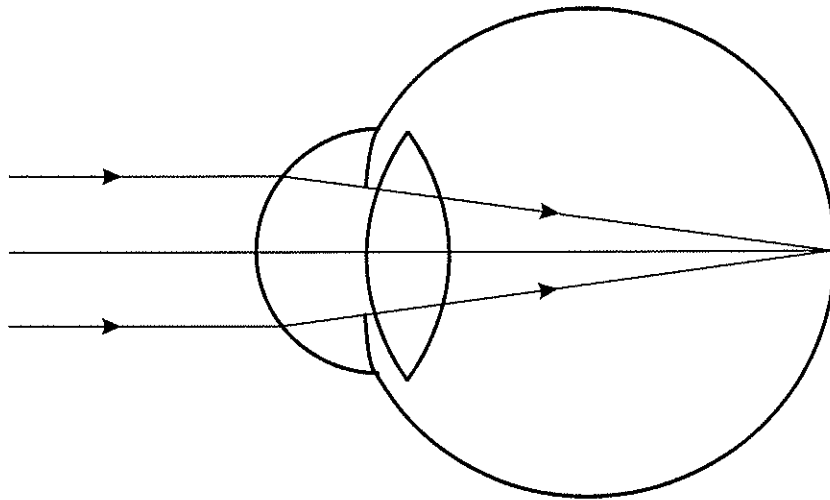


Thierry Chazalon - Jean Pierre Loyer

# Les bases de la réfraction

TOME 1



DE CEUNYNCK



# Les bases de la réfraction

Jean-Pierre Loyer

(Ancien assistant au CHNO des Quinze-Vingts)

Thierry Chazalon

(Ancien interne au CHNO des Quinze-Vingts)

Cet ouvrage a été commandité et édité par la Société BB GR  
qui en est le seul propriétaire  
Les Enseignants et Etudiants en Ophtalmologie  
peuvent se le procurer gratuitement  
en écrivant au Service "Relations Extérieures" :

**BBGR, 22 rue de Montmorency - 75003 PARIS**

Fabricant spécialiste de verres ophtalmiques

---

# Introduction

*Les difficultés que nous avons rencontrées en commençant notre spécialité d'ophtalmologie, surtout dans le domaine de la réfraction, nous incitent à penser que ces rappels d'optique pratique seront très précieux pour ceux qui débutent en ophtalmologie.*

*C'est dans cet esprit que nous avons rédigé ces chapitres, à la demande de la société BB GR, fabricant de verres ophtalmiques.*

*Ce travail très incomplet et imparfait, nous en sommes conscients, se veut avant tout pratique. Nous l'avons volontairement scindé en plusieurs parties.*

*La première est consacrée au rappel des notions d'optique géométrique. Il est indispensable pour comprendre le rôle que joue l'optique de l'œil, seul ou en association avec un verre de lunettes dans le cadre de la correction d'une amétropie.*

*Dans un deuxième chapitre, seront détaillés les tests subjectifs et les méthodes d'examen objectif habituellement utilisés en pratique.*

*La troisième partie concerne la conduite de l'examen ; nous utilisons la méthode du brouillard. Il est bien évident qu'avec un peu d'habitude, un certain nombre d'étapes peuvent être évitées.*

*Enfin, les deux derniers chapitres sont consacrés aux règles générales lors de la prescription et à quelques principes simples concernant les verres ophtalmiques.*

*Nous tenons à remercier la société BB GR qui a pris en charge l'impression et la diffusion de ce document, mais également Messieurs Luc DUVAL et François SENILLON, opticiens, qui nous ont aidé lors de la rédaction de certains chapitres.*

Jean-Pierre LOYER  
Thierry CHAZALON



# 1<sup>re</sup> PARTIE

## Données de base théorique

<i>Chapitre 1 DÉFINITIONS</i>	7
<i>Chapitre 2 LES AMÉTROPIES SPHÉRIQUES</i>	13
<i>Chapitre 3 L'OEIL ASTIGMATE ET SA CORRECTION</i>	17

# 2<sup>e</sup> PARTIE

## Données de base pratique

<i>Chapitre 1 MÉTHODES D'EXAMEN OBJECTIF</i>	33
1. <i>Ophthalmométrie/Kératométrie</i>	33
2. <i>Skiascope</i>	36
<i>Chapitre 2 TESTS SUBJECTIFS</i>	45
1. <i>Test duochrome</i>	45
2. <i>Cylindres croisés</i>	47
3. <i>Trou sténopéique/Fente sténopéique</i>	51
<i>Chapitre 3 MESURE ET ÉCRITURE</i>	55
1. <i>Frontofocomètre</i>	55
2. <i>Transpositions</i>	65

# 3<sup>e</sup> PARTIE

## Conduite de l'examen

<i>Chapitre 1 MESURE DE L'ACUITÉ VISUELLE BRUTE</i>	70
<i>Chapitre 2 RECHERCHE DES SIGNES FONCTIONNELS</i>	71
<i>Chapitre 3 PREMIÈRES DÉDUCTIONS</i>	72
<i>Chapitre 4 OPHTALMOMÉTRIE NORMALE OU PHYSIOLOGIQUE</i>	73
1. <i>Règle de Swaine</i>	73
2. <i>Réfraction subjective</i>	73
3. <i>Quelques remarques</i>	74
4. <i>Contrôle</i>	76
<i>Chapitre 5 OPHTALMOMÉTRIE ANORMALE</i>	78
1. <i>Généralités</i>	79
2. <i>Les tests d'astigmatismes</i>	79
3. <i>Conduite de l'examen</i>	80
4. <i>Cas particuliers du fort astigmaté</i>	84
5. <i>Contrôle de la correction au cylindre croisé</i>	85

## 4<sup>e</sup> PARTIE

---

### Quelques règles générales concernant la prescription de verres correcteurs

1. <i>Le myope</i>	89
2. <i>L'hypermétrope</i>	91
3. <i>L'astigmat</i>	92
4. <i>Le presbyte et sa correction</i>	93
5. <i>Le double foyer à compensation prismatique</i>	96
6. <i>Correction des anomalies de la réfraction de l'enfant</i>	99

## 5<sup>e</sup> PARTIE

---

### Verres ophtalmiques

---

*Principes simples*

110

---

# Données de base théoriques

## Chapitre 1

### DÉFINITIONS

● Dioptré .....	7	● Formulaire du dioptré sphérique	10
● Indice .....	7	● L'œil est un système dioptrique centré .....	10
● Réflexion .....	7	— définition .....	10
● Réfraction .....	8	— plans objets et plans images ..	10
● Dioptré sphérique .....	8	— utilisation des plans principaux .....	11
● Réfraction dans un dioptré sphérique .....	8	● Construction d'une image à l'aide des plans principaux .....	11
● Objet réel et virtuel .....	9	● Foyers principaux, distance focale .....	11
● Image d'un point/Dioptré sphérique .....	9		
● Foyer d'un dioptré sphérique .....	9		

### DIOPTRE

C'est une surface qui sépare deux milieux transparents d'indice différent.

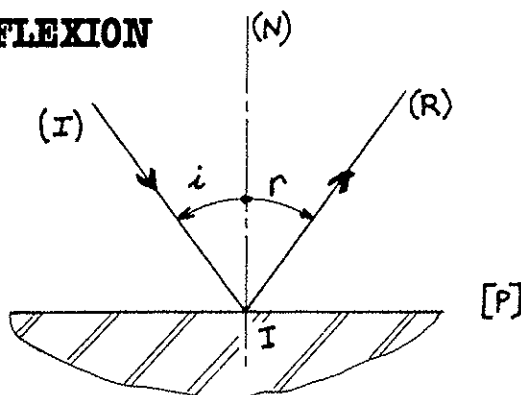
*Exemple :*

La surface de l'eau est un dioptré.

### INDICE

C'est le rapport de la célérité de la lumière dans le vide et de la célérité de la lumière dans le milieu considéré.

### RÉFLEXION

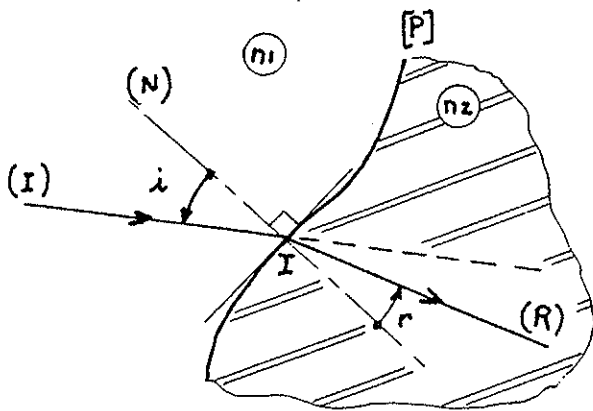


La réflexion d'un rayon incident (I) sur une surface [P] se fait de telle sorte que les angles  $\hat{i}$  (angle d'incidence) fait par le rayon incident et la normale (N) et  $\hat{r}$  (angle de réflexion) fait par le rayon réfléchi (R) et la normale (N),

sont égaux  $\hat{i} = \hat{r}$

Le point I est appelé point d'incidence. Les droites (I), (N) et (R) sont coplanaires.

# RÉFRACTION



Soit [P] un dioptre séparant deux milieux d'indice  $n_1$  et  $n_2$ .

La réfraction d'un rayon incident (I) se propageant dans un milieu d'indice  $n_1$  se fait de telle sorte que l'on ait

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

$i$  = angle d'incidence défini par l'angle que fait (I) par rapport à la normale (N) au dioptre [P].

$r$  = angle de réfraction défini par l'angle que fait (R) par rapport à la normale (N) au plan [P].

Le point I est appelé point d'incidence.  
Les droites (I) (N) et (R) sont coplanaires.

## DIOPTRÉ SPHÉRIQUE

Dans ce qui figure ci-dessus, le dioptre [P] est une surface quelconque. On appelle dioptre sphérique toute surface [P] constituée par une sphère.

Un dioptre sphérique est caractérisé par :

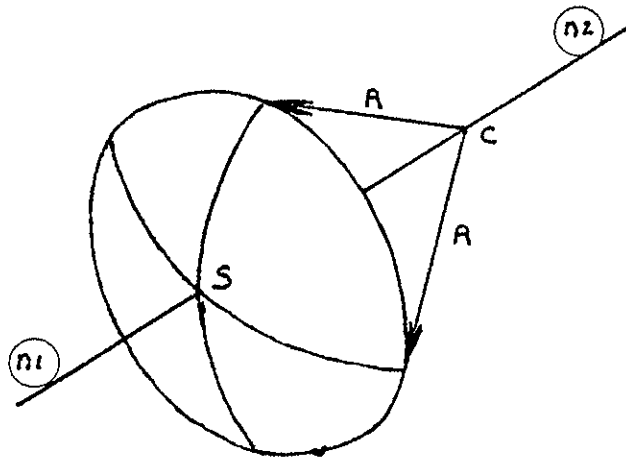
indice  $n_1$

indice  $n_2$

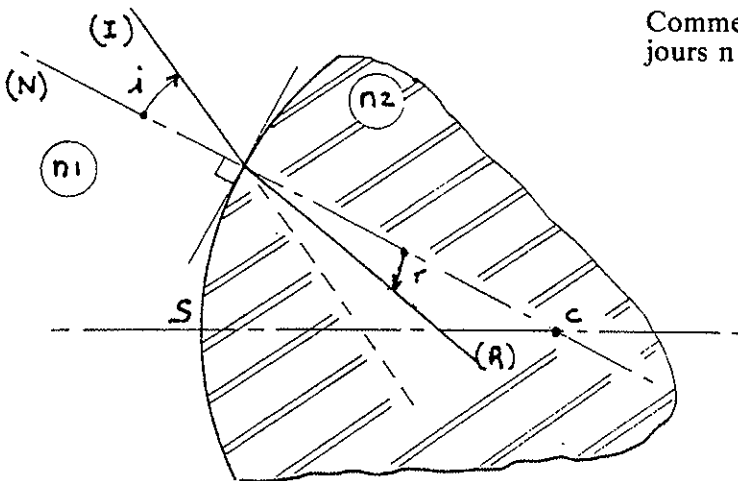
rayon de courbure  $R = \overline{SC}$

S = sommet du dioptre.

C = centre du dioptre.



## RÉFRACTION DANS UN DIOPTRÉ SPHÉRIQUE



Comme pour le cas général, nous avons toujours  $n_1 \sin i = n_2 \sin r$



# OBJET RÉEL ET OBJET VIRTUEL

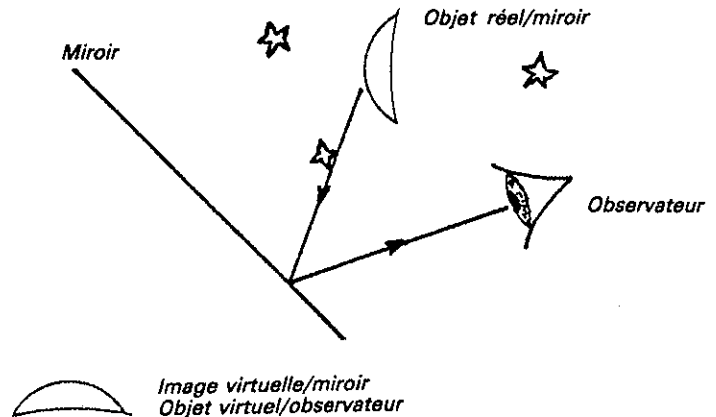
## Objet réel

La nuit, si vous regardez la lune, celle-ci est un objet réel. Les rayons issus de la lune entrent directement dans votre œil.

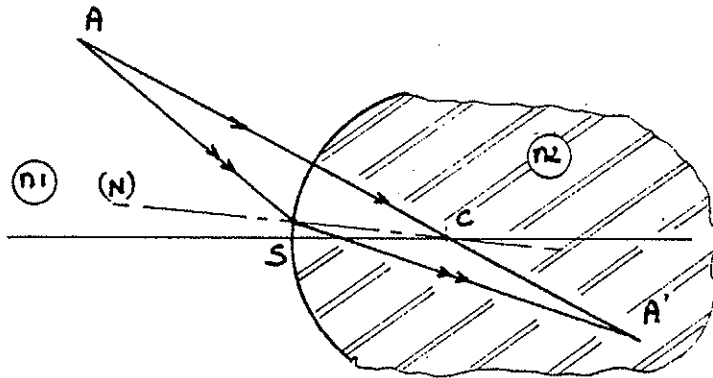
## Objet virtuel

La nuit, si vous regardez la lune sur un miroir, vous n'observez plus un objet réel, mais un objet virtuel.

L'image de la lune par rapport au miroir est une image virtuelle, qui elle même devient un objet virtuel pour l'œil de l'observateur.



## IMAGE D'UN POINT/DIOPTRE SPHÉRIQUE



On appelle image d'un point par rapport à un dioptre sphérique l'intersection des rayons réfractés issus du point objet.

Cette intersection peut être réelle ou virtuelle.

Image réelle et image virtuelle.

## FOYER D'UN DIOPTRE SPHÉRIQUE

On appelle foyer d'un dioptre sphérique le point image d'un objet situé sur l'axe et à l'infini.

N.B. : tous les rayons issus de ce point sont parallèles entre eux et parallèles à l'axe.

## FORMULAIRE DU DIOPTRE SPHÉRIQUE

\* Puissance  $D = \frac{n' - n}{SC}$

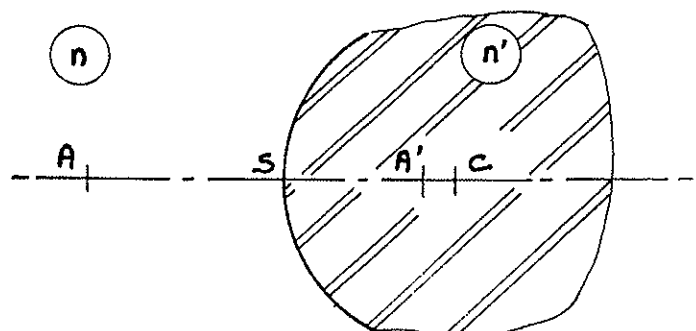
\* Distance focale objet  $f = -\frac{1}{D}$

\* Distance focale image  $f' = \frac{1}{D}$

$V_i - V_o = D \iff \frac{n'}{SA'} - \frac{n}{SA} = D$

Les distances sont en mètres et les puissances en dioptries.

