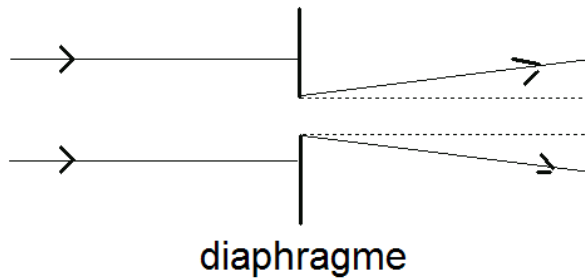


PSI2. Rappels d'optique géométrique.

Généralités. Dans un milieu homogène isotrope transparent, la lumière se propage en ligne droite (→ notion de rayon lumineux) à la vitesse c/n avec $n \geq 1$; n est l'indice optique du milieu et est généralement fonction de la longueur d'onde λ de l'onde mesurée dans le vide (loi de Cauchy $n \approx A + \frac{B}{\lambda^2}$).

indices : vide 1 air : 1,000293 eau : 1,33 verre : 1,4 à 2 diamant : 2,4

Quand on essaie d'isoler un rayon lumineux, le phénomène de diffraction apparaît :



Si la longueur d'onde de la lumière est λ , si la largeur du diaphragme est D , la divergence angulaire en sortie est de l'ordre de $\frac{\lambda}{D}$.

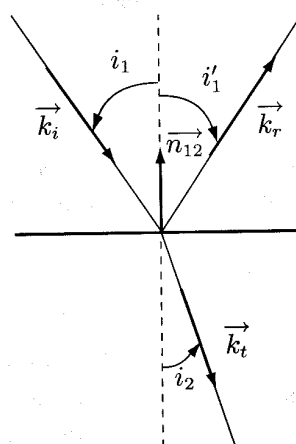
Lois de Snell-Descartes.

Soit un rayon incident arrivant en M sur un dioptre séparant deux milieux 1 et 2 d'indices respectifs n_1 et n_2 . Le rayon lumineux, M et la normale au dioptre définissent le PLAN D'INCIDENCE.

Le rayon incident donne naissance en M à un rayon réfléchi et à un rayon transmis tous deux dans le plan d'incidence (loi n°1), de l'autre côté de la normale.

La loi n°2 donne $i'_1 = -i_1$ loi de la réflexion, indépendante des indices et donc de la longueur d'onde, utilisée dans les appareils à miroirs. Pas de phénomène de chromatisme.

La loi n°3 donne : $n_1 \cdot \sin(i_1) = n_2 \cdot \sin(i_2)$ loi de la réfraction, utilisée dans les appareils à lentilles. Dioptrique. Phénomène de chromatisme.

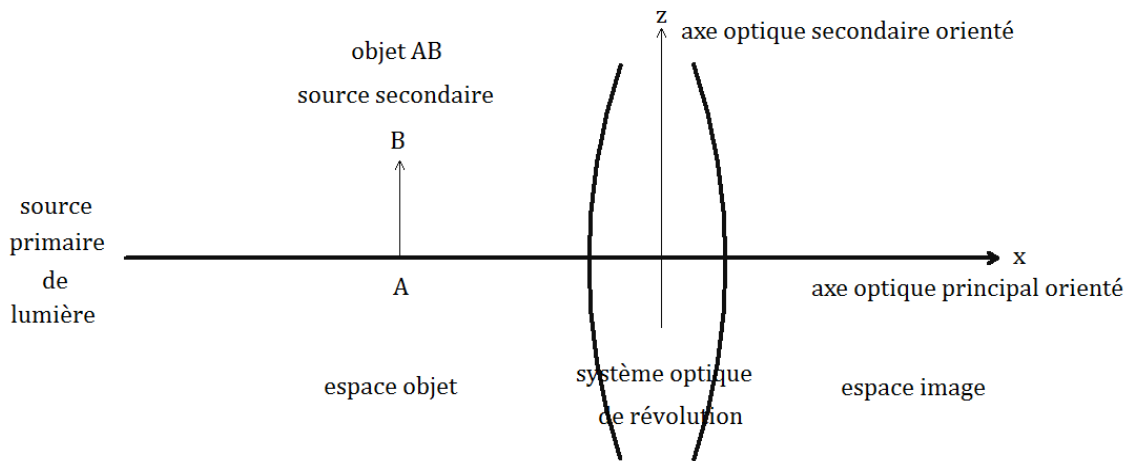


Si $n_1 \cdot \sin(i_1)/n_2 > 1$, il n' ya pas de solution pour le rayon réfracté, il y a alors REFLEXION TOTALE, toute l'énergie incidente se retrouve dans le rayon réfléchi.

