDNR* activée car elle aide à réduire le bruit de couleur en arrière-plan. Une fois que tout est réglé, cliquez sur *Apply*.

Une fois la réduction du bruit appliquée, nous pouvons fermer *ACDNR* et supprimer le masque de notre image via le menu *Mask -> Remove Mask*. Vous pouvez également fermer l'image luminance sans l'enregistrer.

Après la réduction du bruit à l'état non linéaire, en particulier après avoir utilisé *ACDNR*, il est utile de vérifier l'histogramme de l'image avec *HistogramTransformation* et d'appliquer un ajustement si nécessaire. Normalement, un ajustement du point noir est nécessaire. Cela peut être accompagné d'un étirement très, très mineur pour augmenter le contraste global.

Étant satisfait du petit ajustement apporté à l'histogramme de l'image, je clique sur *Apply*, puis je ferme à la fois le processus *HistogramTransformation* et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel.

8. 4. Réduire la couleur et le contraste du fond de ciel

L'image est maintenant non linéaire et a bénéficié d'une bonne réduction du bruit. Le contraste est élevé, mais l'idéal serait que l'arrière-plan soit plus sombre par rapport à la cible, ce qui la rendrait plus visible. Le bruit de fond est également coloré. Nous allons maintenant aborder ces questions. Comme nous voulons réduire la couleur et le contraste de l'arrière-plan uniquement, nous aurons besoin d'un masque pour protéger ce qui compte - les galaxies et les étoiles. *RangeSelection* peut fournir un excellent masque à ce stade, c'est pourquoi nous ouvrons ce processus. Vous devrez travailler avec son aperçu en temps réel, alors assurez-vous de l'activer. Sous *Fuzziness*, j'entre généralement 0,15 et sous *Smoothness*, j'entre généralement 5,00. Cela donne un peu de flou à l'image du masque, ce qui rend les transitions plus fluides. Pour produire votre image de masque, il suffit de faire glisser lentement le curseur Limite inférieure vers la droite jusqu'à ce que l'arrière-plan soit exclu (noir) et que les étoiles et les éléments intéressants soient pour la plupart blancs.

Le processus qui consiste à exclure l'arrière-plan tout en incluant les objets intéressants est toujours un compromis. Il est difficile d'inclure dans le masque des objets qui sont à peine au-dessus du fond sans inclure également des tonnes de bruit de fond, ce qui est indésirable. L'image ci-dessus montre un bon compromis pour cette image. Les zones qui sont presque saturées sont naturellement exclues du masque, comme le noyau de la galaxie et les noyaux d'étoiles brillantes. Nous pouvons cependant modifier cela maintenant. Une fois que vous êtes satisfait de vos paramètres de sélection, cliquez sur *Apply*, puis fermez le processus et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel. Votre nouveau masque de portée est maintenant prêt.

Pour modifier le masque, nous pouvons utiliser le processus *CloneStamp*. Ce procédé nous permet de copier une zone de l'image et de peindre une autre zone avec. L'idée est de copier une zone blanche du masque de portée et de peindre par-dessus le noyau et les noyaux d'étoiles brillantes afin que ceux-ci soient également protégés de notre post-traitement. Ouvrez le processus *CloneStamp* et, l'image du masque étant sélectionnée, cliquez sur son bouton *Reset* pour l'initialiser. Je règle généralement le rayon sur une valeur beaucoup plus grande, par exemple 30 à 50. Les autres réglages fonctionnent bien. Cliquez simplement sur une zone blanche de votre image de masque de portée tout en maintenant la touche CTRL de votre clavier enfoncée, puis n'hésitez pas à peindre les zones noires qui devraient être blanches.

Vous n'avez pas besoin de peindre toutes les étoiles qui apparaissent au-dessus de la galaxie elle-même (sous forme de minuscules trous noirs). Vous pouvez cependant peindre un peu plus le long des bras spiraux extérieurs ou d'autres éléments de votre image. C'est l'occasion de définir (en peignant en blanc) les zones de votre image qui doivent rester protégées malgré ce que *RangeSelection* a pu repérer. Je peins par exemple les bras extérieurs en spirale en blanc pour que leur couleur et leur contraste restent protégés.

J'ai personnellement parcouru toute la galaxie en lissant les zones protégées en peignant un contour blanc par-dessus. Cela signifie cependant que le masque est maintenant un peu abrupt en termes de protection.

Une fois que vous êtes satisfait de votre travail de peinture, il vous suffit de cliquer sur le bouton *Execute* de *CloneStamp* pour appliquer les changements et fermer *CloneStamp*. Comme les changements sont maintenant très brusques, en raison des bords francs du masque, nous devons le brouiller pour adoucir les choses afin que la protection soit plus progressive. Pour cela, nous utilisons le procédé *MultiscaleLinearTransform*. Cliquez sur *Reset* une fois que vous l'avez ouvert. Maintenant, nous désactivons simplement les quatre premières couches d'ondelettes en double-cliquant sur celles-ci dans la liste (ou en sélectionnant chacune d'entre elles et en les désactivant grâce aux cases à cocher de la couche de détails). Ne laissez que la couche R (résiduelle) intacte, puis cliquez sur *Apply* avec l'image du masque de plage sélectionnée. Vous pouvez ensuite fermer *MultiscaleLinearTransform*.

Vous pouvez l'appliquer deux ou trois fois si vous le souhaitez, pour rendre le masque encore plus lisse. J'ai appliqué le procédé trois fois. Le masque de protection est maintenant plus lisse et prêt à l'emploi. Nous appliquons donc cette image comme un masque à notre image originale, par le menu *Mask* -> *Select Mask* (ou appuyez sur la touche CTRL M de votre clavier) et en sélectionnant le masque de portée dans la liste. Vous devrez également inverser le masque, via le menu *Mask* -> *Invert Mask* (ou appuyez sur CTRL SHIFT I sur votre clavier).

Commençons par réduire la couleur de fond. Cela peut également être fait avec le processus *MultiscaleLinearTransform*, donc ouvrez le à nouveau et cliquez sur *Reset*. Pour attaquer la couleur avec ce processus, nous devons sélectionner *Chrominance (restaurer CIE Y)* comme cible dans la liste du bas. Comme la couleur se trouve généralement dans de grandes couches d'ondelettes, j'en sélectionne 8 sous Couches, de sorte que la liste des couches d'ondelettes disponibles s'agrandit. Nous sélectionnons maintenant les couches 5 à 8 individuellement et, sur chacune d'elles, nous entrons la valeur minimale du biais autorisé, -1.000. Cela permettra de ne plus mettre l'accent sur les couleurs de ces couches d'ondelettes. Une fois que vous avez terminé, cliquez sur Appliquer. Vous pouvez masquer le masque en passant par le menu *Mask* -> *Show Mask* (ou en appuyant sur CTRL K sur votre clavier) afin de mieux voir le résultat final. Ci-dessous, je montre l'avant et l'après.

À ce stade, vous réalisez peut-être combien il est important que votre masque de protection protège correctement vos caractéristiques intéressantes, sinon vous perdrez beaucoup de couleur. Cette technique est particulièrement adaptée aux images capturées avec un DSLR, en raison de leur nature bruyante, et surtout lorsque les images sont capturées dans une zone assez légèrement polluée. Vous pouvez fermer *MultiscaleLinearTransform* à ce stade.

Le masque étant toujours appliqué, nous pouvons maintenant réduire quelque peu le contraste de l'arrière-plan, pour le neutraliser davantage. Pour cela, *HistogramTransformation* est un bon procédé à utiliser. Cliquez sur *Reset* une fois ouvert. Sélectionnez l'image dans la liste et faites glisser le curseur des tons moyens vers la droite (plutôt que vers la gauche !). Ceci est l'opposé d'un étirement et réduira le contraste. Comme les éléments intéressants sont protégés par le masque, vous réduisez essentiellement le contraste sur le seul arrière-plan. Cependant, cela peut être très rapidement exagéré, ce qui donne à l'image un aspect très artificiel. Assurez-vous de n'appliquer qu'un très petit ajustement à ce stade. Utilisez la fenêtre de prévisualisation en temps réel pour évaluer ce qui se passe.

Cliquez sur *Apply* une fois que vous êtes satisfait de la modification mineure apportée à *HistogramTransformation*, puis fermez le processus et sa fenêtre d'aperçu en temps réel. Nous devons maintenant supprimer le masque de portée de l'image. Pour ce faire, utilisez le menu *Mask -> Remove Mask* (Masque -> Supprimer le masque). Cependant, ne fermez pas encore l'image du masque car nous allons l'utiliser à nouveau momentanément. Vous pouvez le réduire et le mettre de côté pour qu'il ne soit pas gênant.

Avant de passer à un traitement plus spécialisé, augmentons un peu plus le contraste, y compris en réduisant davantage l'arrière-plan, mais cette fois-ci à l'échelle de l'image. Le procédé à utiliser pour cela est *CurvesTransformation*. Ouvrez-le, cliquez sur *Reset* et activez son aperçu en temps réel. Dans son mode RGB/K par défaut, nous créons simplement une courbe en S. Cela implique de cliquer juste en dessous de la ligne droite au 1/4 du graphique et de cliquer au-dessus de la ligne droite aux 3/4 du graphique. Cliquer crée des points qui déformeront la ligne droite pour la courber. La courbe doit prendre la forme d'un S, comme indiqué ci-dessous.

Il est important que cela soit fait sur l'ensemble de l'image, sans aucun masque. Notez également que les points que j'ai créés sont très proches de la ligne droite. En d'autres termes, n'en faites pas trop. Cela éclaircira les éléments clairs et assombriera les éléments sombres de votre image. Cela signifie également que vous saturerez davantage les zones saturées et que vous atténueriez davantage les éléments faibles qui pourraient être jugés intéressants. Comme pour tout, il s'agit d'un compromis. Je suis satisfait de mon réglage indiqué ci-dessus, alors je clique sur *Apply* et je ferme à la fois le processus *CurvesTransformation* et sa fenêtre d'aperçu en temps réel.

