

---

# TRAVAUX DIRIGÉS D'OPTIQUE 1 :

## Bases de l'optique géométrique

École Centrale Pékin

Année 3

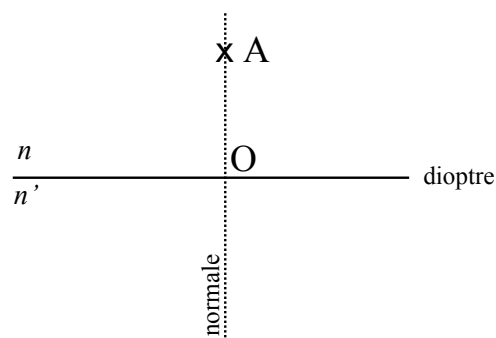
---

### APPLICATION DU COURS

#### EXERCICE 1 : Le dioptre plan

1. **Étude générale** : On considère un dioptre plan séparant un espace objet d'indice  $n$  d'un espace image d'indice  $n'$  avec  $n' < n$ .

- Construire l'image  $A'$  d'un point objet  $A$ . L'image est-elle réelle ou virtuelle ?
- Y a-t-il stigmatisme rigoureux ?
- Y a-t-il stigmatisme approché dans les conditions de Gauss ? Déterminer dans ces conditions la formule de conjugaison reliant  $OA$ ,  $OA'$ ,  $n$  et  $n'$ .



2. **La surface de l'eau** : Un observateur dans l'air regarde normalement à la surface de l'eau (pour l'eau  $n = 1,33$ ), un poisson immobile de petite taille situé à 1 m de profondeur, placé perpendiculairement à la normale (parallèle à la surface).

- Construire l'image perçue par l'observateur. Est-elle réelle ou virtuelle ?
- Quel est le grandissement du poisson par le dioptre ?
- À quelle profondeur l'observateur semble-t-il voir le poisson ?

### S'ENTRAÎNER

#### EXERCICE 2 : L'arc-en-ciel

Lorsque la pluie et le beau temps se rencontrent, un arc-en-ciel peut se former (et parfois même deux). Vous aurez peut-être remarqué que vous ne pouvez l'observer que lorsque le soleil est derrière vous et la pluie en face de vous, comme sur le schéma représenté en figure 1. Nous allons essayer de comprendre le phénomène physique qui mène à cette observation.

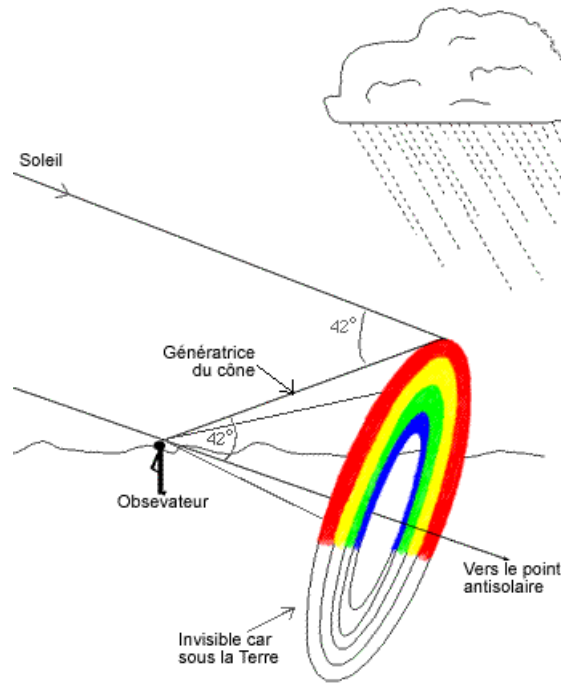


FIGURE 1 – Formation d'un arc-en-ciel

On admettra que toutes les gouttes peuvent être considérées sphériques, constituées d'eau d'indice  $n$  ; l'air est d'indice 1. On supposera que les rayons du soleil arrivant sur la goutte sont tous parallèles. La surface de chaque goutte est alors éclairée sous tous les angles d'incidence possibles entre  $-\pi/2$  et  $\pi/2$  (cf. figure 2).

