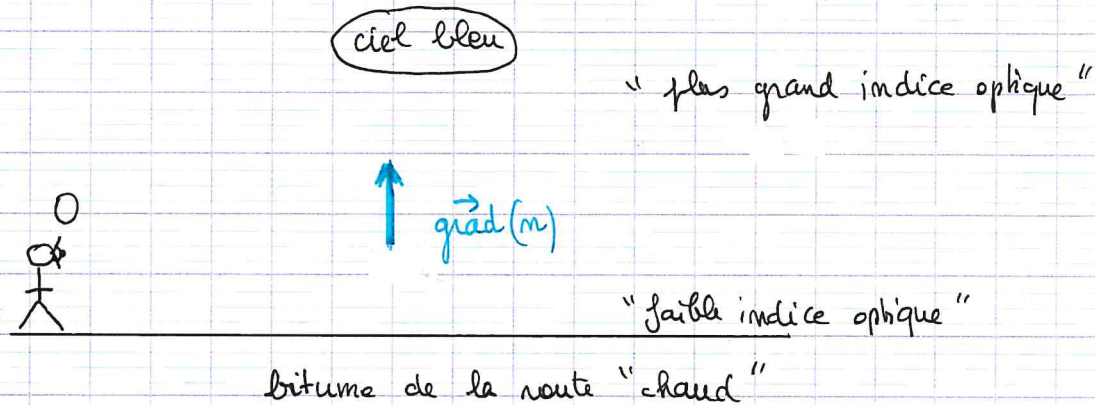


Corrigé des applications de cours
du chapitre 02

(sauf $n=4$ et 5
voir poly. VPROF)
chaîne YouTube

Application $n=1$: Mirage sur une route de montagne

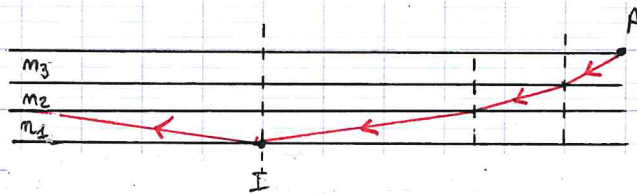
Schématisons la situation.



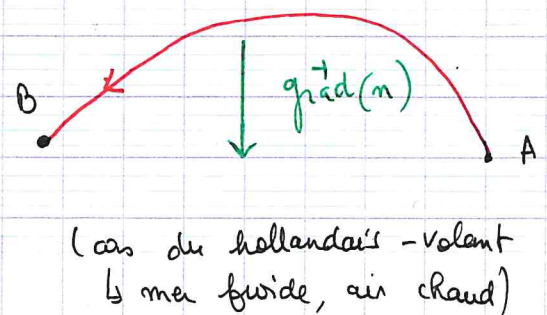
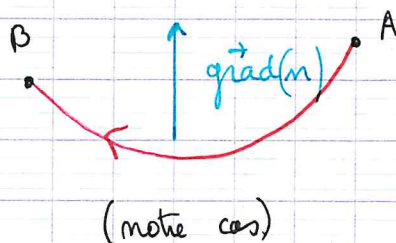
$\vec{\text{grad}}(n)$ représente le vecteur "variation spatiale d'indice optique".
Il est dirigé vers les zones de plus fort indice optique.

→ Pour comprendre ce qui se passe, construisons une succession de milieux stratifiés d'indices optiques successifs n_i , $i \in \llbracket 1; N \rrbracket$
tq $\forall i \in \llbracket 1; N-1 \rrbracket, n_i < n_{i+1}$. Considérons un rayon lumineux issu du ciel bleu, d'un point A.

Pour $n=3$:



→ En I, l'angle d'incidence est tel qu'il y a réflexion totale.
Ainsi, le rayon lumineux issu du ciel bleu suit une courbure.



Q2

(2)

Le milieu dans lequel se propage le rayon lumineux n'est plus TLHI : il ne se propage plus en ligne droite. L'observateur perçoit donc la situation suivante :

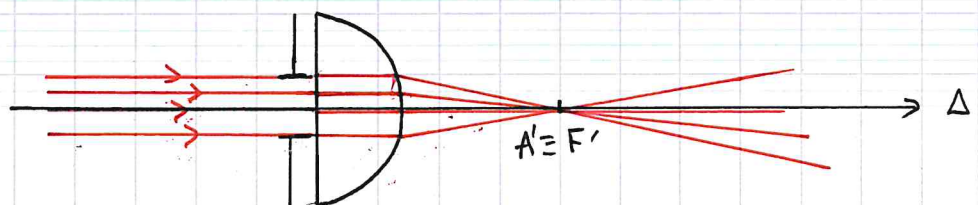


Pendant, le cerveau a l'impression que le trajet de la lumière s'effectue toujours en ligne droite.

