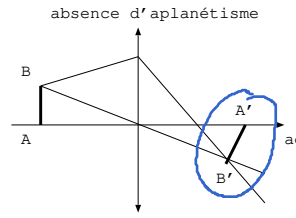
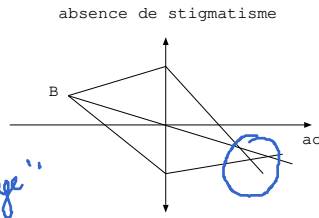


# Lentilles et constructions de rayons

## Lentilles et conditions de Gauss

Les lentilles ne sont pas rigoureusement stigmatiques (l'image d'un point est une tache), ni rigoureusement aplanétiques (l'image d'un plan perpendiculaire à l'axe optique est un plan qui n'est pas perpendiculaire à l'axe optique).

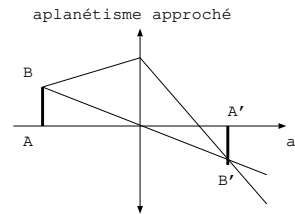
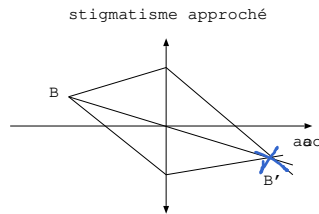
les rayons issus de  $B$ , après traversée de la lentille ne se coupent pas en un point : "l'image" de  $B$  est une tache



l'objet  $AB$  est  $\perp$  à l'axe optique, son image ne l'est pas

Pour avoir la propriété de stigmatisme approché (l'image d'un point est un point) et la propriété d'aplanétisme approché (l'image d'un plan perpendiculaire à l'axe optique est un plan perpendiculaire à l'axe optique), il faut travailler dans les conditions de Gauss.

il y a stigmatisme lorsque tout rayon issu de l'objet  $B$  passe par le point  $B'$  après traversée de la lentille



il y a aplanétisme lorsque l'image de tout objet  $\perp$  à l'ao, est plane et  $\perp$  à l'ao

Les conditions de Gauss sont:

- les rayons sont peu inclinés par rapport à l'axe optique (les angles sont petits)
- les rayons frappent les dioptries au voisinage de l'axe optique

## Tracé de l'image d'un objet

Soit  $A$  un objet sur l'axe optique et  $B$  un objet en dehors de l'axe optique à la verticale de  $A$ . On trouve l'image de  $B$  par la lentille en construisant les trois rayons lumineux suivants:

Le rayon passant par  $B$  et par  $O$  n'est pas dévié

Le rayon passant par  $B$  et parallèle à l'axe optique ressort par le foyer image  $F'$

Le rayon passant par  $B$  et par le foyer objet  $F$  ressort parallèle à l'axe optique.

$B'$  se trouver à l'intersection des trois rayons sortants (car il y a stigmatisme).  $A'$  se trouve sur l'axe optique à la verticale de  $B'$  (car il y a aplanétisme).

