Les défauts d'une image astro

Luberon Sud Astro
Patrick Sogorb
04 Octobre 2019
Modifié par Patrice
pour Quasar95
le 1 Mai 2020

L’imagerie astro (aussi bien en paysages nocturnes qu’en imagerie au travers d’un télescope), et une discipline complexe, qui nécessite à la fois du matériel adapté et un bon niveau de pratique. Les premières images sont souvent décourageantes. Il est alors important de savoir identifier les défauts de ses images afin de pouvoir y remédier.

- Bruit
- Poussières
- Exposition
- Flou
- Guidage / vent
- Les défauts optiques (coma, collimation, courbure de champ, vignettage, astigmatisme)

1ere partie:
la photo avec des objectifs photo

En astro, on peut utiliser des objectifs grand angle pour faire des images de paysages nocturnes, ou alors on peut aussi monter l'ensemble boitier+objectif sur une monture afin de suivre les étoiles pour faire des poses plus longues et plus nombreuses.

Le vignetage

Le vignetage est un obscurcissement des bords et des coins de l'images. Ce phénomène existe sur quasiment tous les objectifs (surtout à pleine ouverture), en plus ou moins prononcé. Même si le phénomène est faible, dès que l'on traitera l'image en renforçant les contrastes, il apparaîtra plus important.

Plusieurs solutions possibles pour s'en débarrasser:
-Fermer un ou plus, diaphragmes sur l'objectif (mais c'est dommage de perdre de la lumière).
-Corriger le défaut en traitant l'image. Beaucoup de logiciels savent faire cela. Certain le font même automatiquement en chargeant au préalable le profil de l'objectif dans le logiciel (DXO). Pour d'autres, il faudra agir manuellement sur des curseurs.
-Nettoyer l'image par la méthode des "flats" ou ''plu''. Cette méthode plus pure, donne de bons résultats, mais est difficile à utiliser pour les objectifs à très grand angle. Elle marche particulièrement bien avec des télescopes.

Le vignetage

Mise au point

De nuit, la mise au point et quelque chose qui peut être problématique. Heureusement, de nos jours, la grande majorité des boitiers photos possèdent un mode “live view”. Voici la méthode pour l’utiliser:

- Boîtier en position “M” (manuel) et mise au point en mode “MF” (manual focus)
- Régler approximativement le trio: temps de pose / ouverture / sensibilité
- Passer en mode “live view” et pointer un objet brillant situé suffisamment loin (étoile, planète, lune, lampadaire…), puis grossir l’image du “live view” au maximum
- Agir sur la mise au point afin de rendre l’image la plus nette possible
- revenir en mode normal et ne plus toucher la mise au point

On se rendra vite compte, que la meilleure position n’est jamais la bague de mise au point en butée, car la plupart des objectif permettent de faire la mise au point “plus loin que l’infini”.

Mise au point avec masque Bahtinov

Pavel Bahtinov un astronome russe, a proposé un nouveau type de masque très simple à fabriquer, d'utilisation plus rapide, précise et intuitive qui porte désormais son nom.
Bahtinov qu'est-ce que c'est ? L'invention de Pavel Bahtinov est une amélioration du masque de Hartman. Le masque de Bahtinov est constitué d'un ensemble de fentes au lieu de 2 ou 3 trous de Hartman. En traversant les fentes, la lumière provenant d'une étoile va former une figure de diffraction composée d'une croix en X et d'un trait dans l'axe du X qui va se déplacer de part et d'autre du X en fonction de la mise au point. Lorsque le trait à l'intersection des branches du X, la mise au point est obtenue. La précision est excellente et la mise au point est très rapide à obtenir. Évidemment, on doit retirer le masque une fois la mise au point obtenue !

