



**Kit de démarrage à
l'astrophotographie**

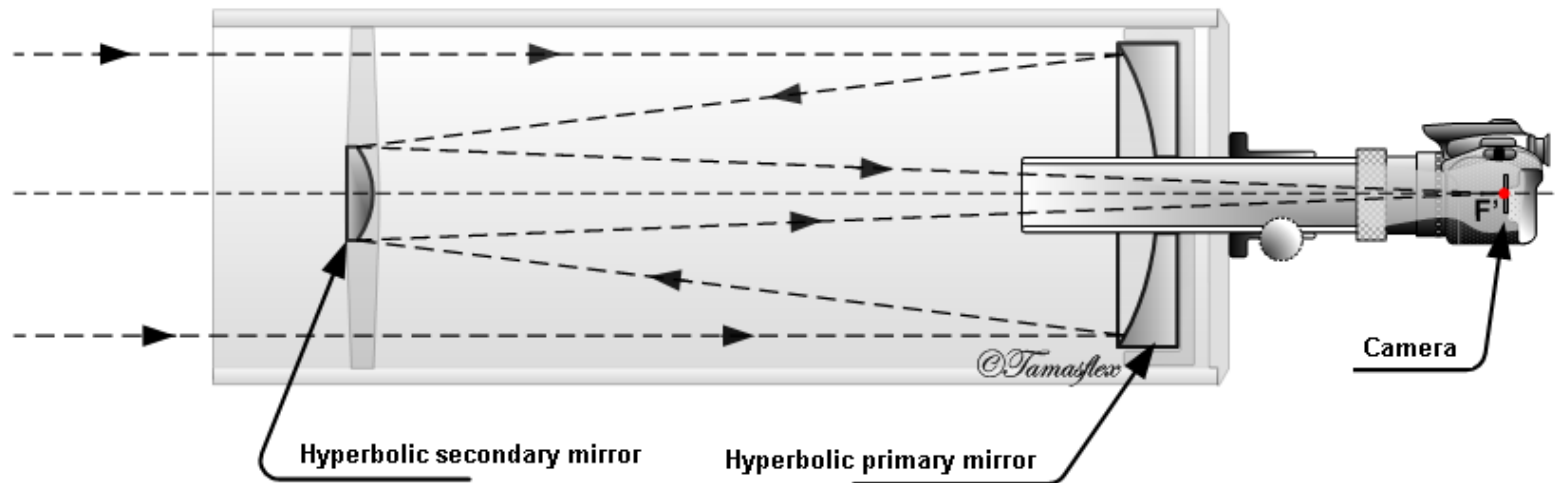


L'astrophoto...

- Ensemble de techniques parfois complexe (guidage, empilement, etc)
- Le plaisir des photos souvenir et la recherche d'esthétiques (couleurs)
- Un moyen d'en voir plus pour l'amateur comme le scientifique



Le principe



Ritchey - Chrétien (RCT)

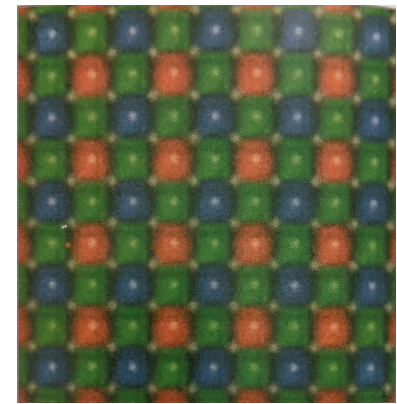
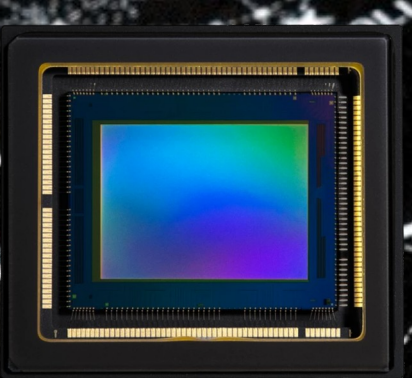
Astrophotographie au foyer