5. Renforcer le contraste des couleurs et des détails fins dans la cible

Après avoir réduit la couleur et le contraste de l'arrière-plan, notre cible semble maintenant sortir plus clairement de l'image. Nous allons maintenant nous aventurer à augmenter la couleur et les détails à l'intérieur de la galaxie, tout en laissant l'arrière-plan et les étoiles protégés de ce traitement. Pour cela, il faudra un masque spécialisé, qui est une combinaison de deux masques. Nous avons déjà créé un range masque . Il ne nous reste plus qu'à créer un masque stellaire. Nous allons soustraire le masque stellaire du range masque, ce qui exclura en grande partie les étoiles de l'image du masque. Nous pouvons le modifier manuellement pour exclure correctement les étoiles. Pour créer un masque stellaire approprié, nous utiliserons le processus *StarMask*, mais nous devons d'abord cloner notre image et supprimer la plupart de ses informations de luminosité (afin que *StarMask* puisse capter les étoiles partout, y compris au dessus de la galaxie).

Pour créer une copie de l'image, il suffit de cliquer avec le bouton droit de la souris et de cliquer sur Dupliquer. Ensuite, ouvrez le processus *HDRMultiscaleTransform*, cliquez sur son bouton *Reset* et avec les paramètres par défaut, changez le Nombre de couches en 3 et le Nombre d'itérations en 2 (pour que le processus soit agressif) et Appliquez-le à la copie clonée de l'image.

Nous pouvons maintenant fermer le processus *HDRMultiscaleTransform* et ouvrir le processus *StarMask*. Afin qu'il puisse capter presque toutes les étoiles, nous augmentons *Scale* à 6. *Large-scale* et *Small-scale* sont réduits à 0, et le *Smoothness* peut être laissé à sa valeur par défaut de 16. Pour que le masque stellaire apparaisse plus brillant dès sa création, nous allons permettre au *StarMask* de l'étirer. Pour ce faire, réduisez les tons moyens à quelque chose comme 0,01000. Plus important encore, nous devons augmenter notre seuil de bruit. Si nous ne le faisons pas, des points de bruit seront considérés comme des étoiles, et nous ne voulons pas cela. Une valeur plus élevée comme 0,20000 suffit, mais vous pouvez l'augmenter à 0,25000 si vous avez des taches de bruit qui apparaissent comme des étoiles dans votre image de masque d'étoile. Assurez-vous d'appliquer le processus *StarMask* à la copie de votre image - celle dont les informations de luminosité ont été détruites par *HDRMultiscaleTransform*.

Avec les étoiles qui apparaissent au-dessus des galaxies, cela nous indique que cette image de masque d'étoile est appropriée. Nous pouvons maintenant fermer le processus *StarMask* et la copie de l'image (sans la sauvegarder). Nous devrions étirer davantage l'image du masque stellaire pour que les étoiles captées soient plus brillantes. Nous pouvons utiliser *HistogramTransformation* pour cela, en lui donnant un étirement assez agressif, comme indiqué ci-dessous.

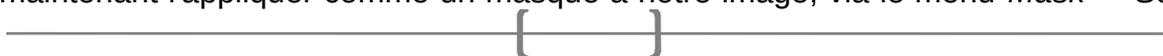
Une fois que vous avez terminé, vous pouvez fermer le processus *HistogramTransformation* et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel. Nous pouvons maintenant combiner le range masque et le masque d'étoile, pour produire une image de masque combinée. Pour ce faire, ouvrez le processus *PixelMath* et cliquez sur son bouton Reset. Dans la zone de texte RGB/K, entrez ce qui suit :

range_mask - star_mask

Développez l'onglet Destination de *PixelMath* et sélectionnez *Create new image*, puis sélectionnez *Grayscale* de *Color space*. Lorsque vous cliquez sur le bouton carré *Apply*, une nouvelle image apparaîtra, qui est l'image combinée de votre masque. Veuillez noter que mes images de range masque et de masque d'étoile sont minimisées et se trouvent dans le coin supérieur droit de **PixInsight**, elles sont donc à l'écart.

Nous devons maintenant supprimer toutes les étoiles et les halos d'étoiles restants dans l'image du masque combiné. Pour cela, nous pouvons utiliser *CloneStamp* à nouveau pour copier les zones noires de l'image par-dessus, en supprimant essentiellement ces étoiles et halos d'étoiles. Cependant, ce n'est pas une tâche pour les ramollos. En fait, je trouve plus facile de simplement enregistrer l'image de masque combiné en tant qu'image TIFF 16 bits, de l'ouvrir dans Photoshop et de l'utiliser avec l'outil pinceau (réglé pour peindre en noir). N'oubliez pas que ce qui est noir dans cette image de masque combiné ne bénéficiera d'aucune amélioration de la couleur ou du contraste des détails. Veillez à en tenir compte lorsque vous noircissez certaines parties de l'image. L'objectif est d'éliminer toutes les étoiles et les halos d'étoiles en dehors des structures galactiques.

Avec la pratique sacrilège de peinture faite en dehors de **PixInsight**, tout va bien dans le monde. Nous enregistrons les modifications et ouvrons l'image modifiée du masque combiné dans **PixInsight**. Vous pouvez laisser le format en TIFF 16 bits - il n'y a aucun problème avec cela. Nous pouvons maintenant l'appliquer comme un masque à notre image, via le menu *Mask -> Select Mask*



(ou appuyez sur la touche CTRL M de votre clavier) et en sélectionnant l'image de masque combiné dans la liste.

Dans ce cas, nous n'avons pas besoin d'inverser le masque car il protège l'arrière-plan et les étoiles, ce qui nous permet d'attaquer les caractéristiques des galaxies seules - parfait pour augmenter le contraste des couleurs et des détails ! Vous pouvez cependant vouloir cacher le masque par le menu *Mask* -> *Show Mask* (ou appuyer sur la touche CTRL K de votre clavier), afin que nous puissions mieux voir ce qui se passe, tout en gardant le masque actif.

Augmentons maintenant la couleur dans les galaxies comme nous avons neutralisé la couleur de l'arrière-plan plus tôt, en utilisant le processus *MultiscaleLinearTransform*. Cliquez sur le bouton *Reset*, sélectionnez 8 sous *Layers* et sélectionnez *Chrominance (restaurer CIE Y)* sous *Target*. Nous abordons à nouveau les couches 5 à 8 des grandes ondelettes. Cette fois, cependant, les valeurs de *bias* que nous entrons sont positives et loin d'être aussi agressives. Je vais entrer 0,150 pour les couches 5 et 6 et 0,200 pour les couches 7 et 8. Ce qui suit montre l'avant et l'après.

Après avoir fait ressortir les informations sur les couleurs des galaxies, nous pouvons maintenant augmenter leur saturation globale de manière sélective, grâce au procédé *ColorSaturation*. Cela permettra de faire ressortir les rouges et les bleus, mais pas tout. Nous fermons *MultiscaleLinearTransform* et, l'image du masque combiné étant toujours active, nous ouvrons *ColorSaturation*. Ici, nous cliquons pour créer un point au-dessus des bleus, puis nous créons plusieurs autres points afin d'aplatir tout le reste.

Nous pouvons cliquer sur les flèches gauche et droite de *ColorSaturation* pour passer d'un point à l'autre. Cela nous permet de modifier précisément leurs valeurs pour la saturation. Je passe chaque point en revue, en m'assurant qu'ils sont tous réglés à 0,00000 pour la saturation, sauf le pic au-dessus du bleu, que je garde à 0,50000 pour la saturation.

Pour améliorer les rouges (et les bruns), je vais simplement au tout premier point et au tout dernier point et pour chacun, j'entre une valeur telle que 0,30000 pour la saturation. Cela augmente la saturation des couleurs sur les rouges (et les bruns). Ci-dessous, le résultat final affiché dans la fenêtre de prévisualisation en temps réel de *ColorSaturation* :

Une fois satisfait de la couleur obtenue, il suffit de cliquer sur *Apply* et de fermer à la fois le processus *ColorSaturation* et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel.

Nous utilisons maintenant *HDRMultiscaleTransform* pour faire descendre un peu le noyau de la galaxie et augmenter le détail global dans les régions les plus lumineuses de l'image. Ouvrez-le et cliquez sur son bouton Réinitialiser. Ici, plus la valeur en Nombre de couches est grande, moins l'augmentation HDR est agressive. Une valeur de 10 fonctionne bien pour cette image, avec le nombre d'itérations restant à 1. Nous activons cependant *To lightness* et le masque de luminance afin que la luminosité soit réduite tout en gardant tout le reste cohérent. Une fois fait, cliquez sur *Apply*, en vous assurant que cela est appliqué à votre image alors que l'image du masque combiné est toujours active.

Une fois cela fait, fermez le processus *HDRMultiscaleTransform*. Nous allons maintenant affiner les structures à petite échelle dans la galaxie, en utilisant *MultiscaleLinearTransform*. Ouvrez le processus et cliquez sur son bouton *Reset*. Tout ce que nous allons faire maintenant, c'est augmenter un peu le *Bias* pour les couches 2 et 3, qui sont les couches d'ondelettes contenant des structures à petite échelle. Sous *Target*, vous devriez avoir les composantes *RGB/K* par défaut cette fois. J'ai tendance à utiliser des valeurs aussi faibles que 0,100 pour le *Bias* dans les cas d'accentuation, mais vous trouverez des valeurs allant jusqu'à 0,150 qui sont généralement correctes (parfois vous devez cependant utiliser des valeurs aussi faibles que 0,050 ou 0,075, selon le résultat final). Cliquez sur *Apply* une fois le réglage effectué. Notez que la couche 1 n'est pas améliorée car la plupart des bruits à petite échelle vivent dans cette couche. Les couches 2 et 3 sont des structures à petite échelle généralement situées au-dessus du niveau de bruit. Ce qui suit montre l'avant et l'après.

Avec l'affûtage appliqué à notre goût, nous pouvons fermer *MultiscaleLinearTransform*. Nous pouvons également supprimer l'image du masque combiné par le menu *Mask -> Remove Mask*. Vous pouvez la garder sur le côté au cas où vous voudriez l'utiliser à nouveau plus tard.