Ainsi, l'observateur voit que le rayon lumineux bleu émis de A est émis depuis le point I qui se trouve sur la route : il pense donc que la route a la couleur du ciel $\rightarrow$ effet mirage, le cerveau interprète cela comme la présence de flaques d'eau.

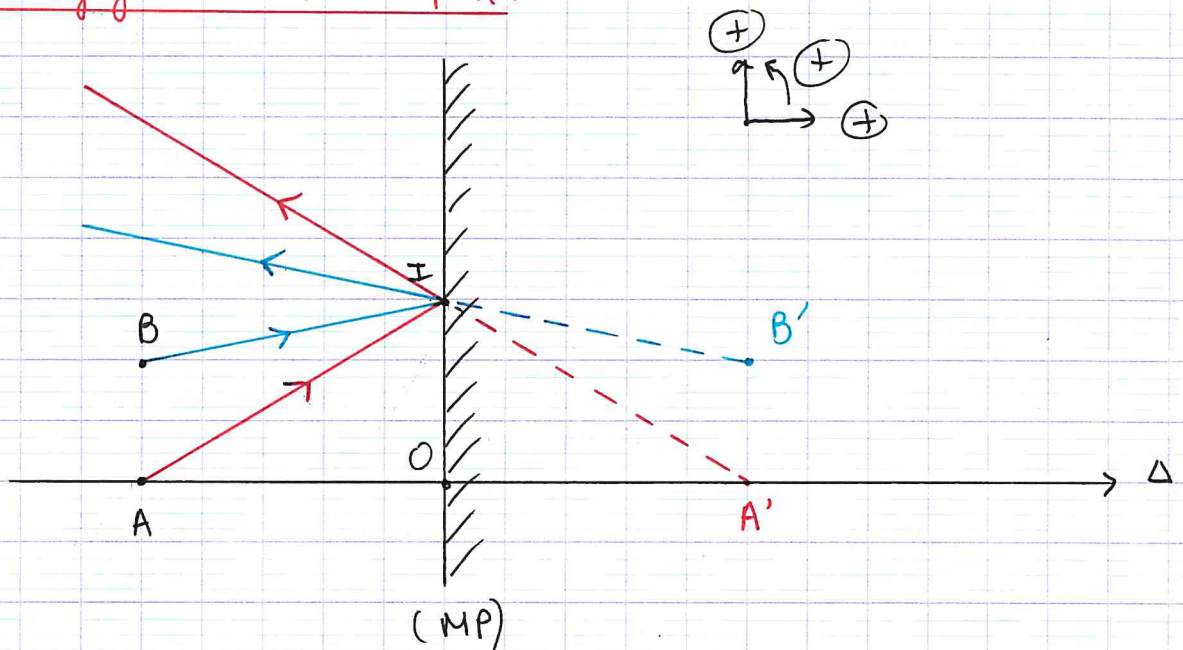
Application n° 2 : De la lentille demi-boule aux conditions de Gauss

- Q1) On observe un phénomène de réfraction à l'interface verre | air.
- Q2) Les RL ne convergent pas tous exactement en $A' \equiv F'$, notamment ceux qui sont trop éloignés de l'axe optique. L'image formée n'est donc pas totalement nette (aberrations géométriques).
- Q3) On filtre donc les rayons trop éloignés de l'axe optique à l'aide d'un diaphragme.



Application n° 3: Du tracé de rayons lumineux à la relation de conjugaison du miroir plan.

Q1)



espace objet
espace image.

L'image de A par (MP) est A': c'est une image virtuelle.
" " " B " " " B': " " " " "

Q2) Le miroir plan étant un système optique parfaitement réfléchissant, on pourrait utiliser la 2^{ème} loi de Snell-Descartes de la réflexion pour tracer le RL réfléchi en I.

Q3) On remarque que $\underbrace{\overline{AO}}_{>0} = \underbrace{\overline{OA'}}_{>0} \Leftrightarrow \boxed{\overline{OA} = -\overline{OA'}}$

car A' est le symétrique de A par rapport à l'axe du miroir plan.

