**Chapitre 4 : LE DIOPTRE SPHERIQUE**

# DEFINITION :

C’est une surface sphérique continue, de sommet S et de centre de courbure C, séparant deux milieux transparents, homogènes, isotropes et d’indices différents.

Le dioptre est défini par les indices ne et ns de ses milieux ainsi que par son rayon de courbure exprimé en valeur algébrique et noté R=SC.

La droite (SC) est l’axe du dioptre.

### REPRESENTATION DANS LE DOMAINE MARGINAL

D’après le sens conventionnel de la lumière, le rayon de courbure peut être positif ou négatif.



Dioptres sphériques convexes



Dioptres sphériques concaves

### REPRESENTATION SIMPLIFIEE DANS LE DOMAINE PARAXIAL (CONDITIONS DE GAUSS)

Le dioptre sphérique n’est rigoureusement stigmatique que pour certains points (son centre, son sommet et les points de Weierstrass). Pour tous les autres points, on obtiendra le stigmatisme approché sous les conditions de Gauss.

Pour simplifier les calculs et l’étude optique des systèmes, nous travaillerons dans les conditions d’approximation de Gauss :

* les rayons sont faiblement inclinés par rapport à l’axe
* les faisceaux sont de faible ouverture (< 10°)

Dans ces conditions de stigmatisme approché, tous les rayons issus d’un point objet A émergent par un point image A’. Le dioptre est limité à sa portion près de l’axe. On pourra alors le représenter comme un segment de droite perpendiculaire à l’axe.



SC > 0 SC < 0

# CONSTRUCTION D’UN RAYON REFRACTE A TRAVERS UN DIOPTRE SPHERIQUE

* 1. **DANS LE DOMAINE MARGINAL**

Soit un rayon incident sur un dioptre sphérique séparant 2 milieux d’indice n et n’.

**Méthode :**

1. Tracer la normale (NI) au dioptre au niveau du point d’incidence I ;
2. choisir une constante k en mm, qui sera facteur des 2 indices ;
3. tracer un premier cercle d’indice de rayon k.n et de centre I ;
4. tracer un deuxième cercle d’indice de rayon k.n’ et de centre I ;
5. prolonger virtuellement le rayon incident jusqu’au cercle d’indice lui correspondant (kn), on obtient a ;
6. tracer la parallèle à la normale passant par a qui coupe kn’ en b ;
7. tracer le rayon réfracté I b.

**Rappel :** la normale à une surface est la droite passant par le point d’incidence et le centre de courbure.



* 1. **DANS LE DOMAINE PARAXIAL**

La méthode est la même mais dans les conditions de Gauss, les cercles d’indices deviennent des droites d’indices parallèles au dioptre.



Remarque : il n’existe pas d’angle limite dans le domaine paraxial.( les angles sont très petits…….)

# LES ELEMENTS CARDINAUX

* 1. **LA VERGENCE**

D = ns – ne unité : dioptrie (δ)

SC

D> 0 dioptre convergent

D< 0 dioptre divergent

**Remarques :**

* Les termes convexes et concaves ne concernent que la forme du dioptre (bombé ou creux) et n’ont aucun rapport avec la vergence !
* Si C appartient au milieu d’indice le plus fort, le dioptre est convergent (D>0)
* Si C appartient au milieu d’indice le plus faible, le dioptre est divergent (D<0)

**→ un dioptre peut très bien être convergent et concave !**

### FOYERS PRINCIPAUX ET DISTANCES FOCALES

### Foyer principal objet

On appelle foyer principal objet « F » le point objet sur l’axe optique qui a pour image un point situé à l’infini sur l’axe.

Chaine d’image : A → A’

F ∞

***Remarque : un incident passant par F aura son émergent parallèle à l’axe optique.***

### Foyer principal image

On appelle foyer principal image « F’ » l’image sur l’axe optique d’un point objet situé à l’infini sur l’axe.

