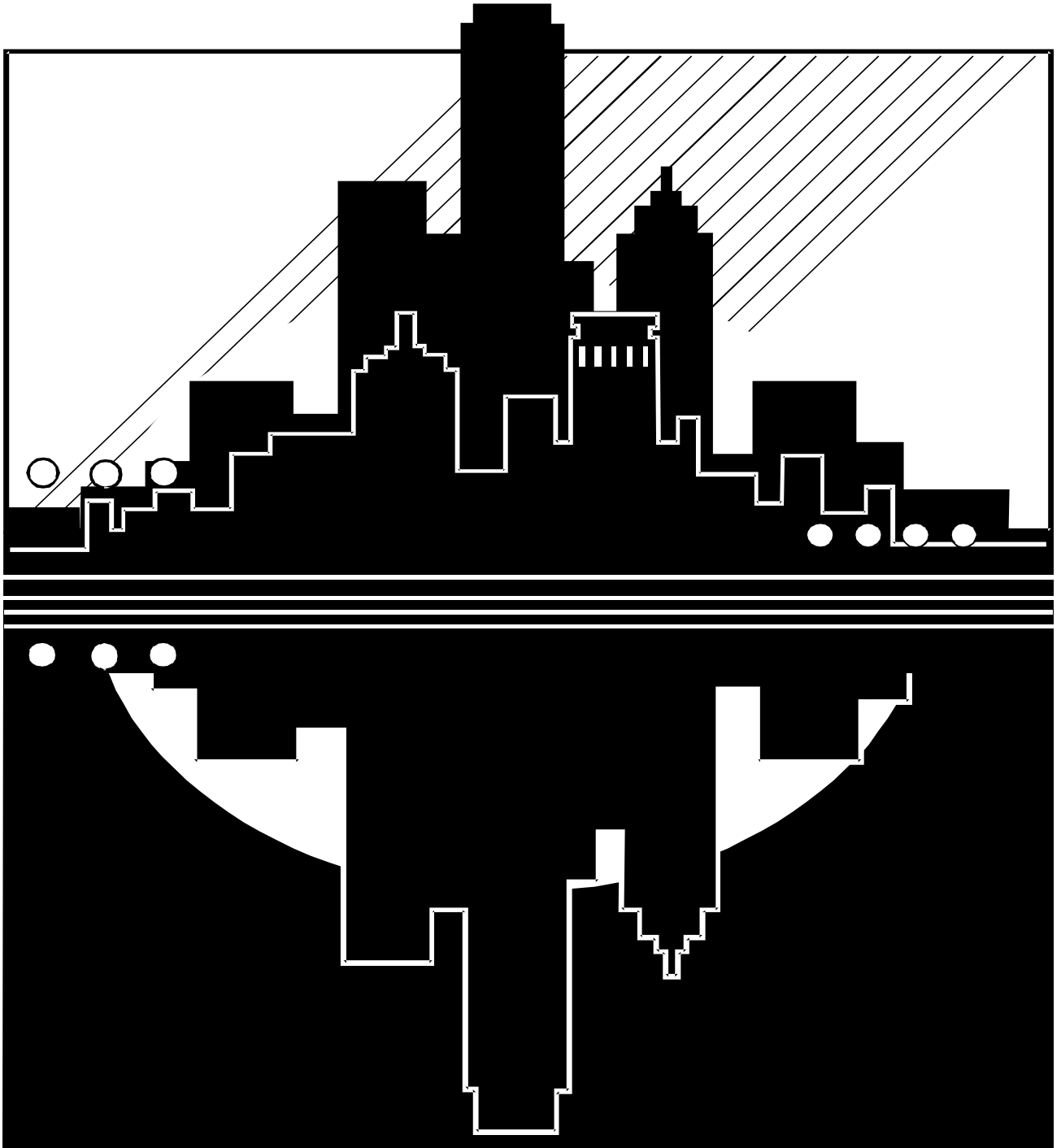


CHAPITRE II

~~~~~

LES LOIS DE LA REFLEXION

~~~~~

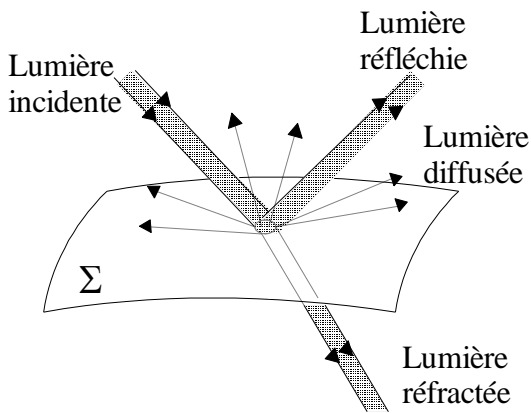


# LES LOIS DE LA REFLEXION

~~~~~

## II.1 Définitions :

Lorsque la lumière arrive sur une surface de séparation de deux milieux, on peut observer trois phénomènes (fig.II.1):



- 1°/ la lumière est renvoyée dans toutes les directions, elle est diffusée, c'est la **diffusion**;
- 2°/ la lumière est renvoyée dans une direction privilégiée, elle est réfléchi, c'est la **réflexion**;
- 3°/ la lumière pénètre dans le second milieu, elle est réfractée, c'est la **réfraction**.

Nous illustrons ces trois définitions par des exemples courants.

Fig.II.1

Pourquoi les objets humides paraissent-ils brillants?

Les choses lisses paraissent brillantes, parce qu'elles renvoient presque toute la lumière qui les frappe. Une surface lisse renvoie tous les rayons lumineux qui la frappent dans une même direction. Ce qui signifie qu'il y a un angle sous lequel cette surface paraît plus brillante. On s'en rend très bien compte au dessus de l'eau (**réflexion**).

Une surface rugueuse, paraît au contraire plus sombre, parce que les nombreuses petites cavités qu'elle comporte absorbe la lumière. Les rayons lumineux qui frappent une surface rugueuse sont, par contre, renvoyés dans toutes les directions (**diffusion**). L'ensemble paraît alors uniforme et ne brille pas.

Pourquoi voit-on l'arc en ciel ?