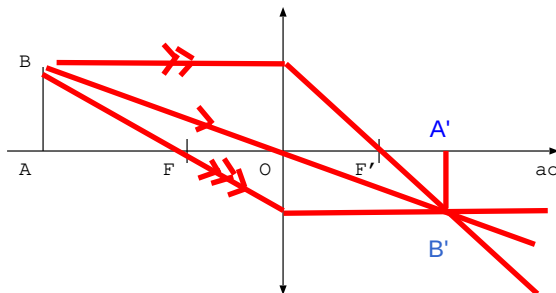


image réelle, inversée et plus petite que l'objet

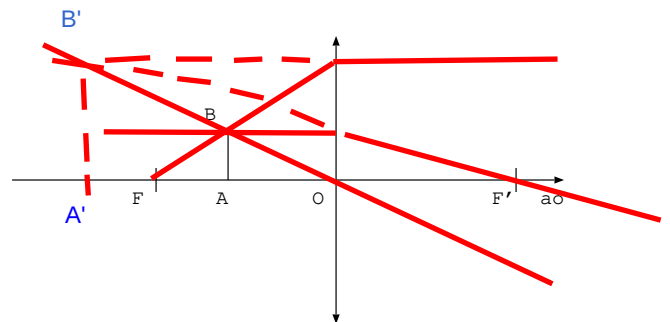
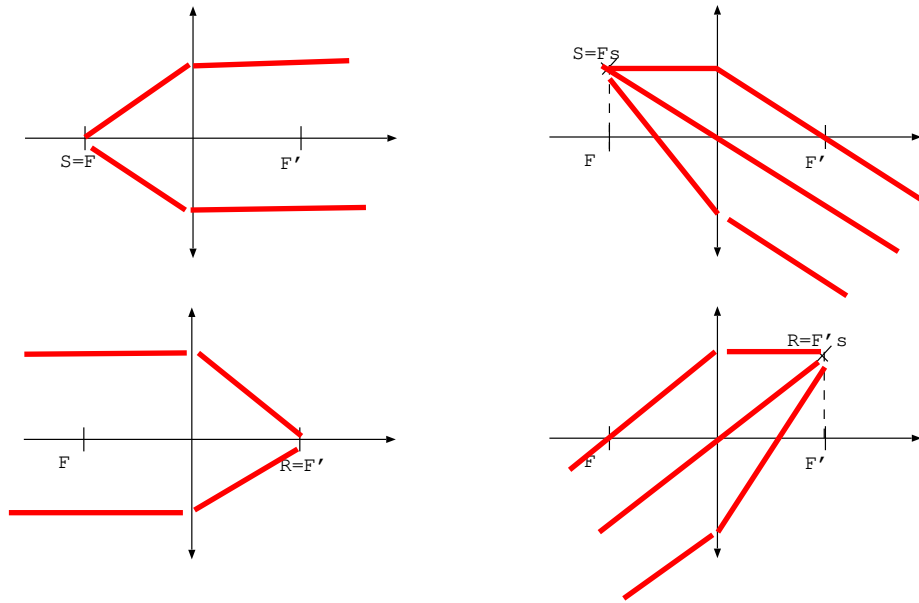


image virtuelle, droite et plus grande que l'objet

## Les foyers objet et image principaux et secondaires

Un foyer objet secondaire noté  $F_s$  a son image à l'infini en dehors de l'axe optique. Les rayons sortent de la lentille parallèles entre eux mais non parallèles à l'axe optique dans la direction de la droite passant par  $F_s$  et  $O$ .

Un foyer image secondaire noté  $F'_s$  est l'image d'un objet à l'infini en dehors de l'axe optique. Les rayons incidents sur la lentille sont parallèles entre eux et parallèles à la droite passant par  $O$  et  $F'_s$ .