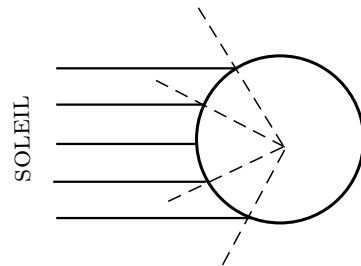


FIGURE 2 – Goutte d'eau éclairée par les rayons du soleil

1. La direction des rayons réfractés dans laquelle un maximum de lumière sortira de la goutte est celle pour laquelle les angles d'incidence proches donnent une même déviation : traduire cette condition en une relation mathématique sur  $\frac{dD}{di}$ .

Comme indiqué sur la figure 3, la lumière peut traverser la goutte avec simplement deux réfractions (cas 1), ou avec une ou plusieurs réflexions supplémentaires contre la paroi intérieure de la goutte (une seule dans le cas 2).

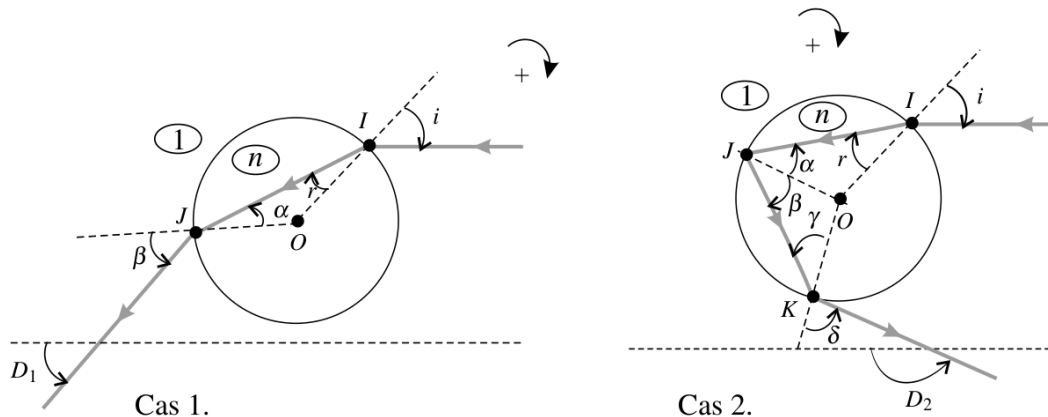


FIGURE 3

2. Dans le cas 1 :

- a) Déterminer les valeurs des angles orientés  $\alpha$  et  $\beta$ , puis montrer que de la déviation du rayon  $D_1$  s'écrit en fonction de  $i$  et  $r$  :  $D_1 = 2r - 2i$
- b) Déterminer s'il existe un angle  $i$  vérifiant la condition établie à la question 1 (on notera  $i_1$  sa valeur).

3. Dans le cas 2 :

- a) Déterminer les valeurs des angles orientés  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et  $\delta$  puis montrer que de la déviation du rayon  $D_2$  s'écrit en fonction de  $i$  et  $r$  :  $D_2 = 4r - 2i - \pi$
- b) Déterminer s'il existe un angle  $i$  vérifiant la condition établie à la question 1 (on notera  $i_2$  sa valeur).

Dans le cas où le rayon subit deux réflexions à l'intérieur de la goutte, on peut montrer que la déviation  $D_3$  et la valeur de l'angle d'incidence  $i$  correspondant à la condition de la question 1 (on notera  $i_3$  sa valeur) sont tels que :

$$D_3 = 6r - 2i - 2\pi \quad \text{et} \quad \sin^2 i_3 = \frac{9 - n^2}{8}.$$

De plus, l'eau étant un milieu dispersif, on donne les valeurs  $n_{violet} = 1,3448$  et  $n_{rouge} = 1,3317$ .

4. À partir de ces données et des résultats des questions précédentes, déterminer l'expression puis la valeur numérique de la déviation des rayons correspondant au maximum de luminosité, pour chaque couleur (rouge et violet) et dans chaque cas.
5. Justifier la forme de l'arc-en-ciel, ainsi que l'ordre des couleurs apparaissant dans chacun des arcs observés sur la figure 4.



FIGURE 4