à gauche du X

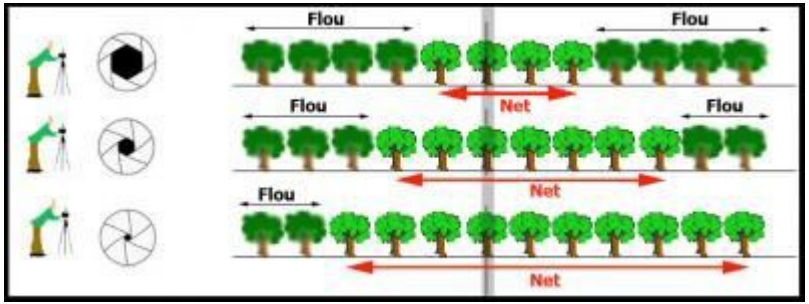
À droite du X

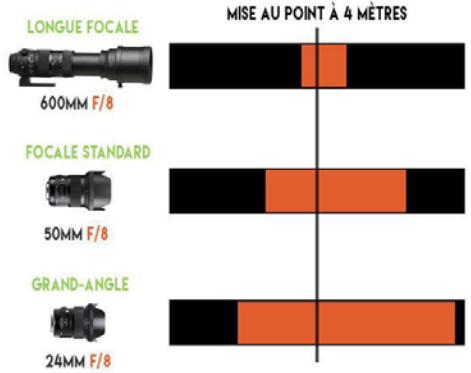
mise au point ok

Mise au point => profondeur de champ

Afin de placer des avant plans dans les images, il peut être intéressant de jeter un oeil à la “profondeur de champ”. C’est la zone qui apparaîtra nette sur l’image, même si elle n’est pas exactement à la distance de mise au point, à cause de la tolérance de mise au point. Il existe des applications qui permettent de calculer cela facilement sur le terrain.

On peut cependant retenir que la profondeur de champ augmente lorsque l’on ferme le diaphragme, et diminue lorsque la focale augmente à ouverture égale.



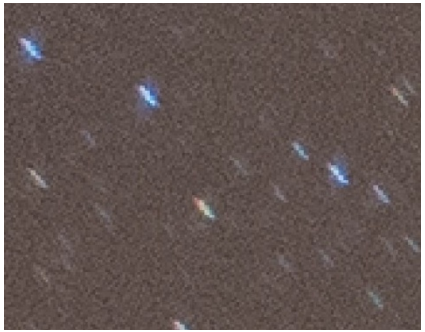


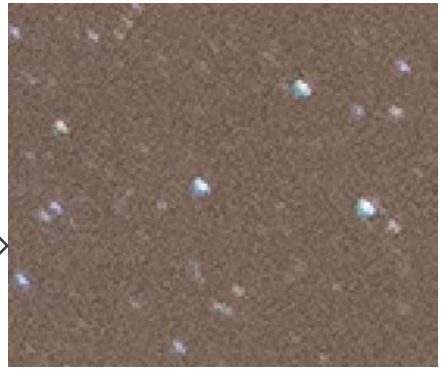
Pixels “chauds”

Les pixels “chauds” se traduisent pas des points lumineux dans des zones supposées sombres (colorés pour les appareil photo couleur, ou blancs pour les caméras noir et blanc).

C’est un phénomène normal qui est du à la température du capteur. On peut le réduire en refroidissant le capteur (caméra astro). On peut aussi le supprimer en faisant des “Darks” dans les règles de l’art, ou en activant une fonction “réduction de bruit pose longue” sur le boitier, qui fait un dark automatique, mais en doublant le temps de pose.

La “Coma”





La “coma” est le fait que les étoiles semblent déformées sur le bords et dans les coins de l’image.

La “coma”

Ce défaut est lié à la conception de l’objectif. L'amplitude du défaut diminue généralement en fermant un peu le diaphragme.

Si il est relativement peu gênant en photo de tous les jours, ce défaut peut être parfois intolérable pour des photos astro. Il convient donc de bien choisir les objectifs que l’on utilisera en astro.