$n$  : indice de l'espace objet  
 $n'$  : indice de l'espace image  
 $V_o$  : vergence objet  
 $V_i$  : vergence image



# L'OEIL EST UN SYSTÈME DIOPTRIQUE CENTRÉ

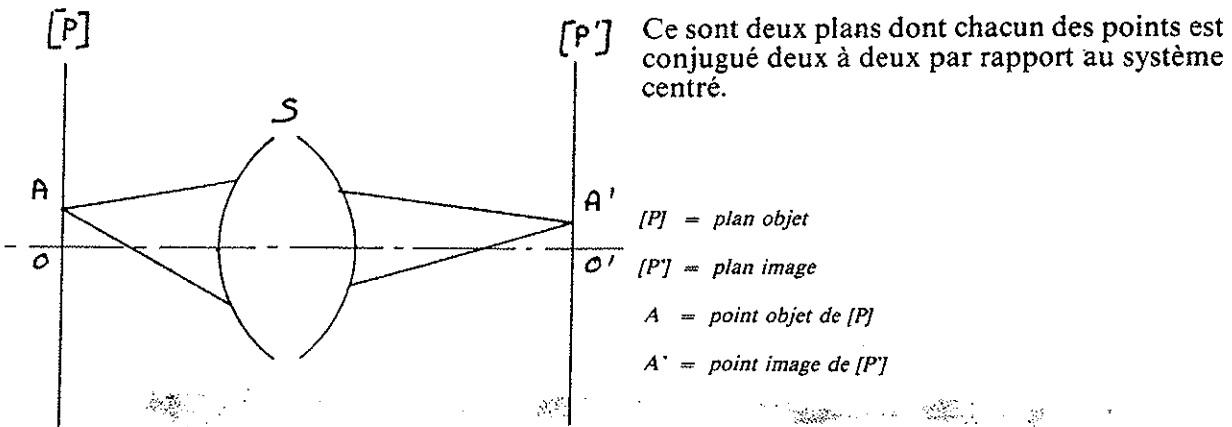
## Définition

Il est en effet constitué de milieux transparents séparés par des dioptries (cornée, cristallin) de révolution autour d'un axe principal.

## Plans objets et plans images

Les éléments cardinaux d'un système se déterminent en considérant l'action successive de chaque dioptrie sur la lumière. On peut les déterminer dans le milieu image ; ceux du milieu objet s'obtiennent de façon identique en considérant le sens inverse de la lumière.

Plans conjugués par rapport à un système centré.



## Grandissement

Pour chaque paire de plans conjugués, on peut définir un grandissement noté  $G$  qui est calculé pour le rapport :

$$G = \frac{O' A'}{O A} = \frac{\text{grandeur de l'image}}{\text{grandeur de l'objet.}}$$

## Cas particulier

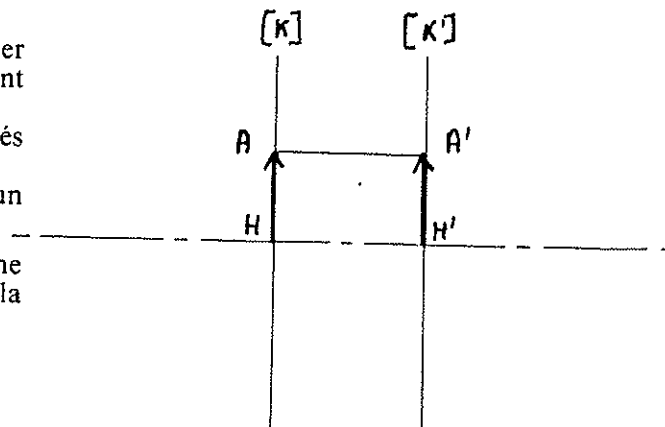
Pour tout système centré, on peut trouver deux plans conjugués dont le grandissement est égal à  $+1$ .

Par définition, ces deux plans sont appelés **PLANS PRINCIPAUX**.

Ils font partie des éléments cardinaux d'un système.

Ceci veut dire que, quel que soit le système optique donné, on peut toujours définir la position de plans principaux.

- $[K]$  = plan principal objet
- $[K']$  = plan principal image
- $H$  = point principal objet
- $H'$  = point principal image



$$\text{on a } \overline{HA} = \overline{H'A'} \text{ (grandissement } +1)$$

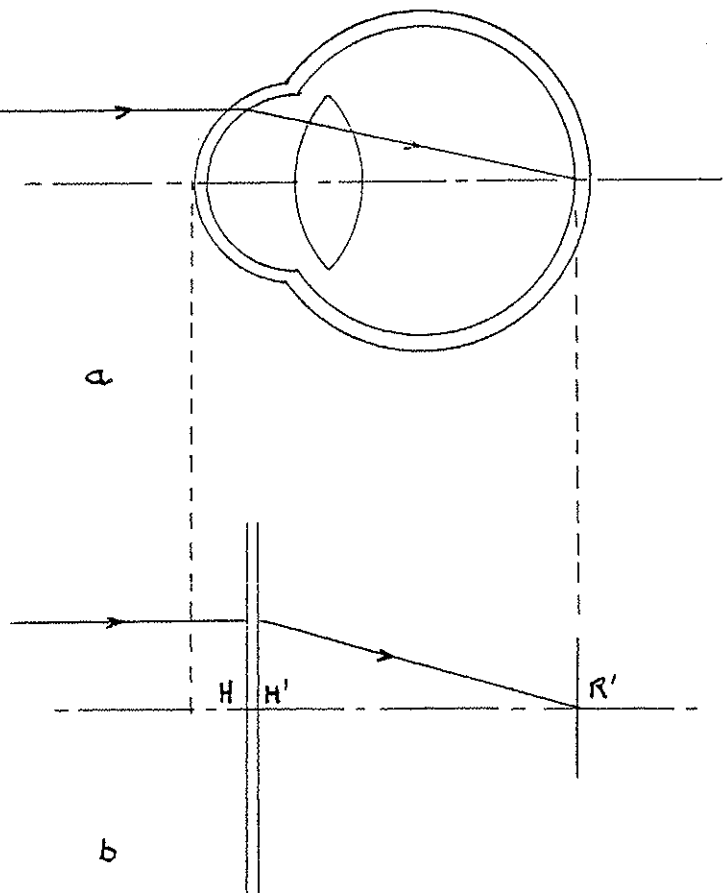
## Utilisation des plans principaux

Leurs propriétés très spécifiques nous permettent d'assimiler tout système centré à ses plans principaux.

Exemple :

Les figures a) et b) sont équivalentes mais b) est beaucoup plus facile à utiliser car elle est simplifiée.

Ramener l'étude d'un système centré à celle de ses plans principaux apporte pour les mêmes résultats une simplification non négligeable.



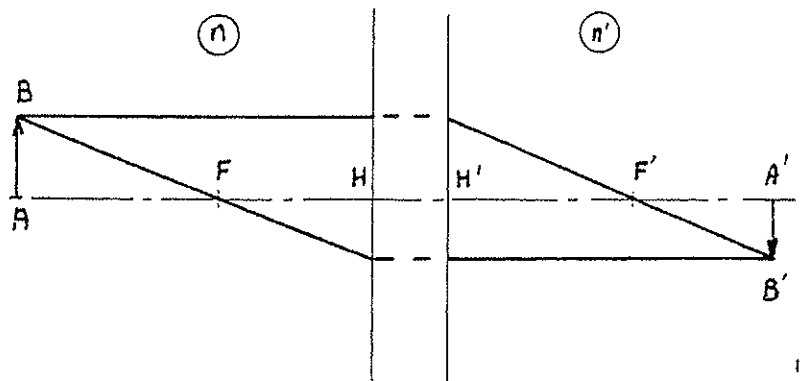
## CONSTRUCTION D'UNE IMAGE A L'AIDE DES PLANS PRINCIPAUX

Prenons le cas d'un rayon lumineux, parallèle à l'axe.

Rencontrant le plan principal objet, il va être réfracté passant par  $F'$ .

Un deuxième rayon incident passant par  $F$  devient après la traversée du système, parallèle à l'axe.

L'intersection de ces 2 rayons donne de l'objet  $AB$ , une image  $A'B'$ .



## FOYERS PRINCIPAUX, DISTANCE FOCALE

On définit également 2 distances focales correspondant aux plans principaux.

Tous les rayons incidents, parallèles à l'axe optique du système sont réfractés en un même point situé sur cet axe.

Ce point  $F'$  s'appelle le foyer image.

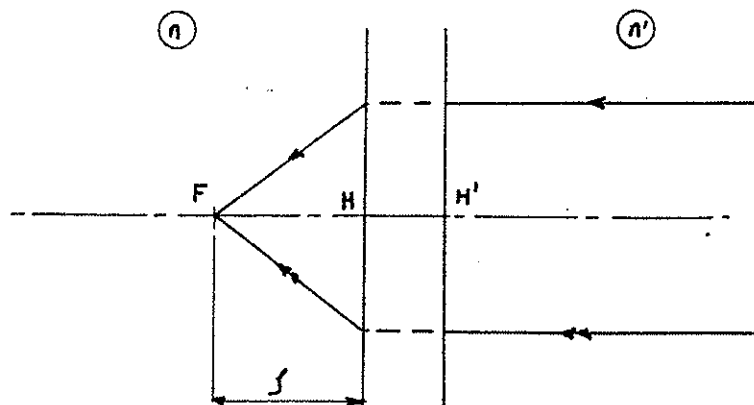
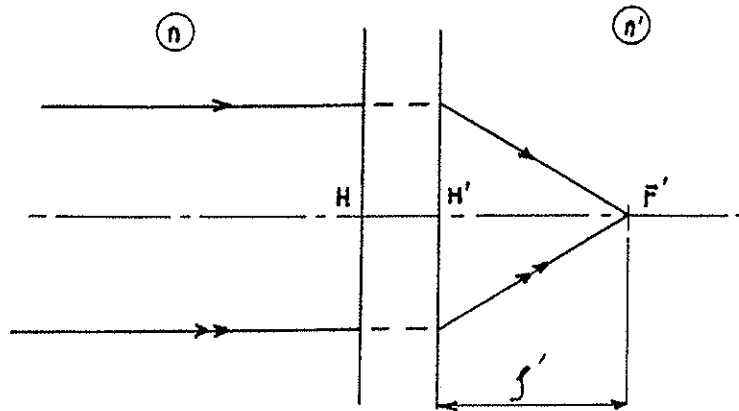
De même, tous les rayons lumineux se propageant en sens inverse seront réfractés en un point  $F$ , situé sur l'axe optique.

Ce point  $F$  s'appelle le foyer objet.

## Distances focales

$f$  : distance focale objet correspondant à HF.

$f'$  : distance focale image correspondant à H'F'.



# Chapitre 2

## LES AMÉTROPIES SPHÉRIQUES

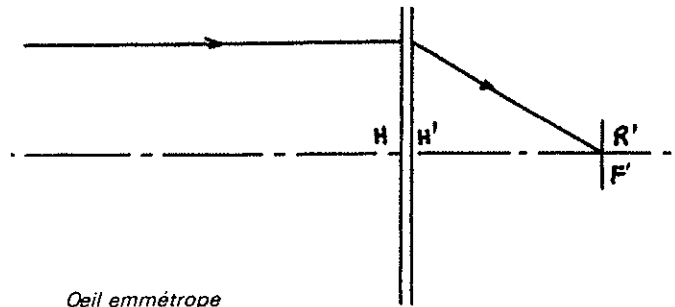
A. Définition optique .....	13	c) Représentation schématique des verres minces .....	14
a) Oeil emmétrope .....	13	d) Convergence, Divergence .....	14
b) Oeil myope .....	13	● Convergence .....	14
c) Oeil hypermétrope .....	13	● Divergence .....	15
B. Correction des amétropies sphé- riques : les verres sphériques .....	14	e) Foyers, distances focales, cen- tre optique .....	15
a) Forme .....	14	● Centre optique .....	15
b) Épaisseur .....	14	● Distances focales .....	15
		● Puissance de la lentille .....	15

### A. DÉFINITION OPTIQUE

#### a. Oeil emmétrope

L'image d'un point objet situé à l'infini se trouve sur la rétine  $R'$ , l'œil n'accommodant pas.

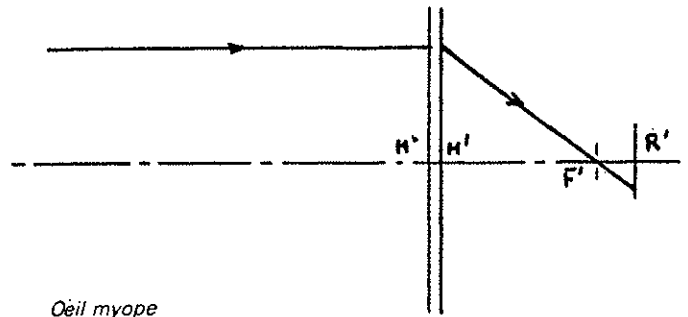
$R'$  (plan focal de l'œil) et  $F'$  (foyer image) sont confondus.



#### b. Oeil myope

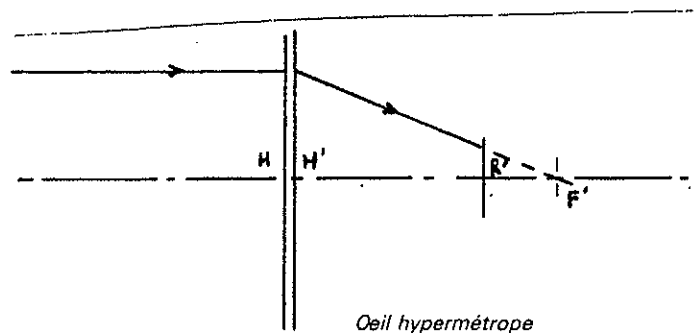
L'œil myope est trop puissant par rapport à sa longueur.

Le foyer image  $F'$  se réfracte en avant de la rétine.



#### c. Oeil hypermétrope

L'œil hypermétrope est trop court ou pas assez puissant pour sa longueur. Le foyer image  $F'$  se réfracte en arrière de la rétine.



## B. CORRECTION DES AMÉTROPIES SPHÉRIQUES

### Les verres sphériques

#### a. Forme

Les verres sphériques sont des verres dont les 2 faces sont des dioptries sphériques ou dont l'une d'elle est un dioptre plan.

#### b. Épaisseur

Dans la plupart des cas, les verres de lunette ont des épaisseurs faibles au centre, et peuvent être considérés comme des verres minces dans les calculs.

#### c. Représentation schématique des verres minces

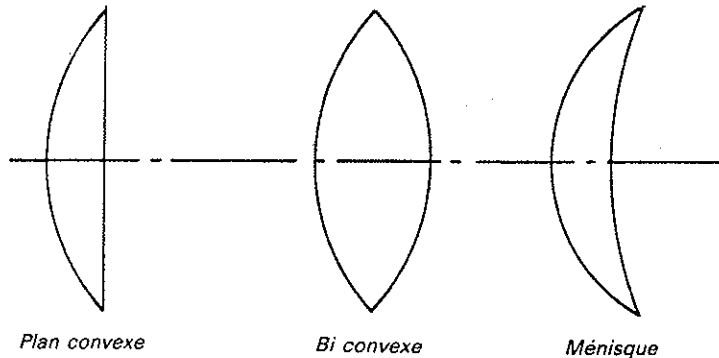


Axe optique : perpendiculaire au plan du verre.  
 Centre optique O, confondu avec les 2 sommets des 2 dioptries.  
 Foyers objet F et image F' caractérisant l'effet optique du verre.

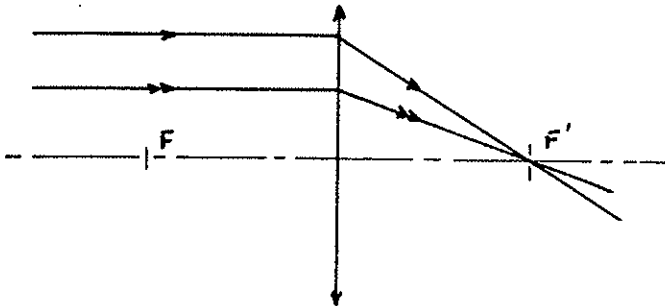
#### d. Convergence, Divergence

##### \* Convergence

Verres convexes, verres +, de puissance positive.  
 Les verres qui ont 2 faces convexes ou, une face convexe et une face plane, ou une face avant convexe plus bombée que la face concave, font converger la lumière.

