

## O2 : Formation des images en optique géométrique

But : Étudier des systèmes optiques simples dont le rôle est de donner une image d'un objet.

### I. Étude d'un premier système optique : le miroir plan

#### 1) Qu'est-ce qu'un miroir plan ?

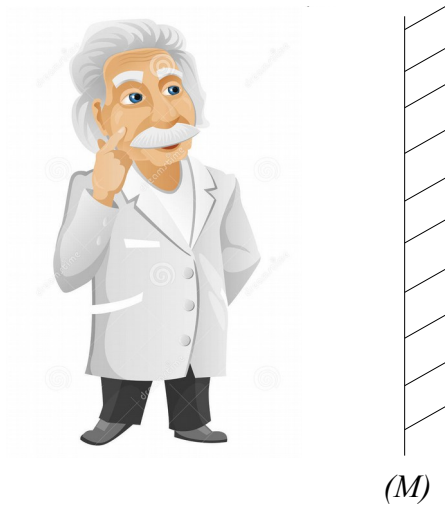
Définition : Un miroir est un objet recouvert d'une couche métallique parfaitement réfléchissante.

Si cet objet est plan alors le miroir est plan.

#### 2) Observations expérimentales

Expérience : Comme chacun sait, on se « voit » dans un miroir...l'optique géométrique permet d'expliquer cette constatation en terme de rayons lumineux.

Schématisation de l'expérience :



✕ Construire le rayon réfléchi (par le miroir) issu du rayon incident provenant de la tête d'Albert.

✕ De quel point  $A'$  ce rayon semble-t-il provenir ?

Autrement dit, en quel point  $A'$  le *prolongement du rayon émergent* se « coupe-t-il » ?

Définition :  $A'$  est l'*image conjuguée du point A par le miroir plan*.

#### 3) Stigmatisme rigoureux du miroir plan

L'intersection des rayons incidents sur le miroir définit un **point objet**.

L'intersection des rayons émergents du miroir définit un **point image**.

Dans le cas du miroir plan, l'intersection des rayons émergents est un point : on dit que le **stigmatisme du miroir plan est rigoureux**.

Stigmatisme rigoureux du miroir plan : l'*image conjuguée d'un point par un miroir plan est un point*.

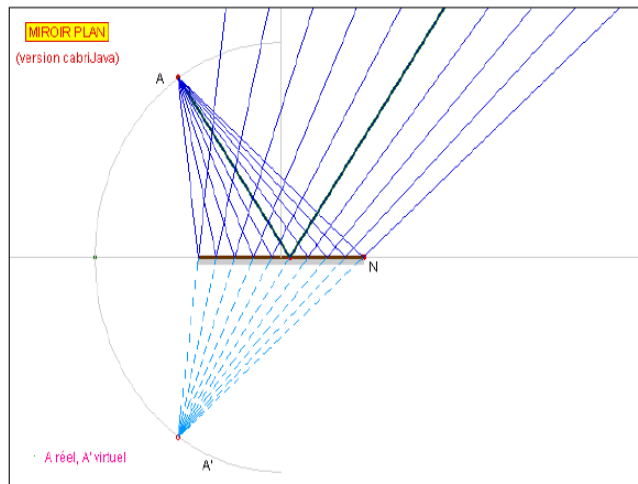


Figure 1 : Stigmatisme rigoureux du miroir plan

#### 4) Image réelle ou virtuelle ?

**Définition** : Une image est réelle si les rayons émergents du système optique se coupent effectivement.  
Le faisceau lumineux émergent est alors convergent.

Expérimentalement, on peut former une image réelle sur un écran.

**Définition** : Une image est virtuelle si c'est le prolongement des rayons émergents du système optique qui se coupent. Le faisceau lumineux émergent est alors divergent.

Expérimentalement, on ne peut pas former une image virtuelle sur un écran.

Point image réel	Point image virtuel
------------------	---------------------

#### 5) Objet réel ou virtuel ?

**Définition** : Un objet est réel si les rayons incidents se coupent effectivement.  
Le faisceau lumineux incident est alors divergent.

Expérimentalement, on peut voir directement un objet réel.

**Définition** : Un objet est virtuel si c'est le prolongement des rayons incidents qui se coupent.  
Le faisceau lumineux incident est alors convergent.

Expérimentalement, on ne peut pas voir directement un objet virtuel.