Les étoiles allongées

La Terre tourne et le ciel semble donc défiler devant nos yeux. Si on photographie sur un trépied fixe, alors les étoiles apparaîtront allongées si le temps de pose est long. Si on veut que les étoiles restent peu allongées, de temps de pose max (en secondes) doit être de:

500/focale de prise de vue (Attention au capteur APSC Fx1.6)

Soit 10s pour un objectif de 50mm, ou 35s pour un objectif de 14mm.
Cette règle est approximative. Si l'optique est de très bonne qualité, on peut utiliser plutôt 400. A l'inverse si l'optique est moins bonne ou si on n'utilisera au final que des images redimensionnées, on peut utiliser 600. Bref, ne pas hésiter à faire autrement...

Le “bruit”

Le “bruit”, ou plus exactement le rapport signal/bruit est un phénomène de grains qui se superpose à l’image enregistrée. Il est présent plus ou moins fort, sur tous les appareil photo et quels que soient leurs réglages. Si le bruit, peut dans une certaines mesure être diminué au traitement, il est préférable de chercher à le diminuer lors de la prise de vue. Voici quelques pistes:

- Certains appareils sont nettement meilleurs que d’autres sur ce point
- Les temps de pose devront être le plus long possible (plus de lumière = moins de bruit)
- Les image brutes doivent avoir la même luminosité (voir plus) que l’image finale. Si le temps de pose est à fond, jouer alors sur la sensibilité (efficacité moindre).

Le “bruit”, influence du temps de pose

Temps de pose long

Plus le temps de pose est long, moins le bruit est présent.

Temps de pose court

Renforcement

Le “bruit”, influence de la sensibilité

800 iso, 120s de pose

La sensibilité n’a quasiment aucune influence sur le bruit de l’image finale

400 iso, 120s de pose

Renforcement

Données de sélection du meilleur ISO pour l'astrophoto
https://astrophotography.app/EOS.php et
http://dslr-astrophotography.com

Canon EOS DSLR models matrix

This is the list of all Canon EOS models that APT can control. It also contains useful reference information.

Model	Image Processor	Sensor mm×mm	Mega Pixels	Pixel size µm	ISO Range	Best ISO*	QE**	Shutter Life ***	Release Date	Weight (kg)	Batt Type	
1Ds Mk II	Digic 2	36.0×22.0	16.7	7.2	100-1600	800	30%	200,000	2004 Q4	1.215	NP-E3	(1,2,3,4)
1Ds Mk III	Digic 3	36.0×24.0	21.0	6.4	100-1600	800	31%	300,000	2007 Q4	1.21	LP-E4	(3)
1D Mk II	Digic 2	28.7×19.1	8.2	8.2	50-3200	400	30%	200,000	2004 Q2	1.22	NP-E3	(1,2,3,4)
1D Mk II N	Digic 2	28.7×19.1	8.2	8.2	50-3200	400	30%	200,000	2005 Q3	1.225	NP-E3	(1,2,3,4)
1D Mk III	2xDigic 3	28.1×18.7	10.1	7.2	100-3200	800	29%	300,000	2007 Q1	1.155	LP-E4	(3)
1D Mk IV	2xDigic 4	27.9×18.6	16.1	5.7	100-12800	1600	44%	300,000	2009 Q4	1.18	LP-E4h	
1D X	2xDigic 5+	36.0×24.0	18.1	6.95	50-204800	3200	47%	400,000	2012 Q2	1.34	LP-E4N	
1D X Mk II	2xDigic 6+	36.0×24.0	20.2	6.58	50-409600		55%	400,000	2016 Q2	1.34	LP-E4	
1D C	2xDigic 5+	36.0×24.0	18.1	6.95	50-204800		47%	400,000	2012 Q4	1.545	LP-E4N	
5D	Digic 2	35.8×23.9	12.8	8.2	50-3200	800-1600	25%	100,000	2005 Q3	0.81	BP-51	(1,2,3)
5D Mk II	Digic 4	35.8×23.9	21.1	6.4	50-25600	1600	33%	150,000	2008 Q4	0.81	LP-E6	
5D Mk III	Digic 5+	36.0×24.0	23.4	6.25	100-25600	1600-3200	51%	150,000	2012 Q1	0.95	LP-E6	