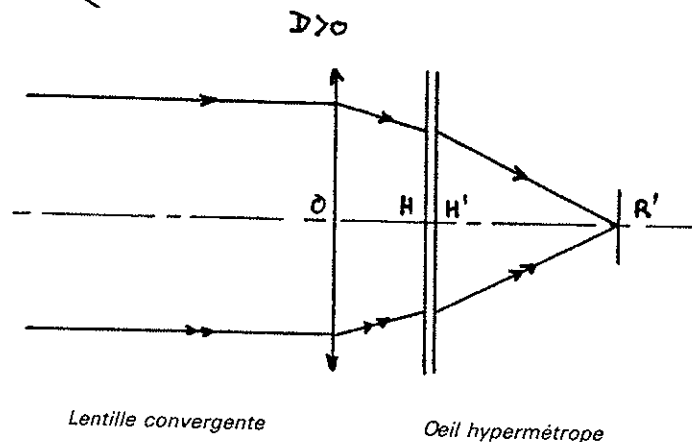


Cette lentille est donc plus épaisse au centre qu'en périphérie.



Un faisceau de rayons parallèles et parallèles à l'axe dans les cas de verres convergents est réfracté en un point F'.

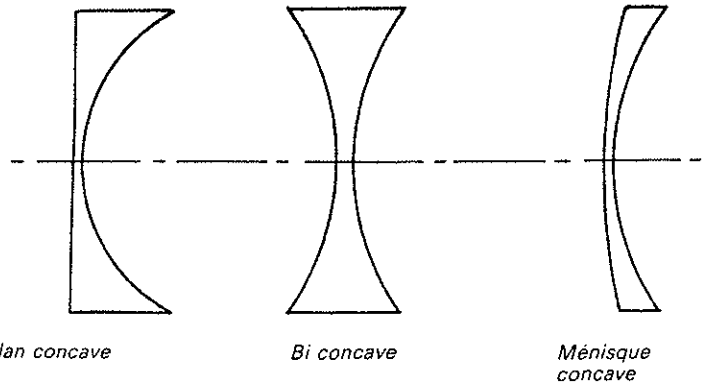
Ce sont les verres utilisés pour corriger une hypermétropie.



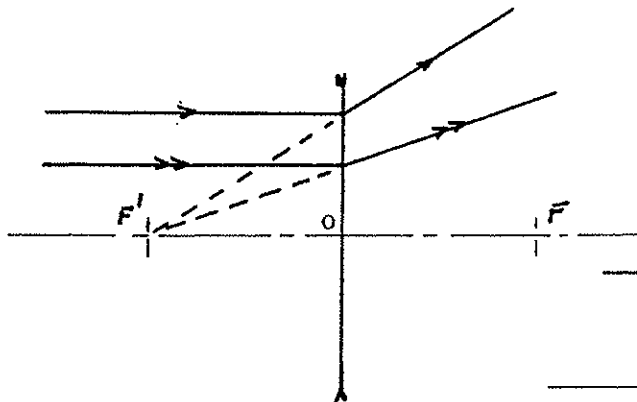
### \* Divergence

Verres concaves, verres divergents, verres —, de puissance négative.

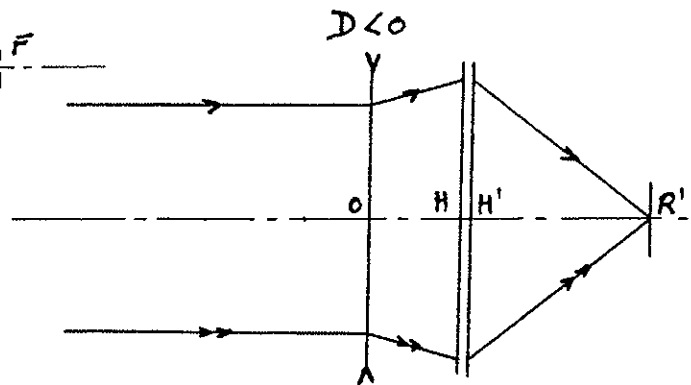
Les verres qui ont 2 faces concaves ou, une face concave et une face plane ou, une face avant convexe plus plane que la face arrière concave, font diverger la lumière.



Cette lentille est donc plus mince au milieu que sur les bords.



Un faisceau incident de rayons parallèles à l'axe est réfracté suivant un faisceau divergent semblant provenir de  $F'$ .



Lentille divergente

Oeil myope

La correction d'une myopie se fera à l'aide de verres concaves.

## e. Foyers, distances focales, centre optique

### \* Centre optique

C'est le point particulier de la lentille, situé sur l'axe principal, n'entraînant pas de déviation des rayons incidents et émergents.

### \* Distances focales

Ce sont les distances qui séparent les foyers du centre optique.

$OF = f$  focale objet.

$OF' = f'$  focale image.

Lorsque le verre est dans un même milieu (l'air) les distances focales objet et image sont égales.

### \* Puissance de la lentille : $D$

$D$  (puissance de la lentille) est liée à la distance focale par la relation

$$D = \frac{1}{f} = - \frac{1}{f'} \text{ dans l'air}$$

$D$  exprimée en dioptries

$f$  exprimée en mètres

*N.B.*

Nous avons précédemment défini les distances focales par rapport aux plans principaux (plans conjugués pour lesquels le grandissement transversal est égal à 1).





# Chapitre 3

## L'OEIL ASTIGMATE ET SA CORRECTION

A. Généralités .....	17	a. Test de Parent.....	20
1. Réserves .....	17	b. Tests tournants .....	21
2. Définition.....	17	2. Méthodes d'utilisation .....	21
a. Astigmatisme direct .....	18	C. Les verres astigmatés.....	22
b. Astigmatisme inverse.....	18	Généralités .....	22
c. Suivant le positionnement		1. Définitions .....	24
de la rétine .....	18	2. Différentes sortes de verres	
● astigmatisme simple .....	18	astigmatés.....	25
● astigmatisme mixte .....	19	a. verres plan-cylindriques ....	25
● astigmatisme composé ..	20	b. verres sphéro-cylindriques	27
d. Astigmatisme oblique .....	20	c. vision à travers un plan	
B. Les tests d'astigmatisme .....	20	cylindrique — voir page 24	28
1. Les différents tests d'astigma-		Récapitulatif .....	29
tisme .....	20	Conclusion .....	30

### A. GÉNÉRALITÉS

#### 1. Réserves

Vous trouverez dans tous les précis d'ophtalmologie les différentes variétés d'astigmatisme, leurs formes cliniques et leurs étiologies. Nous ne parlerons ici que des astigmatismes réguliers, d'origine cornéenne, éventuellement la plus fréquente en pratique courante.

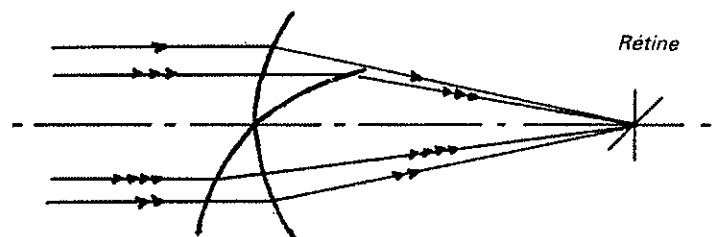
#### 2. Définition

Un œil astigmaté ne donne pas d'un point une image ponctuelle comme dans le cas d'une amétropie sphérique, mais 2 images linéaires appelées **FOCALES**.

Dans le cas d'un astigmatisme régulier, ces 2 focales sont perpendiculaires entre elles.

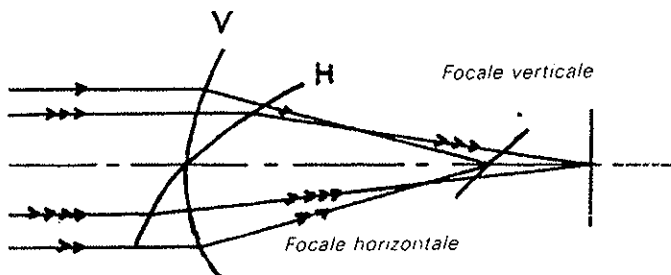
Cette définition n'est pas exacte sur le plan optique (géométrique) mais est suffisante pour comprendre les différentes constructions possibles.

Nous avons volontairement omis de parler du cercle de moindre diffusion et de la conoïde de Sturm (cf les précis d'optique).

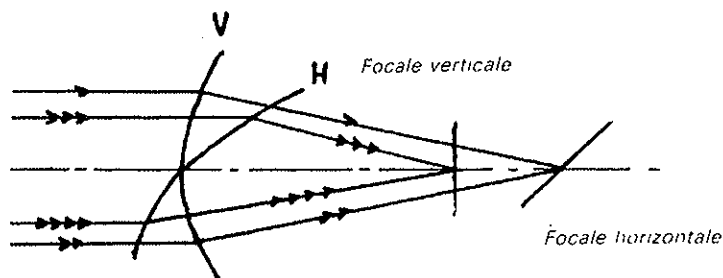


Œil sphérique

a. Si le rayon de courbure du méridien cornéen vertical est plus petit, plus courbe, plus réfringent que celui du méridien horizontal, la focale horizontale sera en avant de la focale verticale.  
On parlera alors d'astigmatisme direct ou conforme à la règle.



b. A l'inverse, si le rayon de courbure du méridien horizontal est plus petit, plus courbe, plus réfringent que celui du méridien vertical, la focale verticale sera devant la focale horizontale.  
On aura alors un astigmatisme inverse ou non conforme à la règle.

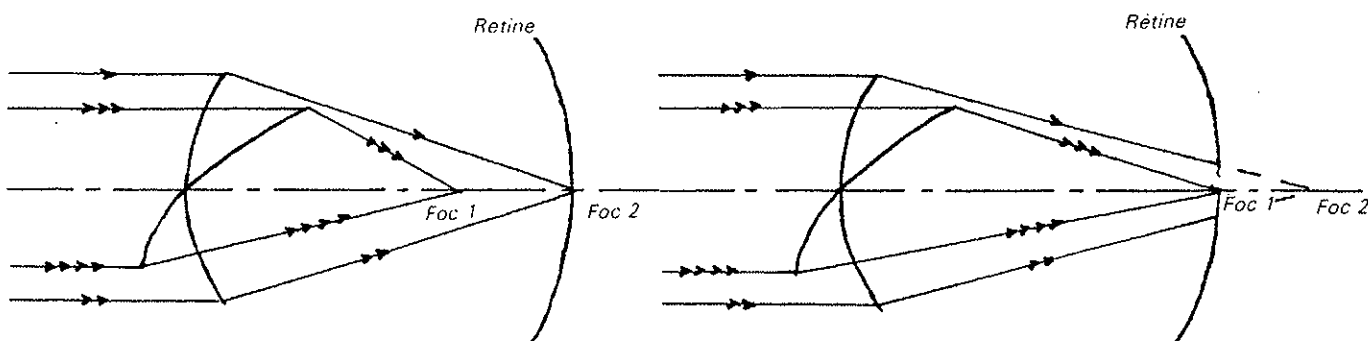


c. Positionnons la rétine par rapport à ces 2 focales.

La rétine peut-être, en avant, sur l'une des focales, au milieu des 2 focales, ou en arrière.

On définit ainsi :

— un astigmatisme simple



Une des focales est sur la rétine, l'autre en avant : astigmatisme myopique simple.

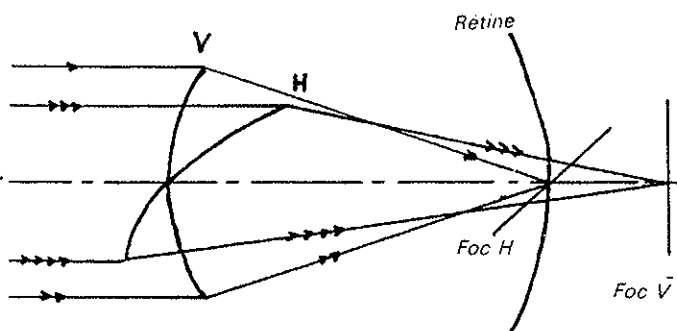
Une des focales est sur la rétine, l'autre en arrière : astigmatisme hypermétropique simple.

On comprendra facilement que suivant les différences de rayons de courbure cornéens, cet astigmatisme simple (myopique ou hypermétropique) puisse être direct ou inverse.

\* Astigmatisme hypermétropique simple direct

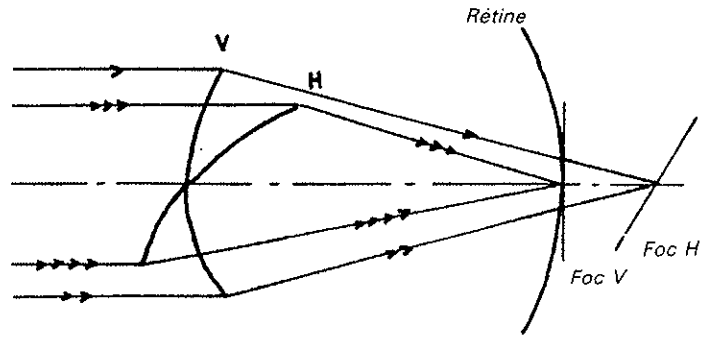
— Focale horizontale sur la rétine.

— Focale verticale en arrière de la rétine.



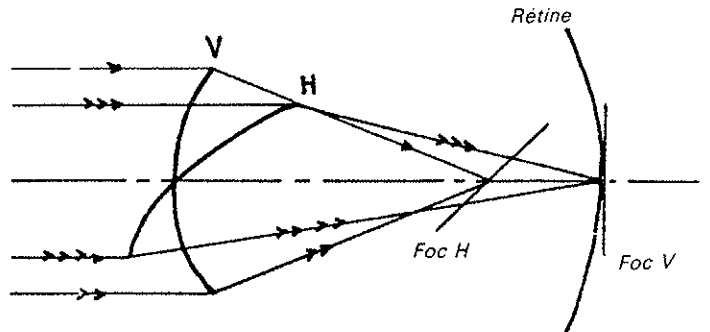
\* Astigmatisme hypermétropique simple inverse

- Focale verticale sur la rétine.
- Focale horizontale en arrière.



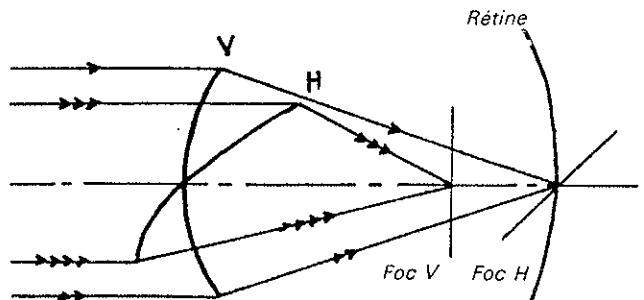
\* En cas d'astigmatisme myopique simple direct

- Focale horizontale en avant de la rétine.
- Focale verticale sur la rétine.



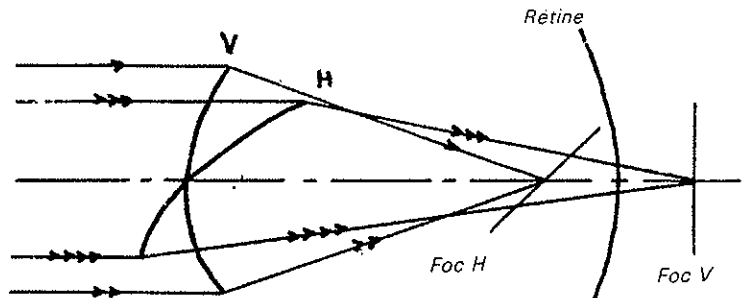
\* En cas d'astigmatisme myopique simple inverse

- Focale verticale en avant de la rétine.
- Focale horizontale sur la rétine.

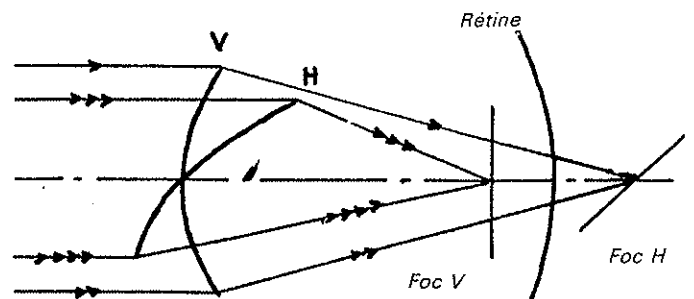


— *Astigmatisme mixte*

Une des focales est en avant, l'autre en arrière de la rétine. Cet astigmatisme mixte peut également être direct.



ou inverse

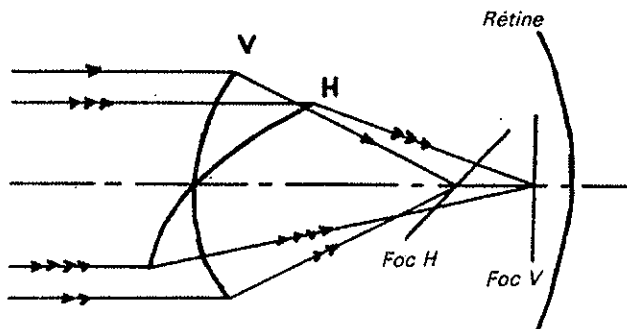


— *Astigmatisme composé*

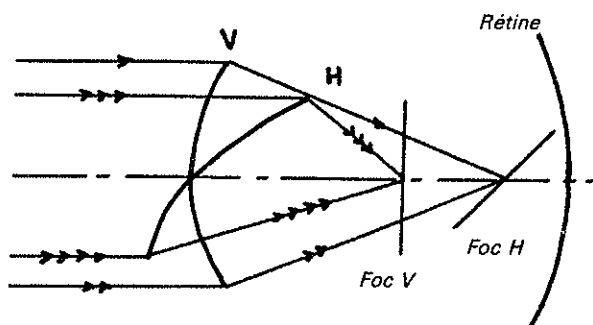
L'astigmatisme est alors associé soit à une myopie, soit à une hypermétropie.