Les gouttelettes d'eau qui sont dans l'air, peuvent **réfracter** les rayons lumineux du soleil, elles agissent comme de minuscules prismes et forment ainsi un arc en ciel.

## II.2 Etude expérimentale du miroir plan :

### Comment peut-on se voir dans un miroir ?

Quand on se regarde dans un miroir, les rayons lumineux vont de nous vers le miroir, puis se trouvent renvoyés dans nos yeux. Ainsi, pouvons nous voir notre image.

Un miroir est une plaque de verre dont l'envers est revêtu d'une pellicule réfléchissante, le tain. Les rayons lumineux traversent l'épaisseur du verre, se réfléchissent sur le tain, et repartent.

Sur un miroir plan, les rayons repartent sous un angle égal à celui qu'ils avaient en arrivant. L'image observée dans le miroir n'est donc pas déformée;

elle est seulement inversée droite-gauche. En effet, le miroir renvoie le côté droit à droite, et le côté gauche à gauche. Mais l'objet réfléchi se présente comme s'il se trouvait derrière le miroir : son côté droit serait alors à gauche, d'où l'inversion. On dit que le miroir donne de l'objet une image. Cette image est une simple apparence; C'est pourquoi on dit qu'elle est virtuelle.

**a- Image d'un objet réel :**

L'expérience suivante va nous permettre de préciser la notion d'image. Disposons en AB et A'B' deux bougies de même hauteur, symétriques par rapport à une glace verticale M. L'expérience montre alors que si on allume l'une des bougies A, l'autre, vue à travers la glace, semble s'allumer aussitôt.

