RAPPEL D 'OPTIQUE

Charles REMY
LYON

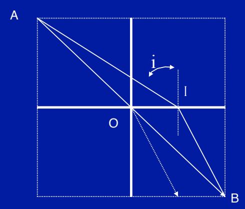
Les principes généraux de l'optique géométrique

- Propagation rectiligne de la lumière (+ $\longrightarrow$)
- Retour inverse (projecteur et miroir)
- Objet et image se déplacent dans le même sens
- Loi des sinus (Descartes)
- Prévalence du temps sur l 'espace (Fermat)
- Définition de l'indice de réfraction :

$n = c / v_{\lambda}$

La réfraction

- Frango (*fregi, fractum*), refringo : briser
- Reflecto (*flexi, flexum*) : retourner



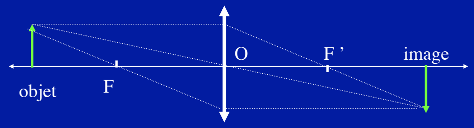
Temps le + court de A en B $\Rightarrow$ loi des sinus $\Rightarrow$ fonction stationnaire $\Rightarrow$ dérivée nulle

$\Rightarrow 1/v_1 . \sin i = 1/v_2 . \sin r$

LES DIFFÉRENTS TYPES DE LENTILLES

- MINCES ET ÉPAISSES
- SPHÉRIQUES, CYLINDRIQUES, TORIQUES
- DIVERGENTES, CONVERGENTES
- Prismatiques et iséiconiques

LES LENTILLES MINCES SPHERIQUES



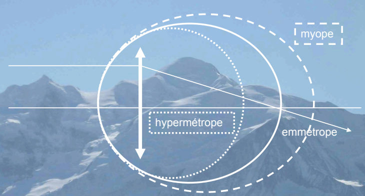
Se définit par ses deux foyers, objet F et image F'

Sa puissance P, sa distance focale f, avec P = 1/f

Les trois rayons remarquables

Un centre optique O

L'œil amétrope



Focalisation rétinienne : œil emmétrope

Focalisation antérieure : œil myope

Focalisation postérieure : œil hypermétrope


Applications
lentilles minces divergentes
• La correction du myope

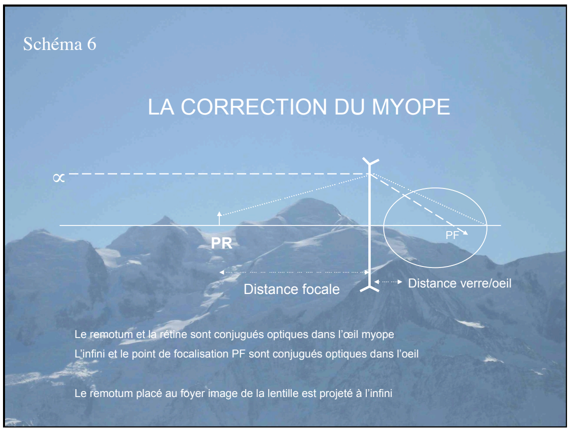


Schéma 6
LA CORRECTION DU MYOPE
∝
PR
PF
Distance focale
Distance verre/oeil
Le remotum et la rétine sont conjugués optiques dans l'œil myope
L'infini et le point de focalisation PF sont conjugués optiques dans l'oeil
Le remotum placé au foyer image de la lentille est projeté à l'infini