Les 2 focales sont alors en avant ou en arrière de la rétine ; de même on le définira soit direct soit inverse.

\* Astigmatisme myopique composé direct

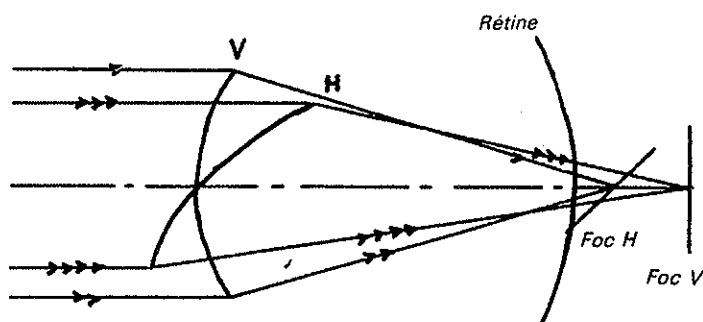


\* Astigmatisme myopique composé inverse



Si les 2 focales sont en arrière de la rétine, on parlera d'astigmatisme hypermétropique composé direct ou inverse.

\* Astigmatisme hypermétropique composé direct



d. Enfin, selon l'orientation des focales par rapport à l'horizontale ou à la verticale ; on définit une dernière forme d'astigmatisme, les astigmatismes obliques.

Dans le cas des astigmatismes réguliers, que les focales soient horizontales, verticales ou obliques, elles sont toujours perpendiculaires entre elles.

## B. LES TESTS D'ASTIGMATISME

Nous reverrons plus en détail dans les chapitres suivants comment mesurer objectivement un astigmatisme cornéen (ophtalmométrie, Javal) et surtout la façon d'utiliser les tests d'astigmatisme lors de la conduite de l'examen.

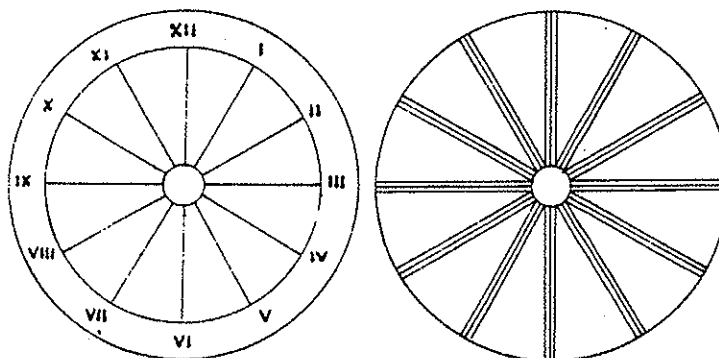
### 1. Les différents tests d'astigmatisme

#### a. Test de Parent

C'est une sorte de cadran horaire, dans lequel on a mené les rayons aboutissant aux heures et les valeurs des angles ainsi formés.

Les dimensions des chiffres et l'épaisseur des traits correspondent à une acuité de 6 à 7/10<sup>e</sup>.

Il y a avantage à ce que les rayons soient triples, le sujet voit mieux la direction la plus nette.

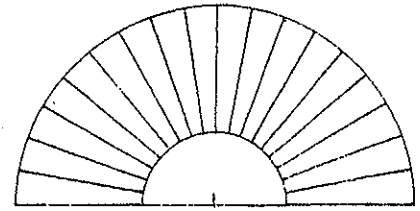


Il existe aussi des demi-cadrans de Parent, qu'on appelle éventails d'astigmatisme.

On reproche au test de Parent d'être peu précis.

Il s'agit en effet, comme nous allons le voir, de trouver la direction du trait vu le plus noir, et cela ne peut se faire à mieux que 10°, les traits faisant entre eux des angles de 30°.

On a donc créé d'autres tests, donnant des indications plus précises.



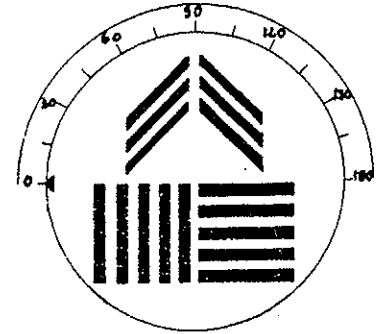
*b. Tests tournants : Mires et chevrons de Foucault*

Ce test est formé de barres parallèles horizontales, verticales et de chevrons.

La particularité de ce test est qu'il tourne autour d'un axe, perpendiculaire à son plan, ce qui permet de modifier la direction des traits qui le constituent.

La graduation du test est un schéma symétrique du TABO, de façon à ce que son indication soit celle de la lunette d'essai.

Il n'y a donc aucune transposition à faire.



## 2. Méthodes d'utilisation

### Principe

L'astigmatisme, nous l'avons vu, est un phénomène optique se traduisant par la décomposition de l'image en 2 focales.

Les 2 focales sont perpendiculaires entre elles et perpendiculaires à leur méridien d'origine.

**La direction, des mires ou des barres, vue plus nette ou plus noire indique donc celle de la focale qui est la plus proche de la rétine.**

### Exemple

Prenons le cas d'un sujet ayant un astigmatisme myopique simple direct (que cette anomalie soit l'amétropie initiale ou que nous l'ayons rendu artificiellement en état d'astigmatisme myopique simple direct, par un verre convexe).

Projetons devant cet œil un test tournant (mires et chevrons de Foucault).



Question :

Quelles sont les barres vues plus nettes ou plus noires ou plus contrastées ?

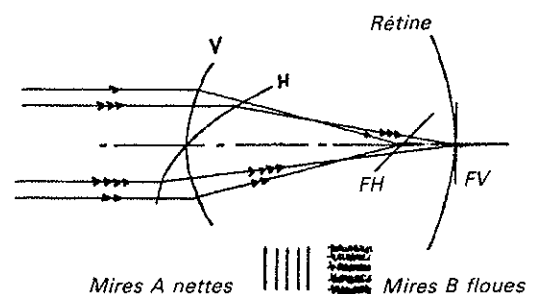
Réponse :

Les barres verticales A.

### Explication

Nous voyons que le méridien horizontal, « emmétrope », a donné naissance à une focale verticale située sur la rétine ; le méridien cornéen vertical, plus réfringent lui, a donné naissance à une focale horizontale située en avant.

Tous les points lumineux des barres A se projettent sur la rétine dans une direction verticale qui sera vue nette.



Ce qui revient à dire que :

« la direction vue nette est perpendiculaire au méridien emmétrope ».

\* Il ne faut utiliser ces tests qu'après avoir supprimé tout facteur accommodatif.

\* La position de recherche d'un astigmatisme à l'aide des tests subjectifs ne doit être faite qu'en état d'astigmatisme myopique simple ou légèrement composé (une focale sur ou très près de la rétine, l'autre bien en avant).

Les résultats seront entachés d'erreurs si on ne tient pas compte (donc si on ne maîtrise pas) les phénomènes accommodatifs.

### Pourquoi ?

Un sujet a naturellement tendance à accommoder sur sa focale verticale pour améliorer son acuité car l'espace objet n'est pratiquement formé que de droites verticales.

Si ce sujet a un astigmatisme hypermétropique simple, il risque d'accommoder et donc de modifier son astigmatisme en astigmatisme myopique simple.

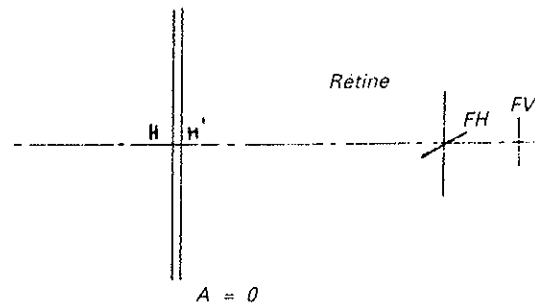
### Exemple n° 1 : Attention !

Présentons un test d'astigmatisme à un sujet ayant un astigmatisme hypermétropique simple.

Au repos, l'accommodation provisoirement relâchée, ( $A = 0$ ) la réponse aux mires et chevrons sera

Mires A vues floues

Mires B vues nettes

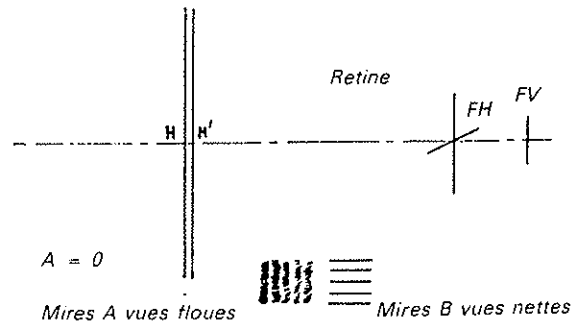


Il accommode sur sa focale verticale  $A \neq 0$ , l'amenant sur la rétine et déplaçant donc la FH en avant.

Que se passe-t-il si à ce moment d'accommodation nous lui présentons de nouveau les mires et chevrons ? la réponse sera différente de la première et inversée.

Mires A nettes

Mires B floues



$A \neq 0$

Mires A vues nettes

Rétine

FH

FV

H

H'



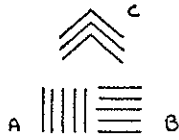
Mires B vues floues

Le sujet est provisoirement en état d'astigmatisme myopique.

En le corrigeant comme tel, on risque d'avoir des problèmes de tolérance !

### Exemple n° 2 : Attention !

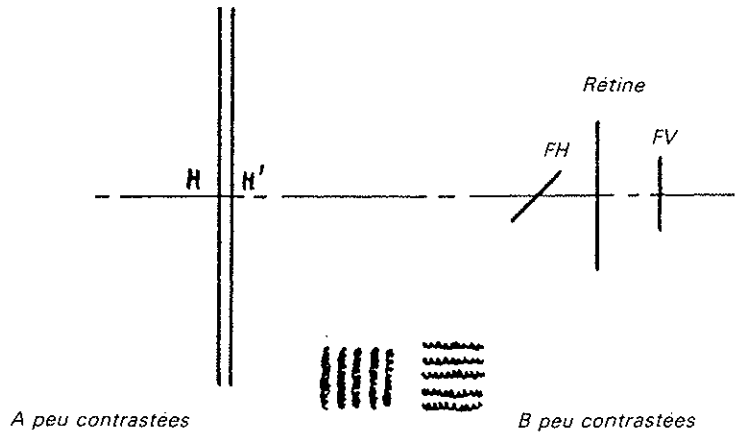
On ne retrouvera aucune direction privilégiée si le sujet est en astigmatisme mixte.



Les 2 focales sont à égale distance et de part et d'autre de la rétine. L'acuité visuelle est parfois correcte car le cercle de moindre diffusion se trouve sur la rétine.

C'est la raison pour laquelle, lorsqu'on utilise la méthode du brouillard, il faut rebrouiller à la sphère au palier avant de présenter les tests d'astigmatisme.

Nous reverrons dans un autre chapitre l'intérêt des chevrons dans la précision de la position de l'axe d'astigmatisme.



## C. LES VERRES ASTIGMATES

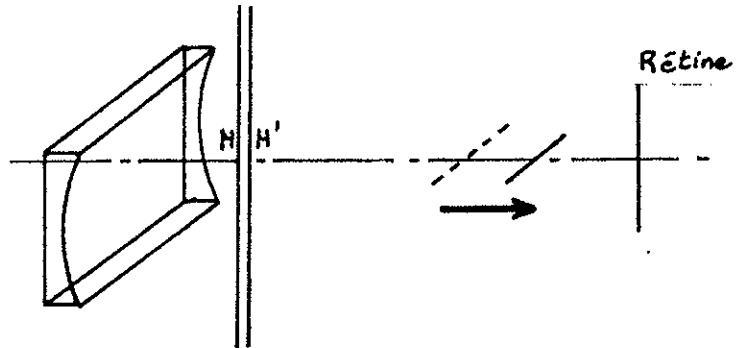
### Généralités

La correction optique de l'œil astigmatique se fait par l'adjonction d'un verre cylindrique. (Nous disposons de verres plan-cylindriques dans les boîtes d'essai).

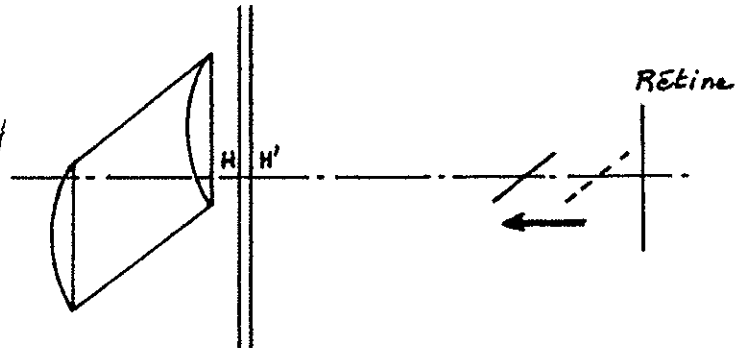
Le but est de ramener les 2 focales l'une sur l'autre, de façon à transformer le système astigmatique en un système stigmatique, c'est-à-dire en une image ponctuelle.

La structure d'un verre cylindrique rappelle celle de l'œil astigmatique ; c'est-à-dire que le verre comportera une face plane ne déviant pas la lumière et une face cylindrique de puissance donnée.

Un cylindre concave placé devant un œil fait reculer la focale parallèle à son axe, par rapport à sa position initiale ; ce cylindre rapproche donc la focale antérieure de la postérieure.



Un cylindre convexe placé devant un œil fait avancer la focale parallèle à son axe, par rapport à sa position initiale ; il rapproche donc la focale postérieure de l'antérieure.

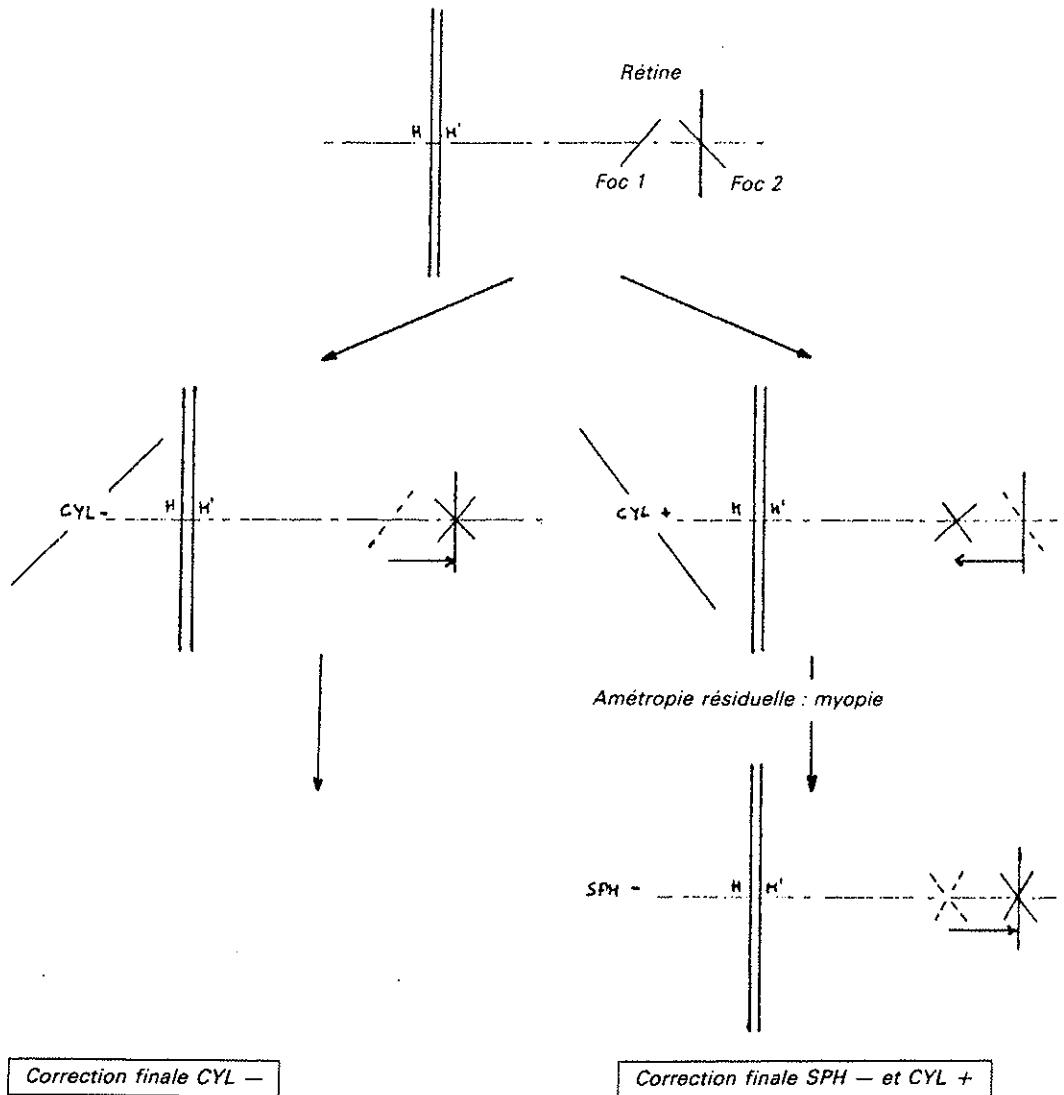


Une fois les 2 focales l'une sur l'autre, l'image est alors ponctuelle ; il peut exister une amétropie sphérique résiduelle que l'on corrigera par une sphère convexe ou concave.