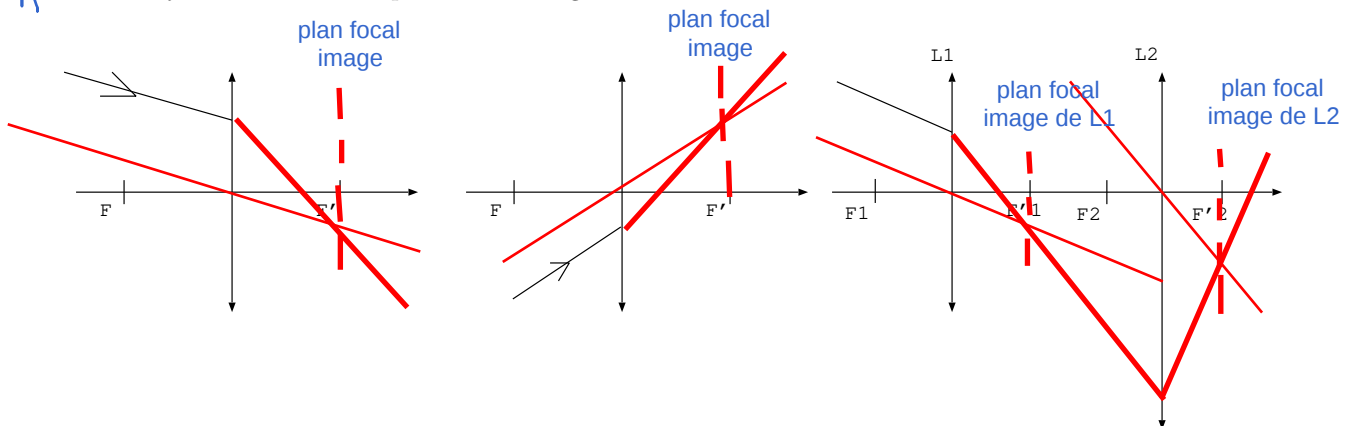


## Tracé d'un rayon sortant d'un incident quelconque

Un rayon incident quelconque est un rayon qui ne passe ni par  $O$ , ni par  $F$  et qui n'est pas parallèle à l'axe optique. Il faut savoir parfaitement construire le rayon sortant de la lentille.

Pour cela on utilise le fait qu'un objet à l'infini (soit un objet qui émet des rayons parallèles entre eux et non parallèles à l'axe optique) a son image dans le plan focal image de la lentille.

On trace le rayon parallèle au rayon incident et passant par  $O$ : il est appelé rayon auxiliaire (familièrement rayon magique). On trace le plan focal image. Le rayon sortant de la lentille passe par le point d'intersection entre le rayon auxiliaire et le plan focale image.



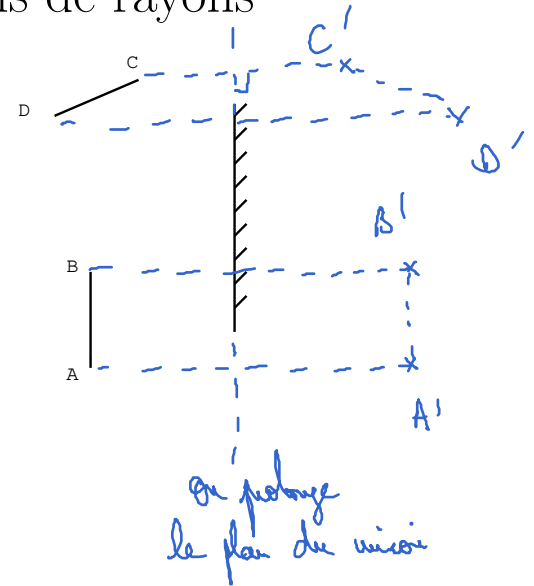
# Miroirs plans et constructions de rayons

## Objet et image par un miroir plan

Le miroir plan est rigoureusement stigmatique et aplanétique.

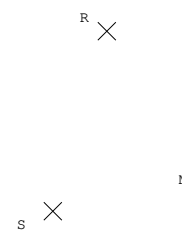
L'image et l'objet par un miroir plan sont symétriques l'un de l'autre par rapport au plan du miroir (il faut parfois prolonger le plan du miroir en pointillés pour construire l'image d'un objet).

Tous les objets et images devant le miroir sont réels et tous les objets et images derrière le miroir sont virtuels.