Lentilles minces convergentes
• La correction de l'hypermétrope

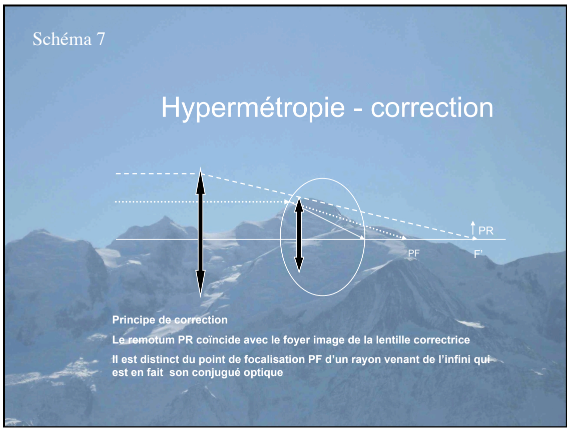
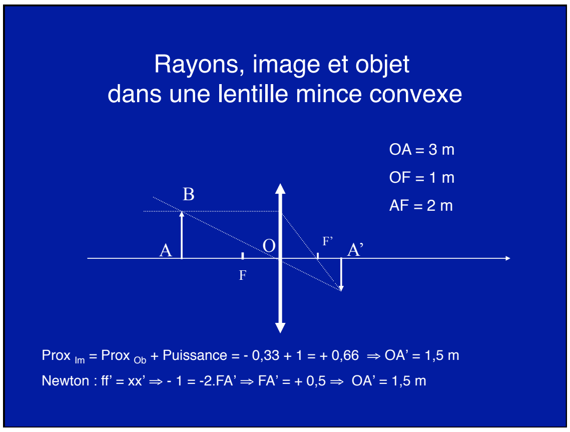
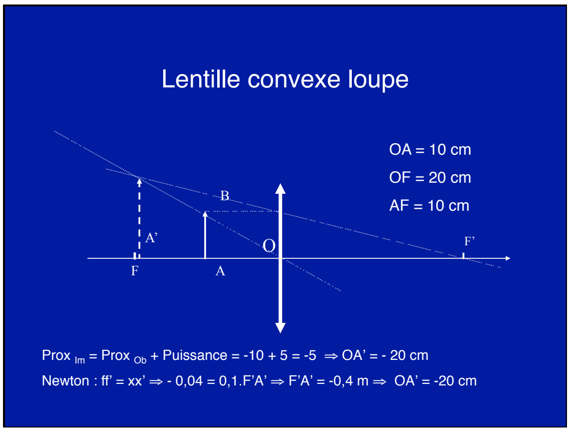


Schéma 7
Hypermétropie - correction
PR
PF
F'
Principe de correction
Le remotum PR coïncide avec le foyer image de la lentille correctrice
Il est distinct du point de focalisation PF d'un rayon venant de l'infini qui est en fait son conjugué optique


Rayons, image et objet
dans une lentille mince convexe
OA = 3 m
OF = 1 m
AF = 2 m
B
A
F
O
F'
A'
Prox $_{Im}$ = Prox $_{Ob}$ + Puissance = - 0,33 + 1 = + 0,66 ⇒ OA' = 1,5 m
Newton : ff' = xx' ⇒ - 1 = -2.FA' ⇒ FA' = + 0,5 ⇒ OA' = 1,5 m


Lentille convexe loupe
OA = 10 cm
OF = 20 cm
AF = 10 cm
B
A'
F
A
O
F'
Prox $_{Im}$ = Prox $_{Ob}$ + Puissance = -10 + 5 = -5 ⇒ OA' = - 20 cm
Newton : ff' = xx' ⇒ - 0,04 = 0,1.F'A' ⇒ F'A' = -0,4 m ⇒ OA' = -20 cm

LES LENTILLES MINCES SPHÉRIQUES

PROPRIETES

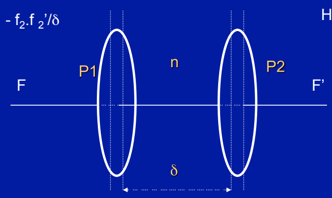
- **Additivité simple : P = P1 + P2 + P3**
- **FORMULE À MOINDRES VERRES**
- **Applications : la boite de verres d 'essai**
- **Centre optique et plans principaux confondus**
- **Puissance avant = puissance arrière au fronto**
- **La puissance diminue sur les bords du verre**
- **La puissance diminue si le verre s'éloigne**

Somme de deux lentilles épaisses :

P_1 (F_1,F_1', f_1, f_1') et P_2 (F_2,F_2', f_2, f_2')

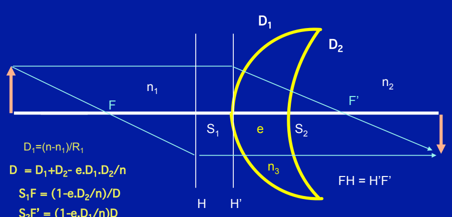
F_1F : $f_1.f$ '/δ — HF = $f_1.f_2$ / δ

F_2F ' : - $f_2.f$ $_2$'/δ — H'F ' = - f_1'.f_2'/δ



Lentille résultante P = P_1 + P_2 - δ/n. (P_1+P_2)
foyers F et F', de distances focales f et f '