- 1 instrument optique qui sert de « téléobjectif »
- 1 capteur photo

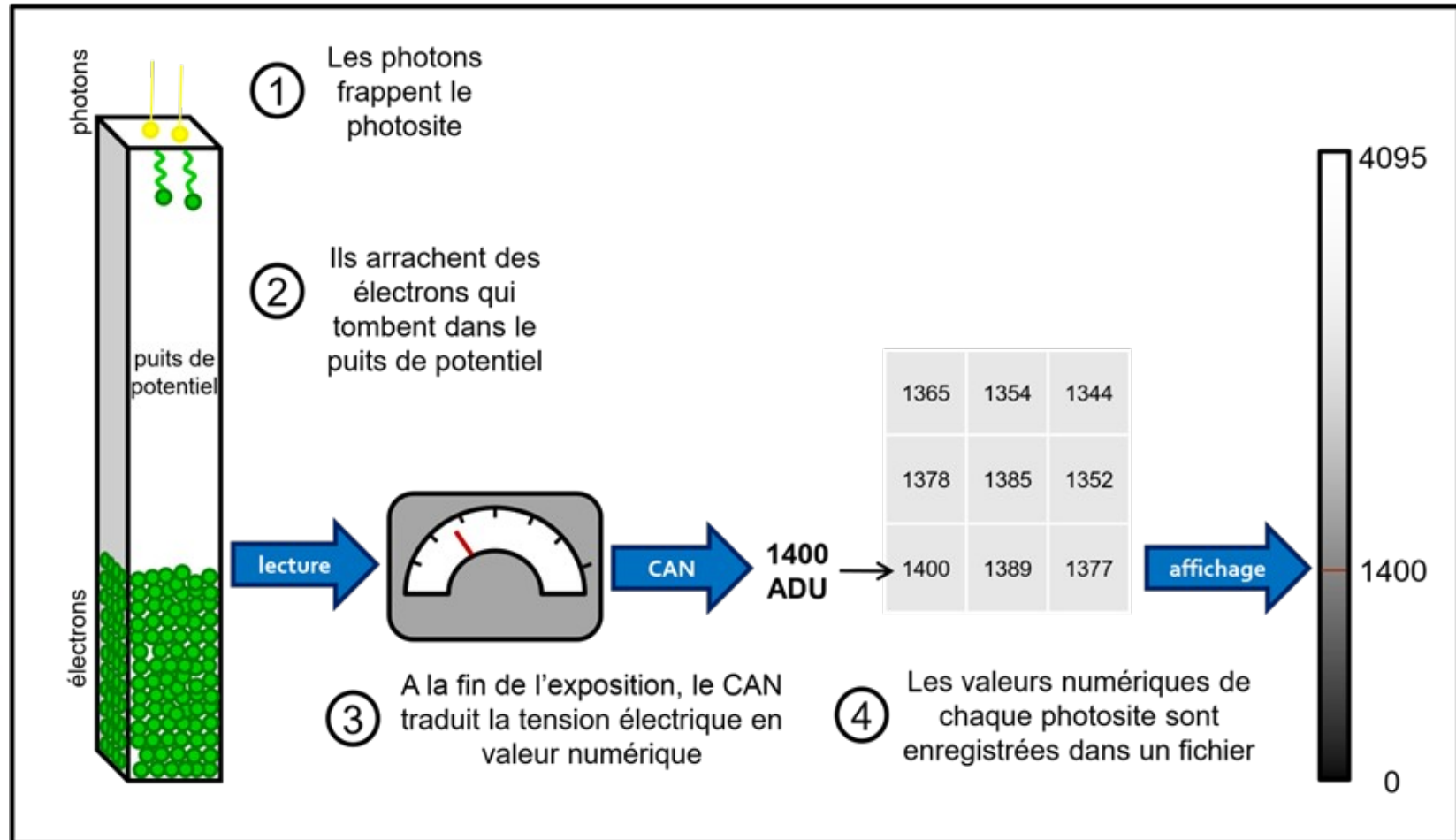
But du jeu : Capturer un maximum de photons sur le plan du capteur