Point objet réel	Point objet virtuel
------------------	---------------------

## 6) Relation de conjugaison du miroir plan

Les positions d'un point objet A et de son image A' par un miroir plan sont liées par la relation de conjugaison du miroir plan. Relation de conjugaison du miroir plan :

Soit A un point-objet et A' son image conjuguée par le miroir plan. On note :

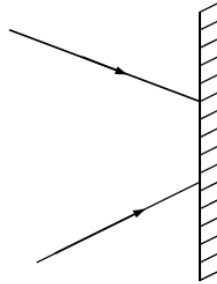
Les positions de A et A' sont liées par la **relation de conjugaison** du miroir plan :

## 7) Construction géométrique de l'image par un miroir plan

On considère la situation ci-dessous.

Le point objet est-il réel ou bien virtuel vis à vis du miroir ?

Le repérer par le point A. Construire le point image A' par le miroir.

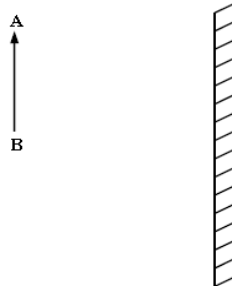


## 8) Image d'un objet étendu

Un objet étendu est modélisé comme une collection de points objets sources de lumière.

L'image d'un objet est alors la collection des points-image conjugués à chacun des points-objet.

Construire l'image du segment [AB] par le miroir plan :



La symétrie étant une isométrie :  $AB = A'B'$

**CQFR** : *L'image d'un objet vis à vis d'un miroir plan a même taille et même forme que l'objet.*

## II. Formation d'une image

### 1) Notion de système centré

**Définition** : *Un système possédant un axe de symétrie de révolution ( $\Delta$ ) est dit centré.*

*L'axe ( $\Delta$ ) est appelé axe optique et il est orienté dans le sens de propagation de la lumière.*

**Schématisation** :

**Exemples** : loupe, lunette astronomique, télescope, microscope...

## 2) Aplanétisme d'un système optique

Définition : *Un système optique est aplanétique si l'image d'un objet plan, perpendiculaire à l'axe optique, est plane et perpendiculaire à l'axe optique.*

Schématisations :

<i>Système optique aplanétique</i>	<i>Système optique non aplanétique</i>
------------------------------------	--

Exemple : loupe, lunette astronomique, télescope, microscope...

## 3) Grandissement d'un système optique

Définition : *Soit  $A'B'$  l'image d'un segment  $AB$  par un système optique.*

*On appelle grandissement le rapport :*

Interprétation :

Cas du miroir plan :

## III. Étude des lentilles minces dans l'approximation de GAUSS

### 1) Qu'est-ce qu'une lentille mince ?

Définition : *Une lentille est une portion de MHTI (souvent du verre) limitée par deux dioptries sphériques (ou plans) de même axe de révolution (axe optique ( $\Delta$ ) de la lentille).*

Exemples :

Définition : *Une lentille est dite mince si l'épaisseur de la lentille  $S_1S_2$  est faible devant les rayons de courbures  $R_1$  et  $R_2$  des dioptries sphériques constituant la lentille :*

*et*

Dans ces conditions, les sommets  $S_1$  et  $S_2$  des deux dioptries sont alors quasiment confondus :

où  $O$  est appelé centre optique de la lentille

Modélisation : Une lentille mince est modélisée par un plan de centre  $O$  perpendiculaire à l'axe optique tel que tout rayon passant par son centre optique n'est pas dévié.

