

Faire des photos d'étoiles

avoir des étoiles nettes

La Terre tourne, et les étoiles ne sont donc pas fixes dans notre référentiel. Le risque d'une exposition trop longue est assez similaire à un flou de bouger, même si l'appareil photo est parfaitement stabilisé. L'objectif est donc de limiter l'exposition à une durée qui ne permette pas à l'image de l'étoile de se déplacer suffisamment pour "baver" sur trop de pixels.

la théorie

Au maximum, près du plan de l'écliptique, une étoile se déplace à la vitesse de rotation de la Terre, environ 360° en 24h soit $0,0042^\circ/s$ ou $7,3 \cdot 10^{-5}$ rad/s. Si on considère 6000 px de résolution horizontale (soit un capteur de 24 Mpx), et une focale de 35 mm, l'angle de vue est d'environ 63° soit 95 px/°. Pour limiter à une déviation de 1 px, il faut donc limiter la variation de l'angle à $1/95^\circ$ soit $2 \cdot 10^{-4}$ rad (ce qui est environ le pouvoir séparateur de l'œil humain). Le mouvement de l'étoile dépasse cette valeur après 2,5 s. C'est un peu extrême, en pratique 1 px de différence est bien plus petit que le diamètre de l'étoile elle-même. Et on photographie rarement une étoile au plan de l'écliptique.

On peut aussi calculer la durée pour que l'étoile parcoure sur le capteur une distance équivalente au [cercle de confusion](#) c . La variation angulaire

est donnée par :

$$\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{c}{2f}$$

La durée maximale (en supposant la variation angulaire faible et donc la tangente de l'angle égale à l'angle lui-même) est donc de :

$$\Delta t \approx \frac{c \cdot 3600 \cdot 24}{2 \cdot \pi \cdot f} \approx \frac{412}{f}$$

avec f en mm ## en pratique

Règle des 500 La durée maximale pour avoir des étoiles nettes est $500/focale$ pour un capteur plein format, donc $500/focale/1,6$ pour un capteur APS-C Canon ou $500/focale/1,5$ chez Sony ou Nikon.

Exemple : avec une focale de 18 mm, le temps de pose maximum sera de

$$500/18/1.6 = 17s$$

Évidemment il faut aussi utiliser un trépied ! # poses (très) longues

Il est possible soit de faire plusieurs photos qui seront [ensuite assemblées](#), soit une seule photo en pose longue. Une seule prise va accentuer le bruit, alors que, si on suppose le bruit aléatoire d'une photo à l'autre, la fusion des différentes photos va fortement l'atténuer.

La pose unique peut être un moyen de réduire l'ouverture et donc d'augmenter la profondeur de champ. C'est l'assurance d'une meilleure netteté (voir la page sur la [profondeur de champ](#)).

Référence intéressante : <https://francis-gagnon.com/2017/06/17/reussir-ses-longues-expositions-nocturnes-rapidement/>

mode opératoire

1. Régler l'appareil avec ISO max et l'objectif avec ouverture max (mode manuel bien sûr)
2. Tester ensuite différents temps de pose pour obtenir la bonne luminosité. On se fiche de la qualité de la photo à ce stade (flou de bouger et bruit en particulier).
3. Ajuster ensuite le temps de pose suivant la [règle des équivalences](#) :
 - la durée est proportionnelle à la sensibilité ISO : diviser la sensibilité par 2 revient à multiplier la durée par 2 pour avoir une luminosité équivalente
 - la durée est proportionnelle au carré de l'ouverture : passer de f/2 à f/8 revient à réduire l'ouverture par 4 et donc multiplier la durée par 16

Exemple : - réglage initial à ISO 1600 et f/4 - luminosité satisfaisante avec une pose de 30s - passage à ISO 100 : durée multipliée par 16 - passage à f/8 : durée multipliée par 4 - durée finale : $30 \times 16 \times 4 = 1920 \text{ s} = 32 \text{ min}$

Pour faire une série de photos ou une seule pose longue, j'ai besoin d'une télécommande pour mon appareil. Dans les deux cas, je règle la durée d'exposition, puis je bloque la télécommande : - une pose longue en mode `bulb` sera arrêtée en débloquant la télécommande - une pose plus courte sera répétée (plusieurs photos) tant que la télécommande est bloquée