Application n° 6 : Manipulation des relations de conjugaison

Q1) D'après la relation de conjugaison de Descartes : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = V$
 or $\overline{OA} = -D = -5 \text{ cm}$.

$$\text{D'où } \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = V \Leftrightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} + \frac{1}{D} = V$$

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

$$\Leftrightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{DV - 1}{D}$$

$$\Leftrightarrow \overline{OA'} = \frac{D}{DV - 1}$$

$$V = 105$$

$$\Leftrightarrow f' = \frac{1}{V} = 0,1$$

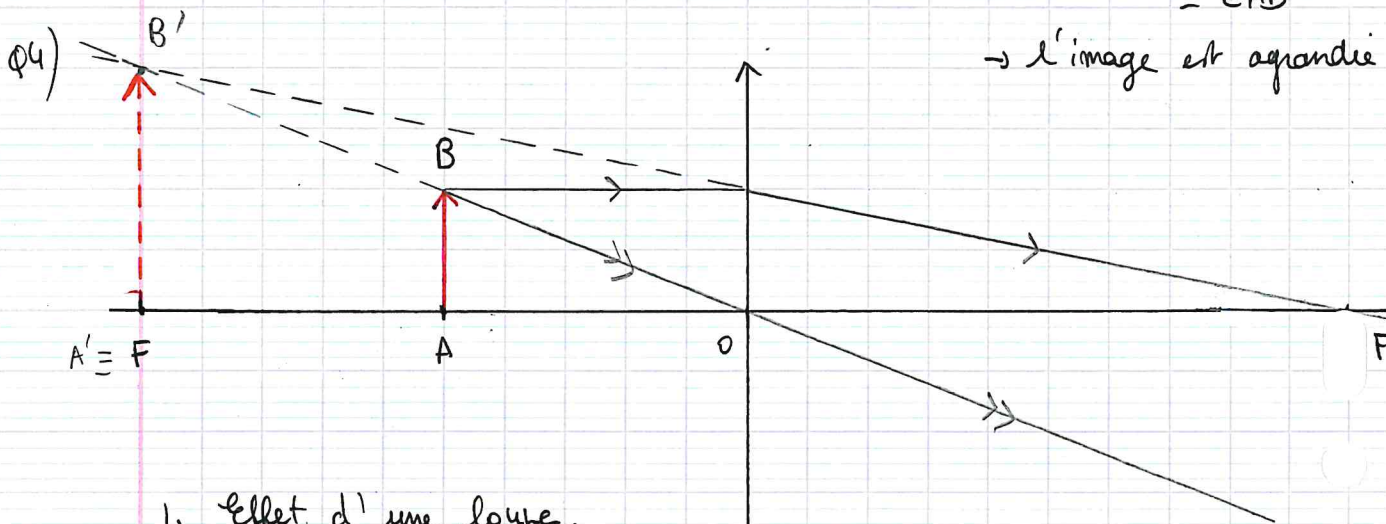
$$\underline{\text{AN}} : \overline{OA'} = \frac{5 \times 10^{-2}}{10 \times 5 \times 10^{-2} - 1} \Leftrightarrow \underline{\overline{OA'} = -0,1 \text{ m}}$$

Q2) $\overline{OA'} < 0$ donc cette image est virtuelle.

Q3) D'après la formule du grandissement transversal, on a :
 $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} \Leftrightarrow \underline{\overline{A'B'} = -\frac{\overline{OA'} \cdot \overline{AB}}{D}}$

$$\underline{\text{AN}} : \overline{A'B'} = \frac{0,1 \times 20 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-2}} \Leftrightarrow \underline{\overline{A'B'} = 0,04 \text{ m} = 4 \text{ cm} = 2\overline{AB}}$$

