

## Projection du Soleil avec une lunette ou un télescope

L'observation du Soleil avec un instrument optique, jumelles, lunettes ou télescope, peut être dangereuse s'il n'y a pas adaptation. Une façon simple d'obtenir une grande image sans risque, est de projeter sur un écran moyennant quelques précautions élémentaires. La connaissance des paramètres du système et de leur variations permet de maîtriser la fabrication du matériel d'observation : grandeurs, position...

### Principe

L'image du Soleil formée au plan focal de l'objectif (miroir ou lentille) est reprise par l'oculaire qui en donne une image réelle visible sur un écran à l'extérieur de l'appareil (figure 1). La taille de l'image sur l'écran est fonction des paramètres de l'instrument et des positions relatives des différentes parties optiques.

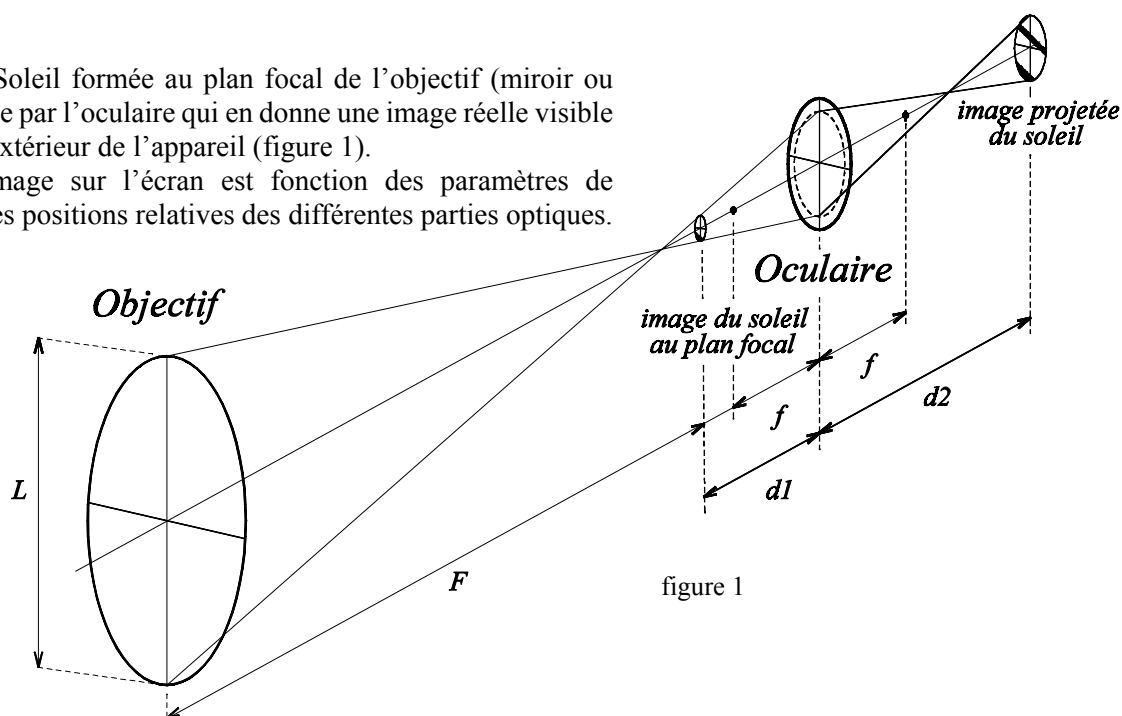


figure 1

Les **paramètres de l'instrument** sont :

- Focale de l'objectif  $F$
- Focale de l'oculaire  $f$
- Diamètre de l'objectif  $L$
- Diamètre optique oculaire  $l$
- Distance plan focal - foyer oculaire  $d_1$

Ce qui donne les **caractéristiques des images** et du **faisceau** :