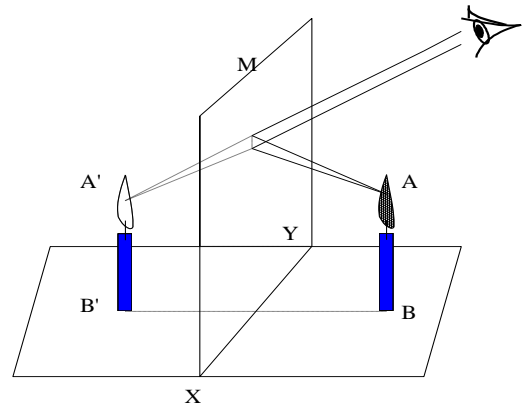


Fig.II.2

C'est donc que les rayons issus d'un point A de l'objet, qui entrent dans l'oeil après s'être réfléchis sur le plan M, semblent venir du point A' symétrique de A par rapport à ce plan.

L'oeil voit en A' un point lumineux: on dit que A' est l'**image virtuelle** du point A.

**⊗ Un miroir plan donne d'un objet réel, une image virtuelle symétrique de l'objet par rapport au miroir.**

**b- Image d'un objet virtuel :**

La lentille (L) donne d'un objet (O) une image O' sur l'écran (E). Interposons entre (L) et O' un miroir plan (M). Déplaçons un deuxième écran (E') sur le trajet du faisceau réfléchi. On constate qu'il est possible de former sur (E') une image réelle O<sub>1</sub> de (O). (E') est alors symétrique de (E) par rapport à (M), et O<sub>1</sub> est symétrique de O' (fig.II.3).

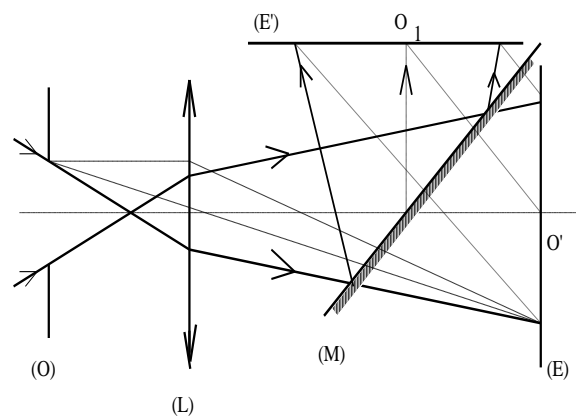


Fig.II.3

**⊗ Un miroir plan donne d'un objet virtuel une image réelle symétrique de l'objet par rapport au miroir.**

c- Association de deux miroirs :

Deux miroirs ( $M_1$ ) et ( $M_2$ ) font entre eux un angle  $\alpha$  (fig.II.4). Un objet (une bougie par exemple) est placé à l'intérieur du dièdre formé par les deux miroirs.

Un observateur (O) regardant vers l'intérieur du dièdre voit des images dont le nombre dépend de l'angle des deux miroirs.

Cas particulier :

- $\alpha = \frac{\pi}{2}$  → 3 images (fig.II.5)
- $\alpha = \frac{\pi}{3}$  → 5 images (fig.II.6)

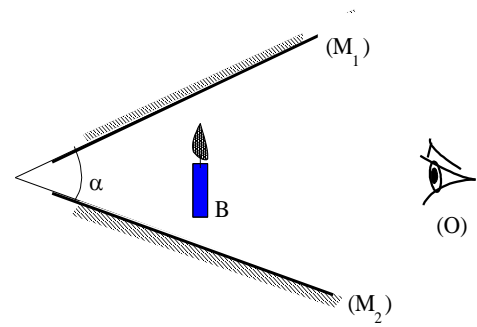


Fig.II.4

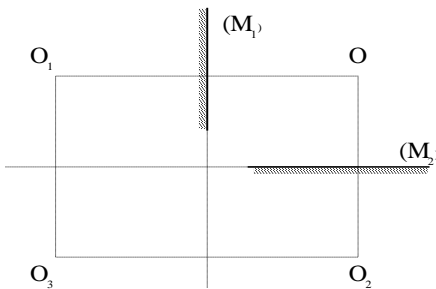


Fig.II.5

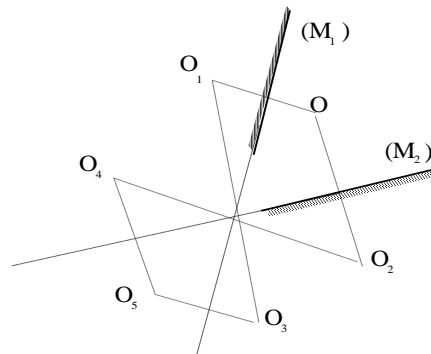


Fig.II.6

- $\alpha = \frac{\pi}{4}$  → 7 images
- $\alpha = 0$  → L'observateur voit à travers le verre une infinité d'images données par le miroir. Il y aura donc une double infinité d'images dans les deux sens.