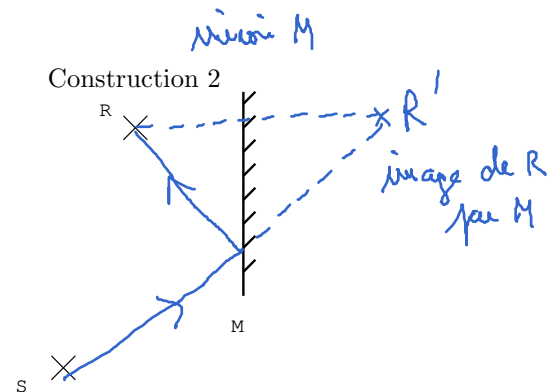
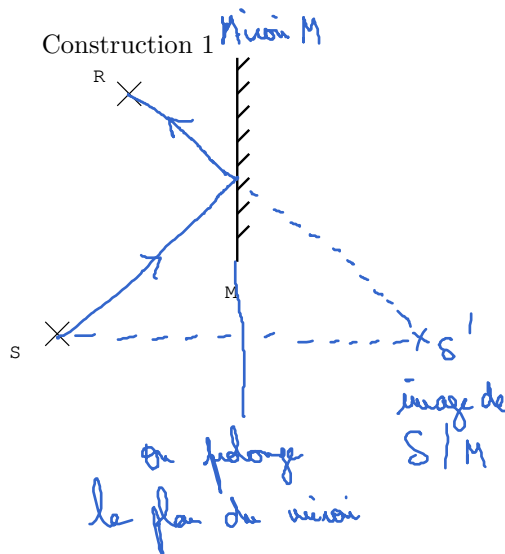
## Construction de rayons lumineux (très important!!!)

La position du miroir plan est fixé et on donne deux points  $S$  et  $R$  ( $S$  comme source et  $R$  comme récepteur). On cherche ici à apprendre comment construire le rayon allant de  $S$  à  $R$  en subissant une réflexion sur le miroir  $M$ .



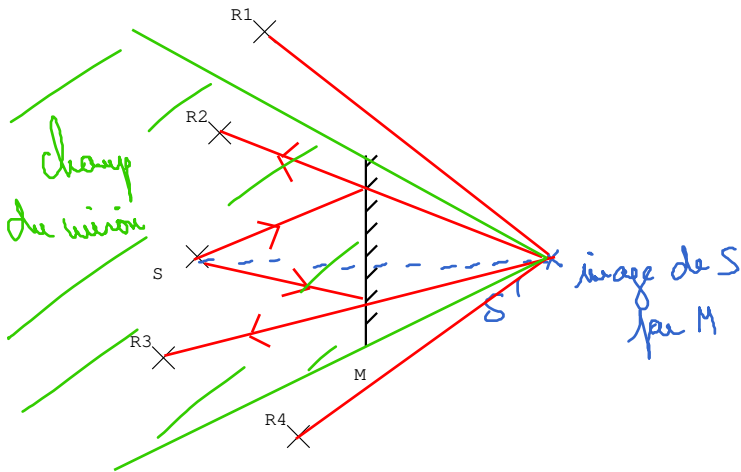
♡ Construction 1 : On construit  $S'$ , symétrique de  $S$  par le plan du miroir  $M$ , du point de vue de l'optique, c'est l'image de  $S$  par le miroir  $M$ . Ainsi tout rayon passant par  $S$  passe par  $S'$  après réflexion sur le miroir. On trace donc la droite  $S'R$ , elle donne la direction du rayon réfléchi et on en déduit le rayon incident.

♡ Construction 2 : On construit  $R'$ , symétrique de  $R$  par le plan du miroir  $M$ , du point de vue de l'optique,  $R$  et  $R'$  sont images l'un de l'autre par le miroir  $M$ . Ainsi tout rayon passant par  $R$  après réflexion sur le miroir passe par  $R'$  avant réflexion sur le miroir. On trace donc la droite  $SR'$ , elle donne la direction du rayon incident et on en déduit le rayon réfléchi.



