

# Formulaire d'optique géométrique

Emmanuel Bigler

## Table des matières

<b>I Miroirs plans</b>	<b>3</b>
<b>II Miroirs sphériques</b>	<b>3</b>
<b>III Prisme</b>	<b>4</b>
<b>IV lame à faces parallèles</b>	<b>5</b>
<b>V Dioptré sphérique</b>	<b>6</b>
<b>VI Lentilles minces</b>	<b>7</b>
VI 1 Convergentes : . . . . .	7
VI 2 Formules algébriques générales . . . . .	7
VI 3 Association de deux lentilles minces . . . . .	9
<b>VII Focométrie</b>	<b>9</b>
VII 1 Méthode de Cornu . . . . .	9
VII 2 Méthode simplifiée pour les systèmes convergents. . . . .	10
<b>VIII Instruments visuels classiques</b>	<b>12</b>
VIII 1 Oeil . . . . .	12
VIII 2 Loupe . . . . .	12
VIII 3 Microscope . . . . .	12
VIII 4 Lunette astronomique . . . . .	13
VIII 5 Jumelles terrestres . . . . .	13
VIII 6 Annexe : Réglage des instruments pour éviter la fatigue visuelle . . . . .	14

## Introduction

La pratique des appareils photo tout automatiques, dont le téléphone portable représente peut-être un exemple emblématique dans la pratique photographique en ce début du XXI<sup>e</sup> siècle, éloigne naturellement le photographe des vieux principes de la formation d'une image optique, et lorsqu'il passe au moyen format ou à la chambre, et a fortiori lorsqu'il se lance dans une construction personnelle –ce que le grand format permet de façon passionnante– se posent de nombreuses questions auxquelles le forum de discussion galerie-photo.info essaie de répondre : déplacement d'une image au passage à travers une lame de verre, montage possible ou pas de courtes ou de longues focales sur une chambre donnée, utilisation et distances de mise au point possibles avec des bonnettes ou des tubes-allonge, etc... mais de fait toutes les réponses découlent des bases de l'optique géométrique traditionnelle et de quelques formules simples et « bien connues ».

Bien entendu, il est de règle de pratiquer le moyen format ou le grand format sans jamais faire appel aux formulaires et schémas des cours académiques ! Le lien purement manuel, visuel et tactile du photographe avec un appareil dépourvu de tout automatisme semble *a priori* peu compatible avec une espèce de démarche intellectuelle qui voudrait tout modéliser et tout calculer par avance... Mais par ailleurs le nombre de questions fréquemment posées sur le forum de galerie-photo.info nous montre qu'un petit tour par les bons ouvrages et les cours de formation de base (comme ceux du CAP, par exemple) ne nuiront jamais à une pratique artistique.

Le présent aide-mémoire a donc pour but d'inciter les lecteurs qui veulent aller plus loin dans leur pratique des appareils moyen format et de la chambre technique –les pratiquants des petits formats à film et des appareils numériques étant aussi les bienvenus !– à relire les traités classiques d'optique géométrique ou instrumentale et à avoir par la suite sous la main le présent article pour retrouver rapidement une formule ou un schéma.

## Bibliographie

- *Éléments de technologie pour comprendre la photographie*, FERRIÈRES, MICHEL DE / BOUHOT, GÉRARD - éditions VM , 1999 .- 7e ed., 288 p. ISBN 2-86258-202-6 (Niveau CAP)
- *Optique géométrique et ondulatoire*, PÉREZ, J.P., éditions Masson, ISBN 2-2258-1369-8
- *Les Instruments d'Optique : Étude théorique, expérimentale et pratique*, DETTWILLER, LUC, éditions Ellipses (1997) ISBN 2-7298-5701-X
- Ouvrage ancien, mais complet et qui a été ré-édité : *Optique géométrique*, MOUSSA/PONSONNET, éditions Casteilla (2000) ISBN 2-7135-1223-9

## I Miroirs plans

A' est symétrique de A par rapport au plan du miroir

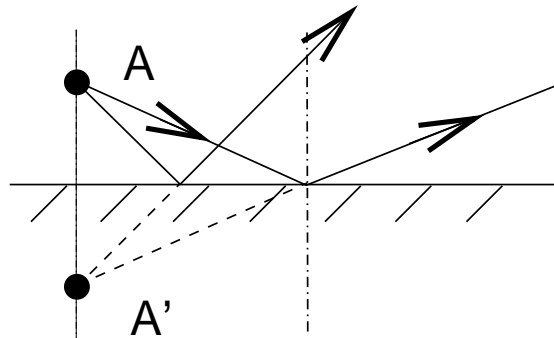


FIGURE 1 – L'image dans un miroir plan est symétrique de l'objet par rapport au plan du miroir

- nombre pair de miroirs = rotation + translation
- nombre impair de miroirs = symétrie + translation

## II Miroirs sphériques

Formules paraxiales algébriques : p. ex.  $\overline{CS} = -\overline{SC}$

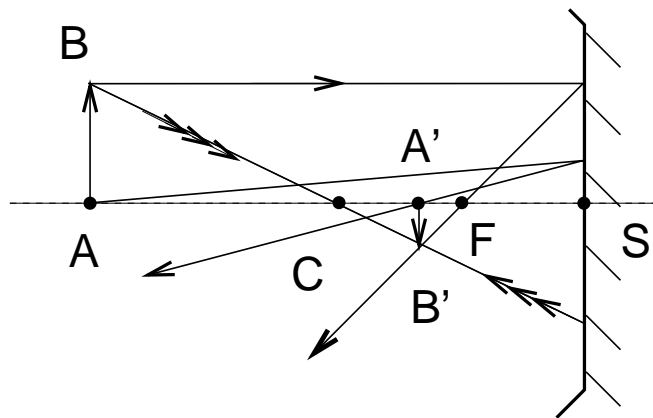


FIGURE 2 – Miroir sphérique convergent, constructions paraxiales

Un rayon incident parallèle à l'axe passe par le foyer  $F$  après réflexion; un rayon passant par le centre  $C$  retourne sur lui-même après réflexion.