Si  $\alpha = \frac{\pi}{p}$  le nombre d'images est  $2p - 1$  (  $p$  entier ).

Les lois de la réflexion :

Considérons une surface réfléchissante plane  $M$  sur laquelle tombe un rayon incident  $AI$  (fig.II.7). Ce rayon rencontre le miroir au point d'incidence  $I$ ; soit  $IN$  la perpendiculaire en  $I$  au plan du miroir  $M$ ; le plan d'incidence ( $P$ ) est défini par le rayon incident  $AI$  et la normale  $IN$ ; l'angle d'incidence  $i$  est l'angle que fait le rayon incident  $AI$  avec la normale  $IN$ . La connaissance du plan ( $P$ ) et de l'angle  $i$  détermine le rayon réfléchi.

L'expérience des deux bougies montrent que le prolongement du rayon réfléchi  $IR$  passe par le point  $A'$  symétrique de  $A$  par rapport au miroir  $M$ . Comme  $A'$  est dans le plan d'incidence ( $P$ ), il en est de même du rayon réfléchi  $IR$ ; cela conduit à la première loi de la réflexion.

*Le rayon réfléchi est dans le plan d'incidence*



IN sont dans le même plan. Faire varier l'angle d'incidence  $i$  et noter l'angle de réflexion  $r$ .

On constate que :  $i = r$ .

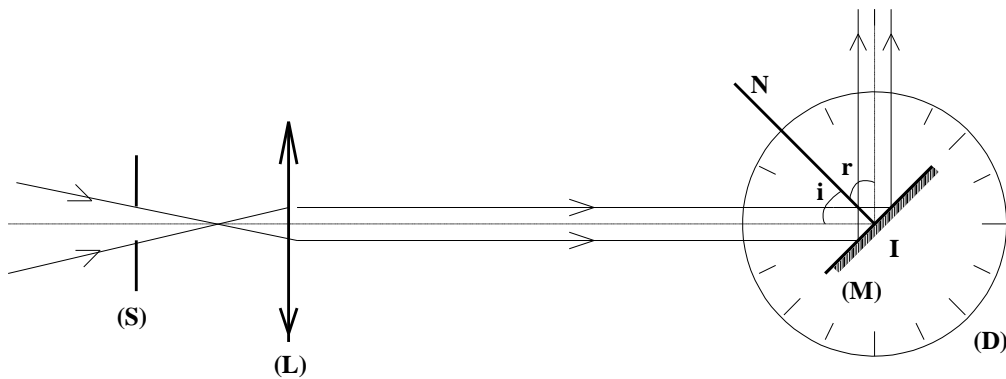


Fig.II.8

Exemples d'application de la réflexion :

- Le cinémomètre :

C'est le radar utilisé pour le contrôle de vitesse sur les routes: des trains d'ondes sont envoyés à des intervalles de temps connus, les parties du véhicule perpendiculaires à la direction de propagation les renvoient vers le détecteur et il est alors possible de déterminer la vitesse de ce véhicule.