6. Amélioration finale du contraste global et de la saturation des couleurs, et reflet de l'image

Nous arrivons maintenant à la fin des dernières améliorations de l'image. Nous revisitons le processus *CurvesTransformation* afin d'effectuer un dernier rehaussement du contraste global de l'image et de la saturation des couleurs (puisque aucun masque n'est appliqué, il s'agit d'un rehaussement global). Ouvrez le processus, cliquez sur son bouton *Reset* et activez sa fenêtre de prévisualisation en temps réel. Créez à nouveau une courbe en S en mode RGB/K, comme précédemment, mais de manière moins agressive.

Avant de cliquer sur *Apply*, passez en mode *Saturation (S)* et cliquez pour créer un point au milieu de la ligne droite. Faites glisser ce point vers le haut, vers le coin supérieur gauche du graphique. Cela augmentera la saturation globale des couleurs. N'en faites pas trop cependant, car il n'est pas nécessaire de faire un grand ajustement pour faire une grande différence à l'image, comme indiqué ci-dessous.

Vous pouvez répéter cette opération pour le mode *Lightness (L)*, ce qui rend l'image plus lumineuse. Je ne le fais pas car cette image est déjà très lumineuse. Une fois que vous êtes satisfait de vos réglages, cliquez sur le bouton *Apply*, puis fermez le processus *CurvesTransformation* et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel.

Enfin, si votre image contient des zones de nébulosité sombres, comme cette image avec les bandes de poussière sombres, vous pouvez utiliser le script *DarkStructureEnhance* pour augmenter encore le contraste. Il suffit d'ouvrir le script par le menu *Script -> Utilitaires -> DarkStructureEnhance*, d'entrer un montant et de cliquer sur *OK*. La valeur par défaut de 0,40 pour *Amount* fonctionne très bien, mais vous pouvez la réduire à quelque chose comme 0,20 ou 0,30 pour qu'elle ne soit pas aussi agressive. Vous pouvez également modifier les itérations, bien que 1 soit généralement suffisant. Ci-dessous, vous trouverez les valeurs avant et après.

Enfin, l'image de masque d'étoile que nous avons créée précédemment peut être extrêmement utile pour faire ressortir les couleurs des étoiles. Pour ce faire, il suffit d'appliquer l'image de masque d'étoile comme un masque via le menu *Mask -> Select Mask* (ou d'appuyer sur la touche *CTRL M* de votre clavier) et de sélectionner l'image de masque d'étoile dans la liste. Ne l'inversez pas cette fois, cachez-la simplement tout en la gardant active (allez dans le menu *Mask -> Show Mask* ou appuyez sur la touche *CTRL K* de votre clavier).

Au-dessus, nous voyons que tout est protégé sauf les étoiles, ce qui est notre objectif - attaquer les étoiles. Nous cachons le masque et ouvrons à nouveau le processus *CurvesTransformation*, en cliquant sur le bouton *Reset* dès qu'il est ouvert. En mode *Saturation (S)*, nous créons un point au milieu de la ligne droite et le faisons glisser vers le haut, vers le coin supérieur gauche du graphique, comme précédemment. L'impulsion devrait cependant être assez forte, comme le montre le graphique ci-dessous. Assurez-vous d'activer l'aperçu en temps réel.

Ci-dessus, nous avons retrouvé les couleurs naturelles des étoiles, mais vous pouvez aussi en faire trop ici si vous allez un peu loin et que vous sursaturez. Il suffit de cliquer sur *Apply* une fois satisfait et de fermer à la fois le processus *CurvesTransformation* et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel. Vous pouvez supprimer l'image du masque d'étoile en passant par le menu Mask -> Remove Mask (Masque -> Supprimer le masque) juste après.

Enfin, pour que cette image prenne une pose plus naturelle pour la galaxie d'Andromède M31, j'utilise le processus *FastRotation* pour refléter verticalement l'image.

L'image est maintenant entièrement post-traitée (montrée ci-dessous redimensionnée à 25% de sa taille originale) :

XXII. Exemple : NGC7000 nébuleuse de l'Amérique du Nord et IC5070 nébuleuse du Pélican - CCD Bicolore à bande étroite

Ce tutoriel est un exemple de post-traitement d'une palette bicolore à bande étroite, image à grand champ de la nébuleuse nord-américaine NGC7000 et de la nébuleuse du Pélican IC5070, capturée à l'aide d'une caméra CCD monochrome avec des filtres de 3 nm H-alpha et oxygène-III. Les images utilisées ici ont été entièrement prétraitées (selon ce tutoriel). Voici les données techniques des images :

Monture : Avalon M-Uno

Télescope : Borg 45EDII avec réducteur focal Borg 7870

Caméra d'imagerie : QSI 660wsg-8

Filtres : Astrodon Hydrogène-Alpha 3nm, Astrodon Oxygène-III 3nm, Hutech IDAS LPS P2

Caméra d'autoguidage : Starlight Xpress Lodestar X2

Logiciels : Sequence Generator Pro, PHD2 et **PixInsight**

Détails de l'exposition : 60 x 900 secondes 1x1 à -10°C

Comme pour tous les exemples de post-traitement, le tutoriel est assez autonome dans ses explications, mais il est avantageux que le lecteur ait une idée des concepts impliqués dans l'utilisation de certains des processus et scripts de **PixInsight**. Vous trouverez ci-dessous une liste complète avec des liens vers d'autres tutoriels pour une lecture plus approfondie. .

Pré-supposé pour ce tutoriel :

- Connaissance du fonctionnement de PixInsight, en rapport avec le traitement des images, des processus et des masques ([Lire](#) ce qui suit, sections 3, 4 et 6).

- Vos images ont déjà été entièrement prétraitées ([Lire ceci](#)).
- Des connaissances préalables sur la suppression des dégradés de fond avec `DynamicBackgroundExtraction` sont avantageuses ([Lire ceci](#)).
- Des connaissances préalables sur la combinaison de couleurs des images monochromes à bande étroite sont avantageuses ([Lire ceci](#)).
- Des connaissances préalables en matière de retouche des couleurs dans les images sont avantageuses ([Lire ce qui suit](#)).
- Des connaissances préalables en matière d'étirement d'images linéaires en images non linéaires sont avantageuses ([Lire ce qui suit](#)).
- Des connaissances préalables en matière de production de masques sont avantageuses ([Lire ce qui suit](#)).
- Des connaissances préalables en matière de réduction du bruit sont avantageuses ([Lire ce qui suit](#)).
- Des connaissances préalables sur l'accentuation des détails fins avec la transformation linéaire multiscalaire sont avantageuses ([Lire ce qui suit](#), section 2).
- Une connaissance préalable de l'amélioration du contraste des caractéristiques est avantageuse ([Lire ceci](#)).
- Des connaissances préalables en matière de réduction de la taille des étoiles sont avantageuses ([Lire ce qui suit](#)).

1. Supprimer les gradients du fond de ciel et procéder à une première réduction du bruit

Nous commençons avec les deux images monochromes linéaires ouvertes - nommées HA et OIII - auto-étirées dans **PixInsight** à des fins de démonstration. Les deux images ont été entièrement prétraitées, puis enregistrées et leurs bords noirs ont été éliminés.

La première étape consiste à supprimer le gradient de fond présent dans les images, ce qui permet d'améliorer le contraste global. Nous effectuerons cette opération sur chaque image monochrome individuellement et nous utiliserons le procédé *DynamicBackgroundExtraction*. Cela permet de baser le modèle d'échantillonnage initial sur l'image qui présente le plus de nébulosité - dans mon cas, l'image H-Alpha. Dans une image LRGB, il s'agit normalement de la luminance. Nous pouvons placer les points échantillons à volonté et utiliser les mêmes placements sur les autres images. Comme les autres images présentent moins de nébulosité, nous pouvons simplement utiliser les mêmes points d'échantillonnage mais en ajouter d'autres. Il est plus difficile de trouver des points d'échantillonnage à enlever et de les enlever un par un que de trouver des zones vierges de fond pour ajouter des points d'échantillonnage supplémentaires.

C'est pourquoi, pour l'instant, je minimise l'image Oxygène-III et la mets de côté, et j'ouvre le processus *DynamicBackgroundExtraction* avec l'image H-Alpha sélectionnée. Nous cliquons sur *Reset* afin d'initialiser le processus sur l'image Hydrogène-Alpha.

Comme cette image contient beaucoup de nébulosité, il est plus facile de trouver des zones sombres pour ajouter des points d'échantillonnage que d'utiliser la fonction de placement automatique des points d'échantillonnage du processus. Nous devons cependant d'abord définir un rayon de point d'échantillonnage approprié. Pour cette image particulière de 8 002 x 5 330 pixels, j'ai trouvé qu'un rayon de 15 était suffisant, donc j'ai entré 15 dans le champ "*Default sample radius*" et j'ai cliqué sur "*Resize All*" avant de placer les points d'échantillonnage. Une fois fait, les points d'échantillonnage sont ajoutés manuellement (en cliquant) sur toute l'image pour englober les zones sombres sans nébulosité claire et en excluant toute étoile. Il est important de noter que les quatre coins de l'image sont échantillonnés, ainsi que certains au milieu. Si vous faites une erreur en plaçant un point d'échantillonnage, vous pouvez le faire glisser vers un autre endroit ou le supprimer en cliquant dessus pour le sélectionner et en appuyant sur la touche DEL.

Il est important de se rappeler que l'image entière n'a pas besoin d'être recouverte de points d'échantillonnage. Ce qui précède est un exemple de points d'échantillonnage suffisants placés dans des zones importantes. Comme tous les points d'échantillonnage sont acceptés (aucun n'est coloré en rouge), nous n'avons pas besoin d'ajuster le paramètre de tolérance. Si certains apparaissent en rouge et qu'ils se trouvent définitivement sur une zone qui a besoin d'un point d'échantillonnage, vous devrez augmenter la tolérance à des valeurs telles que 1.000 ou 1.500 pour qu'ils soient acceptés. L'objectif est de fixer la valeur de tolérance la plus basse possible tout en acceptant tous vos points d'échantillonnage (en s'en tenant toutefois à environ 0,500 comme minimum absolu). Lorsque vous modifiez la tolérance, cliquez sur le bouton "*Resize All*" pour appliquer les changements. Une fois que tout est défini, nous sélectionnons *Soustraction* dans le menu déroulant *Correction* et nous activons *Discard background model* si nous ne souhaitons pas voir ce qui a été extrait (vous pouvez le laisser désactivé si vous souhaitez voir ce qui a été extrait).