## Illustration de la notion de champ de miroir

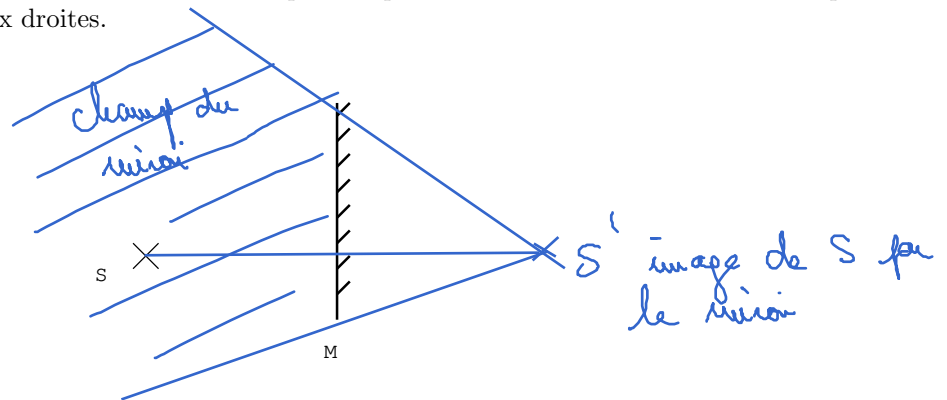
On construit les rayons lumineux issus de  $S$  et allant jusqu'aux récepteurs  $R_1, R_2, \dots$  et  $R_5$  après réflexion sur le miroir.



On trace  $S'$  image de  $S$  par  $M$ .  
Les droites  $R_2 S'$  et  $R_3 S'$  coupent le miroir donc il existe des rayons issus de  $S$  allant en  $R_2$  et  $R_3$  après réflexion sur le miroir.  
Les droites  $R_1 S'$  et  $R_4 S'$  ne coupent pas le miroir donc il n'existe pas de rayons issus de  $S$  allant en  $R_1$  et  $R_4$  après réflexion sur le miroir.

## Le champ d'un miroir

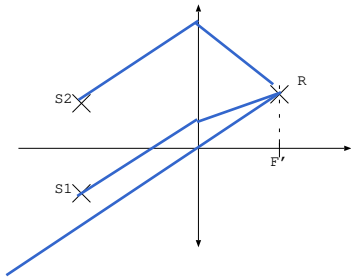
Le champ du miroir est défini par l'ensemble des points  $R$  qui peuvent être atteints par un rayon lumineux issu de la source  $S$  et ayant subi une réflexion sur le miroir plan  $M$ . Le champ du miroir dépend de la position de la source et de la taille du miroir. On construit le champ du miroir en construisant  $S'$ , l'image de  $S$  par le miroir, et en traçant les droites issues de  $S'$  et passant par les extrémités du miroir. Le champ du miroir est la zone entre ces deux droites.



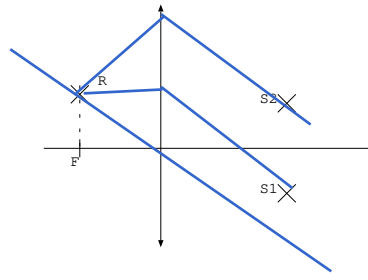
# Exercices

## Exercice 1: constructions

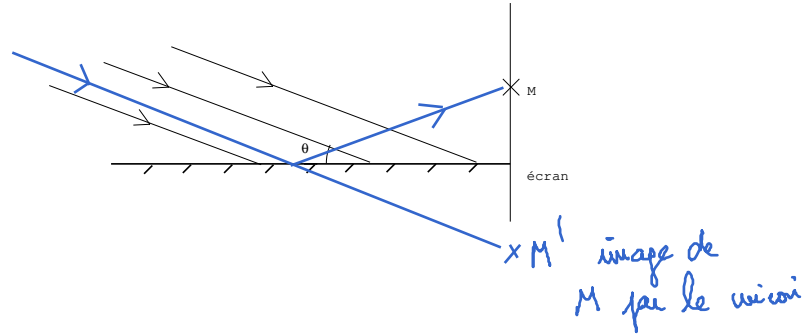
1. Tracer les rayons issus de  $S_1$  et  $S_2$  et passant par  $R$  après traversée de la lentille.



