

1. Le but est de simuler des réflexions multiples sur deux miroirs.

- a. Lancez GeoGebra, débutez à partir d'une page blanche.
- b. Sur l'axe X, tracez un *segment* [A ; B] allant de $x = 0$ à 7. (C'est le premier miroir.)
- c. Placez un *point* en environ (2 ; 4) et nommez-le C. Donnez-lui la couleur **rouge**, taille 5.
- d. Tracez le *segment* de B à C. Épaisseur 5. (C'est le deuxième miroir.)
 - ° Changez le style des deux segments pour qu'ils soient d'épaisseur 5.
- e. Placez un *point* en environ (-2 ; 3) et nommez-le Z. Donnez-lui la couleur **rouge**, taille 5.
- f. Placez un *point* sur le segment [A ; B] et nommez-le R1. Donnez-lui la couleur **rouge**. (R1 comme "réflexion n°1").
- g. Tracez le *segment* de Z à R1. Couleur **bleue**, épaisseur 5. (C'est le premier rayon.)
- h. Tracez la *droite* passant par Z et R1.
Changez sa propriété pour lui donner une épaisseur de 1 et un style en pointillé.
C'est le support du premier rayon, qui est à peine visible, il est utile pour des constructions.
- i. Tracez la *perpendiculaire* à [A ; B] passant par R1.
- j. Pressez Esc et sélectionnez la droite passant par Z et R1 (du point h).
Choisissez l'outil "symétrie axiale".
Cliquez sur la perpendiculaire construite en (i).
Cela construit la symétrie axiale de la droite construite en (h), d'axe la perpendiculaire (i).
- k. Placez le *point d'intersection* sur le segment [B ; C] et la droite construite en (j).
Nommez-le R2, c'est le 2^e point de réflexion.
- l. Tracez le *segment* de R1 à R2. Couleur **bleue**, épaisseur 5. (C'est le 2^e rayon.)
- m. **Sauvegardez** sous gg05_reflexion_multiples1.ggb Faites des **sauvegardes régulièrement**.
- n. Tracez la *droite* passant par R1 et R2.
Changez sa propriété pour lui donner une épaisseur de 1 et un style en pointillé.
C'est le support du 2^e rayon, qui est à peine visible, il est utile pour des constructions.
- o. Tracez la *perpendiculaire* à [B ; C] passant par R2.
- p. Construisez la symétrie axiale de la droite construite en (n), d'axe la perpendiculaire (o).
C'est le support du 3^e rayon, qui est à peine visible, il est utile pour des constructions.
- q. Placez le *point d'intersection* sur le segment [A ; B] et la droite construite en (p).
Nommez-le R3, c'est le 3^e point de réflexion.
- r. Tracez le *segment* de R2 à R3. Couleur **bleue**, épaisseur 5. (C'est le 3^e rayon.)
Il est désagréable que le 3^e rayon disparaisse s'il ne touche pas le miroir [A ; B].
Remédions à cela.
- s. Tracez le *segment* de A à C, en pointillé.
- t. Déplacez le point C pour que la ligne (p) intersecte le segment [A ; C].
- u. Placez le *point d'intersection* sur le segment [A ; C] et la droite construite en (p).
Nommez-le T2. C'est un point de construction.
- v. Tracez la *demi-droite* de sommet R2 passant par T2. Couleur **bleue**, épaisseur 5.
- w. **Sauvegardez** votre construction.

Déplacez le point C pour observer que le 3^e rayon est toujours visible, qu'il revienne au miroir [A ; B] ou non.

Observez que lorsque les miroirs sont perpendiculaires, il y a 2 réflexions, 3 rayons et le 3^e rayon est toujours parallèle au rayon incident (le 1^{er}).

- x. Construisez encore le 4^e rayon réfléchi par le miroir [A ; B]. Couleur **bleue**, épaisseur 5.
Un point T3 sur le segment [A ; C] sera utile.
- y. **Sauvegardez** sous gg05_reflexion_multiples2.ggb Faites des **sauvegardes régulièrement**.
- z. Continuez en ajoutant d'autres réflexions, autant que vos forces vous le permettent...