Avant d'appliquer le processus *DynamicBackgroundExtraction*, nous allons créer une icône de processus pour sauvegarder le modèle. Celle-ci sera utilisée dans un instant pour appliquer le même modèle (avec quelques points d'échantillonnage supplémentaires, sans doute) à l'image Oxygène-III. Pour créer l'icône du processus, nous glissons et déposons le bouton "*New Instance*" de la fenêtre *DynamicBackgroundExtraction* sur l'espace de travail **PixInsight**. Celui-ci est renommé *DBE* et mis de côté pour une utilisation ultérieure.

Une fois fait, nous cliquons sur *Executer* et la nouvelle image d'arrière-plan apparaît. Auto-étirée, elle présente un contraste supplémentaire, après avoir supprimé tous les gradients de l'arrière-plan.

Le processus *DynamicBackgroundExtraction* et l'image originale sont maintenant fermés. La nouvelle image H-Alpha est sauvegardée et est maintenant minimisée et mise de côté. L'image Oxygène-III est maintenant ouverte.

L'image Oxygen-III étant maintenant ouverte et sélectionnée, nous double-cliquons sur l'icône du processus *DBE* pour ouvrir *DynamicBackgroundExtraction*, en appliquant le modèle précédemment créé sur cette image. Vous remarquerez que tous les points d'échantillonnage apparaissent et avec les mêmes paramètres.

Il est à noter qu'aucun des points de l'échantillon n'est au-dessus des étoiles ou de la nébulosité, donc ils sont acceptables. S'il y en avait, en raison de la présence d'émissions dans les longueurs d'onde de l'oxygène III alors qu'il n'y en a aucune dans la longueur d'onde de l'hydrogène alpha, nous pourrions les écarter ou les supprimer. Dans ce cas, il y a des zones supplémentaires de l'image qui sont considérées comme de l'arrière-plan, nous nous permettons donc d'ajouter d'autres points d'échantillonnage au modèle.

Là encore, comme tous les points de l'échantillon sont acceptés avec une valeur de tolérance de 0,500, nous n'avons pas besoin de procéder à des ajustements. Assurez-vous que vos points d'échantillonnage sont acceptés en augmentant la tolérance si nécessaire. Une fois la valeur définie, nous cliquons sur *Execute* et la nouvelle image d'arrière-plan apparaît. Elle est affichée ci-dessous, étirée automatiquement à des fins de démonstration.

Il ne s'agit évidemment pas d'un gain massif de contraste, mais cela vaut la peine de le faire pour supprimer les gradients de fond restants, qu'ils soient faibles ou non. Au moins, les images sont maintenant considérées comme propres. Nous fermons maintenant *DynamicBackgroundExtraction* et l'image originale. Nous sauvegardons également la nouvelle image Oxygen-III. L'icône du processus *DBE* peut maintenant être supprimée car nous ne l'utiliserons plus.

Nous allons maintenant procéder à une première réduction du bruit sur les deux images. Nous commencerons par l'image H-Alpha, et donc cette image est maximisée et sélectionnée, tandis que l'image Oxygène-III est minimisée et mise de côté une fois de plus. Comme nous travaillons avec des images monochromes, le masque que nous allons réaliser pour protéger les zones à haut signal (nébulosité brillante) et attaquer les zones à faible signal (arrière-plan) est une simple reproduction de l'image elle-même. Pour dupliquer l'image, nous faisons un clic droit sur celle-ci et nous cliquons sur *Duplicate*.

Ci-dessus, l'autostretch a été supprimé de l'image dupliquée, car nous allons maintenant l'étirer de façon permanente. Ceci est fait de manière à ce qu'il fonctionne parfaitement comme un masque, étant donné le contraste infiniment plus élevé d'une image non linéaire par rapport à une image linéaire. L'étirement permanent sera très simple : nous transférerons les paramètres d'auto-étirement de la fonction *ScreenTransferFunction* à la fonction *HistogramTransformation*, et nous l'appliquerons comme un étirement permanent. Pour ce faire, ouvrez le processus *ScreenTransferFunction*, cliquez sur le bouton *Auto Stretch* avec l'image dupliquée sélectionnée. Ensuite, ouvrez le processus *HistogramTransformation* et cliquez sur *Reset*. Faites glisser le bouton *New Instance* de *ScreenTransferFunction* sur la barre inférieure de *HistogramTransformation* (entre les sept boutons du bas). Une fois que vous avez terminé, la ligne de *HistogramTransformation* se courbe.

Les paramètres d'autostretch ont maintenant été transférés dans *HistogramTransformation*. Il faut maintenant cliquer sur *Reset* dans *ScreenTransferFunction* (pour supprimer l'autostretch) et fermer le processus. Maintenant, cliquez sur *Apply* dans *HistogramTransformation* et l'image dupliquée est étirée de façon permanente en non-linéaire. *HistogramTransformation* peut être fermé immédiatement après.

Le masque étant préparé, nous l'appliquons maintenant à l'image originale H-Alpha. Pour ce faire, cliquez pour sélectionner l'image originale et allez dans le menu *Mask* -> *Select Mask* (ou appuyez sur CTRL M), sélectionnez l'image dupliquée dans la liste et cliquez sur OK.

Les zones rouges sont protégées par le masque, ce qui n'est pas idéal car il protège clairement le fond. Nous devons donc inverser le masque, ce qui se fait par le menu *Mask* -> *Invert Mask* (ou en appuyant sur CTRL SHIFT I).

Nous sommes maintenant prêts à appliquer la réduction du bruit, à l'image originale dans son état linéaire. Le processus de choix est *MultiscaleLinearTransform*, qui nous permet d'être progressifs dans la réduction du bruit - d'agir plus fortement à petite échelle qu'à grande échelle, puisque le bruit a tendance à être plus présent à petite échelle. Nous ouvrons la *MultiscaleLinearTransform*.

Comme le bruit a tendance à être présent à la plus petite échelle, nous serons plus agressifs dans la première couche de pixels et progressivement moins agressifs dans les trois couches suivantes (jusqu'à la couche 4). Pour effectuer la réduction du bruit, nous cliquons pour sélectionner chacune des quatre premières couches numérotées de 1 à 4 et activer la réduction du bruit dans chaque cas. Nous fixerons *Threshold* à 3.000 sur la couche 1, 2.000 sur la couche 2, 1.000 sur la couche 3 et 0.500 sur la couche 4 (progressivement moins agressif avec l'augmentation de la couche à l'échelle du pixel). De même, nous fixerons les *itérations* à 3, 2, 2 et 1 (pour les couches 1 à 4, respectivement). Enfin, afin de produire un résultat agréable et lisse avec une réduction du bruit, nous allons mélanger 50 % de l'image originale avec 50 % de l'image à bruit réduit. Pour ce faire, nous avons fixé la valeur de *Amount* à 0,50 sur les quatre couches.

Une fois *MultiscaleLinearTransform* configurée, nous cliquons sur *Apply* avec l'image originale sélectionnée (avec le masque appliqué). Ci-dessous, vous trouverez l'avant et l'après dans un segment zoomé de l'image.

Avec une amélioration notable du bruit à petite échelle sur l'image, nous fermons maintenant *MultiscaleLinearTransform*. Nous ne la réinitialiserons pas encore car nous appliquerons les mêmes paramètres de réduction du bruit à l'image Oxygène-III. Nous supprimons le masque en allant dans le menu *Mask* -> *Remove Mask*. L'image dupliquée qui faisait office de masque peut être fermée sans être sauvegardée. Cependant, nous allons enregistrer les modifications apportées à l'image originale H-Alpha, après lui avoir appliqué la réduction de bruit.

Nous allons maintenant nous occuper de l'image Oxygène-III. Par conséquent, l'image H-Alpha est minimisée et mise de côté pendant que nous ouvrons l'image Oxygène-III et que nous la retouchons automatiquement.

Là encore, nous avons besoin d'un masque adapté à cette image et comme il s'agit d'une image monochrome, un simple duplicata étiré suffira. Nous suivons exactement la même procédure que pour l'image H-Alpha. Cliquez avec le bouton droit de la souris et cliquez sur *Duplicate*, supprimez l'étirement automatique, ouvrez les fonctions *ScreenTransferFunction* et *HistogramTransformation*, cliquez sur Réinitialiser dans les deux cas et cliquez sur *Auto Stretch* dans *ScreenTransferFunction* avec l'image en double sélectionnée. Ensuite, transférez les paramètres d'étirement automatique en faisant glisser le bouton "New Instance" de *ScreenTransferFunction* sur la barre inférieure de *HistogramTransformation*. Une fois que vous avez terminé, cliquez sur *Reset* dans *ScreenTransferFunction* (pour supprimer l'auto-étirage) et cliquez sur *Apply* dans *HistogramTransformation* pour étirer l'image dupliquée en non-linéaire. Vous pouvez ensuite fermer les deux processus.

L'image du masque est maintenant prête à être appliquée. On clique pour sélectionner l'image originale, on va dans le menu *Mask* -> *Select Mask* (ou on appuie sur CTRL M), on sélectionne l'image dupliquée dans la liste et on clique sur OK. Nous inversons à nouveau l'image du masque afin d'attaquer l'arrière-plan. Cela se fait par le menu *Mask* -> *Invert Mask* (ou appuyez sur CTRL MAJ I).