Eléments cardinaux d'une lentille épaisse sphérique



D_1=(n-n_1)/R_1
D = D_1+D_2- e.D_1.D_2/n
S_1F = (1-e.D_2/n)/D
S_2F' = (1-e.D_1/n)D

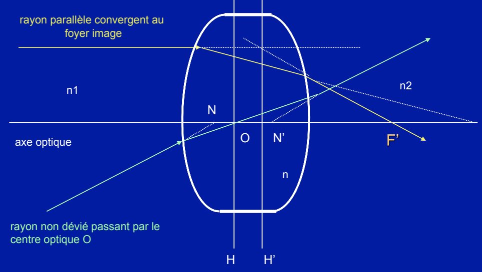
points nodaux et principaux confondus si n_1= n_2

LES LENTILLES ÉPAISSES SPHÉRIQUES

PROPRIETES

- **Surfaces sphériques ou asphériques**
- **ASYMÉTRIQUES**
- **Puissance arrière ≠ Puissance arrière**
- **Position des plans principaux**
- **Sommets avant et arrière**
- **Foyers image et objet**
- **Addition plus compliquée**

Eléments cardinaux d'une lentille épaisse sphérique



LES LENTILLES CYLINDRIQUES

Cf. astigmatisme

FORMULES DES DIOPTRES

- **ORIGINE AU SOMMET : LES PROXIMITÉS (Herschel 1827)**

Proximité = inverse d 'une distance exprimée en dioptrie (Monoyer 1872) « angle métrique »

Proximité image = proximité objet + puissance

Application : formule des lentilles minces

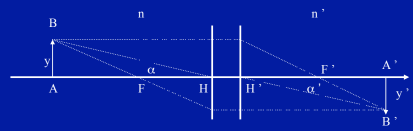
- **ORIGINE AUX FOYERS : NEWTON**

ff '= xx '

Application : épaisseur rétinienne et distance minimale d 'accommodation

Les éléments cardinaux d 'un système optique centré

L 'objet AB de taille *y* vu sous l 'angle α a son image en A 'B ' de taille *y* ' vu sous l 'angle α ' après la traversée du dioptre de plans principaux H et H ' et de foyers F et F '.



Distance focale objet = f = HF dans le milieu d 'indice n ,

Distance focale image = f '= H 'F ' dans le milieu d 'indice n '

L 'abscisse de A est x_a = HA et sa proximité $X_a = n/x_a$

Le grandissement transversal est égal à : y ' / y = X_a/ X'_a

Généralités en optique

- **Puissance P = -n/f = n '/f '**
- **Taille de l 'objet y = f.α**
- **Taille image y ' = f '.α '**
- **Invariant de HELMHOLTZ : n.α.y = n 'α 'y '**
- **D 'où y ' = n.α/P**

ASSOCATION DE DEUX SYSTÈMES CENTRÉS

Formule de GULLSRAND

- **X_1 est la proximité d 'un objet à l 'infini donné dans un système de puissance P_1 : $X^1 = P^1$**

  δ est la distance entre le plan image H'_1 et le plan objet H_2 d 'un 2° système
- **Le transfert de x_1 en x_2 s 'écrit : $x_2 = x_1 + \delta$**
- **Soit en inverse par les proximités :$X_2 = X_1/(1-dX_1)$**
- **La proximité X'_2 donnée par le 2° $\Sigma = X_2 + P_2$**
- **Le rapport des tailles image/objet est inverse de leurs proximités : $y'_2/y_2 = X_2/X'_2$ car $y_2 = y'_1$, système afocal, l 'image de l 'un devient objet pour l 'autre**
- **En remplaçant X'_2 X_2 et y_2 par leur valeur on démontre que $y'_2 = n_1.\alpha / (P_1 + P_2 - dP_1P_2)$**

Notion d'espace transformé

- **La vision nette s 'effectue naturellement entre les punctum remotum (éloigné) et proximum (rapproché)**
- **Amétropie : PR ≠ infini**
- **Le foyer image de la lentille coïncide avec le PR**
- **L e nouvel espace visuel est le conjugué virtuel de l 'espace naturel à travers le Σ correcteur**
- **Avec des anamorphoses statiques et dynamiques**
- **Liées à la DISTANCE VERRE -OEIL**