$$\overline{CS} = R; \overline{SF} = f = \frac{\overline{SC}}{2}$$

formules avec origine au centre  $C$  : 
$$\frac{1}{\overline{CA}} + \frac{1}{\overline{CA'}} = \frac{2}{\overline{CS}}$$

formules avec origine au sommet  $S$  : 
$$\frac{1}{\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA'}} = \frac{2}{\overline{SC}}$$

grandissement  $\gamma = -\frac{f}{\overline{FA}} = -\frac{\overline{FA'}}{f}$ ;  $\overline{FA} \times \overline{FA'} = f^2$

### III Prisme

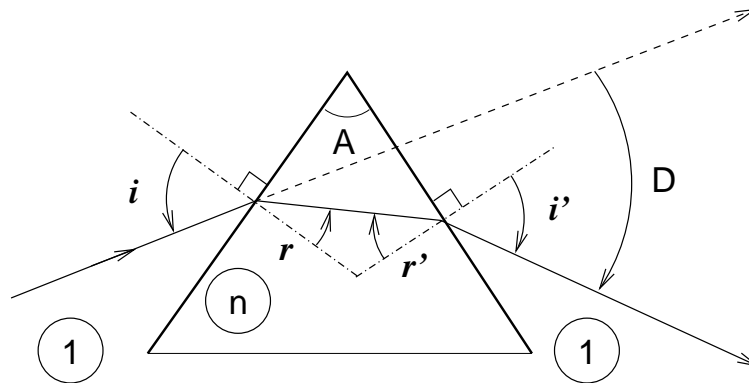


FIGURE 3 – Déviation par un prisme, cas général

Angle au sommet  $A$ , indice  $n$ , déviation  $D$ . relations fondamentales :

$$\sin i = n \sin r; \sin i' = n \sin r'; r + r' = A; D = i + i' - A$$

Il existe un minimum de déviation dans la configuration symétrique  $i = i'$  et  $r = r'$ . Dans ce cas, on a

$$i = \frac{D_m + A}{2}; r = \frac{A}{2}$$

on en déduit l'indice du prisme, ce qui permet des mesures de  $n$  :

$$n = \frac{\sin \frac{D_m + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

Prisme d'angle faible :

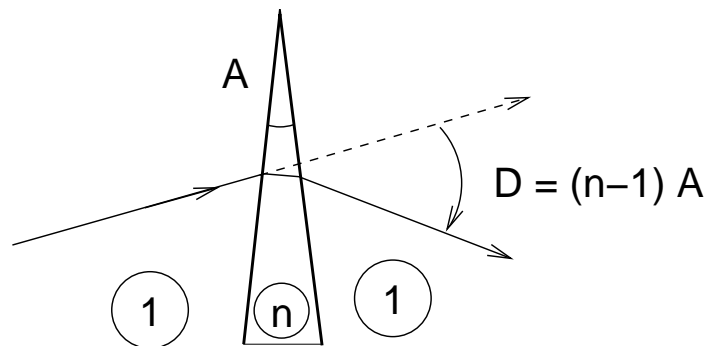


FIGURE 4 – Déviation par un prisme d'angle faible

On a dans ce cas la relation approchée :  $D = (n - 1)A$ . Même si le prisme est d'angle faible, et *a fortiori* dans le cas général, un prisme n'est stigmatique que pour des rayons parallèles en entrée, autrement dit un point-source à l'infini. Un point source à distance finie donnera une image floue en sortie. De plus en éclairage polychromatique la dispersion des couleurs empire encore le phénomène.

Dispersion : l'indice  $n$  dépend de la longueur d'onde  $\lambda$ , et donc  $D$  dépend de  $\lambda$ .

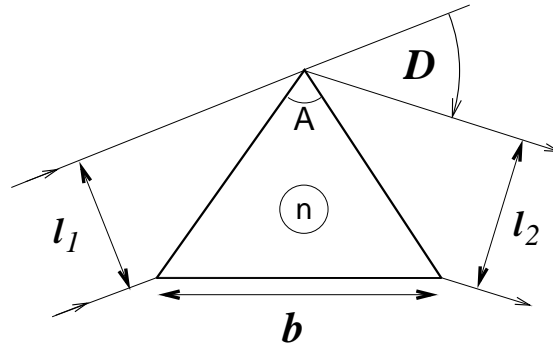


FIGURE 5 – Relation entre la dispersion du prisme et sa géométrie

Sachant que  $\frac{dn}{d\lambda}$  dépend du verre, on peut écrire

$$\frac{dD}{d\lambda} = \frac{dD}{dn} \times \frac{dn}{d\lambda}$$

$\frac{dD}{dn}$  peut être calculé géométriquement et vaut  $\frac{b}{l_2}$ .

#### IV – Lame à faces parallèles

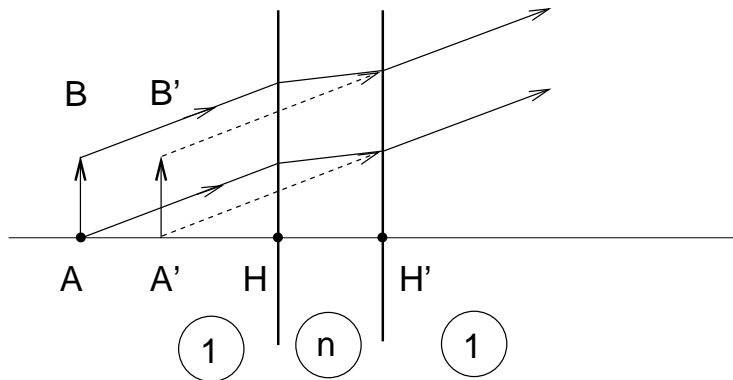


FIGURE 6 – L'effet d'une lame à face parallèles est une translation constante entre l'objet et l'image

$$\overline{AA'} = \overline{HH'} \left( 1 - \frac{1}{n} \right)$$

Exemple : air/verre :  $n = \frac{3}{2}$  ;  $\overline{AA'} \simeq \frac{1}{3} \overline{HH'}$