Nous pouvons maintenant procéder à la même réduction du bruit qu'auparavant. En fait, l'ouverture du processus *MultiscaleLinearTransform* montre qu'il est déjà configuré comme il l'était auparavant, comme prévu. Si vous avez cliqué sur *Reset*, vous devrez reconfigurer les paramètres. Cela implique d'activer la réduction du bruit pour les quatre premières couches de l'échelle des pixels (numérotées de 1 à 4), de régler le seuil à 3.000, 2.000, 1.000 et 0.500 et de régler les itérations à 3, 2, 2 et 1, respectivement. Le montant est fixé à 0,50 pour les quatre. Une fois que vous avez terminé, cliquez sur *Apply* avec l'image originale sélectionnée (avec le masque qui lui est appliqué). Vous trouverez ci-dessous une comparaison avant et après du même segment zoomé qu'auparavant.

Avec la réduction de bruit maintenant appliquée à l'image Oxygen-III, nous pouvons fermer *MultiscaleLinearTransform* et supprimer le masque de l'image originale par le menu *Mask* -> *Remove Mask*. L'image dupliquée qui a été utilisée comme masque peut être fermée sans être sauvegardée. Les modifications apportées à l'image originale sont maintenant enregistrées, après avoir appliqué la réduction du bruit.

L'image ci-dessus montre l'image linéaire Oxygène-III après réduction du bruit, avec l'autostretch réappliqué, produisant un contraste plus élevé qu'avant la réduction du bruit. La différence est ici plus prononcée que pour l'image obtenue avec le procédé H-Alpha, étant donné le rapport signal/bruit initial plus faible commun aux images Oxygen-III par rapport aux images H-Alpha (en raison des émissions plus faibles provenant de l'espace lointain).

2. Étirement non linéaire des images monochromes et combinaison des couleurs

Il est courant de conserver les images dans leur état linéaire aussi longtemps que possible, même en les combinant et en effectuant un étalonnage des couleurs lorsqu'elles sont dans leur état linéaire. Cependant, quiconque a déjà réalisé des images en bande étroite constatera que les différents filtres captent des intensités d'image très différentes, même avec les mêmes expositions ultra-longues. Il est courant que les images H-Alpha soient nettement plus brillantes et plus nébulisées que les images Oxygène-III, par exemple. Les intensités relatives dépendent évidemment de la cible en question, mais c'est généralement le cas. Par conséquent, les images à bande étroite combinant les couleurs alors qu'elles sont à l'état linéaire (original) peuvent ignorer une grande partie de la contribution à la palette de couleurs fournie par des images comme Oxygène-III et Soufre-II. Un meilleur contrôle des couleurs est possible si l'on étend les images monochromes à bande étroite à l'état non linéaire et si l'on combine les couleurs seulement dans ce cas.

Nous commençons donc cette section en étendant les images monochromes à bande étroite H-Alpha et Oxygène-III à la non-linéarité. Un procédé particulièrement efficace pour ce faire est *MaskedStretch*. Nous commencerons par l'image H-Alpha, montrée ci-dessous ouverte à côté du processus *MaskedStretch* (l'image Oxygène-III est ouverte mais minimisée et mise de côté pour le moment).

Pour que *MaskedStretch* puisse faire son travail, nous devons créer une petite boîte de prévisualisation sur le fond, d'où la nécessité d'auto-étirer l'image pour voir où la placer. Pour créer la boîte de prévisualisation, cliquez sur le bouton "New Preview" dans la barre d'outils supérieure, faites-la glisser dans une zone de l'espace qui ne contient que l'arrière-plan (pas d'étoiles ni de nébulosité), puis cliquez sur le bouton "Readout Mode" pour quitter le mode d'édition de la boîte de prévisualisation.

Une fois que la boîte de prévisualisation est créée, vous devez supprimer l'autostretch sur l'image. Nous sélectionnons maintenant la boîte de prévisualisation sous *Background reference* dans *MaskedStretch*.

En général, les paramètres par défaut fonctionnent bien, mais nous allons augmenter Target background à 0,15000000 afin d'obtenir une image globalement plus lumineuse. Comme il s'agit d'une image à bande étroite, en particulier une image capturée à l'aide d'un filtre de 3 nm, l'arrière-plan est déjà assez sombre. Par conséquent, nous allons supprimer *Clipping fraction* en cliquant sur son bouton X à droite de la zone de texte. De plus, les *itérations* seront augmentées à 250 pour en faire un bon étirement global. Une fois le réglage effectué, nous cliquons sur *Apply* avec l'image H-Alpha sélectionnée.

L'image ci-dessus montre un excellent étirement non linéaire global de l'image H-Alpha. Une fois terminé, nous supprimons la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan par le menu *Preview -> Delete All*, nous enregistrons les modifications, nous les minimisons et nous les mettons de côté. L'image Oxygène-III est maintenant maximisée et étirée automatiquement.

Nous devons à nouveau créer une boîte de prévisualisation de arrière-plan, cette fois-ci dans l'image Oxygène-III. Le processus ci-dessus est répété - cliquez sur le bouton "*New Preview*", faites glisser une zone de votre image qui ne contient que l'arrière-plan (pas d'étoiles ni de nébulosité) et cliquez sur le bouton "*Readout Mode*" pour quitter le mode d'édition de la boîte de prévisualisation.

Nous supprimons maintenant l'autostretch et ouvrons le processus *MaskedStretch*. Les mêmes paramètres que précédemment sont utilisés. Il est important de noter que l'arrière-plan cible reste le même, à 0,15000000, afin que les deux images soient plus ou moins au même niveau d'étirement. Nous devons cependant sélectionner la case de prévisualisation de l'arrière-plan pour cette image particulière. Une fois fait, nous cliquons sur *Apply* avec l'image Oxygen-III sélectionnée.

Avec l'image Oxygen-III étirée, nous pouvons fermer le processus *MaskedStretch*, supprimer la boîte de prévisualisation du fond (via le menu *Preview -> Delete All*) et enregistrer les modifications. Nous pouvons maintenant comparer les images H-Alpha (à gauche) et Oxygène-III (à droite), côte à côte :

On voit bien que l'image Oxygène-III est beaucoup plus faible que l'image H-Alpha, malgré les étirements non linéaires réalisés avec *MaskedStretch*. À ce stade, elles peuvent être combinées en couleur et donner de meilleurs résultats (plus de contribution à la couleur globale par l'image Oxygen-III) que si nous avons combiné les couleurs pendant qu'elles étaient à l'état linéaire. En mesurant la valeur moyenne des pixels des deux images avec le processus *Statistics*, j'ai obtenu une valeur de 17 271 pour H-Alpha et de 12 049 pour Oxygène-III. Nous pouvons utiliser le procédé *LinearFit* pour faire correspondre la luminosité de l'image Oxygen-III à celle de l'image H-Alpha, ce qui la rend plus lumineuse. Pour ce faire, nous ouvrons *LinearFit* et sélectionnons l'image H-Alpha comme image de référence, puis nous cliquons sur *Apply* avec l'image Oxygène-III sélectionnée.

La luminosité des images est maintenant beaucoup plus proche, l'image H-Alpha ayant une valeur moyenne de 17 271 pixels et l'image Oxygène-III ayant une valeur moyenne de 17 206 pixels. Les modifications apportées à l'image Oxygen-III sont enregistrées. Bien que la contribution des couleurs soit maintenant plus homogène, il serait bon d'améliorer encore le contraste de l'image Oxygen-III pour augmenter artificiellement sa contribution en couleurs, afin d'éviter que les parties les plus brillantes de la nébuleuse nord-américaine ne deviennent d'un blanc ennuyeux (en raison de contributions de couleurs égales). Un bon procédé à utiliser est le procédé *CurvesTransformation*. Nous l'ouvrons et cliquons sur *Real-Time Preview*.

Dans son mode RGB/K par défaut, nous pouvons augmenter le contraste global en créant une courbe en S. Cela implique de cliquer sur un quart du graphique pour créer un point et de le tirer un peu vers le bas. Ensuite, on clique sur les trois quarts du graphique pour créer un point et on le tire un peu vers le haut. Pour augmenter encore la luminosité, nous pouvons créer un troisième point au milieu de la ligne et le faire glisser vers le coin supérieur gauche du graphique.

Nous l'appliquons à l'image Oxygène-III, nous fermons *CurvesTransformation* (et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel) et nous enregistrons les modifications apportées. Les images sont à nouveau présentées comparées ci-dessous, côte à côte :

Il est maintenant très clair que l'image Oxygène-III est en fait plus lumineuse que l'image H-Alpha, ce qui signifie que sa contribution aux couleurs est renforcée.

Les images monochromes à bande étroite étant étirées de manière non linéaire et assez bien assorties, et la contribution de l'Oxygène-III étant renforcée, nous passons à la combinaison des couleurs. Pour cela, le procédé *PixelMath* est idéalement utilisé.

La palette de couleurs que nous utiliserons est la palette bicolore, car cette image couleur sera composée de deux fréquences et non de trois. Les identificateurs d'images ont été réglés sur HA et OIII dans **PixInsight**, pour faciliter la saisie de leurs noms dans *PixelMath*. Pour créer la nouvelle image couleur, nous désactivons *Use a single RGB/K expression*, sélectionnons *Create new image*, définissons *RVB* comme Identifiant d'image et sélectionnons *RGB Colour* sous *Color space*. Nous entrons alors dans la combinaison de la palette de couleurs Bicolore vert synthétique :

R/K: HA

G: (HA*OIII)*1.5

B: OIII

Une fois *PixelMath* configuré, cliquons sur *Apply* (bouton carré) pour créer la nouvelle image couleur.

Avec l'image couleur créée, nous pouvons fermer les images monochromes à bande étroite et le processus *PixelMath*. N'oubliez pas que nous devons encore neutraliser l'arrière-plan sur la nouvelle image couleur, ce qui nous montrera précisément la palette de couleurs que nous avons obtenue. Si le résultat obtenu par la suite n'est pas souhaitable, nous pourrions revenir aux images monochromes à bande étroite pour ajuster leur luminosité relative avant de combiner à nouveau les couleurs.