- Les ondes radios :

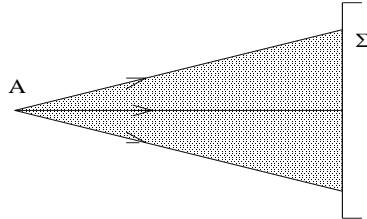
L'ionosphère, haute couche de l'atmosphère réfléchit les ondes longues, moyennes et courtes émises : cette réflexion fait que les émetteurs de ces ondes ont une portée importante. Ce n'est pas le cas des ondes à modulation de fréquence dont les ondes porteuses ont des longueurs d'onde plus faibles (3 m environ et plus de 100 m pour les ondes courtes ) ; elles sont de ce fait plus pénétrantes et l'ionosphère ne les réfléchit pas : les émetteurs ont alors une portée plus faible.

## REALITE ET VIRTUALITE DES OBJETS ET DES IMAGES

- ❶ Pour un système optique quelconque  $\Sigma$ ,  
un **POINT A** est un **OBJET**

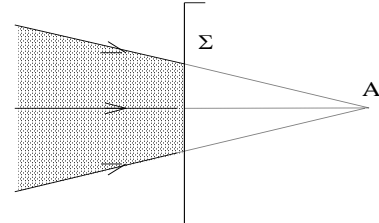
### REEL

quand les rayons lumineux que reçoit le système *viennent tous du point A*.



### VIRTUEL

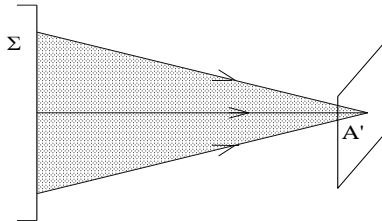
quand les rayons lumineux *iraient converger en A* si le système ne les interceptait.



- ❷ Le système donne de A une **IMAGE A'**

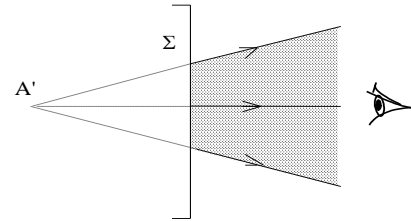
### REELLE

quand les rayons lumineux qui sortent du système *convergent tous au point A'*.



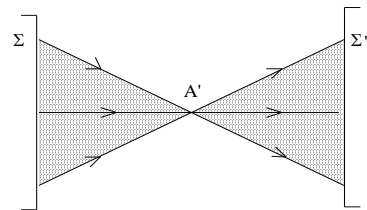
### VIRTUELLE

quand les rayons lumineux qui sortent du système *semblent tous venir de A'*.

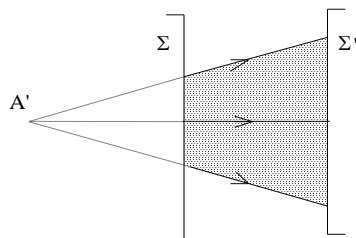
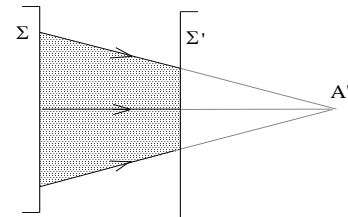


- ❸ Cette image de A' peut à son tour servir d'objet pour un 2<sup>o</sup> système optique.

(1) Les rayons qui sortent de  $\Sigma$ , continuant leur marche, rencontrent  $\Sigma'$  pour lequel l'image réelle A' joue le rôle d'un objet réel.



(2) Les rayons qui iraient former une image réelle en A' sont interceptés par  $\Sigma'$ , pour lequel A' joue le rôle d'un objet virtuel.



(3) Les rayons qui sortent de  $\Sigma$  comme s'ils venaient de A' rencontrent  $\Sigma'$ , pour lequel l'image virtuelle A' joue le rôle d'un objet réel.