Le principe

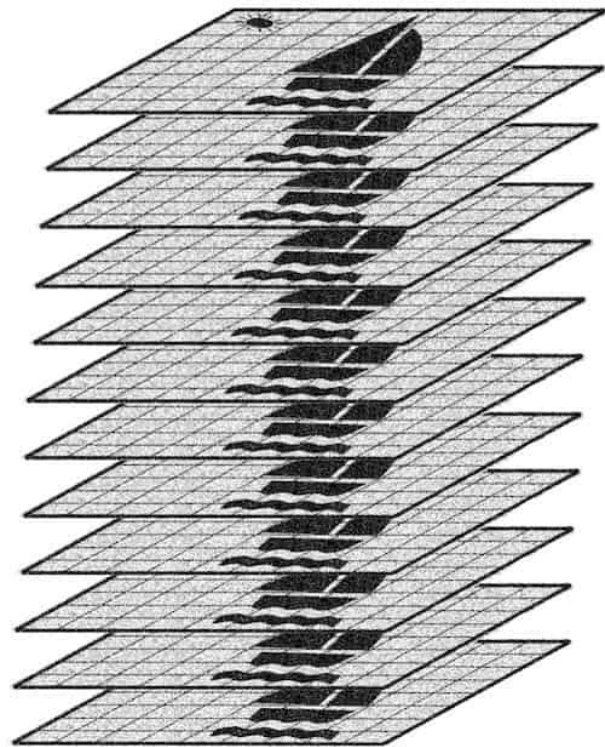


Photosites de la surface d'un capteur, vue au microscope.

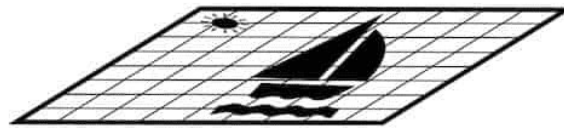




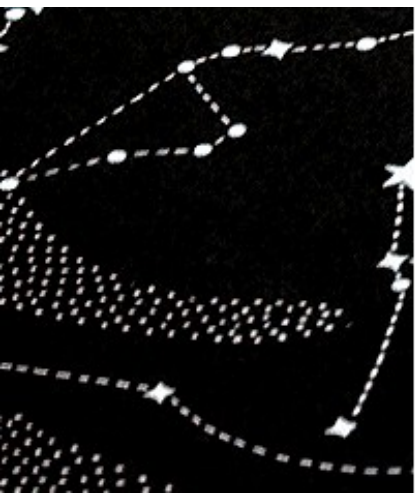
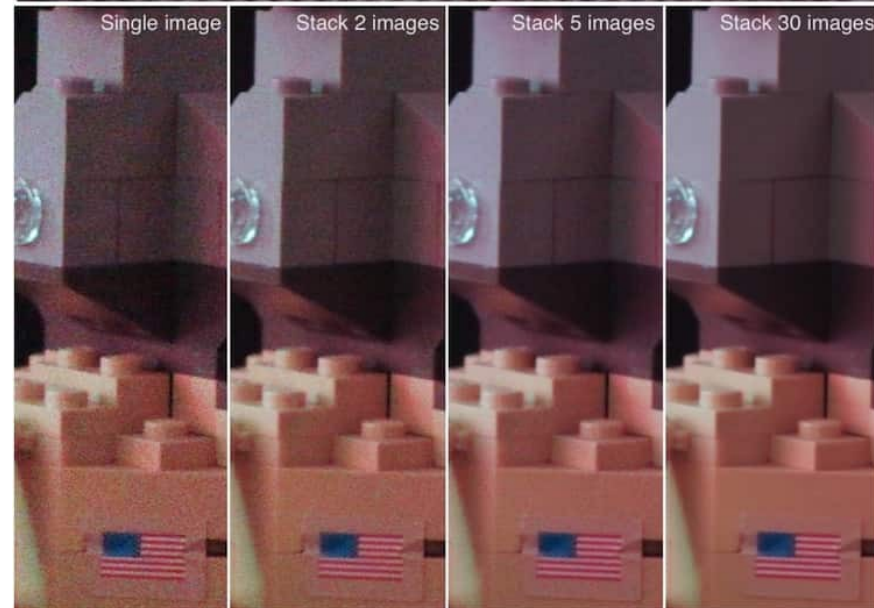
L'empilement