Pour neutraliser l'arrière-plan, nous devons d'abord créer une boîte de prévisualisation de l'arrière-plan. Pour ce faire, il suffit de cliquer sur le bouton "*New Preview*", de faire glisser une boîte de prévisualisation sur l'arrière-plan (sans étoiles ni nébulosité) et de cliquer sur le bouton "*Readout mode*" pour quitter le mode d'édition de la boîte de prévisualisation.

En mode lecture, nous devons vérifier la luminosité de l'arrière-plan dans la fenêtre de prévisualisation. Pour ce faire, il suffit de maintenir le bouton gauche de la souris enfoncé et de survoler l'intérieur de la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan. Regardez les valeurs R, G et B indiquées et prenez note de la plus grande que vous voyez.

Il n'est pas nécessaire d'être précis à 100%. Je note que 0,2000 est juste au-dessus du maximum observé dans ma boîte de prévisualisation, je vais donc utiliser cette valeur. Il suffit d'ouvrir le processus *BackgroundNeutralization*, de sélectionner la boîte de prévisualisation de l'arrière-plan dans *Reference image* et de définir la valeur que nous venons de relever dans *Upper limit*. C'est très important car l'image couleur est non linéaire, et les valeurs des pixels sont donc plus grandes que ce que les paramètres par défaut dans *BackgroundNeutralization*. Une fois cela fait, nous cliquons sur *Apply* sur l'image couleur.

L'image couleur a maintenant été créée et préparée pour un post-traitement ultérieur. La boîte de prévisualisation de l'arrière-plan peut être supprimée via le menu *Preview* -> *Delete All* et le processus *BackgroundNeutralization* peut être fermé. La nouvelle image couleur peut également être enregistrée. Si vous n'êtes pas satisfait de la palette de couleurs produite, vous pouvez simplement revenir aux images monochromes à bande étroite et modifier leur luminosité relative avant de les combiner à nouveau. Il est également possible de modifier les combinaisons de canaux *PixelMath* à ce stade. N'oubliez pas que la neutralisation de l'arrière-plan doit être effectuée avant d'examiner la vraie couleur reproduite dans la combinaison.

3. Retouche des couleurs et amélioration initiale du contraste

À ce stade, nous avons une image en couleur et nous pouvons commencer le reste du post-traitement, afin d'améliorer encore le contraste et de faire ressortir les traits fins. En fonction de vos préférences concernant l'étirement non linéaire des images monochromes à bande étroite, l'image couleur peut bénéficier d'un étirement non linéaire supplémentaire. C'est d'ailleurs le cas de la mienne. Un petit coup de pouce au contraste avec *HistogramTransformation* est un bon début à ce stade. Nous ouvrons donc le processus *HistogramTransformation*, sélectionnons l'image couleur dans la liste et cliquons sur le bouton "*Real-Time Preview*".

Notons qu'il faut apporter un ajustement mineur des tons moyens en faisant glisser le curseur des tons moyens vers la gauche et un ajustement mineur du point noir en faisant glisser le curseur du point noir vers la droite.

Remarquez le compromis d'écrêter 110 pixels (0,0003% de l'image), montré à côté de *Shadows* au bas de *HistogramTransformation*. L'écrêtage des données n'est généralement pas souhaitable, mais dans ce cas (et dans la plupart des cas), un tout petit peu fournit le meilleur résultat final. L'étirement non linéaire est appliqué et les modifications apportées à l'image sont enregistrées. Ensuite, *HistogramTransformation* et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel sont fermés.

À ce stade, j'aimerais effectuer un léger changement de teinte dans l'image, afin de modifier légèrement la palette de couleurs. Par exemple, les zones claires de la nébuleuse de l'Amérique du Nord et de la nébuleuse du Pélican sont pour la plupart blanches, mais avec une légère teinte violette. Je préférerais que cette légère teinte soit bleue et que les reflets orange de l'image soient un peu plus rouges. *CurvesTransformation* peut effectuer le changement de teinte, mais si nous le faisons sur l'image telle quelle, cela se produira partout - y compris sur les étoiles. Compte tenu de la couleur des étoiles, actuellement assez neutre (et de la teinte bleue d'une ou deux étoiles plus brillantes), nous ne voulons pas effectuer de modifications de couleur sur l'ensemble de l'image, pour éviter le risque de faire ressortir ces étoiles. Pour cela, nous devons produire un masque incluant uniquement les étoiles. Cela nous permettra de les masquer et de tout modifier sauf les étoiles, ce qui nous permettra d'effectuer le changement de teinte en toute sécurité.

Comme l'image présente évidemment des différences de luminosité, le procédé *StarMask* aura du mal à capter les étoiles au-dessus d'une nébulosité brillante par rapport aux étoiles au-dessus de l'arrière-plan. Par conséquent, nous devons neutraliser la luminosité de l'image avant de créer un masque d'étoile. Pour cela, nous allons dupliquer l'image en couleur en cliquant sur le bouton droit de la souris et en cliquant sur *Duplicate*. Nous utiliserons le procédé *HDRMultiscaleTransform* sur l'image dupliquée, avec le nombre de couches fixé à 3 et les itérations à 2, ce qui permet d'effectuer une neutralisation agressive de la luminosité.

Cette image dupliquée est prête à servir de base pour sélectionner de nombreuses étoiles pour un masque d'étoile. Nous pouvons fermer *HDRMultiscaleTransform*. Pour produire le masque stellaire, nous utilisons le procédé *StarMask*. Nous devons d'abord fixer un seuil en dessous duquel *StarMask* doit ignorer les objets. Cela doit être pris dans une zone de nébulosité la plus brillante, près des plus petites étoiles que vous voulez que *StarMask* détecte. Pour choisir une valeur, il suffit de laisser le bouton gauche de la souris cliqué et de survoler les petites étoiles dans les zones de nébulosité les plus brillantes. L'aperçu du mode de lecture donne les valeurs de R, G et B. Il suffit de choisir la plus grande des trois valeurs pour qu'elle soit considérée comme de la nébulosité (et plus faible qu'une petite étoile que vous voulez capter).

Dans mon cas, il semble que 0,27000 soit une bonne valeur à utiliser pour *Noise threshold*. Nous allons également augmenter *Scale* à 7 pour capter des étoiles plus grandes. *Large-scale* et *Small-scale* sont réduites à 0 afin d'éviter que les étoiles n'augmentent artificiellement de taille. *Smoothness* peut être réduite à environ 8, bien que les valeurs entre 8 et 12 fonctionnent généralement bien. Enfin, afin de donner à l'image du masque d'étoile un étirement automatique, nous réduisons *Midtones* à 0,05000. Une fois que c'est fait, nous cliquons sur *Apply* avec l'image dupliquée sélectionnée.

Le processus *StarMask* et l'image dupliquée peuvent être fermés puisque l'image du masque stellaire a été produite. Celle-ci doit être étendue davantage en utilisant *HistogramTransformation*, afin de faire réellement ressortir les petites étoiles. Il suffit d'ouvrir le processus *HistogramTransformation*, de cliquer sur le bouton *Real-Time Preview* et de déplacer le curseur des tons moyens vers la gauche, puis de cliquer sur *Apply* une fois que suffisamment d'étoiles ont été mises en évidence.

Bien que le masque stellaire puisse sembler parfait, il est malheureusement rare que des étoiles brillantes avec des halos soient bien représentées dans les masques produits dans *StarMask*. Par conséquent, ce que j'ai tendance à faire à ce stade est de survoler l'image du masque d'étoile sur l'image originale, en corrélant les étoiles les plus brillantes de l'image originale avec l'image du masque d'étoile. Ci-dessous, j'ai encerclé certaines des étoiles qui ne sont pas si bien représentées dans l'image du masque stellaire.

La meilleure option, à mon avis, est d'enregistrer l'image du masque d'étoile en TIFF 16 bits et de l'ouvrir dans un logiciel comme Photoshop. Ici, vous pouvez peindre des cercles blancs de grand rayon (avec des bords lisses !) sur les étoiles mal représentées que vous identifiez. Cette image peut ensuite être ouverte dans **PixInsight** et utilisée comme un masque d'étoile modifié.

La figure ci-dessus montre le masque stellaire modifié. Celui-ci peut maintenant être utilisé sur l'image par le menu *Mask* -> *Select Mask* (ou en appuyant sur CTRL M), en sélectionnant l'image du masque d'étoile dans la liste et en cliquant sur OK. Il faudra sans doute aussi l'inverser, via le menu *Mask* -> *Invert Mask* (ou en appuyant sur CTRL SHIFT I).

Les étoiles et leurs halos sont maintenant protégés de manière adéquate contre le changement de teinte que nous allons effectuer. Pour cela, le processus *CurvesTransformation* sera utilisé. Une fois ouvert, nous cliquons sur le bouton de prévisualisation en temps réel. Nous passons alors en mode *Hue* (H).

Personnellement, je veux que la zone lumineuse qui a un ton violet ait un ton plus bleu. Nous pouvons inspecter l'endroit où se trouve actuellement le ton en maintenant le bouton gauche de la souris enfoncé et en survolant les zones que nous souhaitons inspecter. Une ligne verticale apparaît dans *CurvesTransformation*, nous indiquant l'endroit où se trouve le ton dans la région que nous survolons.

Pour faire passer ce ton violet au bleu, il suffit de cliquer pour créer un point où la ligne verticale coupe la ligne diagonale droite, puis de faire glisser ce point vers le bas de manière à ce que le ton violet sur l'axe des x soit mis en correspondance avec un ton bleu sur l'axe des y.

Étant donné la courbure de la ligne, une partie de ce qui était bleu à l'origine est maintenant devenu bleu clair - plus clair que je ne le souhaite. C'est pourquoi je crée plus de points pour m'assurer que seule cette région du spectre des couleurs est déplacée. Tous les points créés peuvent être déplacés jusqu'à l'obtention d'un résultat désirable. Si vous souhaitez supprimer un point, il vous suffit de cliquer dessus tout en appuyant sur la touche CTRL.

Ci-dessus, vous voyez trois points supplémentaires créés dans *CurvesTransformation* pour affiner la palette de couleurs. Les bleus ont reçu un ton plus naturel et les oranges ont été modifiés pour être plus rouges. Après tout, la couleur est purement subjective dans les images à bande étroite, nous pouvons donc nous sentir libres de produire la palette de couleurs que nous aimons le plus. Une fois que nous sommes satisfaits du changement de teinte, nous cliquons sur *Apply*.