## V Dioptre sphérique

Formule de Lagrange-Helmholtz :

$$n_1 \overline{A_1 B_1} \sin u_1 = n_2 \overline{A_2 B_2} \sin u_2$$

$$f_1 = \overline{SF_1} = \overline{SC} \frac{n_1}{n_1 - n_2} ; f_2 = \overline{SF_2} = \overline{SC} \frac{n_2}{n_2 - n_1}$$

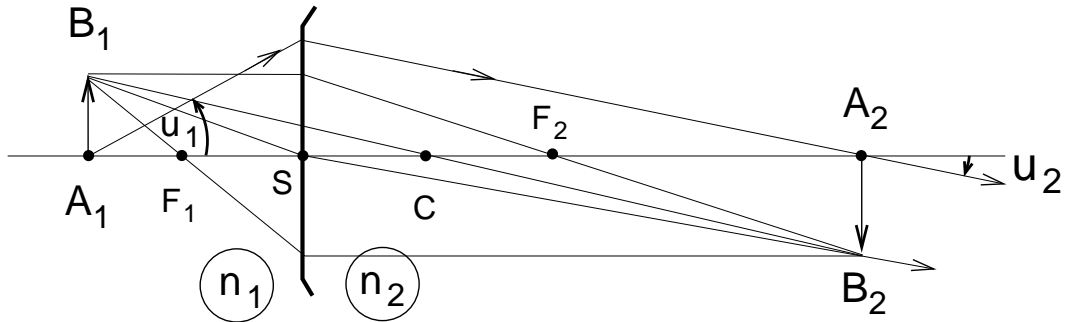


FIGURE 7 – Constructions paraxiales objet-image dans un dioptre sphérique

Dans un dioptre sphérique :

- pour que le dioptre existe il faut des indices  $n_1$  et  $n_2$  différents !
- les distances focales  $f_1$  et  $f_2$  sont donc différentes
- le rayon qui passe par le centre n'est pas dévié
- mais le rayon qui passe par le sommet est dévié ! (attention, ne pas confondre avec ce qui se passe dans une lentille mince)

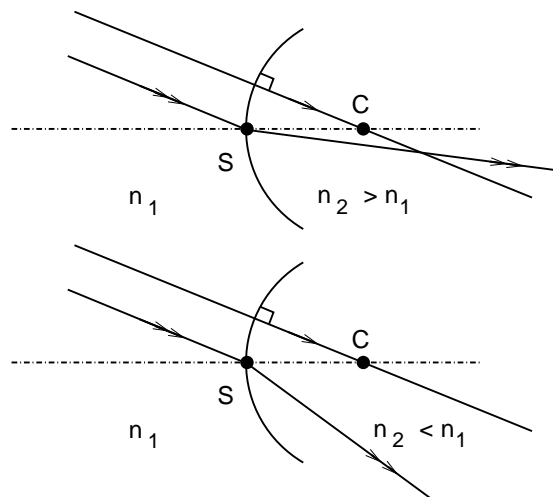


FIGURE 8 – Tracé de rayons du dioptre sphérique suivant les indice des milieux

Formules avec origine au sommet :

$$\frac{n_1}{\overline{SA_1}} - \frac{n_2}{\overline{SA_2}} = \frac{n_1 - n_2}{\overline{SC}}$$

Formules avec origine au centre (noter le *croisement d'indices* par rapport au cas précédent) :

$$\frac{n_1}{\overline{CA_2}} - \frac{n_2}{\overline{CA_1}} = \frac{n_1 - n_2}{\overline{CS}}$$

## VI Lentilles minces

### VI 1 Convergentes :

Formules de Descartes « arithmétique » (toutes grandeurs positives) pour les applications de type prise de vue photographique ou projection de diapositives ou de transparents avec objet réel  $A_1$  et une image réelle  $A_2$  :

$$p = A_1S; p' = SA_2; f = FS = SF'; \boxed{\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}}$$

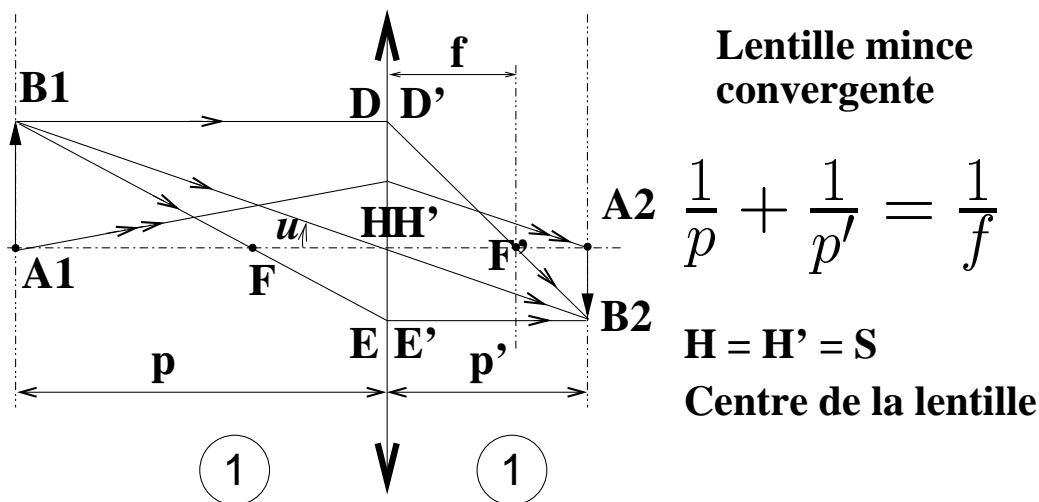


FIGURE 9 – Construction de l'image d'un objet dans une lentille mince convergente