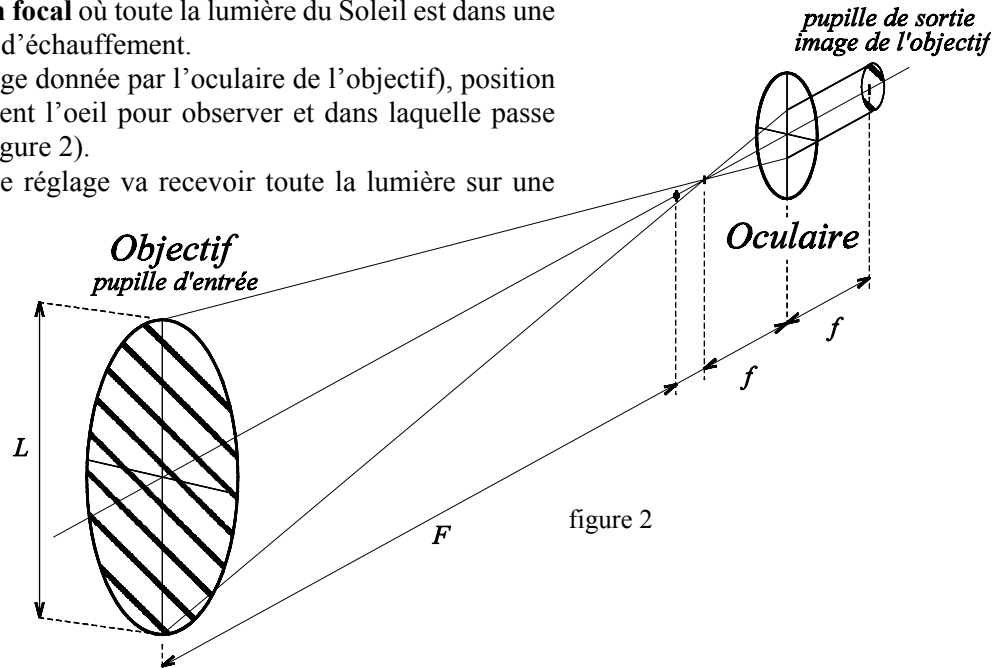
- Position image soleil derrière oculaire  $d_2$
- Diamètre image solaire au foyer  $D$
- Diamètre image soleil  $D'$
  
- Diamètre du faisceau sur l'oculaire  $h$
- Position de la pupille derrière l'oculaire  $p$
- Diamètre pupille de sortie  $d$
- Distance maximale de tirage  $t$

Pour pouvoir connaître en fonction de son instrument les dimensions et position de l'écran de projection, il faut faire quelques calculs. Ceux-ci peuvent être faits au moyen d'un tableur qui permet de faire varier tous les paramètres. Les formules employées sont données dans la *partie calcul* ci-après. Le fichier excel *calcul\_image\_soleil.xls* permet de calculer toutes les données ci-dessus.

## Précautions

Les endroits à risques sont :

- l'image du Soleil au **plan focal** où toute la lumière du Soleil est dans une petite image avec risque d'échauffement.
- la **pupille de sortie** (image donnée par l'oculaire de l'objectif), position où l'on met habituellement l'oeil pour observer et dans laquelle passe toute la lumière reçue (figure 2).
- L'**oculaire** qui suivant le réglage va recevoir toute la lumière sur une petite surface



## Quelques formules pour suivre les calculs

Les formules ci-dessous sont une approche simplifiée du calcul, les objectif et oculaire sont ici considérés comme des lentilles minces.

Toutes ces formules se retrouvent simplement à partir du schéma optique du système objectif-oculaire. Les distances sont toutes prises positives.

On prend pour diamètre angulaire moyen du Soleil  $a = 31'$ .

**Diamètre de l'image du Soleil** (figure 3)  $D = \tan a \cdot F$  car l'angle  $a$  est petit.

Remarque : la grandeur de l'image augmente avec la focale.

**Position de l'écran derrière l'oculaire** (figure 3)  $d_2 = \frac{f \cdot d_1}{d_1 - f}$

Remarque : si  $d_1$  se rapproche de  $f$  le dénominateur devient petit, donc  $d_2$  devient grand, l'image se forme très loin.

**Diamètre de l'image projetée** (figure 3)  $D' = D \cdot \frac{d_2}{d_1}$

Remarque : ceci permet d'ajuster la grandeur de l'image projetée à une valeur prédéterminée.