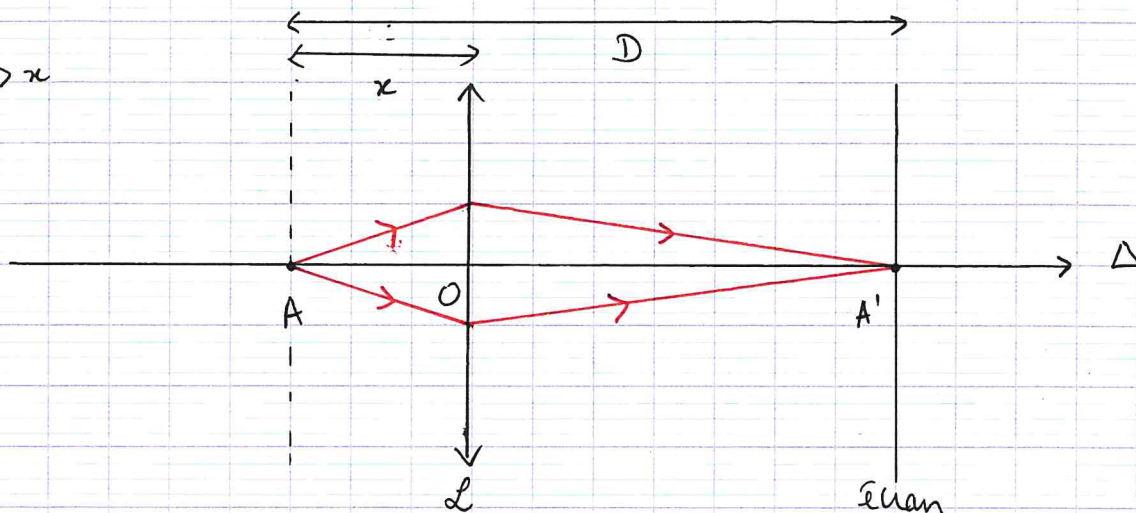
→ l'image est agrandie



↳ Effet d'une loupe : de ce qui interprète tout : il a l'impression que les RL font des lignes droites ; il croit qu'ils proviennent de B'.

Application n° 7 : Résolution du problème rencontré en TP

Q1) $D > x$



→ $\overline{OA} < 0$ et $\overline{OA'} > 0$. D'ailleurs, $\overline{OA} = -x$ et $\overline{OA'} = D - x$.
 D'après la relation de conjugaison de Descartes, il vient :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{1}{D-x} + \frac{1}{x} = \frac{1}{f'}$$

$$\Leftrightarrow \frac{x + D - x}{(D-x)x} = \frac{1}{f'}$$

$$\Leftrightarrow xD - x^2 = Df'$$

$$\Leftrightarrow \underline{x^2 - Dx + Df' = 0} \quad (*)$$

Q2) L'équation (*) donne une condition sur x pour que l'image A' se forme sur l'écran.

Le discriminant est : $\Delta = D^2 - 4Df'$

Pour que l'image A' existe, il faut que les positions de l'objet A existent aussi : $\Delta \geq 0 \Leftrightarrow D^2 - 4Df' \geq 0$

$$\Leftrightarrow \boxed{D \geq 4f'} \quad \text{condition de Bessel}$$

Q3) En supposant que $D > 4f'$, il vient :

$$\begin{cases} x_1 = \frac{D - \sqrt{\Delta}}{2} \\ x_2 = \frac{D + \sqrt{\Delta}}{2} \end{cases}$$

Ainsi x_1 et x_2 sont les deux positions de l'objet permettant d'obtenir une image nette sur l'écran.

Q4) $|X| = \left| \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \right|$. On souhaite $|X| > 1$ pour que l'image soit agrandie.

D'où $\frac{D-x}{x} > 1 \Leftrightarrow D-x > x \Leftrightarrow D > 2x \Leftrightarrow x < \frac{D}{2}$.

La lentille doit donc être plus proche de l'objet.

Q5) Dans le problème initial, $D = 60 \text{ cm}$ et $f' = 20 \text{ cm}$ donc la condition de Bessel $D \geq 4f'$ n'est pas respectée.

~ Il faut donc éloigner l'écran de l'objet de plus de 20 cm pour pouvoir y observer une image en déplaçant la lentille a posteriori.

- Q6)
- Choisir $D \geq 4f'$. Mesurer D .
 - Trouver la position x_1 de la lentille pour que l'image soit nette. Mesurer x_1 .
 - Faire de même avec la position x_2 .
 - $\Delta x = x_2 - x_1 = \frac{1}{2} (D + \sqrt{\Delta} - D + \sqrt{\Delta}) = \sqrt{\Delta}$

D'où $\Delta x^2 = D^2 - 4Df' \Leftrightarrow 4Df' = D^2 - \Delta x^2$

$$\Leftrightarrow f' = \frac{D^2 - \Delta x^2}{4D}$$

⊗ Si l'on ne connaît pas l'ODG de f' , place l'écran à une distance $D \gtrsim 1 \text{ m}$ de l'objet : il est rare d'avoir des lentilles CV avec $f' \geq 25 \text{ cm}$.