On conçoit facilement que quel que soit l'astigmatisme, et pour le même astigmatisme on puisse utiliser en association une sphère et/ou un cylindre.

*Exemple*

\* Correction d'un astigmatisme myopique simple sans tenir compte de sa forme directe ou inverse.



Tous les cas de figure peuvent être imaginés.

Dans la méthode du brouillard, pour corriger l'astigmatisme (qui est toujours, après rebrouillage à la sphère au palier, un astigmatisme myopique simple ou légèrement composé), on n'utilise que des cylindres ⊖

Il reste maintenant à étudier la structure de ce verre, sa notation, sa géométrie.



## 1. Définition

Des verres astigmatiques sont des verres correcteurs dont une des faces au moins est cylindrique ou torique.

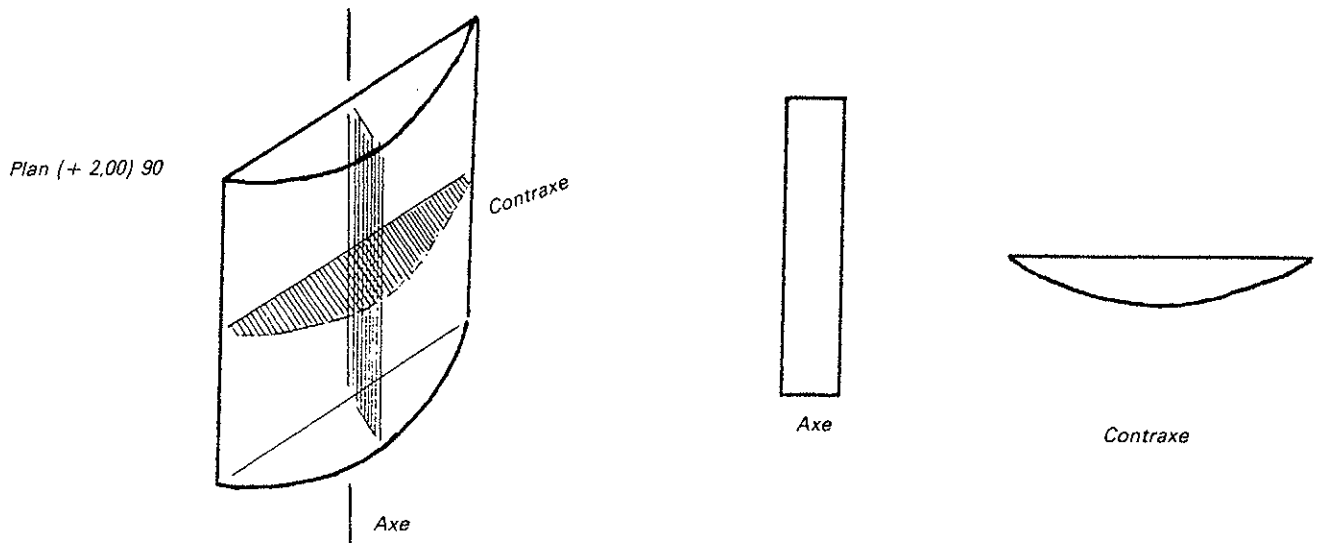
## 2. Différentes sortes de verres astigmatiques

### a) Verres plan-cylindriques

\* *Définition :*

Un verre plan-cylindrique est un verre dont une face est plane et l'autre cylindrique.

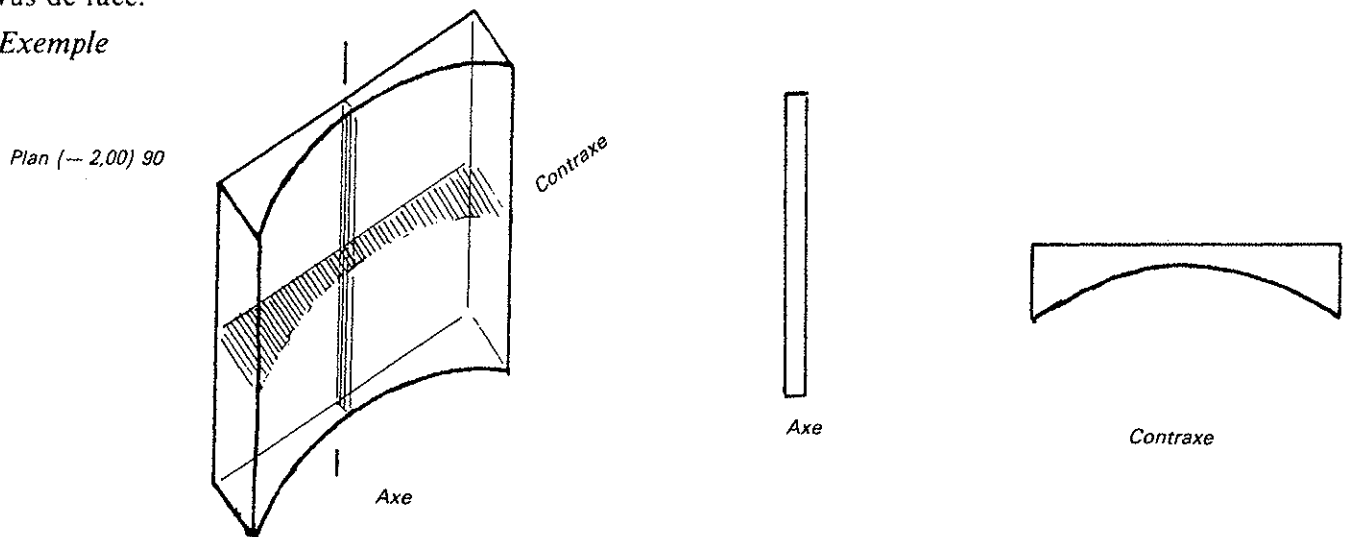
*Exemple*



\* *Notations :*

soit le verre de formule : + 2 dioptries à 90°,  
il s'écrit Plan (+ 2) 90°,  
la puissance du cylindre est mise entre parenthèse et se schématise suivant les méridiens vus de face.

*Exemple*



\* *Schématisation :*

On remarque à la coupe de ce verre que dans l'axe la puissance est nulle par contre qu'elle est maximale dans son contraxe.

ce qui revient à dire que :

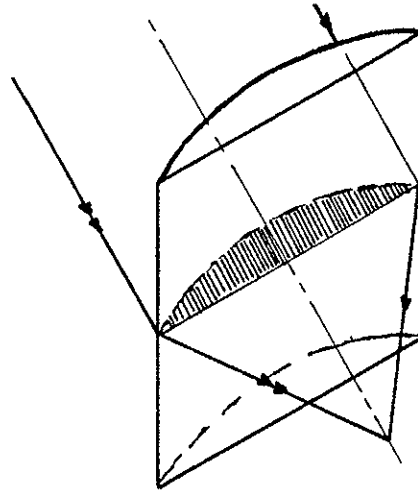
- la puissance dans l'axe d'un plan cylindrique est nulle
- la puissance d'un plan cylindrique suivant son contraxe est maximum

Étudions maintenant la marche des rayons lumineux à travers un verre plan cylindrique.

Chaque section se comporte optiquement, soit comme un verre plan convexe ou plan concave soit comme un verre plan suivant que l'on se place dans le centre axe ou dans l'axe du verre.

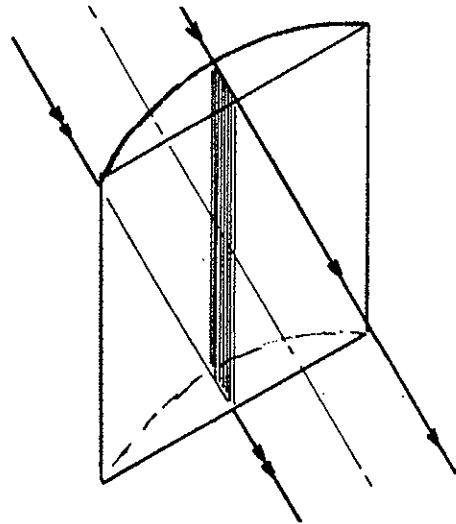
Contraxe du cylindre  $\oplus$

C'est le méridien dans lequel s'exerce la puissance positive, donc il y a convergence du pinceau lumineux.



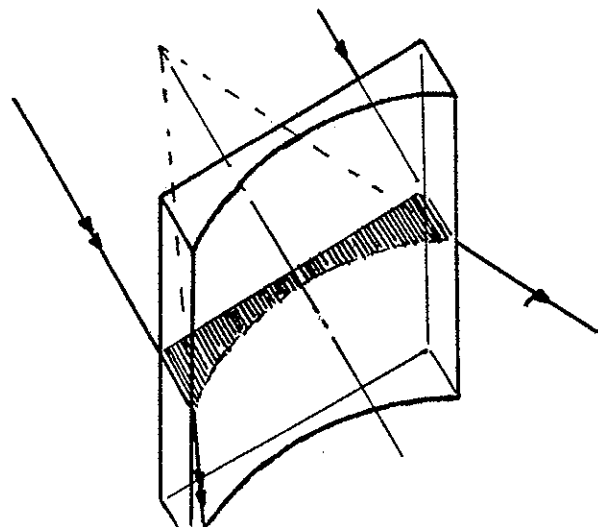
Axe du cyl.  $\oplus$

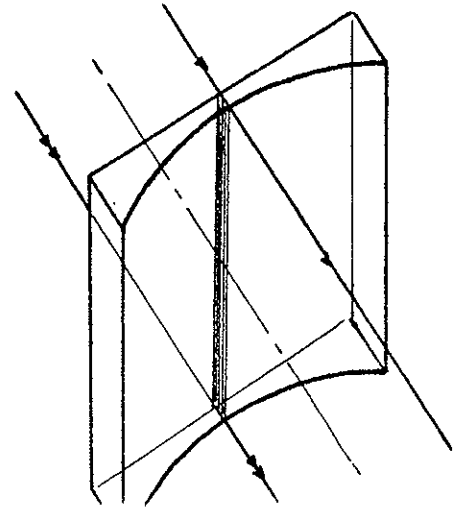
C'est le méridien de puissance nulle. Il n'y a donc aucune modification de la marche des rayons.



Contraxe du cyl.  $\ominus$

C'est le méridien où s'exerce la puissance négative, donc il y a divergence du pinceau lumineux.





Axe du cyl.  $\ominus$

C'est le méridien de puissance nulle. Il n'y a donc aucune modification de la marche des rayons.

## b) Verres sphéro-cylindriques

### \* Définition

Un verre sphéro-cylindrique est un verre dont une des faces est sphérique, l'autre cylindrique.

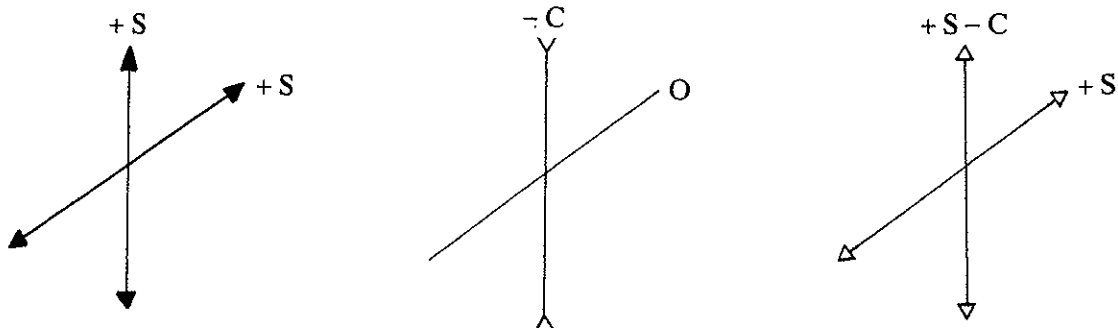
Nous pouvons avoir 4 combinaisons possibles :

- sphère concave combinée à un cylindre concave ;
- sphère concave combinée à un cylindre convexe ;
- sphère convexe combinée à un cylindre convexe ;
- sphère convexe combinée à un cylindre concave.

Les verres de lunettes produits par les usines françaises sont en général à face avant sphérique (sphère convexe), associée à une face arrière torique (cylindre concave), ceci pour des raisons esthétiques mais aussi optiques (meilleure qualité d'image).

### Exemple

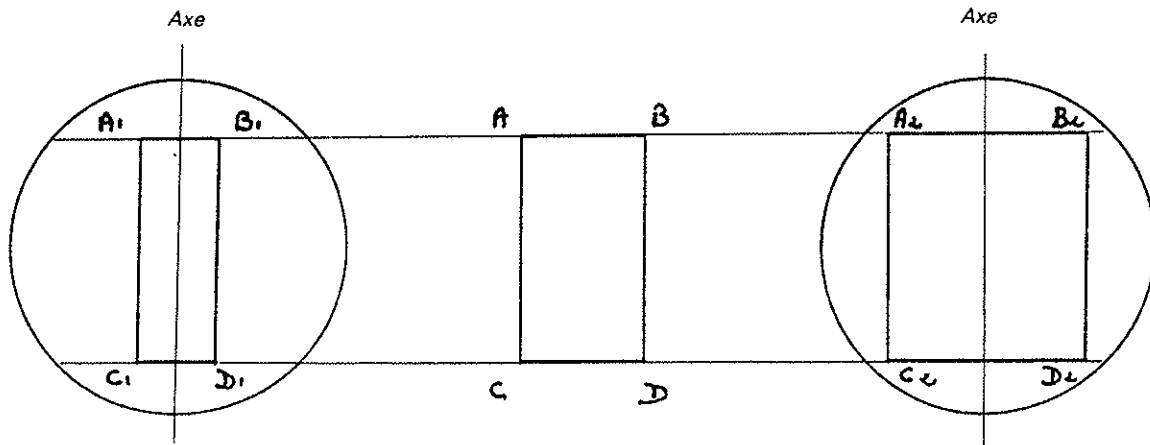
Sphère convexe combinée à un cylindre concave.



Sphère + cylindre = sphéro-cylindrique

**c) Vision à travers un plan cylindrique**

L'objet est un petit rectangle ; il est facile de repérer l'orientation de l'axe en observant un petit objet de forme régulière, rectangulaire, par exemple : un rectangle ABCD.

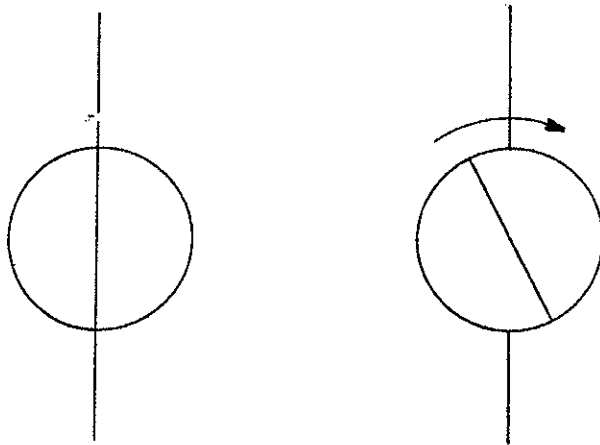


Plan cyl.  $\ominus$

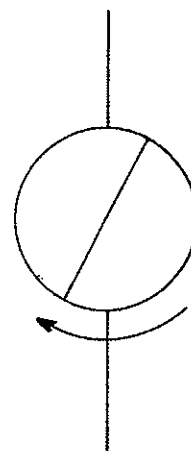
Image de même grandeur mais diminuée à travers le plan cyl. concave.