2nd partie:
Avec un télescope…

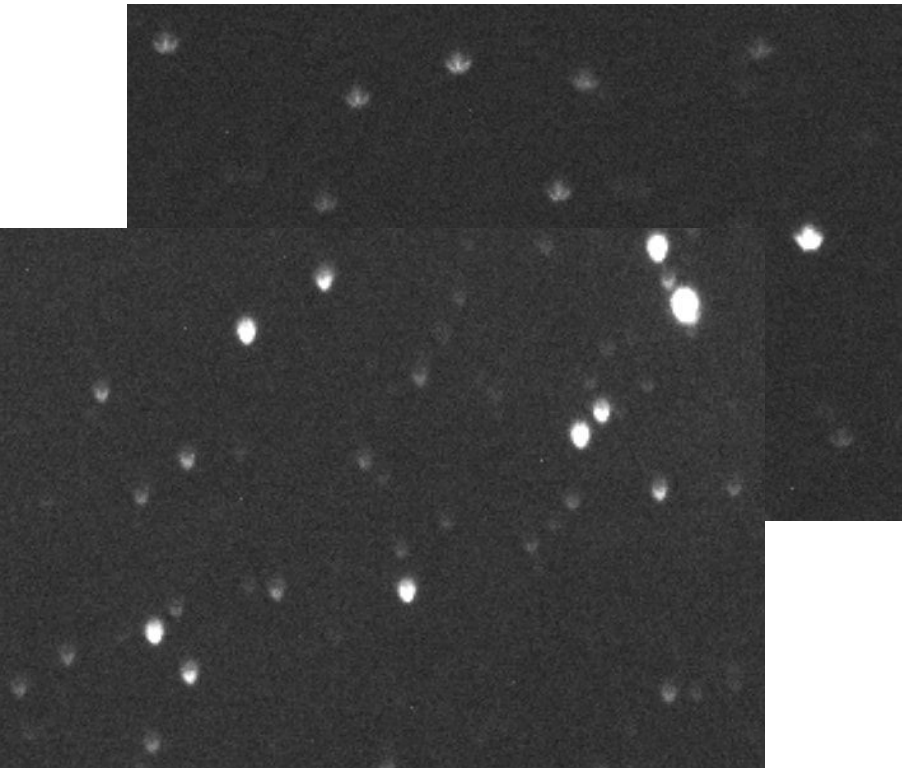
Lorsque l’on fait des images astro avec un télescope, la plupart des remarques précédentes restent valides. Mais il va s’y ajouter quelques nouvelles...

Poussières sur le capteur

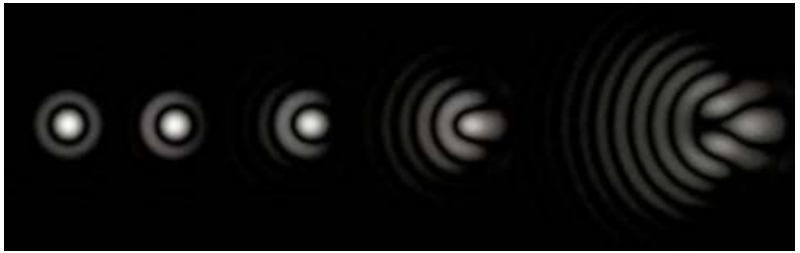
Dans le cas d'une poussière présente sur le capteur de l'appareil photo, une petite tache sombre et floue apparaîtra sur l'image. Plus une optique est ouverte (f/1.4 f/2…), moins les poussières se voient. Avec un télescope, ouvert généralement à f/5 ou plus, les poussières se voient plus facilement. Si l'image est déjà faite, il ne reste malheureusement plus grand chose à faire, si ce n'est un peu de retouche locale.