Stack of 12 exposures with random high noise (low signal to noise ratio)

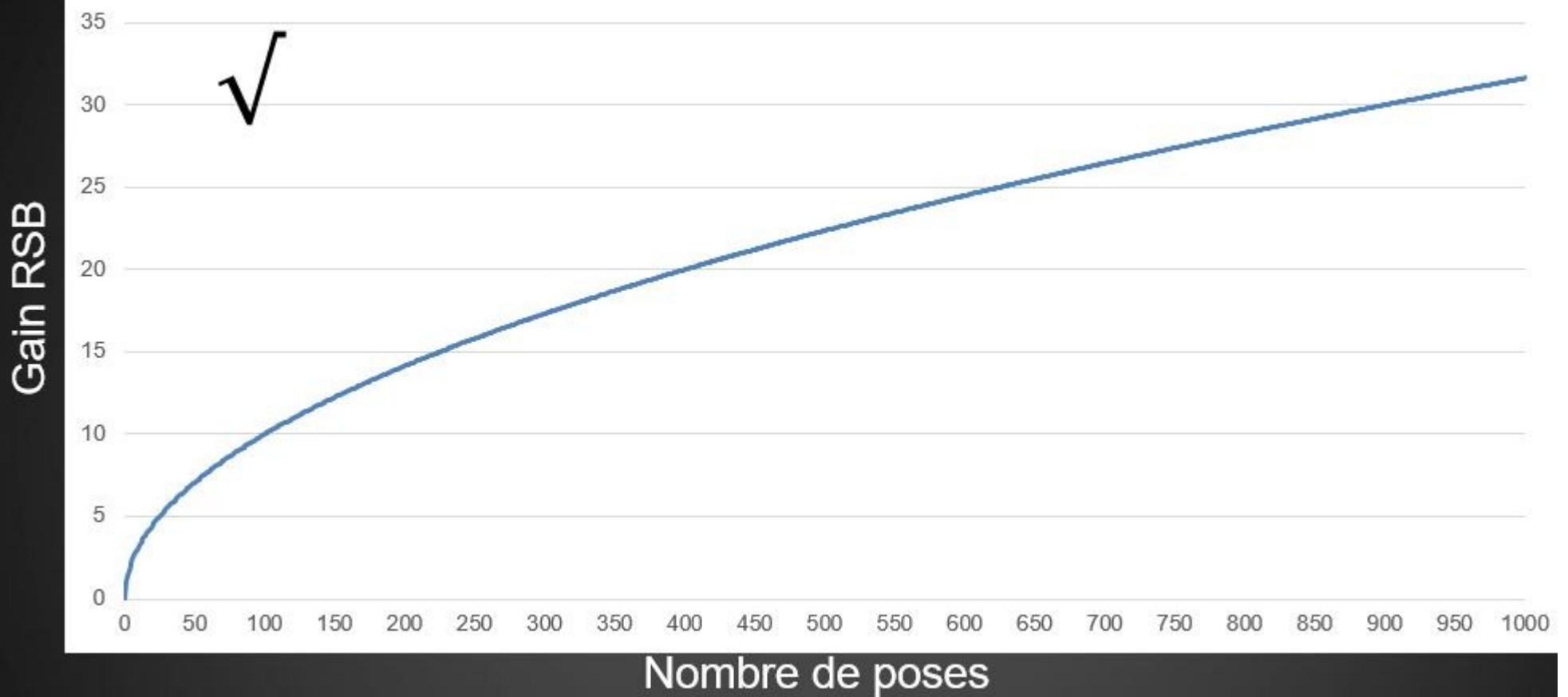


stacked (averaged) image has low noise and improved signal to noise ratio



- Un signal est fixe et permanent sur le capteur, l'empilement va préciser sa valeur médiane
- Le bruit est aléatoire :
 - Bruit de grenaille / photonique
 - Courant noir / d'obscurité
 - Bruit de lecture

L'empilement



Pour diviser le bruit par 2, il faut capturer 4x plus de photons ($\sqrt{4}$)
Ca peut vite devenir long ...

Mais combien ca coûte ?



Commencez avec ce que vous avez

- Star Adventurer + appareil photo familiale
- Star Adventurer ≈ 450€
- Domaine de prédilection → photographie grand champ





Commencez avec ce que vous avez



Landscape
Nikon D500 (Stock)

Commencez avec ce que vous avez



M42

Nikon D90, 1600 ISO

Nikkor 70-300 4.5-5.6@300mm

95x60s



Commencez avec ce que vous avez

- Dobson sans suivi + caméra non refroidie
- Caméra non refroidie \approx de 300€ à 500€
- Domaine de prédilection \rightarrow photographies planétaires



Commencez avec ce que vous avez

Newton 250/1250

Caméra Altair 385c

Pose unitaire : Entre 10ms et 20ms (durant environ 1min)



Règles des 500 (empirique)

Durée de l'exposition en secondes = 500 / longueur focale (en mm)

Exemple grand champ :
 $500/300 = 1,67s$

Exemple planétaire sans suivi:
 $500/1200 = 0,41s$

Une caméra planétaire autour de 15ms d'expo. Aucun problème, si ce n'est de confort pour l'astrophotographe.

Conclusion, en pause ultra courte ou à courte focale, le suivi sera plutôt conciliant voir pas nécessaire.



Commencez avec ce que vous avez



SW 355/1600 Flextube Goto

Domaine de prédilection → photographie planétaire, ciel profond envisageable mais limité par la monture Azimutale