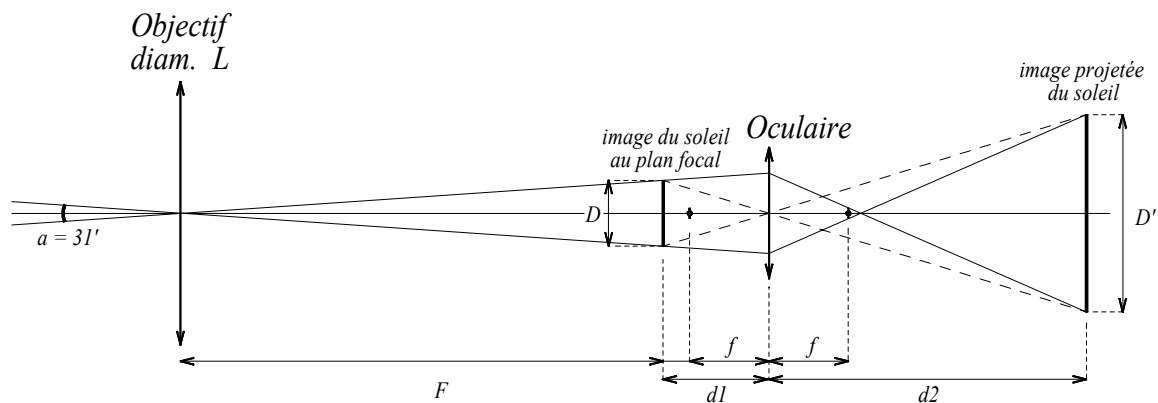


figure 3

**Position de la pupille** (figure 4)

$$p = f \cdot \frac{F + d_1}{F + d_1 - f}$$

**Diamètre de la pupille** (figure 4)

$$d = \frac{p \cdot L}{F + d_1} = \frac{L f}{F + d_1 - f}$$

Plus la focale de l'instrument est grande, plus la pupille est petite, et plus la lumière est dense.

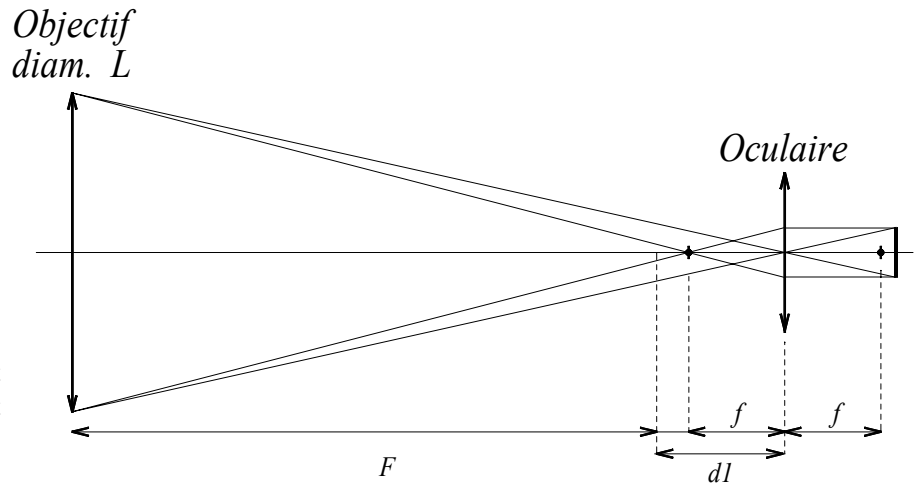


figure 4

**Diamètre du faisceau sur l'oculaire** (figure 5)

$$h = \frac{d_1}{F} \cdot (L + D) + D$$

Remarque : trop sortir l'oculaire (augmenter  $d_1$ ) risque de donner un faisceau plus large que l'optique d'entrée de l'oculaire. Il y aura donc vignettage, réflexion parasite et échauffement de la monture.

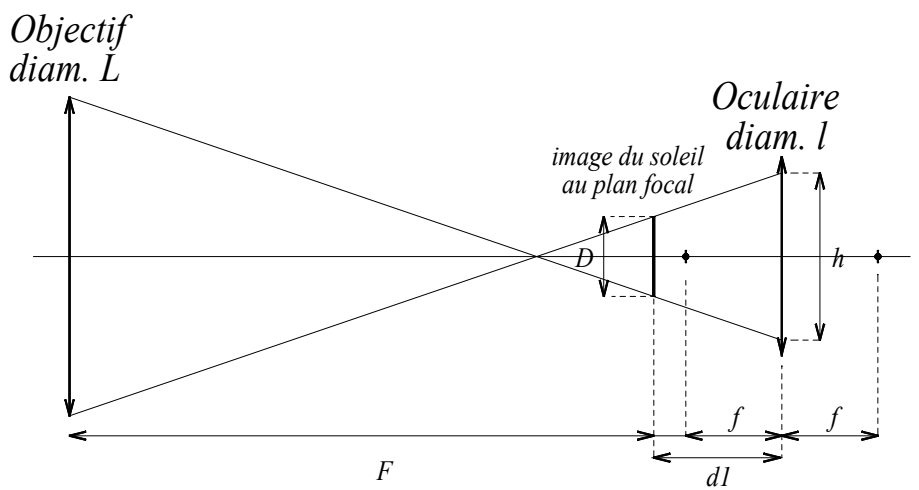


figure 5

Tirage limite pour ne pas vignetter :  $t = \frac{(l - D) \cdot F}{L + D}$

**Remarques :**

- Une optique poussiéreuse absorbe plus de lumière, et dans le cas de l'observation du Soleil s'échauffe plus et plus vite.
- Par sécurité, n'observer le Soleil que sur des laps de temps courts, puis obturer l'objectif et laisser refroidir l'appareil.
- Bien mettre un cache sur l'objectif du viseur qui lui aussi pointe le Soleil, car c'est à l'oculaire du viseur qu'il y a des risques de placer l'oeil par curiosité.