Pour que la conjugaison objet-image puisse se faire, on montre qu'une distance minimum objet-image est nécessaire :

$$\boxed{A_1A_2 \geq 4f}$$

Exemples : pour faire une projection avec une lentille convergente de 250 mm de focale ; il est impossible de « faire la netteté » s'il y a moins de 1m entre l'objet et l'écran. Pour un projecteur de diapositives 24×36 équipé d'une optique de focale 90 mm cette distance est ramenée à 360 mm. À la distance minimum  $A_1A_2 = 4f$  on est au rapport 1 : 1 qui a peu d'intérêt pour une projection (sauf pour un transport d'image avec renversement dans un instrument), mais ce qui correspond à la situation de macrophoto avec l'image aussi grande que l'objet. En prise de vue cette configuration dite « 2f-2f » correspond au rapport 1 : 1 (image = objet) ce qui permet de photographier un timbre-poste plein cadre en 24×36. Par rapport à la prise de vue courante, objet à l'infini, il faudra donc rallonger la distance objectif-film d'une distance égale à la focale, à l'aide d'une ou plusieurs bagues-allonge ou d'un soufflet (voir plus bas « focométrie »).

### VI 2 Formules algébriques générales

Pour tout système centré, dans l'approximation de Gauss.

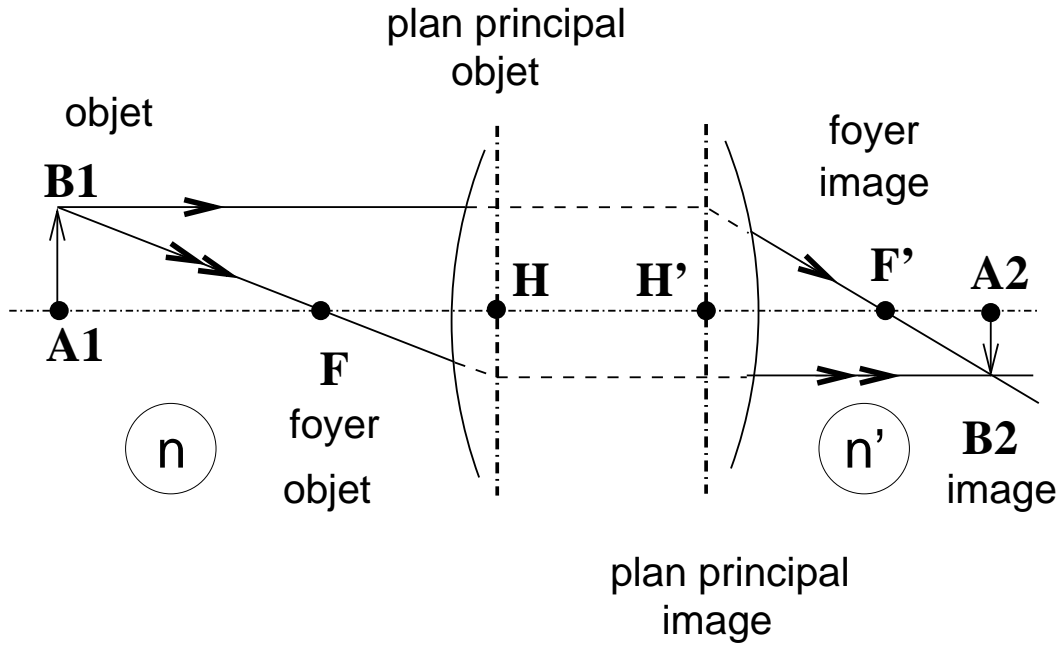


FIGURE 10 – Foyers et plans principaux d'un système centré épais

Formules de Descartes généralisées avec origines aux plans principaux  $H$  et  $H'$ ; s'il faut ne se souvenir que d'une seule formule algébrique, valable dans tous les cas (objets réels ou virtuels, lentilles convergentes ou divergentes, association de lentilles minces ou épaisses) c'est celle-ci :

$$\boxed{V' = V + C}$$

où  $C$  désigne la *convergence* du système, avec :

$$\boxed{V = \frac{n}{\overline{HA_1}}; V' = \frac{n'}{\overline{H'A_2}}; C = \frac{n'}{\overline{H'F'}}; \frac{\overline{HF}}{\overline{H'F'}} = -\frac{n}{n'}; f = \overline{HF}; f' = \overline{H'F'}}$$

Les points principaux  $H$  et  $H'$  sont les points de l'axe optique situés dans les plans principaux. Les plans principaux sont des plans objet/image conjugués avec un grandissement égal à +1. On trouve les plans principaux en cherchant l'intersection d'un rayon parallèle à l'axe avec le rayon émergent correspondant (ceci détermine le plan principal image passant par  $H'$ ), ou d'un rayon émergent parallèle à l'axe avec le rayon incident correspondant (ceci détermine le plan principal objet passant par  $H$ ).

Grandissement :

$$\gamma = -\frac{\overline{HF}}{\overline{FA_1}} = -\frac{\overline{F'A_2}}{\overline{H'F'}}$$

Formules de Newton généralisées :

$$\boxed{\overline{FA_1} \times \overline{F'A_2} = \overline{HF} \times \overline{H'F'} = f \times f'}$$

Points nodaux  $N$  et  $N'$  : les points nodaux d'un système optique sont deux points de l'axe optique, conjugués l'un de l'autre et pour lesquels les rayons correspondants croisant l'axe en ces points font le même angle (rapport de convergence des rayons égal à +1). Pour les systèmes



optiques à milieux **d'entrée et de sortie identiques** (par exemple : dans l'air) **les points nodaux sont confondus avec les points principaux**, soit  $N = H, N' = H'$ .