- On peut nettoyer son capteur et vérifier sa propreté en faisant des images de quelque chose d'uniforme en fermant le diaphragme à fond (f/16 ou f/22)
- Un pré-traitement correct fait avec des bons flats, permet de corriger les poussières (à condition qu'elles ne bougent pas).

La coma



Les instruments simples (Newton, lunettes doublet, cassegrain…) montrent un défaut de coma: les étoiles sont bien ponctuelles au centre des images, mais montrent un forme de comète dans les coins. Sur les télescope Newton, la coma est d'autant plus forte que le télescope est ouvert.
Ce défaut est lié à la conception de l'instrument et ne peut être corriger autrement que par la modification de ce dernier. Sur certains instruments il est possible d'ajouter un correcteur de champ près du foyer.
Certains instruments (plus complexes) sont conçus dès le départ pour éliminer la coma (Ritchey-Chrétien, lunettes quadruplet…).

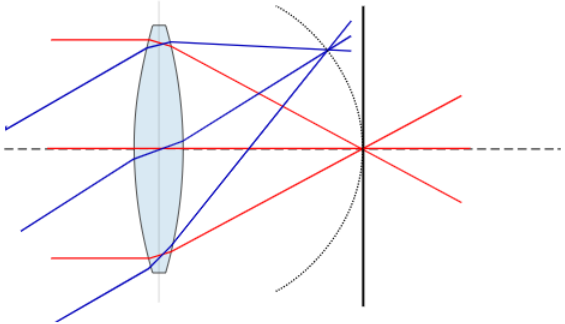


Le correcteur de champ ou aplannisseur

Aplanisseur où “Correcteur de champ” désigne un type de correcteur dédié à l’imagerie et permettant de corriger la courbure de champ dont souffre les lunettes (doublet et triplet) ainsi que les télescopes de type SCT et RC. Souvent cet accessoire optique combine à la fois la fonction d’aplanisseur et de réducteur de focale (pour diminuer le rapport f /D et le temps de pause).

La courbure de champ

Certains télescopes (Schmidt-cassegrain…) montrent une courbure de champ. C'est à dire que la mise au point n'est pas la même au centre des image et dans les coins. Si on fait une mise au point au centre, le coins montreront des étoiles floues et inversement.
De même que pour le coma, ce défaut est lié à la conception du matériel et ne peut être corrigé autrement que par l'ajout d'un correcteur de champ proche du foyer. On peut aussi choisir des capteurs de petites tailles qui seront par définition beaucoup moins semsibles au phénomène de coma.
Lorsqu'un système optique présente de la courbure de champ, l'image d'un plan n'est plus un plan mais une portion de sphère. La majorité des capteurs étant plans, l'aberration introduit donc un défocus partiel qui se traduit par une zone floue dans l'image.
La courbure de champ est une aberration à symétrie de révolution autour de l'axe optique.



La collimation

Un défaut de type coma, présent au centre des images est signe d'un mauvais alignement des optiques du télescope.

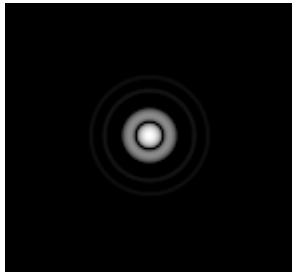
Parfois un défaut de collimation ne présente pas forcément un défaut de coma pure au milieu des images, mais sera plus facilement repéré par une non symétrie de la forme des étoiles. Normalement, les quatres coins d'une image sont à la même distance de l'axe optique et ils devraient donc montrer des étoiles de la même taille et de la même forme. Si ce n'est pas le cas, une collimation est à envisager.