###  
### **EXERCICES** ###  
#####

**Exo1:**

Une femme de 1,65 m souhaite acheter un miroir où elle puisse se voir de plein pied. Quelle est la hauteur minimum d'un tel miroir ? A quelle distance du miroir doit elle se tenir.

**Exo2:**

Une règle verticale, AB, de 1 m de longueur, est placée à 2 m d'une cloison OC contre laquelle est adossé un miroir OM, qui penche de  $60^\circ$  du côté de AB et qui s'appuie sur l'arête O de la cloison et du plancher.

1°/ Quelle est la pente de l'image du plancher, vu par réflexion dans le miroir ?

2°/ Quelle est l'altitude des images des points A et B par rapport au plan horizontal ?

**Exo3:**

Un rayon lumineux se réfléchit successivement sur deux miroirs plans qui font entre eux un angle de  $60^\circ$ . Déterminer l'angle que fait le rayon émergent avec le rayon incident.

**Exo4:**

Un étudiant de taille 1,82 m veut se voir tout entier dans un miroir circulaire fixé sur un mur vertical, la distance de ses yeux au sommet de la tête est de 0,12 m. Quelle est :

- 1- la hauteur minimale du sommet du miroir
- 2- la hauteur maximale de la base du miroir
- 3- le diamètre minimal du miroir
- 4- la distance miroir étudiant

**Exo5:**

Deux miroirs  $M_1$  et  $M_2$  forment un dièdre d'arête O et d'angle  $90^\circ$ . Devant ce système se trouve un point lumineux A. Déterminer les images de ce point. Que peut-on dire des images d'un objet placé devant le système?

**Exo6:**

Un homme qui mesure 1,3 m arrive tout juste à voir son image dans un miroir vertical placé à 3 m de lui. Ses yeux sont à 1,5 m du plancher. Trouver la hauteur du miroir et sa position.

**Exo7:**

Une ouverture rectangulaire verticale a une hauteur de 24 cm et une largeur de 95 cm. Un rayon lumineux horizontal, perpendiculaire au plan de cette ouverture et passant par son centre A, arrive en I sur un miroir plan;  $AI = 1,5$  m. Le rayon réfléchi IO est horizontal; l'angle AIO vaut  $50^\circ$ ; l'oeil de l'observateur est en O, à 25 cm de I.



Déterminer l'orientation du miroir et, à 1/2 cm près, ses dimensions minimales pour que le champ de l'oeil ne soit limité que par l'ouverture.

###

### **SOLUTIONS** ###

#####

**Exo1:**

Le miroir a la moitié de sa taille (82,5 cm), il doit être placé de telle sorte que sa partie supérieure se trouve au niveau du milieu de son front. La distance du miroir à la femme n'a pas d'importance.

**Exo2:**

la pente est de  $60^\circ$ , B'b = 1,732 m , A'a = 2,232 m

**Exo3:**

$120^\circ$

**Exo4:**

la hauteur minimale du sommet du miroir 1,76 m, la hauteur maximale de la base du miroir 0,85 m, le diamètre minimal du miroir est de 0,91 m, la distance miroir étudiant n'a pas d'importance.

**Exo5:**

On obtient 3 images: A<sub>1</sub> par réflexion sur M<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> par réflexion sur M<sub>2</sub>, A' par deux réflexions successives. A, A<sub>1</sub>, A' et A<sub>2</sub> sont aux sommets d'un rectangle. L'image obtenue par deux réflexions est semblable à l'objet; les deux autres, semblables entre elles, sont symétriques de l'objet.

**Exo6:**

le miroir mesure 80 cm et sera placé à 0,75 m du sol.

**Ex07**

Miroir vertical dont le plan fait un angle de  $25^\circ$  avec celui de l'ouverture; largeur 15 cm, hauteur 3,5 cm.