Dans un tel système le plus courant, les distances focales objet et image sont égales et opposées soit :  $\overline{HF} = -\overline{H'F'}$ . Un système à milieux extrêmes identiques n'a donc qu'une seule distance focale,  $f' = \overline{H'F'}$  qui est *positive* pour un système convergent et *négative* pour un système divergent.

### VI 3 Association de deux lentilles minces

Considérons l'association de deux lentilles dans des milieux extrêmes d'indices  $n_1$  et  $n_2$ , avec un milieu intermédiaire d'indice  $n$ .

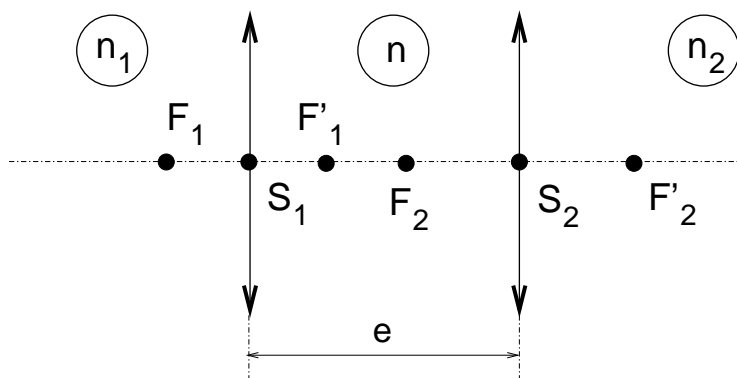


FIGURE 11 – Association de deux lentilles minces pour former un système épais

Soit  $C_1$  et  $C_2$  les convergences de chacune des deux lentilles :

$$C_1 = -\frac{n_1}{S_1F_1} = \frac{n}{S_1F'_1}; C_2 = -\frac{n}{S_2F_2} = \frac{n_2}{S_2F'_2};$$

La convergence  $C$  du système centré résultant s'écrit suivant la formule de Gullstrand :

$$C = \frac{n_2}{H'F'}; \quad \boxed{C = C_1 + C_2 - \frac{eC_1C_2}{n}}$$

Remarque : la position des plans principaux  $H$  et  $H'$  peut être *absolument quelconque* et sans rapport avec la position des centres des deux lentilles. *Cas particulier* : deux lentilles minces dans l'air avec  $e = 0$  (lentilles accolées)  $\Rightarrow C = C_1 + C_2$

## VII Focométrie

### VII 1 Méthode de Cornu

La source  $S$  est au foyer de la lentille  $L_0$ . On forme ainsi un collimateur.

— Réglage du collimateur : par exemple par auto-collimation avec un miroir plan placé sur  $L_0$ , renvoie la lumière vers  $S$ . Dans ce cas le collimateur sera réglé lorsque l'image de retour coïncide avec la source.

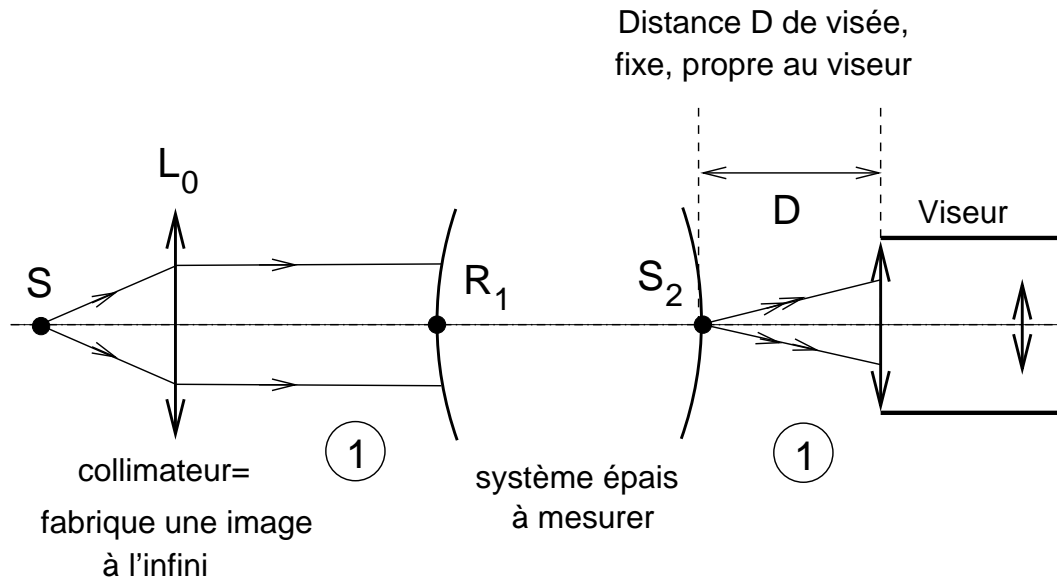


FIGURE 12 – Détermination de éléments cardinaux d'un système épais par la méthode de Cornu

- Collimateur réglé :  $S \rightarrow \infty \rightarrow$  donne alors à travers le système à mesurer une image  $F' = F_2$ , foyer-image du système.
  - pointer  $S_2$  la face de sortie
  - pointer  $R_2$  l'image de  $R_1$  à travers le système
- On retourne le système :  $S$  donne  $F = F_1$  le foyer-objet
  - pointer  $R_1$
  - pointer  $S_1$  l'image de  $S_2$  à travers le système
- Calculer les grandeurs  $\overline{F_2 S_2}, \overline{F_2 R_2}, \overline{F_1 R_1}, \overline{F_1 S_1}$
- Les formules de Newton donnent :  $\overline{HF} \times \overline{H'F'} = -f'^2 = \overline{F_1 R_1} \times \overline{F_2 R_2} = \overline{F_1 S_1} \times \overline{F_2 S_2}$

## VII 2 Méthode simplifiée pour les systèmes convergents.

Cette méthode est connue dans les traités français d'optique instrumentale sous le nom de **méthode de Davanne & Martin** (fin du XIX<sup>e</sup> siècle).