En achetant tout – Setup ciel profond

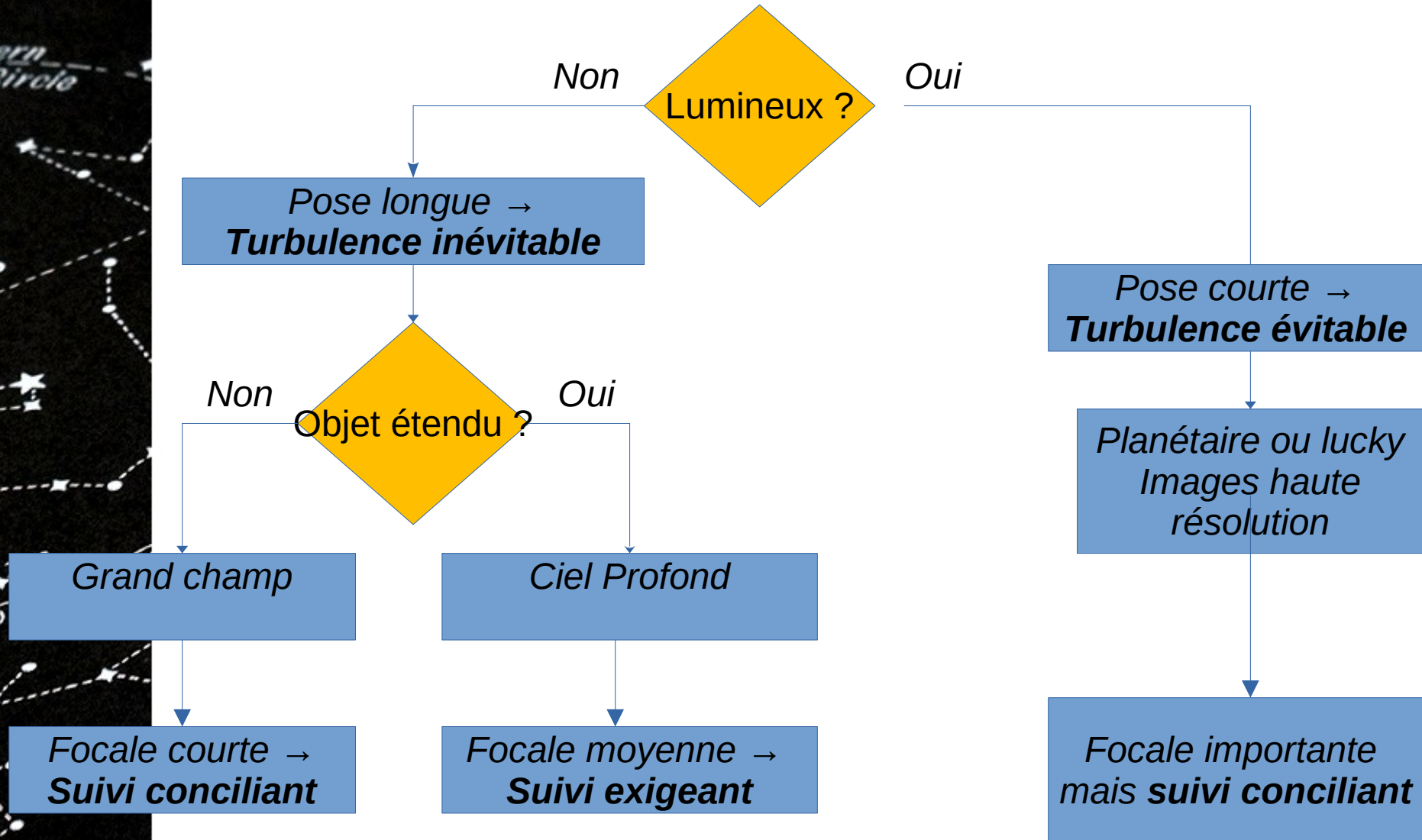
- 150/750 sur NEQ5 goto + imx 585 Cooled: 2600€
- Domaine de prédilection → Ciel profond. Planétaire envisageable mais limité par le diamètre.





*Nébuleuse du cœur (IC 1805)
Environ 1h d'exposition totale*

Plusieurs critères



- Pose ou focale courte → Permet d'arrêter la pose avant que le bougé de la turbulence ou de la monture ne soit visible
- Pose longue → Coté suivi c'est plus compliqué. La monture est importante.