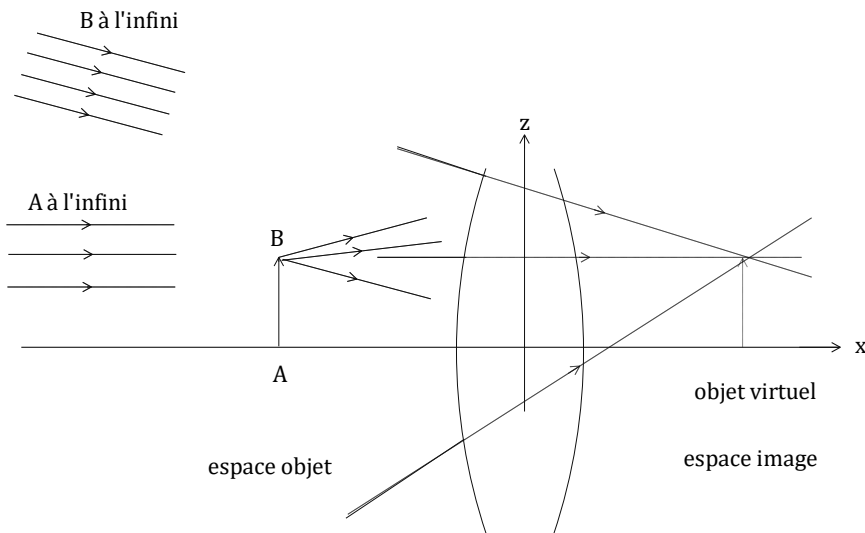
Pour la réflexion ou la réfraction séparément : **Loi du retour inverse de la lumière.**

Montages optiques centrés de révolution

1) Schéma de base d'un montage optique centré.



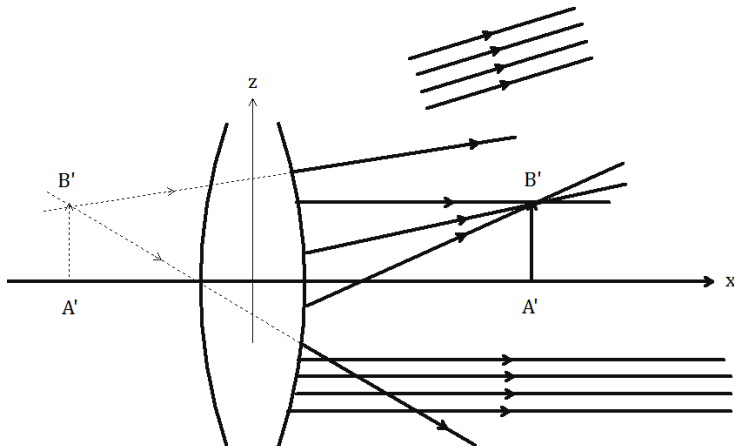
2) Rayons issus d'un point objet ou rayons incidents.



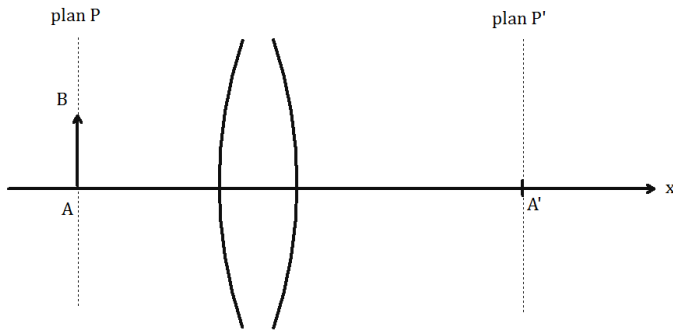
Si l'objet est virtuel, on dessine en pointillé la partie virtuelle des rayons incidents.

3) Notion d'image sur les rayons transmis.

Si les rayons transmis issus d'un point B se rencontrent en un point B', B' est appelé image ou le conjugué de B. Le dessin ci-dessous répertorie quelques cas : image réelle ou virtuelle, image à l'infini (réelle ou virtuelle) sur et hors de l'axe.



4) Stigmatisme et aplanétisme parfaits ou approchés. Foyers objets et images.



Stigmatisme : A' est l'image de A, B' est l'image de B.