Plan cyl.  $\oplus$

Image de même grandeur que l'objet mais élargie à travers le verre plan cyl. convexe.



Cyl.  $\oplus$  rotation de l'image inverse de celle du verre.



Cyl.  $\ominus$  rotation de l'image dans le même sens que celle du verre.

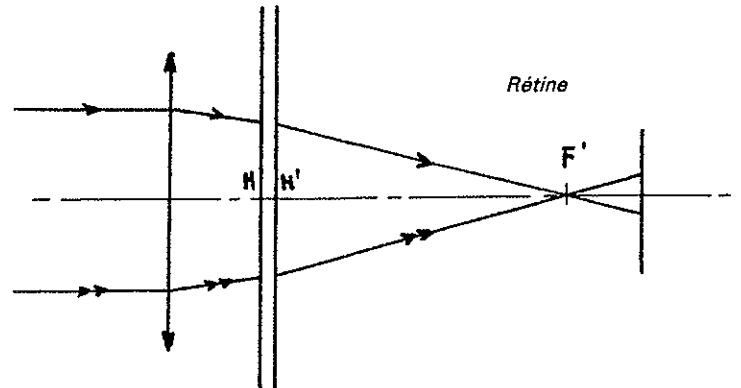
C'est ce que l'on appelle « l'effet pendulaire ».

## Récapitulatif

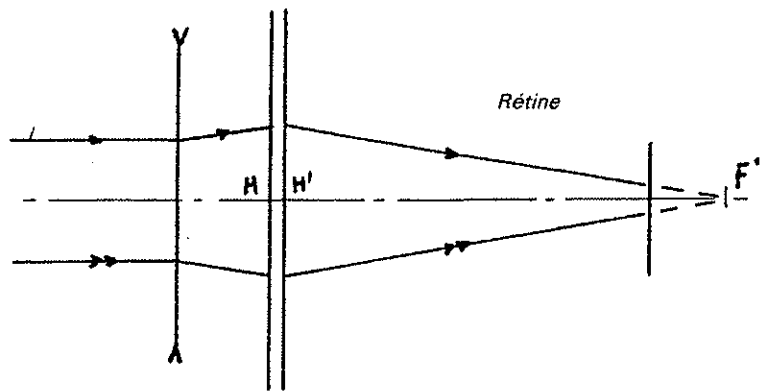
Se rappeler que :

1. Chez l'hypermétrope,  $F'$  se trouve en arrière de la rétine ; la correction se fera à l'aide de sphère  $\oplus$
2. Chez le myope,  $F'$  se trouve en avant de la rétine ; la correction se fera à l'aide de sphère  $\ominus$
3. Chez l'emmetrope  $F'$  est sur la rétine ;

L'interposition d'une sphère  $\oplus$  rend artificiellement myope un emmetrope.

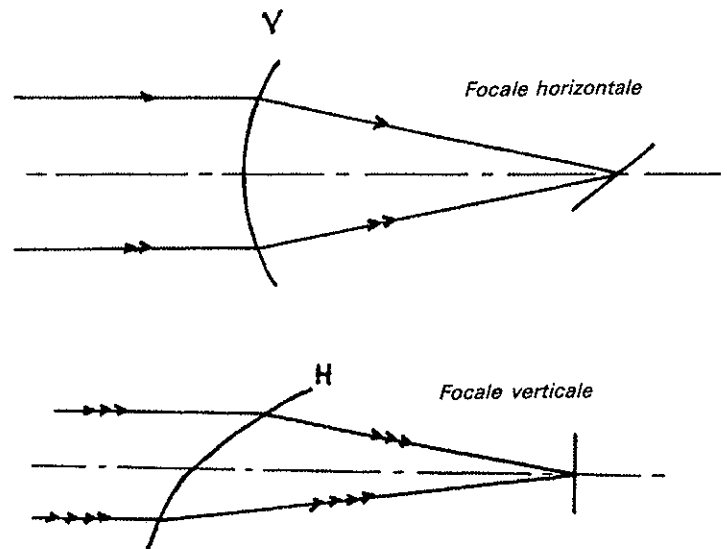


L'interposition d'une sphère  $\ominus$  rend artificiellement hypermétrope un emmetrope.



Nous représentons schématiquement la cornée suivant ses 2 méridiens principaux V et H.

4. L'astigmatisme est un phénomène optique se traduisant par la décomposition de l'image en 2 focales perpendiculaires à leur méridien d'origine.



5. Les tests d'astigmatisme ne sont utilisés qu'en état d'astigmatisme myoptique simple ou légèrement composé.
6. La direction vue nette est perpendiculaire au méridien emmetrope.
7. L'action d'un plan cylindrique est nulle sur son axe et maximale sur son contraxe.
8. Un cylindre négatif recule la focale parallèle à son axe.
9. Un cylindre positif avance la focale parallèle à son axe.

### **En conclusion**

La réfraction oculaire dépend de 4 paramètres principaux :

\* La longueur axiale qui va du sommet de la cornée au pôle postérieur rétinien. Une variation de 1 mm de longueur axiale va entraîner une modification de réfraction de 3 dioptries.

\* Le rayon de courbure cornéen.

La puissance du dioptré cornéen est d'environ 43,00 δ.

Une variation de courbure cornéenne de 1 mm entraîne un changement de réfraction de 5 dioptries.

\* La puissance cristallinienne

Le cristallin est une lentille biconvexe, de structure complexe, dont la puissance totale (calculs de Gullstrand, est d'environ 19,11 dioptries dans son milieu.

L'aphaque réalise une amétropie réfractive de 11,73 dioptries (chiffre théorique calculé chez un sujet antérieurement emmétrope, ayant une longueur axiale de 24,38 mm).

## 2<sup>e</sup> PARTIE

# Données de base pratiques

## Chapitre 1

### MÉTHODES D'EXAMEN OBJECTIF

Ophthalmométrie.....	33	b. Distance d'examen .....	38
● Description de la méthode avec l'appareil de Javal .....	33	c. Tableau récapitulatif .....	39
Kératométrie .....	35	C. Examen de l'amétrope.....	39
● Description de la méthode.....	35	a. La lueur est directe .....	39
● Relation kératométrie-ophthalmométrie	36	b. La lueur est inverse.....	39
Skiascopie.....	36	D. Examen de l'astigmate.....	40
A. Généralités .....	36	E. Expression des résultats.....	41
B. Cas d'un sujet emmetrope sous cycloplégie.....	37	F. Signification.....	41
a. Interposition de sphères .....	37	G. Correspondance avec l'ophthalmométrie.....	43

## Chapitre 2

### TESTS SUBJECTIFS

Test duochrome .....	45	B. Mode d'action .....	48
I. En vision de loin .....	46	Le trou sténopéique .....	51
A. En monoculaire .....	46	La fente sténopéique .....	51
B. En binoculaire .....	46	Définition .....	51
C. Commentaires.....	46	Mode d'action .....	52
II. En vision de près .....	46	Utilisation .....	52
Le cylindre croisé ou cylindre de Jackson .....	47	Détermination de l'axe du cylindre ....	52
A. Description .....	47	Détermination de la puissance du cylindre .....	52

## Chapitre 3

### MESURE ET ÉCRITURE - LE FRONTOFOCOMÈTRE

1. Description de l'appareil .....	55	● conclusion .....	56
2. Son fonctionnement .....	55	● exemples.....	57
a) le verre est sphérique.....	55	c) le verre est progressif.....	62
b) le verre est torique ou sphéro-cylindrique : 2 MÉTHODES .....	56	1) gravures à la surface convexe du verre .....	62
● réfraction d'un faisceau lumineux à travers un verre astigmaté	56	2) mesure de la vision de loin .....	62
		3) mesure de la vision de près.....	63
		4) vérification du centrage .....	63





# Données de base pratiques

## Chapitre 1

### MÉTHODES D'EXAMEN OBJECTIF

<b>Ophthalmométrie</b> .....	33	a. Interposition de sphères.....	37
● Description de la méthode avec l'appareil de Javal.....	33	b. Distance d'examen .....	38
<b>Kératométrie</b> .....	35	c. Tableau récapitulatif.....	39
● Description de la méthode .....	35	C. Examen de l'amétrope .....	39
● Relation kératométrie-ophthalmométrie .....	36	a. La lueur est directe.....	39
<b>Skiascopie</b> .....	36	b. La lueur est inverse .....	39
A. Généralités .....	36	D. Examen de l'astigmate .....	40
B. Cas d'un sujet emmetrope sous cycloplégie.....	37	E. Expression des résultats .....	41
		F. Signification .....	41
		G. Correspondance avec l'ophthalmométrie .....	43

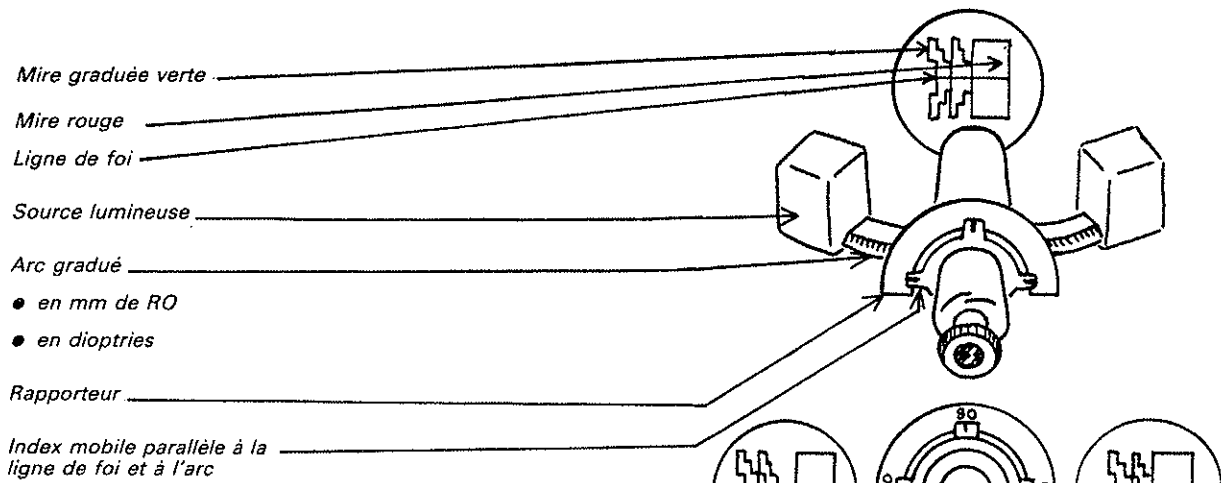
### OPHTALMOMÉTRIE

C'est une méthode objective de mesure de l'astigmatisme de la face antérieure de la cornée. Elle permet d'approcher l'axe et la valeur du cylindre, en donnant l'orientation des deux méridiens cornéens principaux et leur différence de puissance. On connaît ainsi la place des deux focales principales, l'une par rapport à l'autre, mais aucunement leur place par rapport à la rétine.

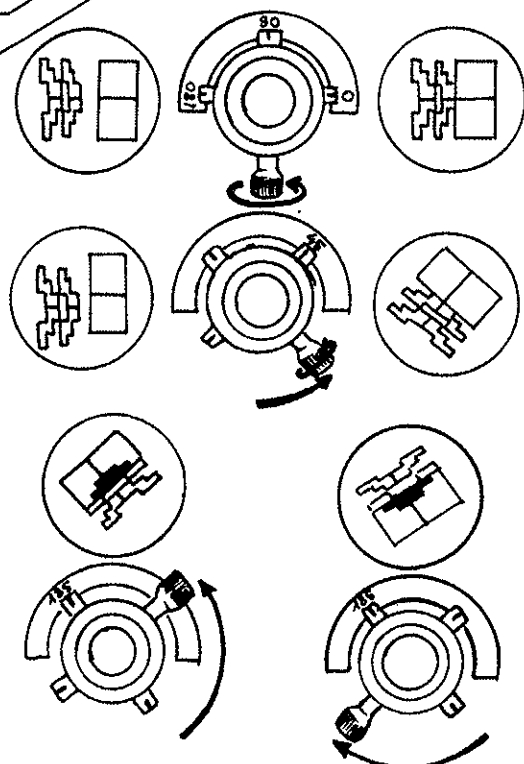
#### Description de la méthode avec l'appareil de Javal

L'appareil projette sur la zone centrale de la cornée 2 mires graduées.

Si le sujet fixe bien, cela va permettre d'étudier une surface de 3 mm de diamètre correspondant à la face régulière de la cornée.



1. L'index parallèle étant à 0°, on affronte les mires ou bien les lignes de foi se prolongent d'emblée ou bien elles ne sont pas dans le prolongement et les mires sont déformées comme dans notre exemple.
2. On tourne l'ensemble de l'appareil (ici à 45°) pour amener les lignes de foi dans le prolongement l'une de l'autre. Elles sont parallèles à l'arc périmétrique. On réaffronte les mires. On se trouve sur l'un des 2 méridiens principaux.
3. On tourne l'appareil de 90° dans un sens ou l'autre pour explorer l'autre méridien principal. Les mires se chevauchent. On lit sur l'index parallèle à la ligne de foi : 135°.



a. Si les mires rentrent l'une dans l'autre, on compte le nombre de marches d'empiètement. Ici 2 marches. Cela signifie qu'entre le méridien cornéen de 45° et celui de 135°, il existe 2 dioptries de différence. L'axe dans lequel les mires se chevauchent indique le méridien le plus puissant.

Cela peut s'écrire :

Le méridien de 135° est plus puissant de 2 dioptries que le méridien à 45° : + 2 à 135°.  
 Le méridien de 45° est moins puissant de 2 dioptries que le méridien à 135° : - 2 à 45°.

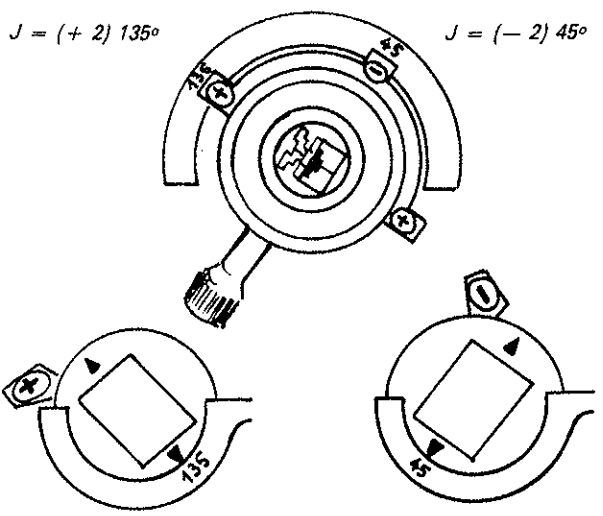
Dans cette position, l'index du rapporteur parallèle à l'arc et à la ligne de foi donne l'axe cylindre correcteur +.

L'index du rapporteur perpendiculaire à l'arc et à la ligne de foi donne l'axe cylindre correcteur -.

Nous voyons que le signe change avec l'axe, donnant une indication précise pour le reste de l'examen. Si on prend un cylindre négatif, on le mettra à 45°.

Si on prend un cylindre positif, on le mettra à 135°.

Écrire (± 2) à 135° ou (135 ± 2) n'a donc aucun intérêt et revient à dire qu'il existe 2 dioptries d'écart entre 135° et 45°, sans plus. Avec cette seule donnée, on ne sait pas comment placer le cylindre.



b. Si les mires s'écartent lorsque l'appareil est tourné de 90° pour explorer le deuxième méridien principal, on les réaffronte dans ce 2<sup>e</sup> axe, puis on tourne de 90° ; on revient dans le 1<sup>er</sup> axe et l'on observe un empiétement d'une marche.

La notation est la suivante :

(+ 1) 45°  
ou  
(- 1) 135°

Lors de l'essai de verre, on précisera l'axe exact.