Exemple : la collimation d’un Schmidt-Cassegrain

La collimation est le réglage de l'alignement des différents éléments optiques d'un instrument les uns par rapport aux autres. Pour obtenir une image la plus nette et piquée possible, il est essentiel de bien collimater l'optique du télescope. Peut importe la qualité de l'optique de l'instrument, s'il n'est pas bien collimaté, les images seront de qualité médiocre.

La collimation peut se dérégler par les vibrations dues au transport de l'instrument. Pour cette raison, il est conseillé de vérifier régulièrement la collimation de son instrument. Voici deux procédures de collimation pour un télescope de type Schmidt-Cassegrain :

1. La méthode standard de collimation
2. La collimation avec le disque de Hartmann



La méthode standard de collimation du Schmidt-Cassegrain

Pour vérifier la collimation, pointez avec un oculaire de 26 mm environ, une étoile de brillance moyenne (magnitude de 2 à 3 environ) près du zénith. Laissez le télescope se mettre à température ambiante avant de commencer ce test. Une différence de température entre lui et l'air ambiant provoque une déformation de l'image. Centrez l'image de l'étoile dans le champ de vision à l'aide de l'oculaire, défocalisez l'image jusqu'à ce qu'elle apparaisse sous la forme d'un anneau lumineux entourant un petit disque sombre tel que présenté dans l'image de la figure 1. Les seuls réglages possibles et nécessaires se font par l'intermédiaire de trois petites vis situées à l'extérieure du support du miroir secondaire (figure 2) qui se trouve sur la face avant du télescope :

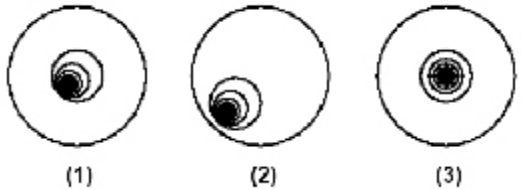


Figure 1

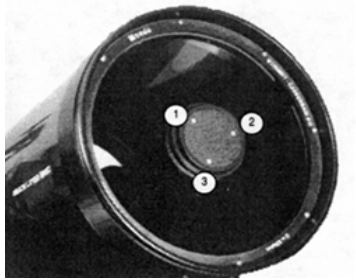
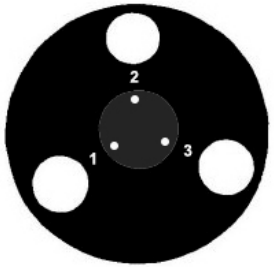


Figure 2

La méthode avec disque de Hartman

Le disque de Hartmann permet d'effectuer une très bonne collimation en tout temps, même en présence de turbulence importante. Pour la photographie des planètes et des autres objets du système solaire, qui s'effectue par turbulence très faible, il est recommandé de vérifier le réglage sur le disque d'Airy.
Avec le disque de Hartmann, il est très facile et rapide de vérifier la collimation en tout temps. On vise une étoile brillante (magnitude de 0 à 1) près du zénith, on installe le disque devant le tube et on effectue une focalisation sur l'étoile. Lorsque l'étoile est défocalisée, celle-ci se présente sous la forme de 3 étoiles séparées à l'écran. Au fur et à mesure que l'on effectue la mise au point de l'instrument, ces 3 étoiles convergent pour n'en former plus qu'une seule lorsque le focus est réalisé. Si on ne peut pas faire converger les 3 étoiles en une seule, c'est que le télescope est décollimaté.