Aplanétisme : B' est dans le plan P'. P' est l'image de P

Foyer objet F et plan focal objet : son image est à l'infini, réelle (à droite) ou virtuelle (à gauche).

Foyer image F' et plan focal image : image de l'infini.

Attention : les points F et F', malgré les noms donnés, ne sont pas conjugués l'un de l'autre.

5) Images successives.

Dans le cas où un système optique est composé de sous-systèmes optiques successifs S₁, S₂,.. S_n, on peut construire les images intermédiaires et on a la configuration suivante :

$$\text{objet AB} \xrightarrow{S_1} A_1B_1 \xrightarrow{S_2} A_2B_2 \dots \xrightarrow{S_n} \text{image finale } A_nB_n$$

6) Conditions de Gauss.

L'aplanétisme et le stigmatisme parfaits n'existent que pour le miroir plan idéal. Pour les systèmes optiques centrés, ils peuvent être considérés comme approchés dans le cadre des conditions de Gauss : rayons lumineux proches de l'axe optique et peu inclinés par rapport à cet axe.

Prop: plus on diaphragme un objectif d'appareil photo, meilleure sera l'image. Mais évidemment, le temps de pose sera plus long... On ne peut pas tout avoir.

7) Lentille mince.

Soit une lentille mince de centre optique O, de distance focale image f'. Dans les conditions de Gauss, Un point objet A sur l'axe et son point image associé A' sur l'axe vérifient la relation de conjugaison :

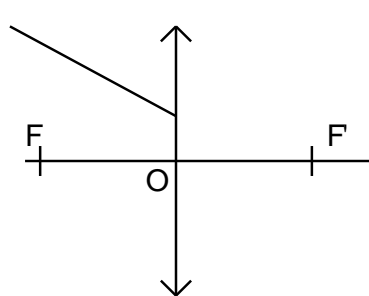
$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} = V$$

f' est appelée distance focale image. V est appelée vergence et s'exprime en m⁻¹ ou dioptries δ.

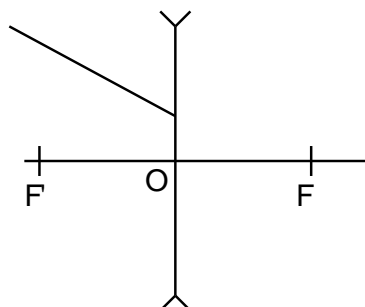
PROPRIETES :

- a) Le foyer objet F vérifie $\overline{OF} = -f'$; Le foyer image F' vérifie $\overline{OF'} = f'$
- b) La relation de conjugaison aux foyers est : $\overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = -(f')^2$
- c) $f' > 0$ définit une lentille convergente. Elle est épaisse au centre et à bords minces.
- d) $f' < 0$ définit une lentille divergente. Elle est à bords épais et fine au centre.

Les représentations des deux types de lentilles sont liées à leurs formes :



Lentille convergente

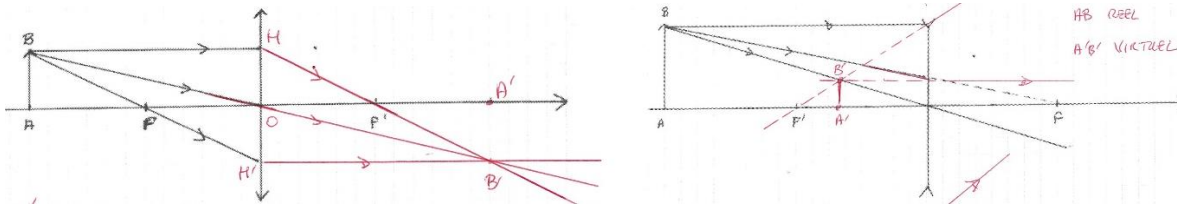


Lentille divergente

e) Construction graphique de l'image d'un objet :

un rayon incident parallèle à l'axe optique ressort après la lentille en passant par le foyer image F'
 un rayon incident passant par le centre optique O n'est pas dévié
 un rayon incident passant par le foyer objet F ressort après la lentille parallèle à l'axe optique.

Exemple avec une lentille convergente à gauche et divergente à droite :



7) L'oeil standard.

D'une façon simplifiée, l'oeil est constitué :

- a) d'une pupille dont le diamètre est variable et qui fait office de diaphragme. La pupille contrôle le flux lumineux entrant.
- b) d'un cristallin assimilable à une lentille de distance focale ajustable qui permet de mettre au point sur un plan de front PF devant l'oeil.