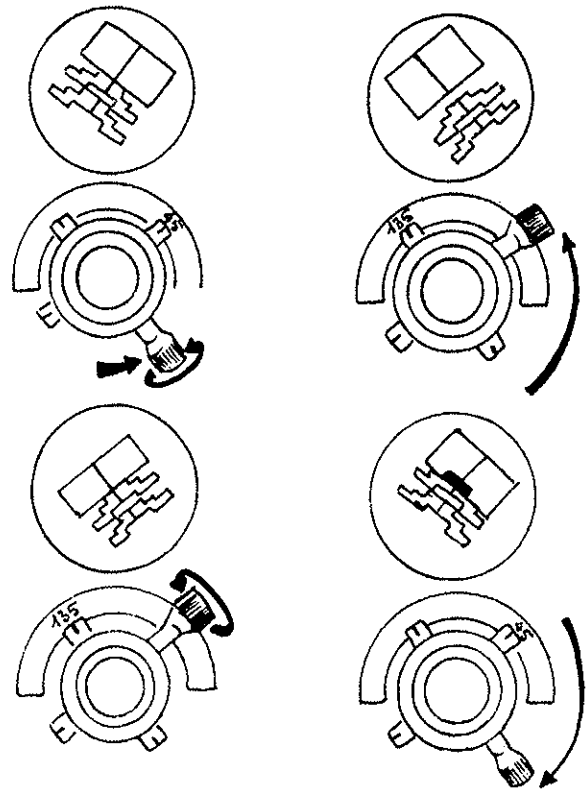
4. On peut aussi ne voir aucun empiétement à 0° et à 90°

On note alors par exemple « J = 0 » ou « J : pas d'empiétement ». Il n'y a pas d'astigmatisme de la face antérieure de la cornée.

*N.B. :*

Comme la méthode du brouillard exige de travailler, nous le reverrons en cylindres négatifs, il peut être intéressant de noter l'ophtalmométrie en - pour éviter de faire des transpositions de formules.

En revanche, quand on cherche le monofil qui est trop serré chez un opéré récent de cataracte, c'est sur le méridien le plus puissant qu'on le trouve, c'est-à-dire celui noté en +.



## KÉRATOMÉTRIE

C'est la mesure objective des rayons de courbure de la face antérieure de la cornée, dans ses deux méridiens principaux.

On utilise encore l'appareil de Javal, mais à la différence de l'ophtalmométrie, il faut d'abord s'assurer que l'appareil est bien réglé.

Il faut dévisser l'oculaire pour l'amener vers les + et le revisser progressivement jusqu'à voir bien net le réticule de l'oculaire. L'appareil est alors bien réglé à la vue de l'observateur.

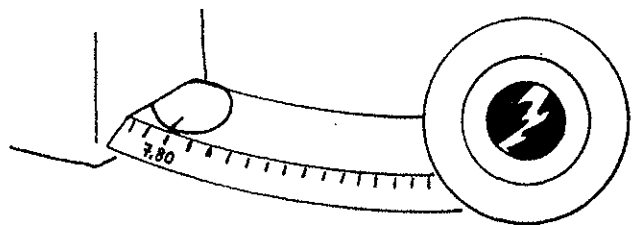
De temps en temps, on vérifie que l'appareil est également bien étalonné en plaçant devant celui-ci une bille de rayon de courbure donné et en affrontant les mires dessus.

### Description de la méthode

On affronte les mires dans un axe :

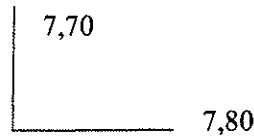
et on lit sur l'arc, la valeur montrée par le repère, soit en dioptries, soit habituellement en mm. Ex  $R_0 = 7,80$  mm

On tourne l'appareil de 90°. Les mires s'empiètent (on note en passant l'astigmatisme en comptant les marches) et on les réaffronte. On lit la nouvelle valeur indiquée sur l'arc et on note par exemple  $R_0 = 7,70$



On consigne les mesures sur un schéma matérialisant les axes principaux.

ici :

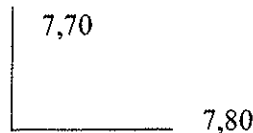


Le rayon de courbure cornéen moyen est de 7,75 ce qui correspond à une puissance de 43 dioptries.

### Relation Kératométrie-Ophtalmométrie

- 0,1 mm de différence de  $R_o = 0,5$  dioptrie d'astigmatisme.
- ainsi, 1 mm de variation de  $R_o$  déplace une focale de 5 dioptries (amétropie de courbure) alors qu'on sait que 1 mm de variation de longueur du globe donne une amétropie axiale de 3 dioptries.

— Dans l'exemple précédent



on a 0,5 dioptrie d'astigmatisme. Le  $R_o$  le plus faible correspond au méridien le plus puissant. On peut donc déduire de la formule

que  $J = (+ 0,50) 90^\circ$  : Astigmatisme direct.

## LA SKLASCOPIE

### A. Généralités

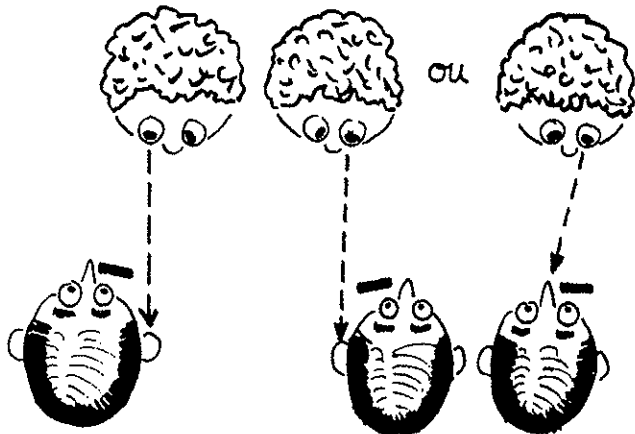
C'est une méthode objective de mesure de la réfraction, permettant d'évaluer l'action de l'ensemble des dioptries et leur résultat au niveau rétinien, l'œil étant au repos.

Elle consiste à éclairer le fond de l'œil par un pinceau lumineux mobile et à en observer l'image transmise par les rayons réfléchis qui obéissent au principe de retour inverse de la lumière. C'est-à-dire que la rétine éclairée se comporte comme une source lumineuse et va donner une image située au Punctum Remotum.

On observe les phénomènes par le trou percé au milieu d'un miroir plan qui renvoie sur le fond de l'œil la lumière d'une lampe diaphragmée.

Celle-ci est placée un peu au-dessous et en arrière de l'œil examiné.

Le patient est un peu plus bas que l'observateur et fixe très légèrement en dedans de telle sorte qu'on puisse analyser la zone préférentielle d'examen qui est la région inter papillo maculaire.



Par exemple on fait fixer l'oreille droite de l'observateur avec son œil droit et l'oreille gauche avec son œil gauche. Si l'observateur examine l'œil gauche avec son œil droit, il peut demander au patient de fixer son nez.

Si le patient n'est pas sous cycloplégiques (adulte), pour éviter de le faire accommoder on peut lui demander de fixer ce qui est sur le mur, derrière soi, mais en rasant l'oreille du regard.

On procède dans une pièce assombrie pour augmenter le contraste. Si l'éclairage de la pupille est encore insuffisant, on peut utiliser le miroir concave (grossissant, marqué par un point rouge) qui donne une image plus lumineuse mais qui inverse la marche des rayons.

La skiascopie électrique combine éclairage et observation en un seul instrument. Il évite à l'observateur d'être ébloui par une lumière incidente, et permet en donnant une image beaucoup plus lumineuse, un examen en éclairage ambiant, même à travers des pupilles non dilatées. Surtout, il permet, lorsque sa source n'est pas ronde mais rectiligne, la projection d'une fente lumineuse autorisant une étude plus précise des astigmatismes.

Pour faciliter la compréhension des schémas, nous représenterons les images données par une fente lumineuse.

## B. Cas d'un sujet emmétrope sous cycloplégie

On projette la fente lumineuse sur l'œil et on balaye celui-ci horizontalement.

Sur le segment antérieur de l'œil, les paupières et le reste du visage, elle est défocalisée et donne une *barre* de lumière à contours flous.

Lorsque la barre lumineuse passe devant la pupille, on voit au fond de l'œil une *fente* lumineuse qui se déplace dans le même sens que celui de la barre.

Si l'examineur se trouve à 1 mètre, cela veut dire que le punctum remotum de l'œil se trouve au-delà de 1 mètre, mais on n'en sait pas plus.

### a. Interposition de sphères

Que se passe-t-il si l'on interpose des sphères de différentes puissances juste devant l'œil ?

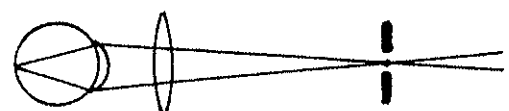
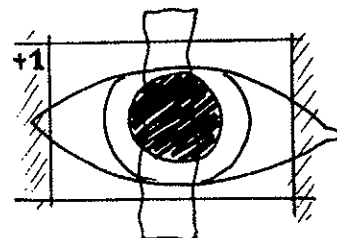
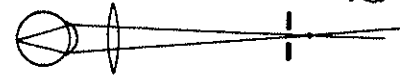
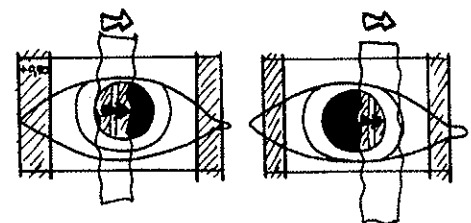
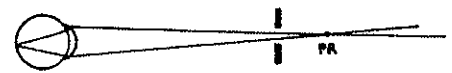
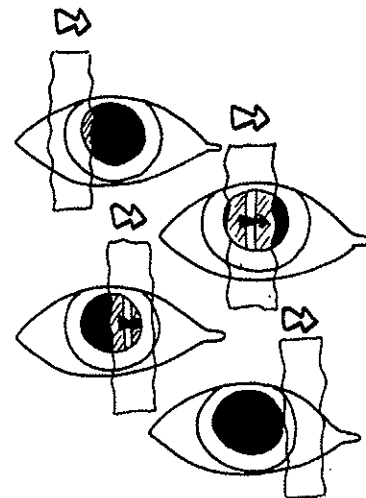
1. En examinant à 1 m, on place un + 0,50 devant l'œil et on balaye horizontalement la pupille.

La fente se déplace toujours dans le même sens que la « barre ». La lueur est dite *directe*. Les rayons émergents se croisent toujours au-delà du miroir. La position du punctum remotum est encore supérieure à 1 m.

2. On place maintenant une sphère de + 1,00 dioptrie.

Les rayons convergeant plus, vont se croiser juste au niveau du miroir. Au moment du balayage, la pupille va apparaître brutalement éclairée puis obscurcie.

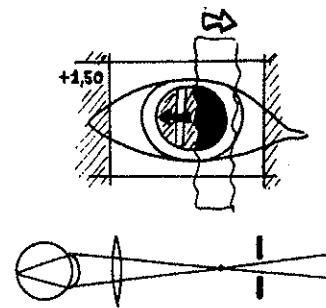
On dit qu'on obtient « l'ombre en masse ». Le punctum rémotum est à 1 mètre (au niveau du miroir).



3. On place enfin une sphère de + 1,50.

Le punctum remotum s'est encore rapproché de l'œil.

Les rayons se croisant entre l'œil et le miroir, la fente se déplace dans le sens opposé à celui de la « barre ». On dit que la lueur est « inverse ».



**La valeur du verre donnant l'ombre en masse correspond à ce qu'il faut ajouter à l'œil pour le rendre emmétrope.**

Cependant, il faut faire une petite correction puisque nous avons dit que le système myopisait l'œil de 1 dioptrie lorsque l'observateur était situé à 1 mètre ; c'est dire l'importance de la distance d'examen.

### b. Distance d'examen

Lorsque l'observateur est à 1 mètre du patient, le système créé rend artificiellement l'œil observé myope de 1 dioptrie.

Si l'observateur est à 66 cm, l'œil est myopisé de 1,5 dioptrie ; s'il est à 50 cm, l'œil est myopisé de 2 dioptries.

Plus l'observateur est près, plus le système est myopisant.

Plus l'observateur est loin, plus les résultats sont précis.

Il faut ajouter à la valeur du verre donnant l'ombre en masse (ici + 1,00) la valeur algébrique de - 1,00, correspondant à la myopisation artificielle de 1 dioptrie, ce qui donne le chiffre **skiascopie corrigée** pour une distance de 1 mètre.

Dans notre exemple :  $(+ 1,00) + (- 1,00) = 0 =$  Emmétropie.

**C'est cette valeur corrigée qu'on inscrit sur le dossier du patient.**

Ainsi, on peut croire que la valeur du verre donnant l'ombre en masse plus (- 1) correspond à la correction à ajouter à l'œil pour le rendre emmétrope.

(Mais si l'observateur est à 66 cm : verre donnant l'ombre en masse (- 1,50). S'il est à 50 cm : verre donnant l'ombre en masse (- 2,00).

Il faut donc connaître son facteur de correction propre).

Cependant, on obtient rarement une ombre en masse, car on comprend bien qu'en pratique il arrive plus souvent que les rayons se croisent juste en avant ou en arrière du miroir, plutôt qu'exactement à son niveau.

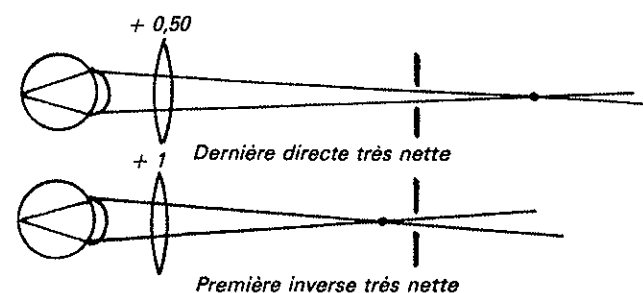
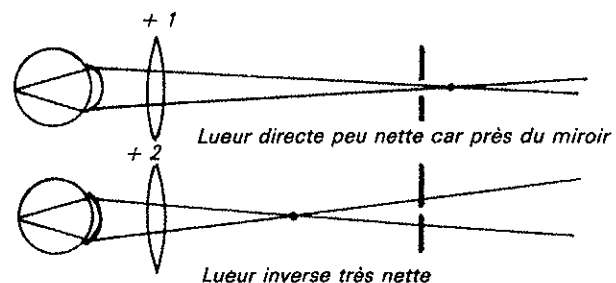
On passe ainsi directement d'une lueur directe à une lueur inverse.

*Exemple*

En l'absence d'ombre en masse, et pour un observateur placé à 1 mètre, la réfraction de l'œil observé est égale au verre de skiascopie donnant la dernière lueur directe, diminué de 0,50, ou au verre de la première lueur inverse diminué de 1,50.

On choisit l'une ou l'autre en fonction de la netteté du déplacement de la lueur.

*Exemple*



Skiascopie corrigée :  $+ 0,50 - 0,50 = 0$  Emmétropie.

### c. Tableau récapitulatif

Correctifs à apporter en fonction de la distance de l'observation et des phénomènes observés.

O B S E R V A T E U R		Dernière lueur directe	Ombre en masse	Première lueur inverse
	1 m	— 0,50	— 1,00	— 1,50
	66 cm	— 1,00	— 1,50	— 2,00
	50 cm	— 1,50	— 2,00	— 2,50

### C. Examen de l'amétrope

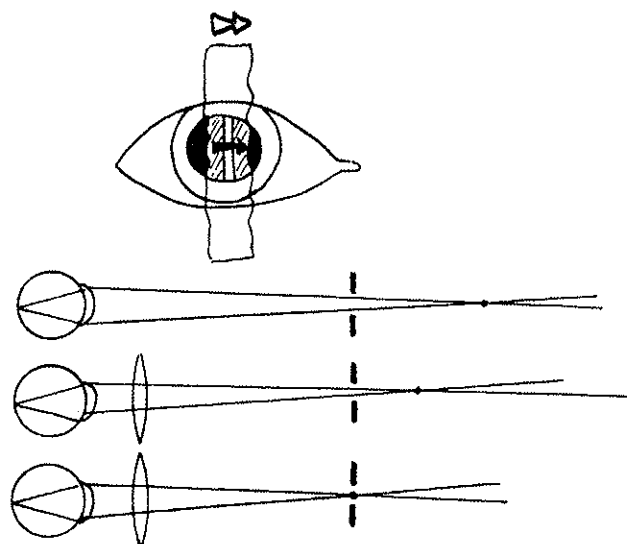
#### a. La lueur est directe

Avant toute interposition du verre ; il s'agit soit d'un hypermétrope, soit d'un emmétrope ou soit d'un myope de  $< 1$  dioptrie.

On interpose des sphères positives jusqu'à l'obtention de l'ombre en masse (distance 1 mètre).