Figure 1



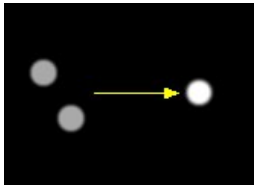
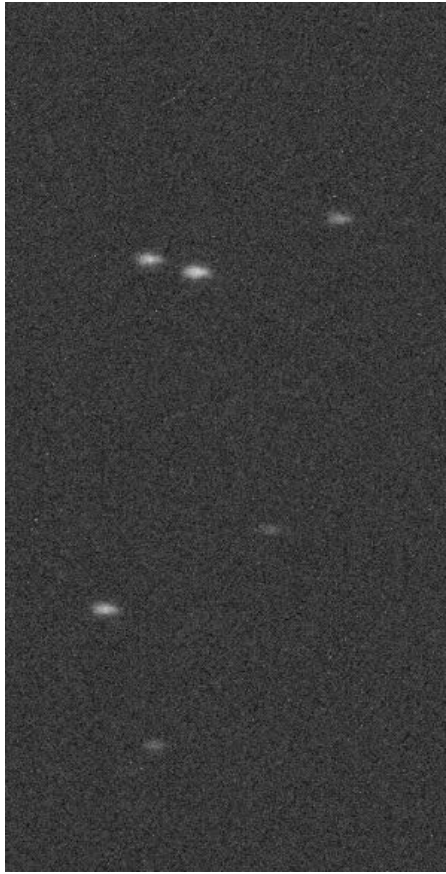


Figure 2

Étoiles allongées

Lorsque l'on utilise un télescope, la monture est sensée suivre les étoiles, et elles devraient donc apparaitres bien ponctuelles. Malheureusement il n'est pas facile d'arriver à ce résultat et bien souvent les étoiles sont allongées. Il peut y avoir de multiples causes à cela, et il est important de réussir à identifier la (ou les) cause du défaut afin d'y remédier.

- Collimation: ce défaut est lié à l'optique. Il est donc indépendant de temps de pose. Si des temps de poses longs et courts montrent les même défauts sur les étoiles, la collimation est peut-être la cause.
- Si l'on fait une série de pauses identiques et que l'allongement n'est jamais le même (direction, amplitude, voir zigzag), un cause extérieure au télescope lui-même est probablement la cause (vent, fil qui tire sur l'instrument, opérateur qui fait bouger le télescope, voir le sol sous le télescope).



Étoiles allongées

Si d'une photo à l'autre sans guidage, le défaut d'allongement des étoiles semble à peu près identique, il va alors falloir identifier pourquoi. Pour cela, la première chose est de repérer sur l'image (avec par exemple l'outil nova.astrometry.net) les directions des points cardinaux.

- Si la dérive est uniquement dans le sens de l'ascension droite, il y a de bonnes chances que le problème soit lié à la monture. Si les étoiles dérivent de façon régulière, c'est qu'elle ne tourne pas à la bonne vitesse. Si elles font plutôt des aller-retours, c'est la qualité du suivi de la monture qui est à incriminer
- Si la dérive est plutôt en déclinaison, il y a de fortes probabilités que la précision de la mise en station soit insuffisante => changer de méthode ou améliorer la méthode actuelle.

Étoiles allongées

Étoiles allongées malgrè un autoguidage. Si le logiciel indique que le guidage se passe bien, mais que les images montrent des étoiles allongées, on parle alors de flexions différentielles.
L'instrument de guidage n'est pas bien stable par rapport à l'instrument de prise de vue.
-On peut renforcer le lien mécanique entre les deux instruments.
-Vérifier si sur l'instrument principal, les optiques ne bougent pas
-Utiliser au besoin un système de diviseur optique, qui permet de faire le guidage avec le même instrument que celui utilisé pour la prise de vue.

Conclusions

Si l'astrophotographie est un domaine passionnant, c'est aussi un domaine très technique et difficile à maîtriser. Pour faire des belles images, il est nécessaire d'investir dans du matériel haut de gamme, et de passer ensuite beaucoup de temps à apprendre à l'utiliser.

Une sérieuse dose d'autocritique et d'humilité est nécessaire afin d'être en dans une démarche d'amélioration permanente.

Un grand merci à Patrick Sogorb pour nous avoir autorisé à utiliser et modifier son exposé !

FIN

Des questions?