Remarque : le dessin représente  $H$  derrière  $H'$ , c'est une situation parfaitement possible pour un système épais.

- collimateur + faisceau parallèle  $\Rightarrow F'$  sur l'écran
- on règle la distance entre le système et l'écran pour que l'objet  $AB \rightarrow$  image en  $A'B'$  égale à  $AB$  mais *renversée* sur l'écran.<sup>1</sup>
- $\Rightarrow$  on est alors en position «  $2f-2f$  »  $\Rightarrow \overline{F'A'} = \overline{H'F'} = f'$ . (CQFD)
- Du recul de l'écran on déduit directement  $f'$  quelle que soit l'épaisseur du système ou sa complexité, et quelle que soit la position des plans principaux.

Cette méthode est typiquement applicable au cas des objectifs pour appareils photo.

1. *Rappel* : ceci n'est possible que si la distance objet-image est plus grande que  $4f'$  donc sur un système de focale  $f'$  inconnue il vaut mieux placer l'objet assez loin.

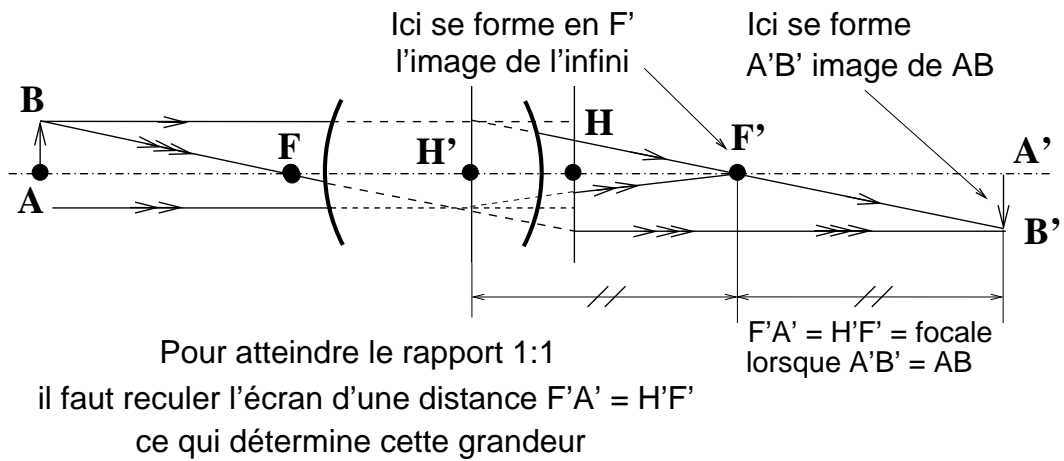


FIGURE 13 – Détermination simplifiée de la focale d'un système épais convergent, méthode infini-foyer et rapport 1 :1

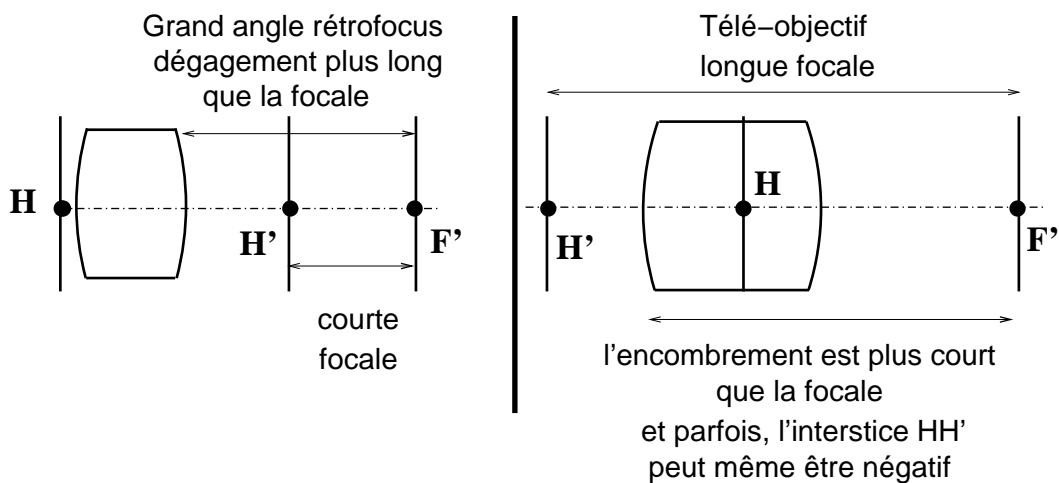


FIGURE 14 – Grands angulaires rétrofocus et télé-objectifs photographiques

## VIII Instruments visuels classiques

### VIII 1 Oeil

L'œil « normal » (ou « emmétrope ») voit net sans accommoder à l'infini.

- Un œil myope voit net sans accommoder à des distances typiques de l'ordre de  $D = 10$  cm (pour une correction de 10 dioptries, forte myopie) à 1 m (une dioptrie, faible myopie)
- Un œil hypermétrope doit faire un effort d'accommodation *même* pour voir à l'infini ; ceci entraîne *a fortiori* une fatigue visuelle pour la lecture ou l'écriture ( $D = 30$  cm).

### VIII 2 Loupe

L'objet est au foyer  $\Rightarrow$  l'image est renvoyée à l'infini.