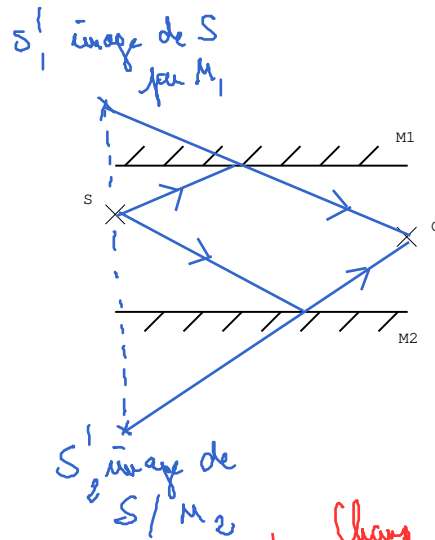
Tracer les rayons issus de  $R$  et passant par  $S_1$  et  $S_2$  après traversée de la lentille.



2. Un faisceau composé d'une infinité de rayons parallèles éclaire un miroir (les rayons font un angle  $\theta$  par rapport au plan du miroir). Soit un point  $M$  sur un écran placé perpendiculairement au miroir. Tracer (sans rapporteur) le rayon lumineux incident qui, après réflexion sur le miroir, arrive en  $M$ .

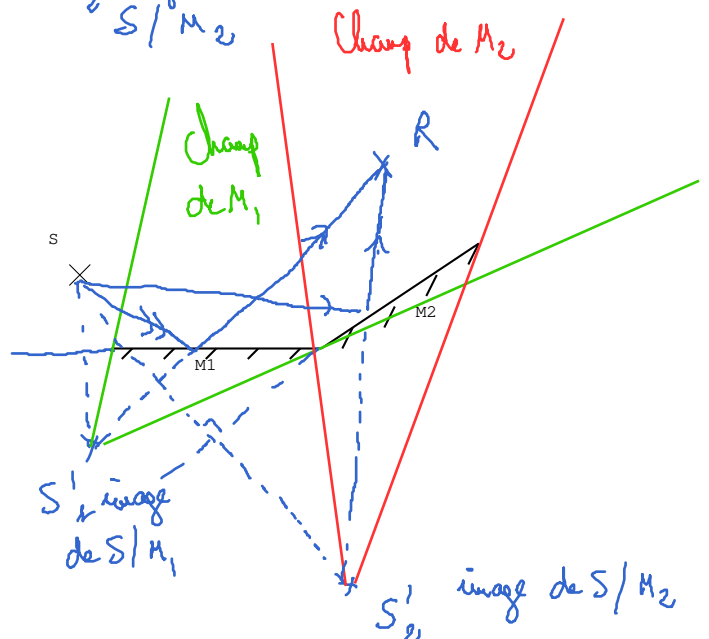


3. Une source  $S$  éclaire deux miroirs plans  $M_1$  et  $M_2$ . Soit un point  $O$  sur un écran. Tracer le rayon lumineux issu de  $S$  et allant jusqu'en  $O$  après réflexion sur  $M_1$ , et le rayon lumineux issu de  $S$  et allant jusqu'en  $O$  après réflexion sur  $M_2$ .