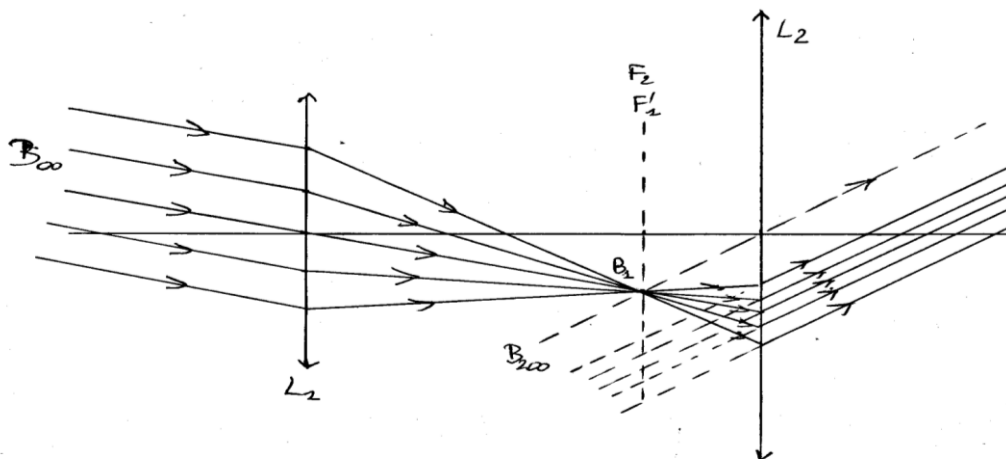
Au repos, ce PF s'appelle Punctum Remotum PR et est à l'infini pour l'oeil standard. Pour un myope, le PR est plus proche, par exemple à 33cm de l'oeil. Pour corriger le défaut, on place devant l'oeil une lentille DV de distance focale -33 cm ou de vergence $-3m^{-1}$ ou -3 dioptries. L'image de l'infini à travers la lentille est alors à 33 cm devant l'oeil qui la récupère alors en étant au repos.

En agissant sur le cristallin, ce PF se rapproche pour atteindre une valeur limite Punctum Proximum à 25 cm pour l'oeil standard. Un oeil myope peut voir son PP s'approcher à 7 cm.

Soit un objet AB, dont l'image à travers un système optique est A'B'. Si cette image est virtuelle, l'oeil peut la récupérer directement. Sinon, il a besoin d'un support pour la voir (ECRAN). Quelle est la meilleure position pour A'B' ?

8) Instruments d'optique.

Expliquer le fonctionnement de ce dispositif optique :



L'objet réel $A_{\infty}B_{\infty}$ est à l'infini à gauche, dont l'image intermédiaire (réelle) est F_1B_1 et l'image finale virtuelle est $A_{2\infty}B_{2\infty}$ à l'infini à gauche.

Si l'oeil est le détecteur final derrière la seconde lentille, il récupère sans effort $A_{2\infty}B_{2\infty}$ qui semble plus grosse que $A_{\infty}B_{\infty}$.

D'autre part, on a rapprochement des rayons lumineux à la traversée de la lunette. L'objet observé paraît plus lumineux.

PSI2. Lentille convergente ou divergente.