Importance de la turbulence sur le niveau de détail

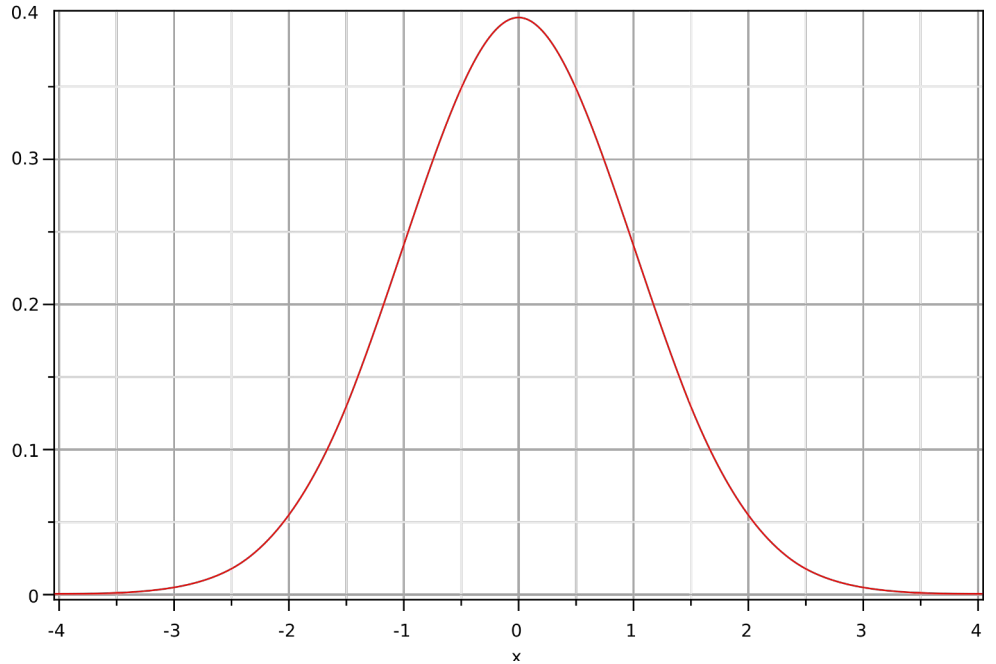
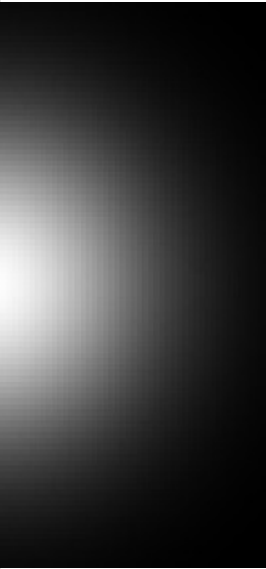
Le but est toujours d'avoir le meilleur rapport signal/bruit (empilement) et la meilleure finesse d'image (un maximum de détails).

- Si la turbulence est inévitable (ciel profond), le niveau de détail sera celui accordé par la turbulence → **le Seeing**.