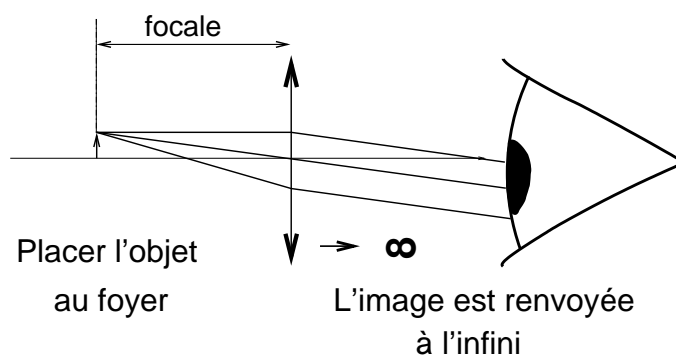


FIGURE 15 – Loupe en réglage visuel classique foyer->infini

Le *grossissement* intrinsèque « commercial » de la loupe est défini par :  $G_{ic} = \frac{1}{4f'}$ , où  $f'$  est la focale en mètres.

Exemple d'inscription sur une monture de loupe « 8× » signifie :  $G_{ic} = 8$  ;  $f' \simeq 3,1$  cm.

### VIII 3 Microscope

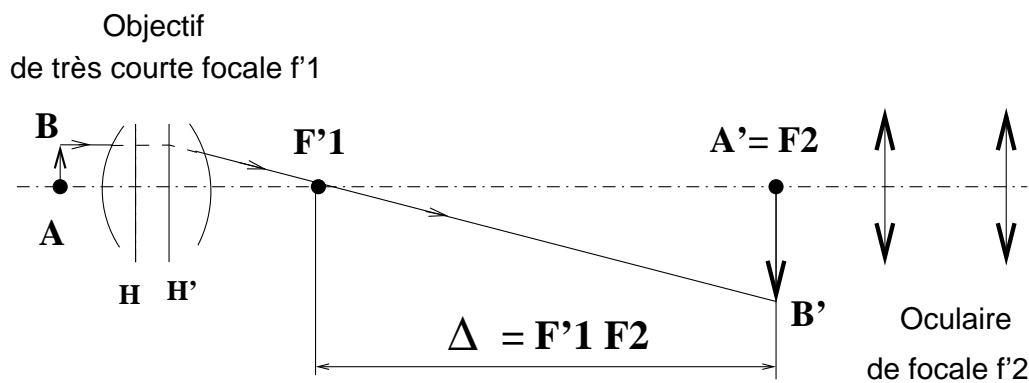


FIGURE 16 – Principe du microscope

$A'B'$  est l'image agrandie de  $AB$ . L'objectif du microscope est un système centré de très forte convergence (très courte focale  $f'_1$ , de quelques mm à 1 cm). L'oculaire est un autre système convergent qui renvoie à l'infini l'image  $A'B'$  donnée par l'objectif. Dans ces conditions on peut voir net sans accommoder. La distance  $\Delta = F'_1F_2 \simeq 16$  cm (longueur de tube) dans les microscopes classiques (ceux utilisés en biologie). On définit la *puissance*  $P$  du microscope par :  $P \simeq \frac{\Delta}{f'_1 f'_2}$ . Le grandissement  $\gamma$  (pour l'objectif) s'écrit  $\gamma_{obj.} = \frac{\Delta}{f'_1}$ . Le grossissement « commercial » du microscope s'écrit  $G_{cm} = \gamma_{obj.} \times G_{ocul.}$ . Les ordres de grandeur sont :  $G_{cm}$  de 25 à 2500,  $\gamma_{obj.}$  de 2,5 à 120, et pour les oculaires  $G_{ocul.}$  de 5 à 20.

#### VIII 4 Lunette astronomique

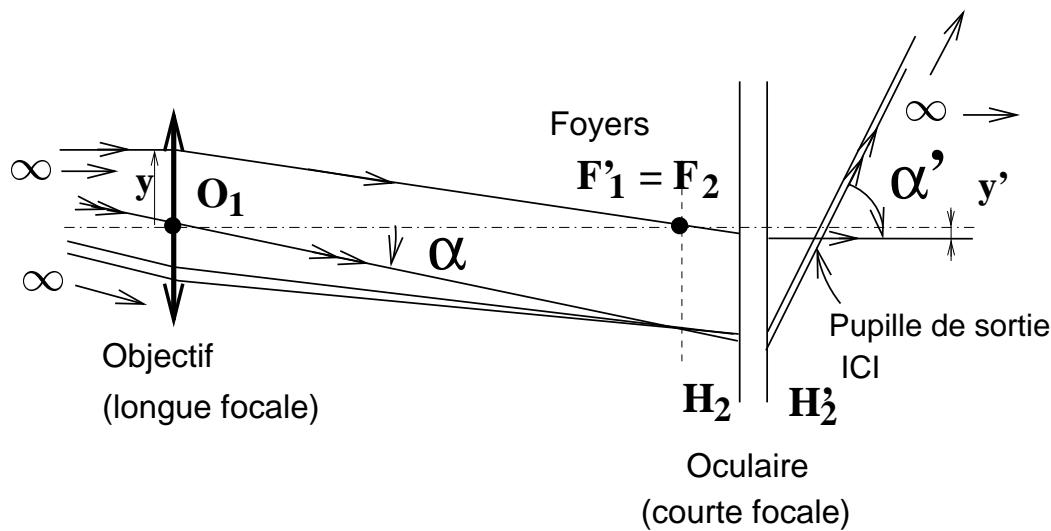


FIGURE 17 – Principe de la lunette astronomique en réglage « afocal » et position de la pupille de sortie, là où il faut placer l'oeil

La lunette est dite réglée *afocale* ou  $\infty - \infty$  si  $F'_1$  et  $F_2$  coïncident. Dans ce cas le grossissement angulaire  $G$  s'écrit :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\overline{O_1 F'_1}}{-\overline{F_2 H_2}} = -\frac{f'_1}{f'_2}$$

Pour un système centré afocal, le grandissement transversal  $\gamma$  est indépendant de la position de l'objet. Ce grandissement s'écrit :

$$\gamma = \frac{y'}{y} = \frac{1}{G} = -\frac{f'_2}{f'_1}$$

Exemples de valeurs :  $f'_1=1$  m,  $f'_2=2$  cm  $\Rightarrow G=-50$  (signe - car l'image est renversée).