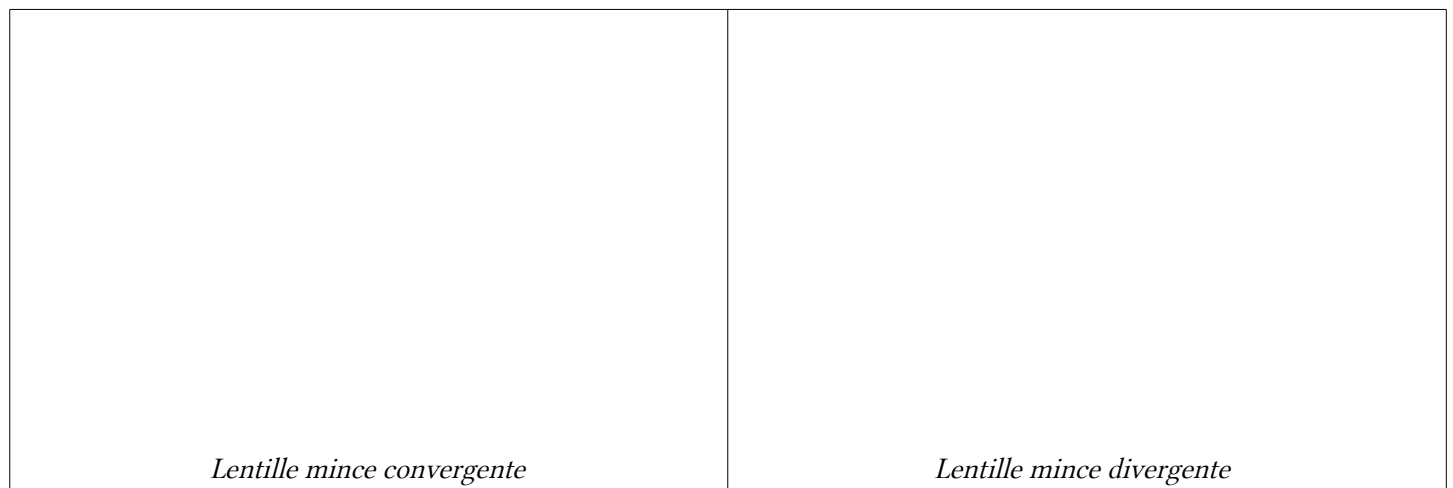
Pour s'en convaincre, considérer une lentille comme une lame à faces parallèles au voisinage de l'axe optique.

Il existe deux types de lentilles minces : convergente et divergente.

Comment les distinguer ?

- les lentilles divergentes ont des bords épais.
- les lentilles convergentes ont des bords minces.

Représentation symbolique :



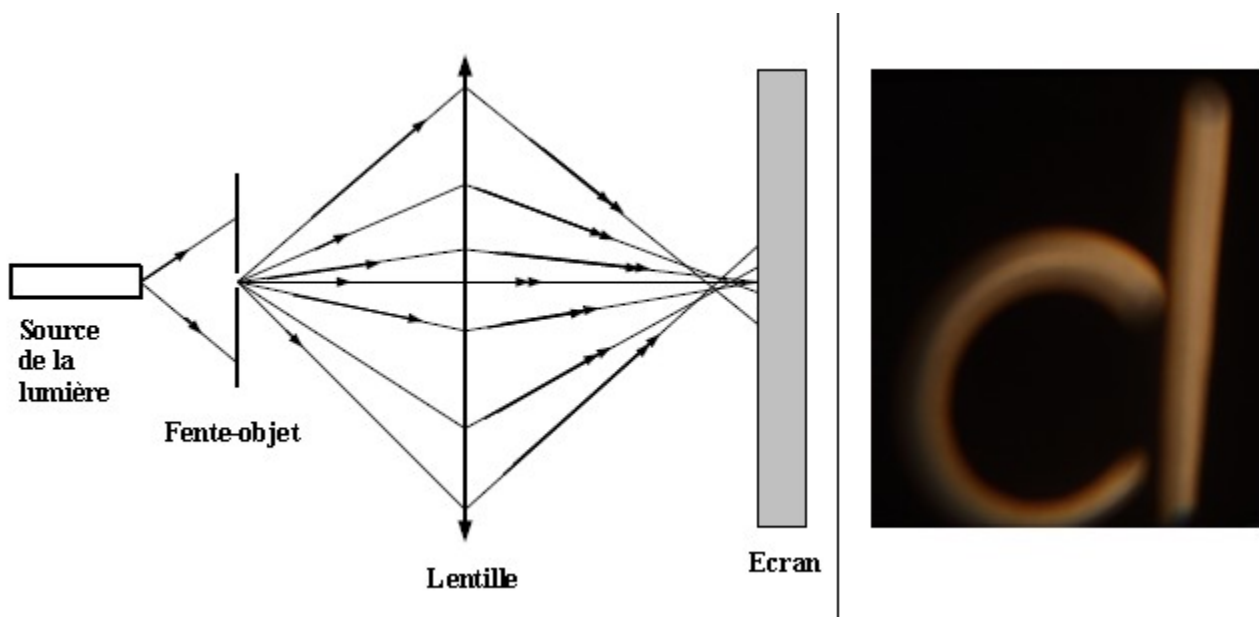
## 2) Stigmatisme approché d'une lentille

Observations expérimentales :

On éclaire une fente (en forme de  $b$ ) qui va jouer le rôle d'objet.