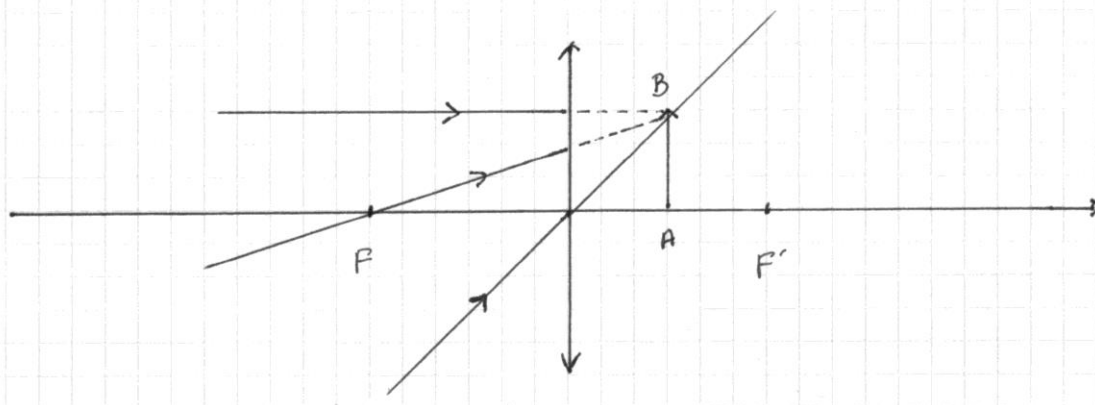
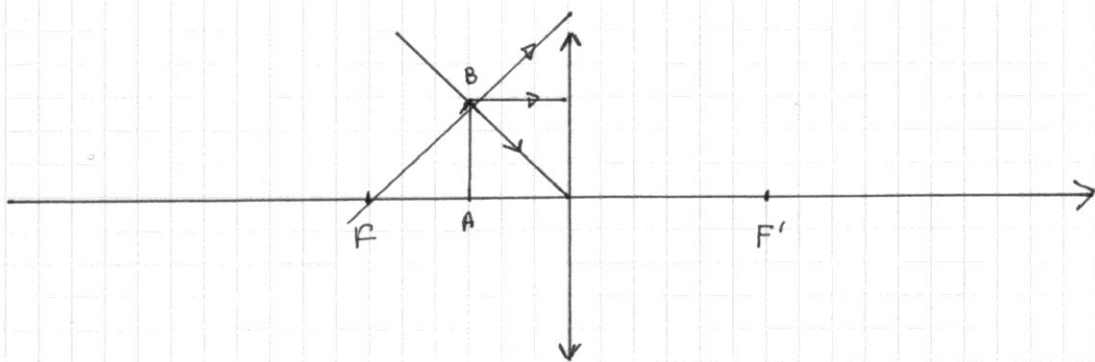
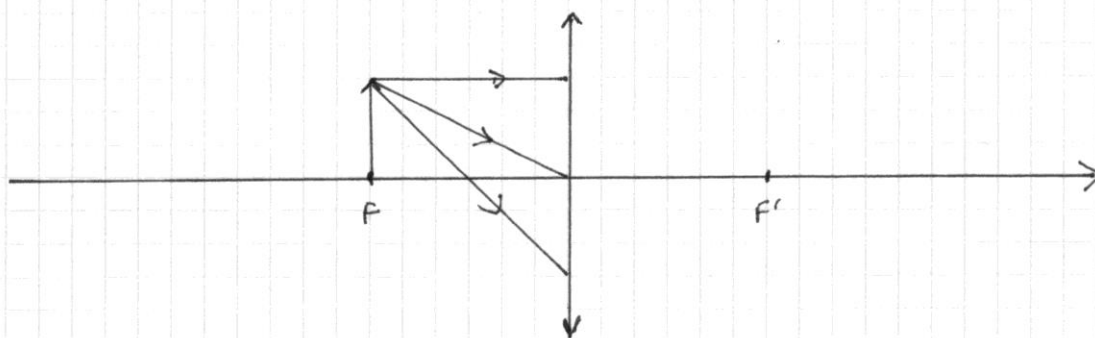
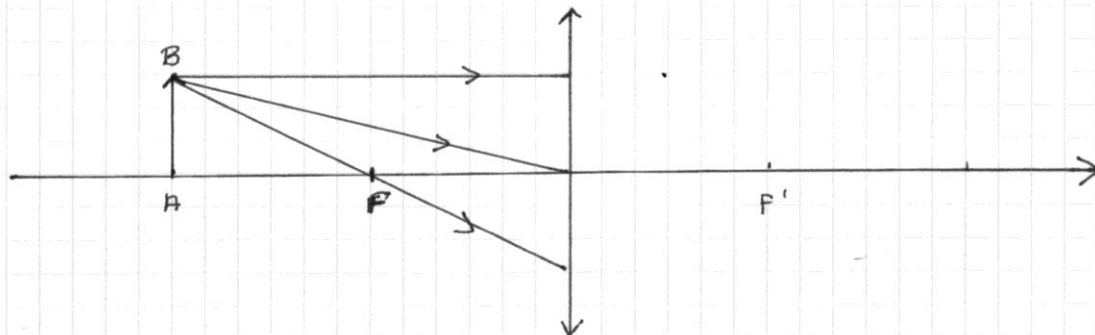
Les dessins suivants montrent les rayons incidents passant par un point B objet. Continuer ces rayons pour obtenir l'image B' de B avec les critères suivants :

