Les instruments d'optique astronomique (seconde partie):

2. Caractéristiques générales et communes aux deux types d'instruments :

2.1. Ouverture relative :

On appelle ainsi le rapport $m = F/D$ où F est la distance focale de l'objectif et D son ouverture.

Dans le cas des lunettes à doublet, ce rapport ne peut être inférieur à 12 sous peine d'observer de nombreuses aberrations.

2.2. Pouvoir de résolution :

Lorsqu'on examine, avec de forts grossissements, l'image d'un objet ponctuel (une étoile située à l'infini, par exemple), on constate que cette image n'est pas elle-même ponctuelle. L'image physique est constituée d'un disque (faux disque de l'étoile) entouré d'anneaux concentriques successivement sombres et lumineux. C'est la tache de diffraction fournie par l'objectif; ceci ne s'explique que par le comportement ondulatoire de la lumière.

Le rayon angulaire a du faux disque vaut

$$a = 1{,}22\ \lambda/D \quad \text{(en radian)}$$
$$= 1{,}22\ \lambda/D\ 206265 \quad \text{(en '' de degrés)}$$

Son rayon linéaire r est donné par

$$r = 1{,}22\ \lambda F/D$$

où λ est la longueur d'onde de la lumière éclairant l'objectif. On prend généralement $\lambda = 0{,}55$ µm, maximum de sensibilité de l'œil.
Pour un objectif de 14 cm d'ouverture, le rayon angulaire de la tache de diffraction vaut 1" et son rayon linéaire 0,67 F/D µm. Si la distance angulaire entre deux étoiles est nettement inférieure au rayon angulaire a, leurs faux disques se recouvrent et on ne parvient pas à les séparer. La pratique montre que si la distance angulaire est supérieure à 85% du rayon des faux disques, on commence à distinguer les deux images. C'est la limite p de résolution de l'instrument:

$$p = 0{,}85\ a = 12''/D \qquad \text{à condition d'exprimer D en cm.}$$

Quant à l'œil nu, l'expérience montre qu'il ne peut séparer des points dont la distance angulaire est inférieure à 1' (= 60").

2.3. Grossissement :

2.3.1. Si la distance angulaire entre deux étoiles observées à l'oeil nu est égale à α, au travers d'une lunette, elle devient β; on appelle grossissement G de l'oculaire le rapport de β à α

$$G = \beta/\alpha = F/f$$

où F est la distance focale de l'objectif et f celle de l'oculaire.

2.3.2. Si l'objectif a une ouverture D, la pupille de sortie d (diamètre du faisceau sortant de l'oculaire) vaut

$$d = D/G$$

C'est le diamètre du cercle oculaire (fig. 3). Il ne peut, en aucune manière, être supérieur au diamètre de la pupille de l'œil (6 mm, la nuit).
Ceci explique que le grossissement doit, au minimum, être tel que

$$G_{éq} = D(mm)/6(mm)$$

C'est ce qu'on appelle le grossissement équipupillaire.

Exemple : Soit une lunette de 6 cm d'ouverture, de distance focale égale à 90 cm.

$F = 90$ cm $\qquad D = 6$ cm $\qquad F/D = 15$

$$F/f = G = D/d$$

Le grossissement équipupillaire est tel que d = 6 mm

$$\Rightarrow G_{éq} = 6 \text{ cm}/ 6 \text{ mm} = 10$$

$$\Rightarrow f = F/G = 90 \text{ cm}/ 10 = 9 \text{ cm}$$

2.3.3. Nous avons vu que le pouvoir séparateur de l'œil vaut, au mieux, 1'. Il y a donc intérêt à utiliser un grossissement tel que deux astres, tout juste séparés par l'objectif, soient vus au travers de l'oculaire à une distance angulaire de 1', au moins. Ce grossissement porte le nom de grossissement résolvant G_r

$$G_r = 60''/p = 60'' \quad D \text{ (cm)}/12 \text{ (cm)} \Rightarrow G_r = R \text{ mm}/ 1 \text{ mm}$$

On constate que $G_r = 3G_{éq}$ et que le cercle oculaire a un diamètre de 2 mm.
Dans l'exemple ci-dessus, $G_r = 30$ et f = 30 mm.
2.3.4. L'expérience prouve qu'il n'y a pas lieu de dépasser $5G_r$, les défauts d'image dus aux imperfections de l'objectif et l'agitation atmosphérique devenant trop apparents.

Article paru dans« l'escargot », la revue de l'asbl en octobre 1993 (Escargot 93/4)