2. Le but est de simuler une lentille convergente (une loupe).

- a. Fichier > Nouveau pour commencer à partir d'une page blanche, sans construction.
- b. **Sauvegardez** sous gg06_loupe.ggb Faites des **sauvegardes régulièrement**.
- c. Sur l'axe Y, tracez un *segment de droite* [A ; B] allant de $y = -7$ à $y = 7$.
Pressez sur la touche Esc pour choisir l'outil de sélection.
 - ° Changez le style du trait pour qu'il soit d'épaisseur 5.
 - ° Sélectionnez le point en $y = -7$ pour le rendre noir, de taille de point égal à 5 et de style de point "flèche vers le bas".
 - ° Sélectionnez le point en $y = 7$ pour le rendre noir, de taille de point égal à 5 et de style de point "flèche vers le haut".
- d. Sur l'axe X, placez un *point* en (3, 0) que vous nommerez F.
 - ° Donnez-lui une couleur rouge.
- e. Faites une symétrie axiale du point F d'axe [A ; B].
Il sera de la même couleur et nommé F'.
Ces deux points, F et F' représentent les foyers de la loupe.
- f. Tracez un *segment* [C ; D] environ vertical de base en C = environ (2; -0,5), de longueur environ 2 unités. Couleur verte, épaisseur de 5.
- g. Placez un *point* sur ce segment, que vous nommerez Z. Couleur rouge, taille 5.
- h. Placez le *point d'intersection* sur le segment [A ; B] et l'axe X.
Nommez-le O.
- i. Tracez la *droite* passant par Z et O. Épaisseur 1, en pointillé.
- j. Tracez la *parallèle* à l'axe X passant par Z. Épaisseur 1, en pointillé.
- k. Placez le *point d'intersection* sur le segment [A ; B] et la parallèle que vous venez de construire.
Nommez-le T1.
- l. Tracez la *droite* passant par T1 et F'. Épaisseur 1, en pointillé.
- m. Placez le *point d'intersection* sur les droites construites en (i) et (l).
Nommez-le Z_{image} .
- n. Sélectionnez l'outil "*lieu*", cliquez sur le point Z_{image} puis sur le point Z.
Vous obtenez l'image de tous les points Z qui se trouvent sur le segment [C ; D]. C'est donc l'image du segment [C ; D] vu à travers la loupe.
- o. **Sauvegardez** votre construction.
- p. Tracez la *droite* passant par F et Z. Épaisseur 1, en pointillé.
- q. Placez le *point d'intersection* sur l'axe Y et la droite vous venez de construire.
Nommez-le T2.
- r. Tracez une *parallèle* à l'axe X passant par T2. Épaisseur 1, en pointillé.



Vérifiez que cette parallèle passe aussi par Z_{image} .

Déplacez votre segment [C ; D] pour observer ce que devient l'image.

Placez votre segment [C ; D] à droite du foyer F pour observer ce que devient l'image.

Challenge :

- ° Construisez un *Arc de cercle*.
- Changez la propriété du point Z pour le placer sur l'arc de cercle. C.f. "Propriété", "Basique".
Vous obtenez ainsi l'image de l'arc de cercle à travers la loupe.
Sauvegardez sous gg06_loupe2.ggb

3. Le but est de simuler un microscope

- a. Fichier > Ouvrir, ouvrez le fichier gg06_loupe.ggb
- b. **Sauvegardez** sous gg07_microscope.ggb Faites des **sauvegardes régulièrement**.
- c. Placez le foyer F en (2, 0)
- d. Placez l'objet juste un peu plus loin, en environ (2.5, 0), pour que l'image de l'objet se trouve environ en $x \approx -12$.

L'image de l'objet vue à travers la loupe est une **image réelle**. Elle peut être projetée sur un écran. Des rayons passent réellement à l'emplacement de cette image réelle.

Construction de **l'oculaire** :

- e. Placez un *point* E sur l'axe X, entre $x = -14$ et $x = -12$, à gauche de l'image de l'objet.
 - f. Tracez une *parallèle* au segment [A; B] passant par E.
 - g. Tracez un *point* G sur cette parallèle.
 - h. Faites une symétrie d'axe X du point G pour obtenir le point G'.
 - i. Tracez le segment [G; G']. Changez l'apparence des points G et G' pour obtenir des flèches.
 - j. Placez un *point* F2 sur l'axe X, juste un peu plus à droite que l'image de l'objet. Il représentera le foyer de l'oculaire.
- k. En faisant les mêmes constructions que pour la loupe, construisez l'image de l'image réelle de l'objet vue à travers la loupe. La loupe s'appelle maintenant **l'objectif**.

L'image de **l'image réelle** vue à travers l'oculaire est une **image virtuelle**. Elle ne peut pas être projetée sur un écran. Aucun rayon ne passe réellement à l'emplacement de cette image virtuelle.

Si nécessaire, déplacez l'objet, son foyer ou l'oculaire pour agrandir l'image virtuelle.

Observer que l'image virtuelle est des dizaines de fois plus grande que l'objet.

Ce que vous venez de construire est le principe de fonctionnement d'un microscope.

Il fonctionne dans les limites de validité de l'optique géométrique.