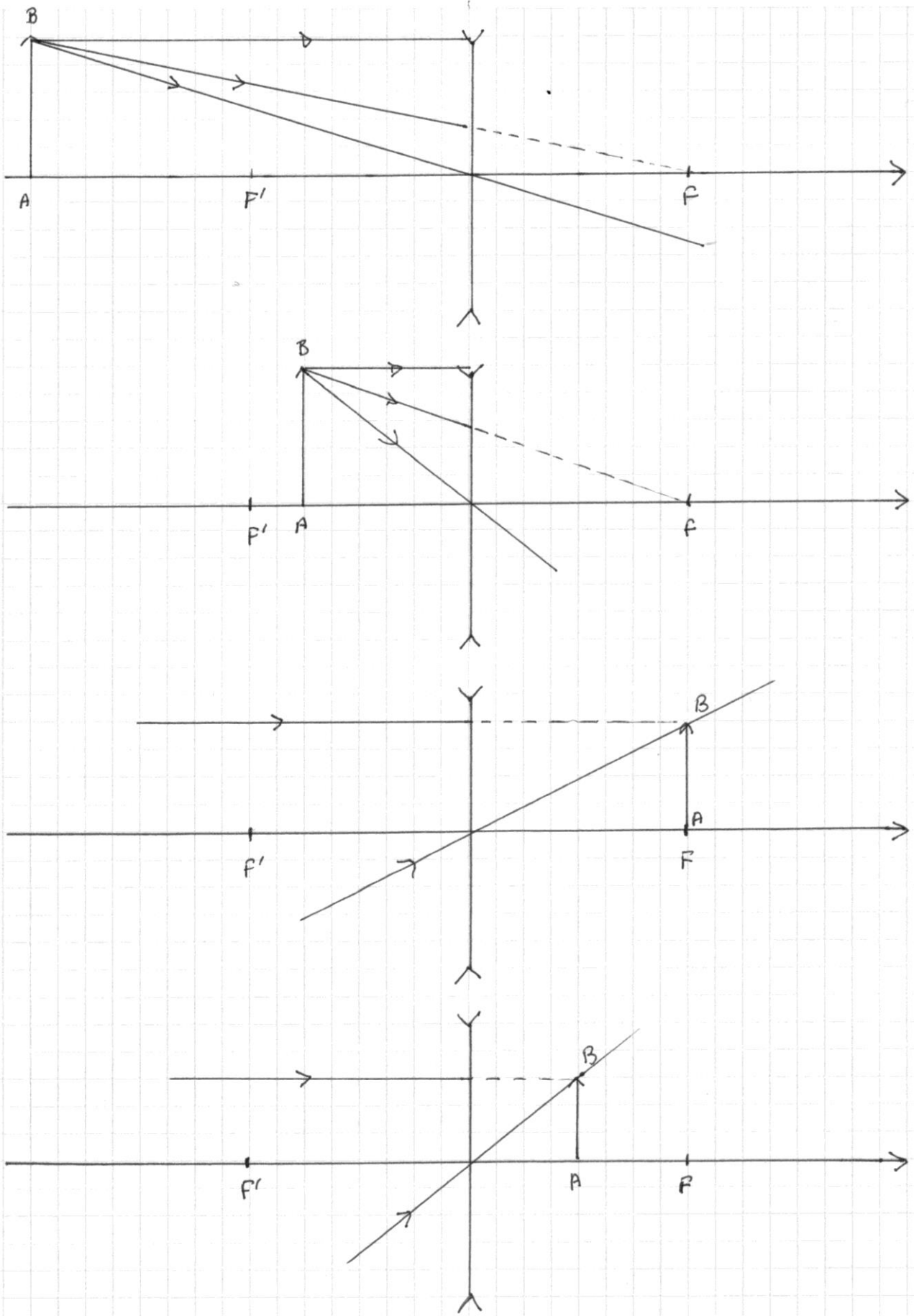
un rayon incident parallèle à l'axe optique ressort après la lentille en passant par le foyer image F'