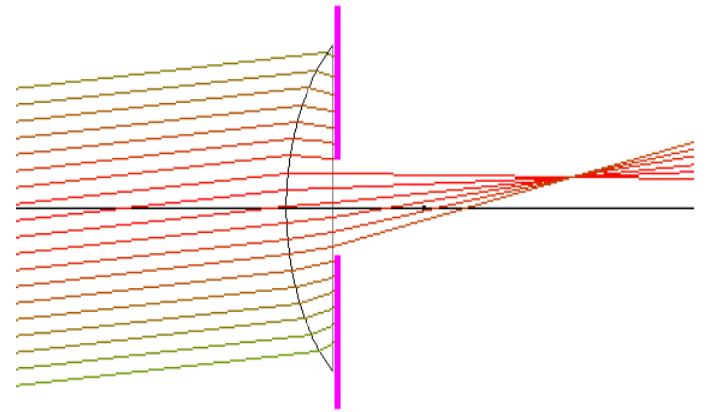
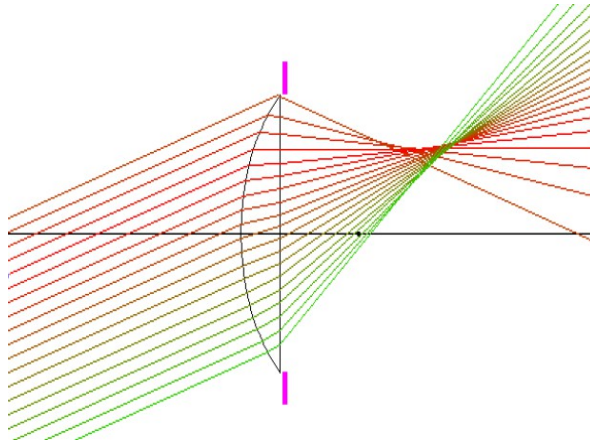
On forme l'image de cette fente sur un écran à l'aide d'une lentille convergente.

Schématisation :



L'image de la fente est-elle parfaitement nette ? Autrement dit, la lentille est-elle rigoureusement stigmatique ?

Confronter les observations à la simulation de la *Figure 2* :



*Figure 2* : Projection d'une image hors conditions de Gauss

*Figure 3* : Projection d'une image dans les conditions de Gauss

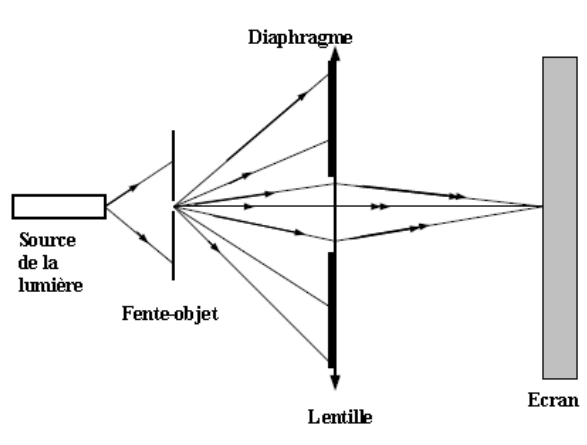
Que dire de l'intersection des rayons lumineux émergeant de la lentille ?

CQFR : *Les lentilles ne sont pas rigoureusement stigmatiques : l'image d'un point est une tache.*

Comment améliorer la netteté de l'image donnée par une lentille ?

On reprend l'expérience précédente mais cette fois-ci on **diaphragme** le faisceau atteignant la lentille

Schématisation :



✕ Confronter les observations à la simulation de la *Figure 3*.

On dit alors que l'on se place dans les conditions de Gauss.

*Dans les conditions de Gauss, les rayons lumineux atteignant les dioptries du système optique sont :*

- 
- 

*On parle de rayons sont paraxiaux.*

Stigmatisme approché : *Dans les conditions de Gauss, les lentilles minces sont approximativement stigmatiques et aplanétiques.*

### 3) Foyers principaux d'une lentille mince

#### Définitions :

Le foyer principal objet d'une lentille est le point de l'axe optique ( $\Delta$ ) dont le point image se situe à l'infini sur l'axe optique. Il est noté  $F$ .

Le foyer principal image d'une lentille est le point-image d'un point-objet à l'infini sur l'axe optique ( $\Delta$ ). Il est noté  $F'$ .