- Si la turbulence est évitable (pose très courtes), le niveau de détail sera celui accordé par l'optique → **Résolution fonction du diamètre**

Résolution approximative d'un instrument = $120/D$



Turbulence et Seeing

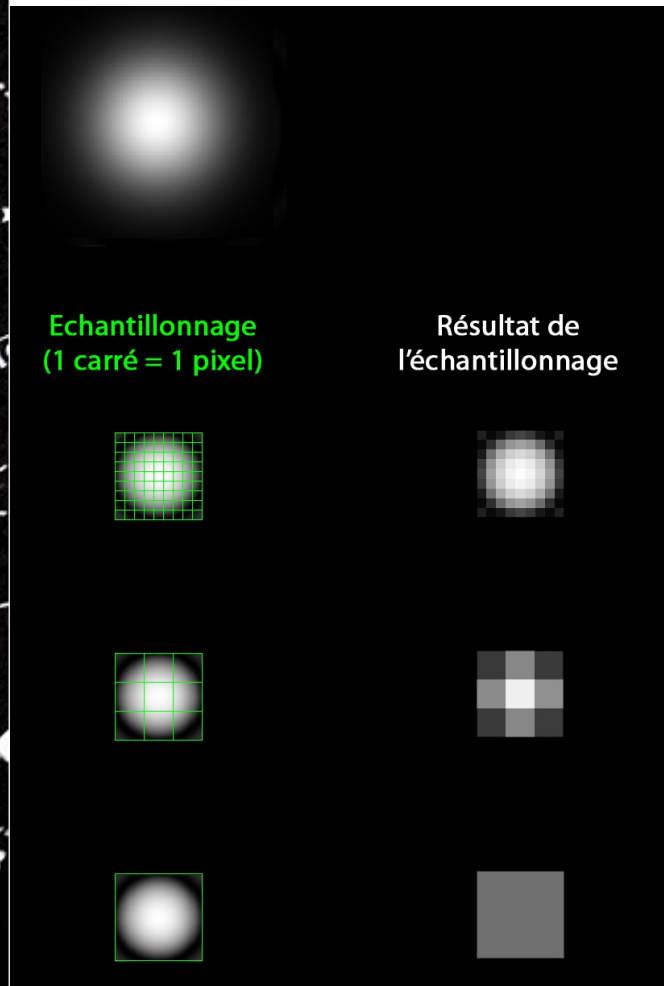


Avec la turbulence, l'étalement de la lumière de **l'étoile la plus fine** va être empâtée et assimilable à une courbe de gausse. Cette étalement va nous donner la résolution maximale du ciel, la **Seeing**.