un rayon incident passant par le centre optique O n'est pas dévié

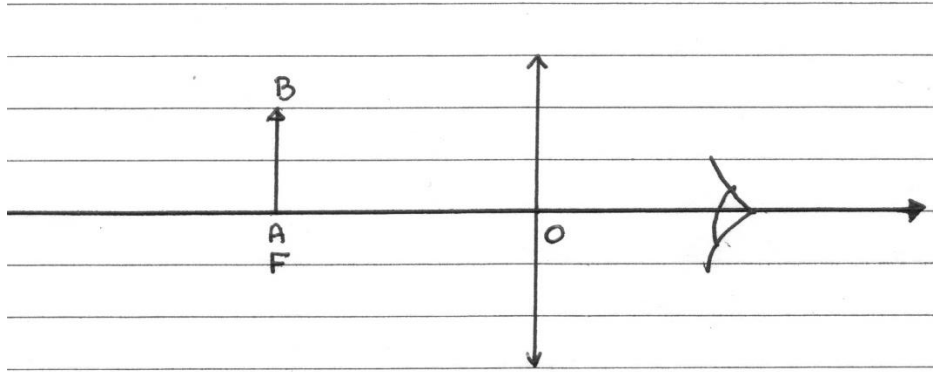
un rayon incident passant par le foyer objet F ressort après la lentille parallèle à l'axe optique.

L'utilisation de deux des trois rayons suffit à déterminer la position de l'image. Le rayon le plus pratique est celui passant par l'axe optique.





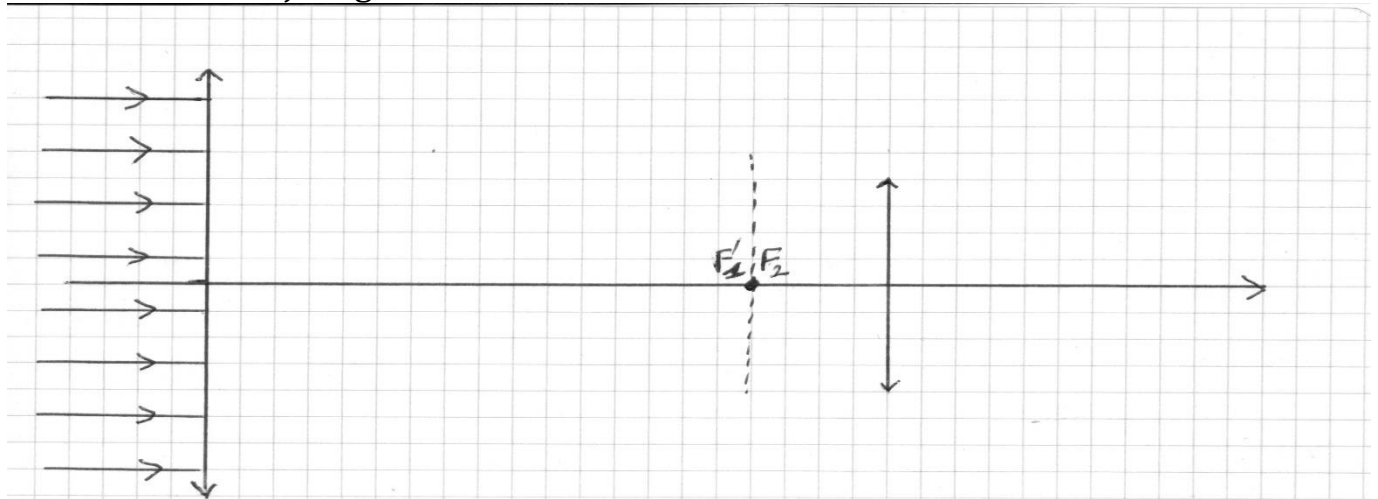
Dessin 0. La loupe. Quel est l'intérêt pour l'œil ?



Dessin 1.

1a) Les rayons incidents sont tous parallèles à l'axe optique principal. Construire les rayons transmis à travers les deux lentilles L_1 et L_2 pour lesquelles $F'_1 = F_2$. Justifier le nom DOUBLET AFOCAL.

1b) Ce doublet peut représenter une lunette astronomique. A quoi peut bien me servir cet instrument si je regarde les étoiles du ciel la nuit ?