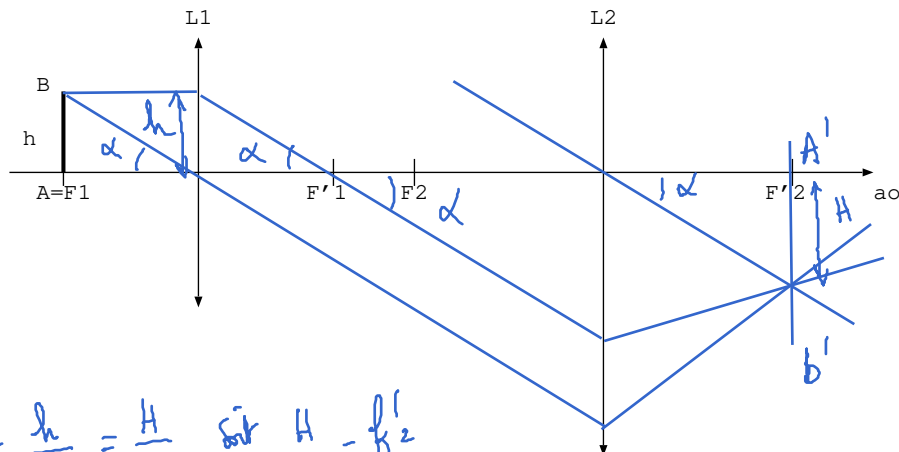
4. Une source  $S$  éclaire deux miroirs plans  $M_1$  et  $M_2$ . Construire les champs des deux miroirs plans pour la source  $S$  et choisir un point  $R$  qui appartient aux champs des deux miroirs. Tracer le rayon lumineux issu de  $S$  et allant jusqu'en  $R$  après réflexion sur  $M_1$ , et le rayon lumineux issu de  $S$  et allant jusqu'en  $R$  après réflexion sur  $M_2$ .

on prolonge le plan du miroir  $M_1$



## Exercice 2

Construire l'image  $A_2B_2$  de  $AB$  par l'ensemble des lentilles  $L_1$  et  $L_2$  et exprimer la taille  $H = A_2B_2$  en fonction de  $h = AB$ ,  $f'_1$  et  $f'_2$ . Utiliser le rayon lumineux issu de  $B$  et parallèle à l'axe optique.



$$\tan \alpha = \frac{h}{f'_1} = \frac{H}{f'_2} \quad \text{soit} \quad \frac{H}{h} = \frac{f'_2}{f'_1}$$

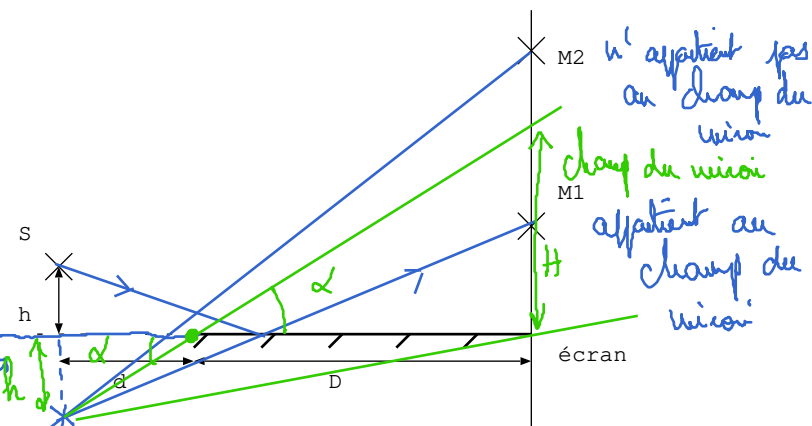
## Exercice 3

On dispose d'une source lumineuse  $S$ , d'un miroir plan et d'un écran distant de  $d + D$  de la source.  $M_1$  et  $M_2$  sont deux points sur l'écran (voir schéma).

Tracer le rayon lumineux issu de  $S$  et allant jusqu'à  $M_1$  après réflexion sur le miroir plan. Même question pour  $M_2$ . Commenter. En déduire sur l'écran, la hauteur  $H$  du champ du miroir (le champ du miroir est défini par l'ensemble des points  $M$  qui peuvent être atteints par un rayon lumineux issu de la source  $S$  et ayant subi une réflexion sur le miroir plan, le champ du miroir dépend de la position de la source et de la taille du miroir).

on prolonge  
le plan du  
miroir

$S'$  image  
de  $S$  par  $M$



$h'$  appartient pas  
au champ du  
miroir  
champ du miroir  
appartient au  
champ de  
miroir

$$\tan \alpha = \frac{h}{d} = \frac{H}{D} \quad \text{d'où} \quad \boxed{H = \frac{D}{d} h} \quad \text{hauteur du champ du miroir sur l'écran}$$