Hors on sait que le Seeing en france va :
De 1 arcsec pour dans les coins bénis des dieux
À 3 arcsec pour le commun des mortels

Seeing et échantillonnage

Échantillonnage : Mesure, à intervalles réguliers, de la valeur de l'amplitude d'un signal, en vue d'établir une représentation approchée de ce signal.



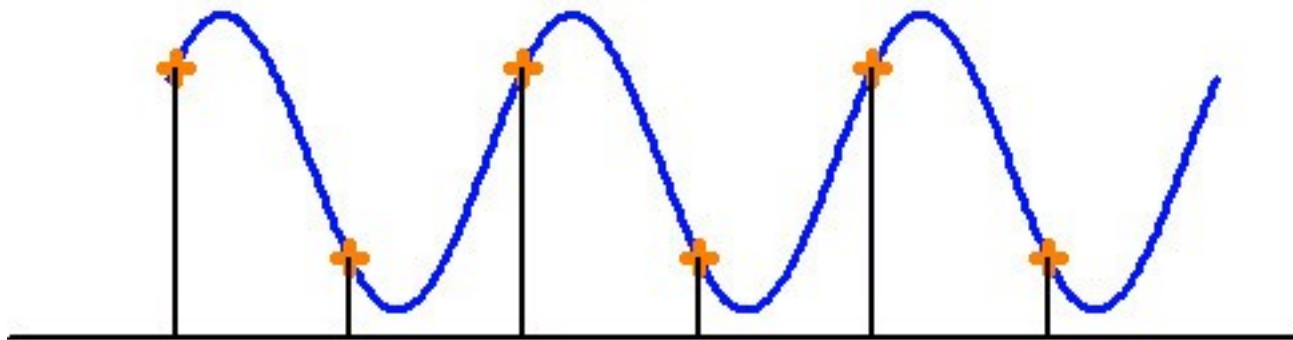
Sans être grande spécialiste on pressent assez bien qu'un échantillonnage insuffisant va nous donner des gros pixels...

Mais quel serait la valeur minimale ?

Le théorème de Nyquist-Shannon

Le bon échantillonnage est celui qui permet de restituer toute l'information contenue dans le signal analogique d'origine.

Echantillonnage de Shannon



Le théorème de Nyquist-Shannon dit que le pas d'échantillonnage doit être supérieur au double de la fréquence maximale présente dans ce signal.

Dit simplement : Il est nécessaire d'échantillonner au moins 2 points par période.

Exemple : L'oreille humaine entend les sons dont la fréquence est comprise entre 20 Hz et 20000 Hz

→ La fréquence d'échantillonnage d'un CD audio est de 44100Hz

Application concrète

Prenons un endroit Français pas franchement verni avec un Seeing de 3 arcsec.

Pour restituer le signal, Nyquist-Shannon nous indique donc un échantillonnage minimum de 1,5 arcsec. Pour ne pas être trop limite, disons 1 arcsec.

$$\text{Echantillonnage} = \frac{206 \cdot \text{taillePixel}}{\text{focale}}$$

L'échantillonnage: seg arc / Pixel
Taille du pixel: μm
Focale de l'instrument: mm

Pour l'exemple prenons un Newton 150/750...

$$\text{taillePixel} = \frac{1 \cdot 750}{206} = 3,64 \mu\text{m}$$

La capacité de suivi de la monture doit absolument être plus précise que l'échantillonnage de votre imageur sous peine de se voir sur vos photos.





Fin
Merci pour votre courage