Avant de fermer *CurvesTransformation*, nous pouvons réduire la saturation des couleurs sur les étoiles. Cela permet de supprimer efficacement une grande partie des couleurs que les étoiles ont pu obtenir par la combinaison de couleurs des images monochromes à bande étroite. Les images purement à bande étroite ne produisent généralement pas de très belles couleurs d'étoiles, et il est parfois préférable d'avoir des étoiles plus blanches que des étoiles aux couleurs bizarres, du moins à mon avis personnel. Pour ce faire, j'inverse mon image de masque d'étoile afin de cibler les étoiles cette fois-ci (par le biais du menu *Mask* -> *Invert Mask* ou en appuyant sur CTRL SHIFT I).

L'image globale étant protégée et les étoiles révélées, nous réactiverons l'aperçu en temps réel dans *CurvesTransformation* et cliquerons sur *Reset*. Le mode de saturation (S) est maintenant le bon mode à utiliser, car nous allons effectivement désaturer un peu les étoiles. Pour ce faire, il suffit de cliquer pour créer un point au milieu de la ligne et de le faire glisser vers le coin inférieur droit du

graphique, mais seulement un peu, en réduisant la saturation des couleurs sur les étoiles mais sans la supprimer complètement (à moins que nous le voulions !).

Lorsqu'un changement souhaitable est produit, nous cliquons sur *Apply* dans *CurvesTransformation* et enregistrons les modifications apportées à l'image. Je voudrais maintenant saturer davantage les bleus de manière sélective dans les nébuleuses. Pour cela, je dois à nouveau réinverser l'image du masque d'étoile (via le menu *Mask* -> *Invert Mask* ou en appuyant sur CTRL SHIFT I). Cette opération protégera à nouveau les étoiles de l'image contre les ajustements.

Le meilleur processus est *ColorSaturation*, car il nous permet de saturer une gamme particulière de couleurs de manière sélective. Nous l'ouvrons donc et cliquons sur son bouton d'aperçu en temps réel.

Afin de renforcer la saturation de la gamme de couleurs bleues, on clique pour créer un point au-dessus des bleus. Ce point est déplacé vers le haut pour produire une courbe.

Bien que l'aperçu ci-dessus semble bon, il n'augmente pas la saturation uniquement sur les bleus, comme le montre la courbe produite dans *ColorSaturation*. Nous devons créer plusieurs points supplémentaires afin d'aplatir la courbe partout sauf au-dessus des bleus.

Afin d'aplatir réellement le reste de la courbe, il est utile de sélectionner chaque nouveau point individuellement et de s'assurer que ses valeurs de saturation sont de 0,00000. Vous pouvez sélectionner les points soit en cliquant dessus, soit en cliquant sur les flèches gauche et droite de *ColorSaturation*. Une fois que nous avons aplati la courbe, nous sélectionnons le point culminant au-dessus des bleus et nous lui fixons une valeur de Saturation appropriée. Les deux points environnants peuvent être déplacés vers la gauche ou vers la droite afin de saturer plus ou moins sélectivement une gamme de couleurs.

Une fois que la saturation sélective des couleurs a été configurée, nous cliquons sur *Apply* dans *ColorSaturation* et enregistrons les modifications apportées à l'image. Le processus de *ColorSaturation* et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel sont maintenant fermés. Avant de passer à la section suivante, nous allons augmenter le contraste de la nébulosité, la luminosité et la saturation générale des couleurs, en utilisant le processus *CurvesTransformation*. L'image du masque stellaire est toujours active et protège les étoiles à ce stade. Nous ouvrons à nouveau le processus *CurvesTransformation*, cliquez sur son bouton *Reset* et ensuite sur son bouton *Real-Time Preview*. Nous nous assurons également que nous démarrons dans son mode *RGB/K* par défaut.

Afin de renforcer le contraste global, nous allons créer une courbe en S en mode *RGB/K*. Cela implique de cliquer pour créer un point au quart du graphique vers le haut, et de le faire glisser un peu vers le bas. Un deuxième point est créé aux trois quarts du graphique et est déplacé vers le haut. La ligne s'incurve en une courbe en S. Pour augmenter encore un peu plus le contraste, nous pouvons créer un troisième point à mi-hauteur du graphique et le faire glisser un tout petit peu vers le coin supérieur gauche.

En mode Luminosité (L), nous pouvons augmenter la luminosité globale de l'image. Pour ce faire, cliquons pour créer un point à mi-chemin du graphique et faisons le glisser un peu vers le coin supérieur gauche du graphique.

Enfin, nous pouvons augmenter la saturation globale des couleurs en mode Saturation (S) par la même méthode - nous cliquons pour créer un point à mi-hauteur du graphique et nous le faisons glisser un peu vers le coin supérieur gauche du graphique.

Ces trois améliorations ont permis d'accroître considérablement le contraste, la luminosité et la saturation des couleurs. Une fois cela fait, nous cliquons sur *Apply* dans *CurvesTransformation* et pouvons alors fermer à la fois le processus et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel. Les modifications apportées à l'image sont enregistrées.

À ce stade, nous en avons fini avec le réglage des couleurs et les réglages initiaux du contraste global. Ainsi, l'image du masque d'étoile peut maintenant être supprimée par le menu *Mask -> Remove Mask*. Cette image de masque d'étoile est cependant conservée car nous l'utiliserons plus tard.

4. Améliorer le contraste des caractéristiques et accentuer les détails fins

Afin d'améliorer le contraste et d'affiner les détails fins de la nébulosité, nous utiliserons un masque spécial pour cibler uniquement la nébulosité. Pour cela, il faudra produire un masque à l'aide de *RangeSelection*, qui repère tout ce qui est lumineux (au-delà d'un seuil que nous aurons fixé) dans l'image. Nous pouvons ensuite utiliser notre image de masque d'étoile produite précédemment pour soustraire les étoiles et donc cibler uniquement la nébulosité (en protégeant les étoiles et le fond du post-traitement).

Nous commençons par ouvrir le processus *RangeSelection* et cliquer sur son bouton d'aperçu en temps réel.

Afin d'obtenir un masque lisse, nous allons augmenter le *Fuziness* à 0,15 et *Smoothness* à 5,00. Maintenant, nous faisons glisser le curseur *Lower Limit* vers la droite jusqu'à ce que la fenêtre de prévisualisation en temps réel ne montre que la nébulosité que nous souhaitons attaquer (sans l'arrière-plan).

La nébulosité étant correctement sélectionnée, nous cliquons sur *Apply* in *RangeSelection* et fermons à la fois le processus et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel. Cela a maintenant produit l'image de masque de gamme requise.

L'image du masque de portée est enregistrée et le processus *PixelMath* est ouvert. Ce processus sera utilisé pour soustraire mathématiquement l'image du masque d'étoile de l'image du masque range, excluant ainsi les étoiles de notre prochain post-traitement. Dans le processus *PixelMath*, nous sélectionnons *Create new image* sous l'onglet *Destination* et sélectionnons *Grayscale* sous

Color space. Dans la zone de texte Image Id, nous entrons CombMask (le nom de l'image de masque que nous allons créer). Enfin, dans la zone de texte RGB/K, nous entrons :

RGB/K: range_mask - star_mask

Cette nouvelle image de masque combiné est maintenant sauvegardée. Les images du masque d'étoile, du masque range et du masque combiné sont toutes maintenues ouvertes, minimisées et mises de côté dans **PixInsight**. Nous pouvons maintenant utiliser l'image du masque combiné comme masque pour l'image que nous sommes en train de post-traiter. Pour ce faire, nous allons dans le menu *Mask* -> *Select Mask* (ou appuyez sur CTRL M), sélectionnez *CombMask* dans la liste et cliquez sur OK.

En appliquant l'image du masque combiné (mais pas inversé), nous pouvons voir que l'arrière-plan et les étoiles sont protégés alors que la nébulosité est disponible pour que nous puissions l'attaquer avec les techniques de post-traitement. Le masque est maintenu actif mais caché en passant par le menu *Mask* -> *Show Mask* (ou en appuyant sur CTRL K). Il est important de le garder actif pour qu'il continue d'être effectif, mais de le cacher pour que nous puissions voir plus clairement ce qui arrive à l'image lorsque nous appliquons un post-traitement supplémentaire.

Le premier procédé que nous utiliserons dans notre régime d'amélioration des caractéristiques est *HDRMultiscaleTransform*. Ce procédé nous permet de comprimer la gamme dynamique des parties les plus brillantes de l'image, révélant les détails les plus fins dans la nébulosité la plus brillante.

Afin de ne pas être aussi agressif sur la compression de la dynamique, nous allons augmenter le nombre de couches à 8, en gardant le nombre d'itérations réglé à 1. Nous activons également les *To lightness* et *Lightness mask* car ils garantissent que le processus ne s'applique qu'à la luminosité de l'image, les régions plus sombres étant mieux protégées. Une fois ces paramètres définis, nous cliquons sur *Apply* sur notre image (avec le masque combiné caché mais actif).

L'application de *HDRMultiscaleTransform* a révélé de nombreuses caractéristiques nébuleuses fines dans les régions les plus brillantes de la nébuleuse d'Amérique du Nord, ce qui donne à l'image un aspect plus détaillé. Les modifications apportées sont enregistrées. Cependant, comme cela a laissé les éléments les plus brillants un peu bleus clairs, nous pouvons effectuer un autre ajustement rapide des teintes pour les transformer en bleus plus foncés. Cela se fait avec le processus *CurvesTransformation* une fois de plus, en mode Hue (H). Ce processus s'ouvre avec sa fenêtre de prévisualisation en temps réel (en cliquant sur le bouton *Real-Time Preview*). En mode *Hue* (H), il suffit de cliquer pour créer un point au-dessus des bleus clairs sur l'axe x et de faire glisser le point vers le haut pour le faire correspondre aux bleus plus sombres sur l'axe y. Nous créons également deux autres points pour redresser la ligne ailleurs.