#### Représentations :

<i>Foyer principal objet</i>	<i>Foyer principal image</i>

#### Positions :

Pour une lentille mince, l'expérience montre que les foyers objet  $F$  et image  $F'$  sont *symétriques* par rapport au centre optique  $O$  de la lentille (mais ils ne sont pas conjugués par la lentille!!!)

**Les foyers principaux d'une lentille convergente sont réels c'est-à-dire :**

**Les foyers principaux d'une lentille divergente sont virtuels c'est-à-dire :**

### 4) Foyers secondaires et plans focaux

**On rappelle que dans les conditions de Gauss, une lentille mince est approximativement stigmatique et aplanétique.**

Conséquences utiles pour le tracé de rayons lumineux « quelconques » :

i) L'image d'un objet ponctuel appartenant au plan perpendiculaire à l'axe optique en  $F$  se situe à l'infini.

Ce plan est appelé **plan focal objet**. Tout point appartenant au plan focal objet est appelé *foyer secondaire objet*.

ii) L'image d'un objet ponctuel à l'infini à son image dans le plan perpendiculaire à l'axe optique en  $F'$ .

Ce plan est appelé **plan focal image**.

<i>Plan focal objet</i>	<i>Plan focal image</i>

## 5) Construction d'une image par une lentille mince

Rayons particuliers :



Pour un point objet hors de l'axe optique :

**Dans les conditions de Gauss, une lentille mince est considérée comme approximativement stigmatique et aplanétique.**

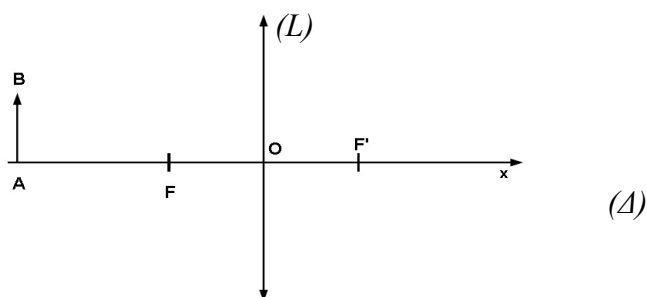
Il suffit alors de tracer deux rayons lumineux différents pour déterminer la position d'un point image.

Pour un point objet sur l'axe optique :

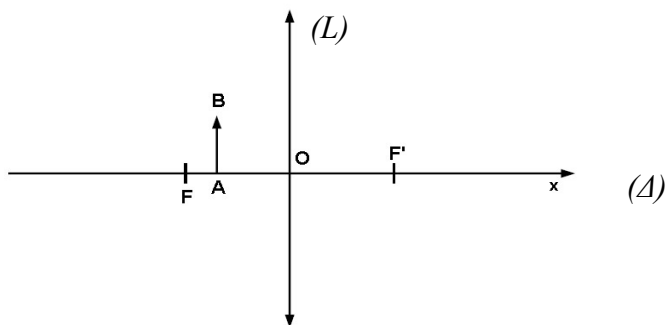
L'image d'un point de l'axe optique appartient à l'axe optique car les trois rayons particuliers précédents sont confondus avec l'axe optique.

Applications : Dans chacune des figures ci-dessous **construire l'image  $A'B'$  de l'objet  $AB$ .**

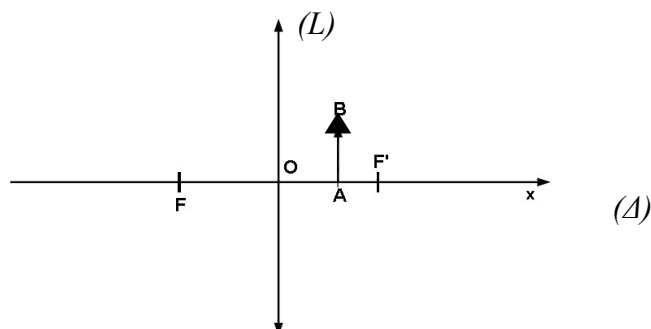
*Cas d'un objet réel situé avant le foyer principal objet  $F$*



*Cas d'un objet réel situé entre le foyer principal objet  $F$  et le centre optique  $O$*



*Cas d'un objet virtuel donc situé après le centre optique  $O$*



Remarque : Reprendre les mêmes configurations mais en considérant une lentille mince **divergente**.