#### VIII 5 Jumelles terrestres

Une paire de jumelles est équivalente à deux lunettes astronomiques couplées, associées à des prismes redresseurs en vue de remettre l'image « dans le bon sens ». Signification des indications commerciales :  $8 \times 20$  signifie : 8 pour le grossissement angulaire (sans unité) et 20

pour le diamètre de l'objectif exprimé en mm. Au-delà de  $G \simeq 10$  on ne gagne plus rien pour une utilisation à main levée à cause du flou de bougé.<sup>2</sup>

En divisant le diamètre de l'objectif (p.ex. 20 mm) par le grossissement (p.ex. 8) on obtient le diamètre de la « pupille de sortie » c.à.d le diamètre du faisceau lumineux juste en sortie de l'oculaire, soit 2,5 mm dans l'exemple choisi. Pour une utilisation des jumelles *de jour*, une pupille de sortie de 2,5 mm suffit. Avec des jumelles 8 × 50, la pupille de sortie sera de 6,25 mm ce qui n'est utile que pour une utilisation *de nuit*. En effet le jour la pupille de l'œil ne dépasse pas un diamètre de 2,5 mm environ, c'est donc elle qui limite le diamètre du faisceau : inutile de payer fort cher une 8 × 50 dans ce cas. De nuit en revanche la pupille d'œil étant ouverte de 6 mm de diamètre au moins, on bénéficiera d'un effet 'd'entonnoir à lumière' très utile pour l'observation des étoiles<sup>3</sup>.

## VIII 6 Annexe : Réglage des instruments pour éviter la fatigue visuelle

BUT : s'assurer que l'image observée est « loin devant » et non pas entre 1 et 20 cm... ce qui conduit à une accommodation forcée, d'autant plus gênante lorsque les deux yeux n'observent pas à la même distance, parce que l'instrument est dérégulé.

Pour tous les instruments binoculaires, il est primordial de régler correctement l'écart pupillaire, aucun opérateur n'étant fait de la même façon ! Les oculaires modernes à grand champ permettent de conserver les lunettes correctrices ; c'est important, en particulier pour la correction d'astigmatisme qui ne peut être obtenue que par les verres ophtalmiques. Une myopie ou une hypermétropie faibles, dépourvues d'astigmatisme seront par contre aisément compensées en retouchant le réglage de netteté central et la correction dioptrique de l'un ou l'autre oculaire (voir ci-dessous).

— Loupe binoculaire, microscope de faible puissance :

Déplacer l'ensemble objectif + oculaire pour l'éloigner de l'objet, puis rapprocher progressivement sans dépasser la mise au point optimale. Si on dépasse ce point, en très peu de déplacement du microscope l'image placée *a priori* à l'infini se rapproche en-deçà de 20cm, ce qui conduit à une accommodation forcée.

Inconvénient avec les microscopes de forte puissance, qui ont une très faible distance de visée frontale (1 mm ou moins) : avec cette méthode on risque d'abîmer l'objet ou de casser les lames couvre-objet (épaisseur : 0,16 à 0,18 mm) en s'approchant trop près. Dans les classes élémentaires les professeurs de sciences naturelles préconisent de mettre d'abord en contact avec l'objet ou la lame couvre-objet, puis d'éloigner progressivement le microscope. Cette deuxième méthode permet de diminuer la casse du matériel. Si on procède ainsi, il est alors préférable pour les yeux de dépasser le point de netteté et de « redescendre » pour reprendre la mise au point sans dépasser l'optimum. Dans tous ces réglages fins il est préférable de ne pas lâcher la vis pour pouvoir revenir facilement à une position de netteté qui passe souvent « fugitivement ».

— Jumelles, lunette astronomique :

Éloigner au maximum les oculaires des objectifs en jouant sur la vis de réglage centrale. Rapprocher progressivement sans dépasser la mise au point optimale. En général l'un des oculaires a un réglage supplémentaire destiné à compenser un éventuel écart

---

2. à l'exception notable de certains modèles récents équipés d'un système anti-bougé opto-mécanique inspiré de celui qui équipe certains télé-objectifs photo.

3. pour une discussion précise des gains éventuels de « luminosité » lorsqu'on compare l'observation à l'œil nu et l'observation à travers un instrument, voir les traités classiques. En effet le résultat n'est pas du tout intuitif.

dioptrique entre les deux yeux ; dans ce cas faire le réglage comme précédemment sur le côté de l'oculaire fixe avec la vis centrale, puis régler l'oculaire ajustable « dans le bon sens » c'est à dire en éloignant puis en rapprochant (dévisser, puis revisser...) l'oculaire des objectifs.

— Jumelles « modernes » à mise au point interne :

Les jumelles modernes de qualité ont souvent une mise au point « interne ». Il est impossible de voir si les oculaires s'écartent ou se rapprochent des objectifs, puisqu'en fait la mise au point s'effectue par déplacement interne d'un groupe de lentilles.

Dans ce cas, il est préférable de procéder comme suit :

— Régler grossièrement la netteté sur un objet « proche » (5 à 10 m)

— Pointer les jumelles vers l'objet lointain recherché ; pour retrouver la netteté à partir de la mise au point précédente, on est alors obligé de déplacer le réglage « dans le bon sens » pour l'accommodation de l'œil. Là encore, ne pas dépasser le point de meilleure netteté.

version du 4 novembre 2019

---

Voir les autres articles sur <http://www.galerie-photo.com>

Des questions ?

— Envoyez à l'auteur un courrier électronique :

<http://bigler.blog.free.fr/public/images/signature-eb-forums.jpg>

— Posez une question sur le forum de [galerie-photo.info](http://www.galerie-photo.info) :

<http://www.galerie-photo.info/forumgp>