La balance des couleurs est maintenant plus agréable (à mon avis), et les changements sont donc appliqués puis enregistrés. *CurvesTransformation* et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel sont fermés. Nous affinons maintenant les détails fins avec *MultiscaleLinearTransform*. Nous vous rappelons que le masque combiné est toujours actif (mais caché) à ce stade.

Pour commencer, nous cliquons sur *Reset* dans le processus pour nous assurer qu'aucun paramètre précédent n'est reporté. Les détails que nous allons affiner sont très fins et dominant donc les plus petites échelles de pixels. Afin d'éviter d'accentuer le bruit, nous évitons toutefois la première couche de l'échelle des pixels. Nous allons cependant accentuer les couches 2 et 3. Pour ce faire, nous sélectionnons chacune d'elles et ajoutons un petit *Bias* dans les deux. De très petites valeurs de 0,050 tendent à suffire, mais nous utiliserons 0,100 dans les deux dans cette image particulière (puisque les zones nébuleuses ont un bon rapport signal/bruit). Ci-dessous, nous présentons des comparaisons avant et après d'une zone de l'image riche en détails (le centre) :

Grâce à des détails beaucoup plus fins, nous enregistrons les modifications apportées à l'image. Nous allons maintenant améliorer légèrement le contraste global, la luminosité et la saturation des couleurs. Comme cette amélioration s'appliquera à l'ensemble de l'image, nous supprimerons le masque par le biais du menu *Mask -> Remove Mask*. Le processus pour effectuer ces améliorations est *CurvesTransformation*. Une fois ouvert, nous cliquons sur *Reset* et passons en mode *RGB/K*. Nous cliquons également sur le bouton de prévisualisation en temps réel.

La procédure sera identique à celle qui a été effectuée à la fin de la section précédente. Nous créerons une légère courbe en S en mode *RGB/K* pour assombrir les zones sombres et éclaircir les zones claires, ce qui produira plus de contraste. Nous devons être prudents à ce stade, car nous l'avons déjà fait auparavant. Il suffit de cliquer pour créer un point au quart de la hauteur du graphique et de le faire glisser très légèrement vers le bas. Nous cliquons également pour créer un point aux trois quarts du graphique et nous le faisons glisser très légèrement vers le haut.

Passons ensuite au mode *Lightness (L)*. Pour éclaircir l'image dans son ensemble, cliquons pour créer un point au milieu du graphique et le faisons glisser légèrement vers le coin supérieur gauche.

Enfin, nous passons au mode de saturation (*S*). Pour augmenter légèrement la saturation globale des couleurs, nous cliquons pour créer un point au milieu du graphique et nous le faisons glisser légèrement vers le coin supérieur gauche, comme nous l'avons fait pour la Luminosité.

Lorsque des changements souhaitables sont proposés, nous cliquons sur *Apply* dans *CurvesTransformation*, puis nous fermons le processus et sa fenêtre de prévisualisation en temps réel. Les modifications apportées à l'image sont alors enregistrées.

Nous effectuons maintenant un léger assombrissement des éléments nébuleux sombres avec le script *DarkStructureEnhance*. Ce script se trouve dans le menu *Script -> Utilities -> DarkStructureEnhance*. Les paramètres par défaut ont tendance à fonctionner exceptionnellement bien, mais comme les éléments nébuleux sombres sont déjà assez foncés, nous pouvons réduire *Amount* de sa valeur par défaut de 0,40 à une valeur plus conservatrice de 0,20. L'expérimentation est bien sûr essentielle, car votre image variera. Vous trouverez ci-dessous des comparaisons avant et après l'utilisation du script *DarkStructureEnhance* avec *Amount* fixé à 0,20 :

L'image a clairement reçu un coup de pouce supplémentaire pour les éléments nébuleux sombres, renforçant encore le contraste autour d'eux, mais seulement dans une faible mesure (comme prévu). Les modifications apportées à l'image sont enregistrées.

Le contraste des éléments ayant été renforcé et les détails fins rendus plus nets, nous passons aux dernières étapes du post-traitement de cette image.

7. Réduction de la taille des étoiles et amélioration du contraste.

Afin de réaliser la procédure de réduction de la taille des étoiles dans l'image, nous aurons besoin d'un masque approprié pour les contours des étoiles. Cela nous permettra de cibler les étoiles à partir de leurs contours et de les pincer vers l'intérieur pour réduire leur taille. Afin de créer ce masque de contour d'étoile, nous utiliserons une procédure similaire à ce que nous avons fait précédemment pour produire l'image du masque d'étoile. Tout d'abord, nous dupliquons l'image elle-même en cliquant avec le bouton droit de la souris et en cliquant sur Dupliquer. Ensuite, nous utilisons *HDRMultiscaleTransform* pour détruire ses informations de luminosité en les appliquant de manière agressive. Nous cliquons sur *Reset*, puis nous réduisons le nombre de couches à 3 et augmentons le nombre d'itérations à 2. Ensuite, nous cliquons sur *Apply* (Appliquer) avec l'image dupliquée sélectionnée.

Nous pouvons maintenant fermer *HDRMultiscaleTransform* et ouvrir *StarMask*, le processus qui produira le masque des contours de l'étoile à partir de l'image dupliquée. Nous cliquons d'abord sur *Reset* dans le processus *StarMask*. Il est maintenant temps de définir une valeur appropriée de seuil de bruit, comme auparavant. Pour décider, cliquez et maintenez le bouton gauche de la souris enfoncé. Survolez l'image dupliquée, les zones de nébulosité les plus brillantes et regardez les trois valeurs R, G et B rapportées. Survolez les plus petites étoiles que vous souhaitez inclure dans le masque de contour des étoiles, et décidez quelle valeur de fond doit être définie comme seuil de bruit.

D'après ce qui précède, je détermine que 0,40000 est une bonne valeur à fixer pour Noise threshold car il s'agit du niveau de fond maximum indiqué (les petites étoiles sont au-dessus de cette valeur). Nous augmentons maintenant *Scale* à 6, fixons les valeurs *Large scale* et *Small-scale* à 0, et diminuons la valeur *Smoothness* à 5. Cela permettra d'inclure des étoiles plus grandes et de ne pas augmenter artificiellement leur taille dans le masque des contours des étoiles. Cela permettra également d'éviter un lissage excessif, qui serait contre-productif pour la production des contours des étoiles. Pour s'assurer que le masque produit est celui des contours d'étoiles, nous activons *Contours*. Nous réduisons également les tons moyens à 0,05000 pour effectuer un étirement dans l'image du masque des contours d'étoiles qui en résulte. Une fois cette valeur définie, nous cliquons sur *Apply* avec l'image dupliquée sélectionnée.

Avec l'image de masque de contour d'étoile appropriée produite, nous pouvons fermer le processus *StarMask* et l'image dupliquée (sans la sauvegarder). Cette nouvelle image de masque de contour

d'étoile est ensuite appliquée à l'image originale, via le menu *Mask* -> *Select Mask* (ou appuyer sur CTRL M).

L'inversion du masque n'est pas nécessaire car il protège déjà tout sauf les contours de l'étoile, comme prévu. Cependant, vous devrez sans doute cacher le masque pour voir ce qui est fait à l'image. Cela se fait par le menu *Mask* -> *Show Mask* (ou appuyez sur CTRL K). Le processus utilisé pour réduire la taille des étoiles est *MorphologicalTransformation*, nous l'ouvrons donc et nous cliquons sur *Reset*. Nous commençons par sélectionner *Morphological Selection* sous *Operator* et 5 (25 elements) sous *Size*..

Nous devons créer une forme d'étoile dans *Structuring Element*. Cela peut être fait en cliquant sur les trois carrés noirs au-dessus, en dessous, à gauche et à droite des 9 carrés blancs actuels. Cela rend tous les carrés blancs, à l'exception des quatre carrés d'angle. Si vous faites une erreur, vous pouvez cliquer sur un carré blanc tout en appuyant sur la touche CTRL pour le rendre noir. Le paramètre "*Selection*" définit la réduction de la taille des étoiles. Un réglage de 0,50 érode et dilate tout autant. Comme nous voulons éroder plus que dilater, nous diminuons la Sélection. Une valeur de 0,20 a tendance à bien fonctionner. Pour obtenir un résultat final plus lisse, nous réduisons *Amount* à 0,50. Cela permet de mélanger 50 % de l'image réduite de la taille de l'étoile avec 50 % de l'image originale. Nous serons cependant un peu agressifs sur le nombre de fois que nous appliquons cette réduction, donc nous augmentons les itérations à 5. Ci-dessous, vous trouverez des comparaisons avant et après l'application de la réduction de la taille des étoiles :

Cela a produit un affaiblissement très net des nombreuses étoiles de l'image, ce qui a contribué à faire ressortir la nébulosité. Les modifications apportées sont donc sauvegardées. Le masque des contours des étoiles est supprimé via le menu *Mask* -> *Remove Mask*. Ce masque est également fermé sans être sauvegardé (car nous ne l'utiliserons plus). Le processus *MorphologicalTransformation* est maintenant fermé.

Nous effectuons maintenant une dernière retouche de l'image, pour augmenter encore un peu plus son contraste, sa luminosité et la saturation des couleurs. La même procédure qu'auparavant est répétée avec *CurvesTransformation*, mais en étant un peu moins agressive. Une très légère courbe en S est produite en mode *RGB/K* pour augmenter le contraste. Un point est ensuite créé en mode *Luminosité* (L) et *Saturation* (S) et déplacé vers le haut-gauche, pour augmenter la luminosité et la saturation des couleurs. Tout ceci est réalisé sans qu'aucun masque ne soit appliqué à l'image elle-même.

Une fois les changements souhaités effectués, nous cliquons sur *Apply*, puis nous fermons le processus *CurvesTransformation* et sa fenêtre d'aperçu en temps réel. Les modifications apportées sont enregistrées et l'image est maintenant officiellement entièrement post-traitée. Elle est montrée ci-dessous redimensionnée à 40% de sa taille originale :