Chaine d’image : A → A’

∞ F’

***Remarque : Un rayon incident parallèle à l’axe optique aura son émergent passant par F’.***

### Distances focales

* La *distance focale objet* est la distance entre le sommet S et le foyer objet F, et se note f.

f = SF = - ne/D

* La *distance focale image* est la distance entre S et le foyer image F’, et se note f’.

f’ = SF’ = ns/D

## Remarques

* F et F’ **ne forment pas** un couple de points conjugués.
* F et F’ sont toujours situés de part et d’autre du dioptre.
* Si D > 0, le dioptre est convergent, f’> 0, f <0 alors F et F’ sont réels.
* Si D < 0, dioptre est divergent, f’<0, f >0 alors F et F’ sont virtuels.
* Relation entre les distances focales et les indices :

D = -ne/f = ns/f’

### Application

Soit un dioptre sphérique convexe :

f = -100 mm

f’ = +150 mm

n = 1



n’ = ? rép : n’=1,5

D = ? D=+10δ

SC = ? SC=50mm

Schéma à l’échelle ½

**Remarque :** Dans un dioptre sphérique, on aura :

FS=CF’ et SF’=FC

d’où : - les foyers sont symétriques par rapport au milieu de SC ;

- ou encore, le milieu de FF’ et celui de SC sont confondus ;

- mais surtout : les foyers ne peuvent jamais se trouver entre S et C.

# PLANS FOCAUX ET FOYERS SECONDAIRES

### Plan focal objet – Foyers secondaires objets

C’est le plan de front passant par F, noté [F].

Tous les points de [F] hors de l’axe sont appelés des *foyers secondaires objets* ϕ.

ϕ est donc l’objet d’une image située à l’infini hors de l’axe.



### 

### Plan focal image – Foyers secondaires images

C’est le plan de front passant par F’, noté [F’].

Tous les points de [F’] hors de l’axe sont appelés des *foyers secondaires images* ϕ’.

ϕ’ est donc l’image d’un objet situé à l’infini hors de l’axe.



# CONSTRUCTIONS DE RAYONS QUELCONQUES A TRAVERS UN DIOPTRE SPHERIQUE

### REGLES DE CONSTRUCTION

* Tout rayon incident parallèle à l’axe optique (donc issu d’un point à l’infini sur l’axe) émerge en passant par F’.



* **Des rayons incidents parallèles entre eux mais inclinés par rapport à l’axe (donc issus d’un même point à l’infini hors de l’axe) ont des émergents qui se coupent un même foyer secondaire image ϕ’.**

**On peut aussi dire que tous les rayons émergents qui se coupent en un même foyer secondaire image ϕ’, ont des incidents parallèles entre eux.**



* Tout rayon incident passant par F émerge parallèle à l’axe optique.



* **Des rayons émergents parallèles entre eux mais inclinés par rapport à l’axe (donc se dirigeant vers un même point à l’infini hors de l’axe) ont des incidents qui se coupent un même foyer secondaire objet ϕ.**

**On peut aussi dire que tous les rayons incidents qui se coupent en un même foyer secondaire objet ϕ, ont des émergents parallèles entre eux.**



* Tout rayon incident passant par C n’est pas dévié lors de la traversée du dioptre.



### CONSTRUCTION D’UN RAYON EMERGENT

**Méthode :**

1. Tracer un rayon incident parallèle au rayon donné passant par F.

→ Son émergent est parallèle à l’axe.

1. A l’intersection de ce rayon et du plan focal image on trouve un foyer secondaire image ϕ’.
2. Deux rayons incidents parallèles entre eux ont des émergents qui se coupent un même foyer secondaire image ϕ’, donc le rayon émergent recherché passe par ce ϕ’.



### CONSTRUCTION D’UN RAYON INCIDENT

**Méthode :**

1. Construire un rayon émergent parallèle au rayon donné et passant par F’.

→ Son incident est parallèle à l’axe.

1. A l’intersection de cet incident et du plan focal objet on trouve un foyer secondaire objet ϕ.
2. Deux rayons émergents parallèles entre eux ont des incidents qui se coupent en un même foyer secondaire objet ϕ, donc le rayon incident recherché passe par ϕ.



**D/ Construction de rayons lumineux à travers plusieurs dioptres……**

Il suffit d’ appliquer les constructions précédentes à chacun des dioptres……

cas d’une lentille épaisse.



*Tracer la marche du rayon lumineux à travers toute la lentille.*