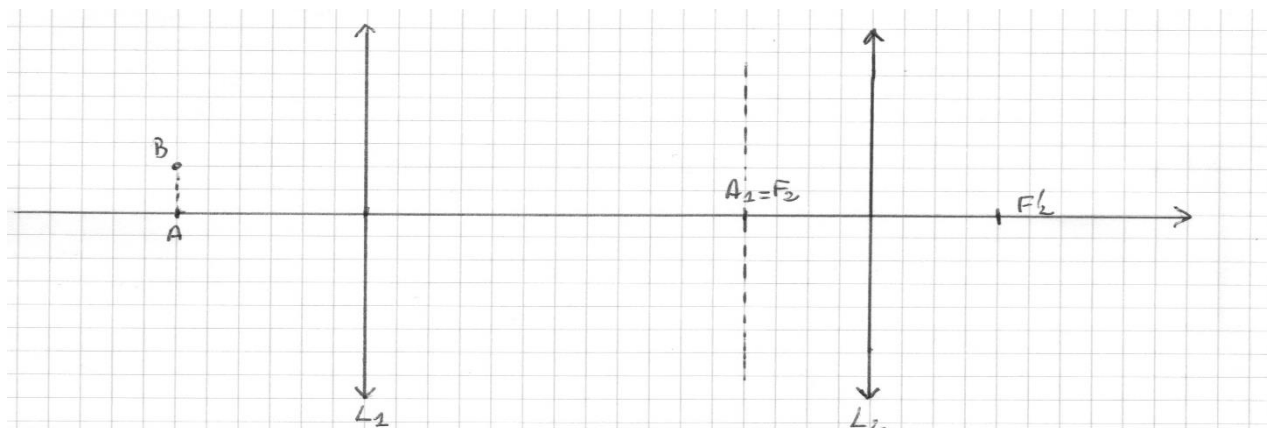
Dessin 2.

A_1 est l'image de A à travers la lentille L_1 mais aussi le point focal objet de L_2 .

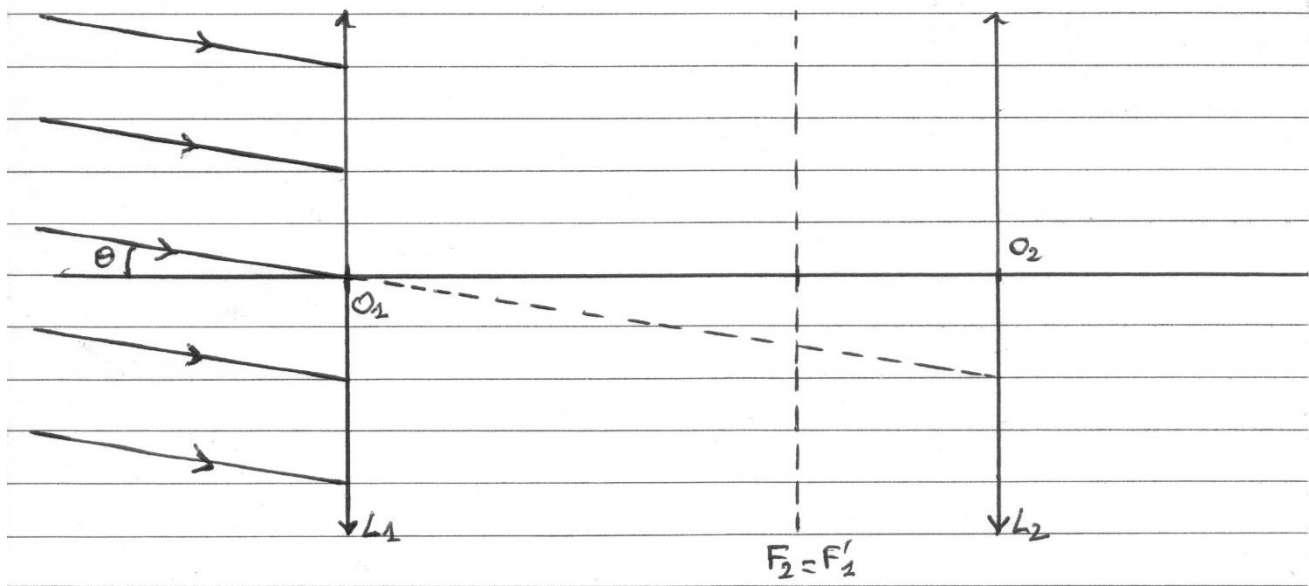
2a) Construire successivement B_1 : image de B à travers L_1 , puis B_2 image de B_1 à travers L_2 . On choisira B_2 virtuelle.

2b) En quoi la position de B_2 est-elle intéressante pour l'œil ?

2c) Quel est cet instrument optique ?



Dessin 3.



Dessin 4. Lunette de Galilée.

4a) Construire successivement B_1 : image de B_∞ à travers L_1 , puis B_2 image de B_1 à travers L_2 . On choisira B_2 virtuelle.

4b) A quoi sert cet instrument d'optique ?

4c) On lui préfère un autre instrument d'optique. Lequel ? Bilan des avantages et défauts respectifs.