Si  $+ 3$  ; skiascopie corrigée =  $+ 2$

Si  $+ 0,50$  skiascopie corrigée =  $- 0,50$



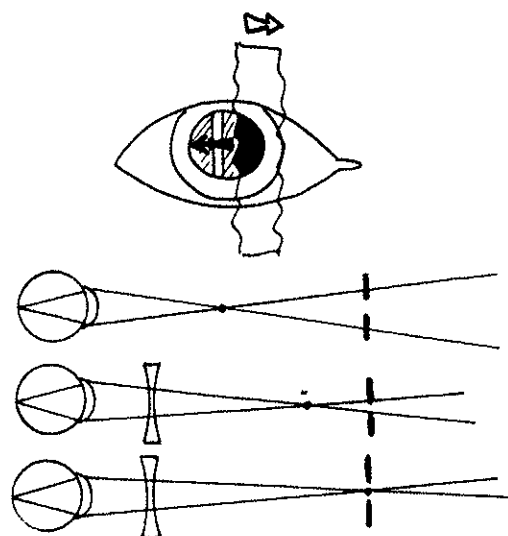
#### b. La lueur est inverse

Il s'agit d'une myopie supérieure à 1 dioptrie. On interpose des sphères négatives. Suivant les phénomènes lumineux observés, on apportera les rectificatifs suivants :

— dernière ombre inverse :  
Ajouter  $- 1,50$  dioptrie à la valeur du verre.

— ombre en masse :  
Ajouter  $- 1,00$  dioptrie

— première ombre directe :  
Ajouter  $- 0,50$  dioptrie.

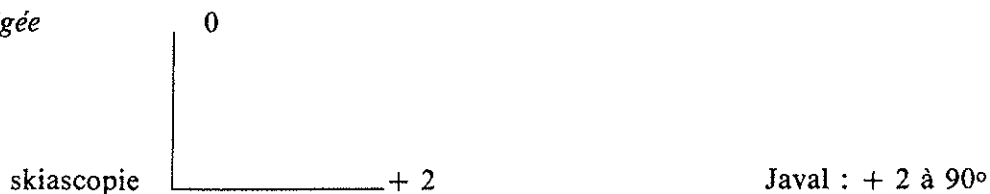


#### Exemple

Ombre en masse trouvée avec une sphère de  $- 4,00$  dioptries la skiascopie corrigée sera  $- 4,00 + (- 1,00) = - 5,00$  dioptries (puissance du verre correcteur).

**Exemple n° 2**

● *Skiascopie corrigée*

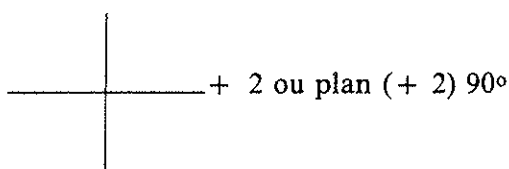


Nous corrigerons cet astigmatisme par un verre cylindrique de formule plan (+ 2.00) 90°

**La skiascopie s'exprime en méridien et non pas en focale**

La skiascopie est ce qu'il faut ajouter à un méridien cornéen pour le rendre emmétrope.

Dans l'exemple choisi, il faut ajouter + 2 dioptries au MERIDIEN horizontal pour le rendre emmétrope. La correction se fera donc par un cylindre de + 2 dioptries à 90°, que l'on représente ainsi :



**Exemple n° 3**

● *Skiascopie corrigée*



Il s'agit d'un astigmatisme hypermétrope inverse.

Si nous décidons de prescrire la correction brute, la formule en sphère cylindrique ou torique sera

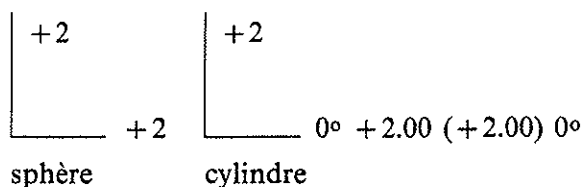
soit + 2.00 (+ 2.00) 0°

soit + 4.00 (− 2.00) 90°

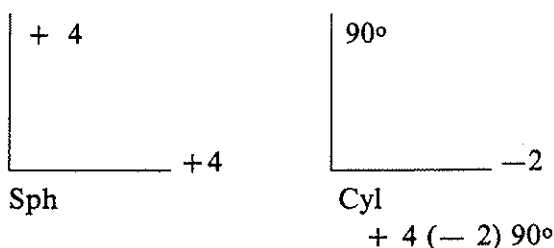
(Voir règles de transposition).

**Explication**

Si nous corrigeons par une sphère de + 2, le méridien horizontal sera emmétrope, mais il manquera + 2 dioptries au méridien vertical d'où la correction

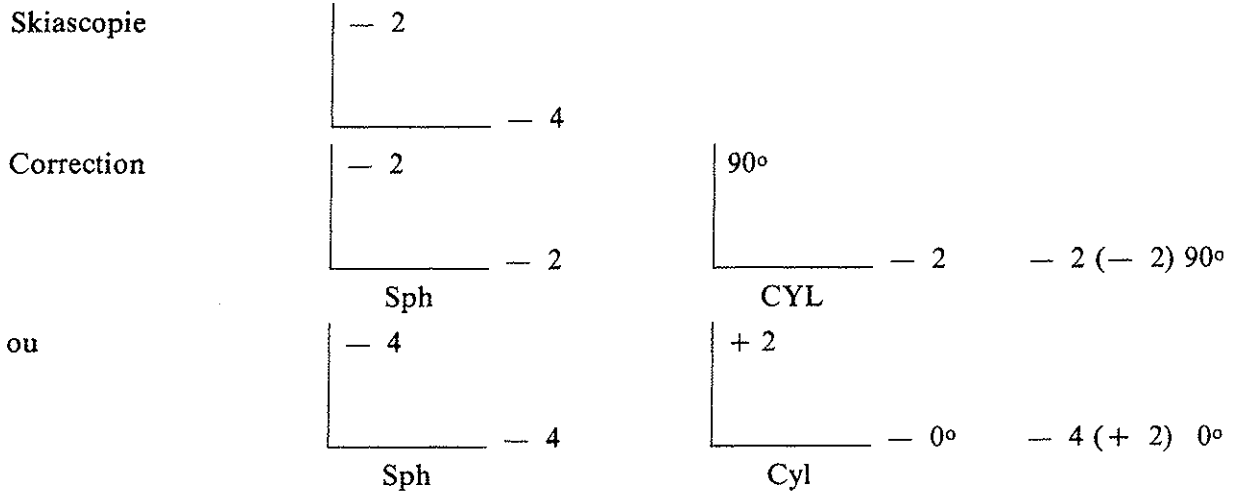


Si nous choisissons la sphère de + 4; le méridien 90° sera corrigé mais il faudra retrancher + 2 dioptries au méridien horizontal pour qu'il soit emmétré.

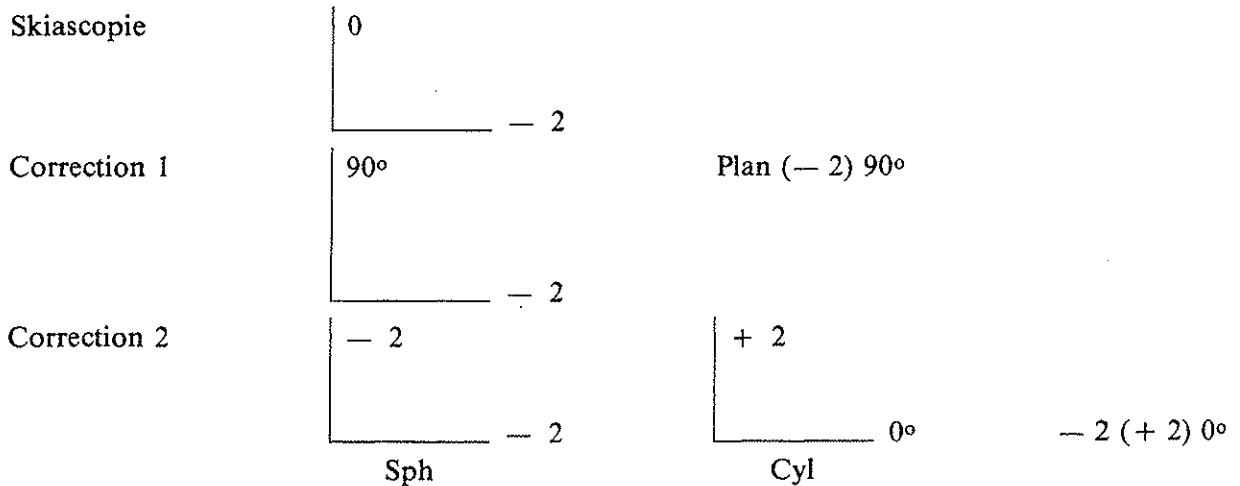




*Exemple n° 4*



*Exemple n° 5*



**G. Correspondance avec l'ophtalmométrie**

En ophtalmométrie, si on note + 4,00 à 90°, cela signifie que le méridien cornéen vertical est plus puissant de 4 dioptries que le méridien horizontal.

Il faudra mettre un cylindre de + 4 d'axe à 90°. L'ophtalmométrie s'exprime en axe.

A l'inverse, nous retrouverons en skiascopie.



En somme, pour essayer de ne pas faire d'erreur, on peut retenir que la « skiascopie s'exprime en contre-axe ou encore que son écriture est l'inverse du Javal ».

Et encore : « le chiffre le plus petit en valeur algébrique indique le méridien le plus puissant ».

Ou bien se baser sur le petit schéma de la page 41.



# Données de base pratiques

## Chapitre 2

### TESTS SUBJECTIFS OU MÉTHODES D'EXAMEN SUBJECTIF

Test duochrome .....	45	B. Mode d'action .....	48
I. En vision de loin .....	46	Le trou sténopéique.....	51
A. En monoculaire .....	46	La fente sténopéique .....	51
B. En binoculaire .....	46	Définition.....	51
C. Commentaires .....	46	Mode d'action .....	52
II. En vision de près .....	46	Utilisation .....	52
Le cylindre croisé ou cylindre de Jack- son .....	47	Détermination de l'axe du cylin- dre .....	52
A. Description.....	47	Détermination de la puissance du cylindre.....	52

#### LE TEST DUOCHROME

L'aberration chromatique de l'œil est à l'origine de ce test. Les rayons qui traversent le dioptré oculaire se réfractent différemment selon leur longueur d'onde.

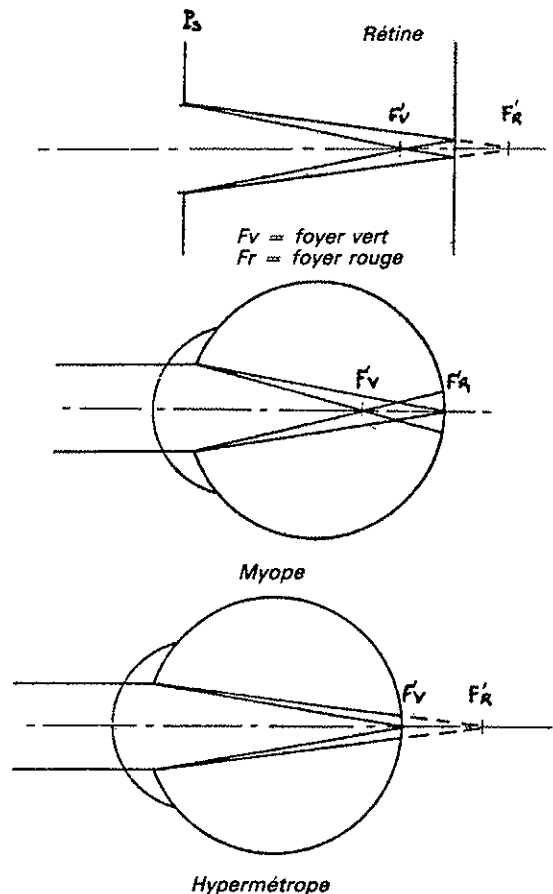
Ainsi, dans l'œil emmétrope, le foyer du jaune est sur la rétine, celui du vert en avant et celui du rouge en arrière.

On utilise des filtres qui donnent des couleurs bleu — vert et rouge, suffisamment symétriques par rapport au jaune.

L'écart dioptrique entre le foyer du vert et celui du rouge peut atteindre 1,5 dioptrie chez le sujet jeune et tombe à 0,5 dioptrie chez le sujet âgé.

Le schéma permet de comprendre que chez le myope, c'est le rouge qui sera le plus près de la rétine et donnera le meilleur contraste, et que l'hypermétrope au contraire verra mieux dans le vert.

Pour se rappeler l'ordre des foyers, dites-vous que pour boire du vin, il faut mettre le verre avant le rouge !



## 1. En vision de loin

### A. En monoculaire

- On établit le bon équilibre un œil après l'autre.
- A la question « Voyez-vous plus net ou plus contrasté les lettres qui sont dans le rouge ou dans le vert ? » plusieurs réponses sont possibles :
  - Aussi bien dans chaque couleur : soit emmétrope ;  
soit amétrope bien corrigé.
  - Mieux dans le rouge : soit myope sous corrigé ;  
soit hypermétrope sur corrigé.
  - Mieux dans le vert : soit myope sur corrigé ;  
soit hypermétrope sous corrigé.
- Ce qu'il faut éviter, c'est la surcorrection, c'est-à-dire faire mieux voir l'hypermétrope dans le rouge, donc le brouiller, ou faire mieux voir le myope dans le vert au risque de le faire accommoder.
- Il faut donc obtenir
  - Que le myope voit mieux dans le rouge.
  - Que l'hypermétrope voit mieux dans le vert.

L'équilibre rouge-vert n'étant que l'extrême limite à ne pas dépasser.

### B. En binoculaire

L'examen est rarement pratiqué en binoculaire. Fait en lumière polarisée avec un double test duochrome, il permet de tester simultanément l'équilibre réfractif et musculaire.

### C. Commentaire

Il faut savoir que les myopes ont parfois une nette préférence pour le rouge et que beaucoup de sujets, surtout s'ils sont jeunes, ont tendance à accommoder sur le rouge. Dans ce dernier cas, si un sujet jeune répond « mieux rouge » et qu'on suspecte une accommodation, on peut le surcorriger de 0,50 en binoculaire un instant. Si, dès qu'on retire la surcorrection, il répond « mieux vert », c'est qu'il existait effectivement une accommodation qu'on a levée.

Par ailleurs, le test rouge-vert peut donner rapidement une idée de la qualité d'une paire de lunettes, grâce à l'addition nécessaire pour faire changer la couleur du meilleur contraste.

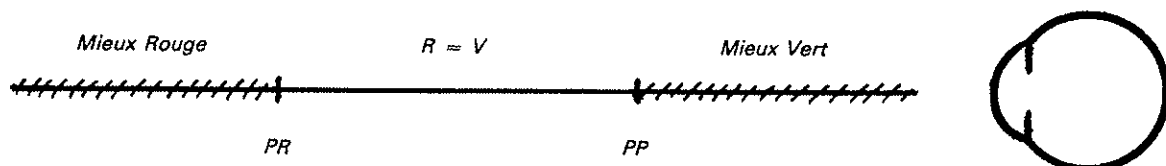
Enfin, un bon équilibre au test duochrome n'empêche pas d'essayer en binoculaire une addition de + 0,25 ou + 0,50 en valeur absolue, surtout chez l'hypermétrope.

## II. En vision de près

1. Chez le sujet non presbyte, corrigé de loin, ce test a peu d'intérêt. Le patient en vision de près se retrouve dans la situation d'un hypermétrope qui accommode et sa réponse normale est « légèrement mieux dans le vert » ou « aussi bien dans chaque ».
2. Chez le jeune presbyte, qui possède encore une amplitude d'accommodation et qui porte sa correction de près, plusieurs réponses sont possibles :

### En fonction de la distance d'observation

— il existe une zone intermédiaire où le patient voit aussi bien dans chaque couleur : l'addition est bonne pour cette distance d'observation.



Si le patient éloigne le test, le moment où il va mieux voir dans le rouge va correspondre au dépassement du punctum rémotum apparent de son verre ; c'est-à-dire la distance à partir de laquelle il va voir flou avec sa correction de près devenue trop forte.

Si le patient rapproche le test, il verra mieux dans le vert, car c'est le foyer qui sollicite le moins l'accommodation.

#### Pour une même distance d'observation

Le patient choisit sa distance utile de travail

- si  $R = V$  = addition suffisante ;
- si mieux R : addition trop forte ;
- si mieux V : addition trop faible ;

— Ainsi, chez le jeune presbyte, le test duochrome de près permet l'appréciation rapide de sa zone de vision nette et le calcul éventuel d'addition en fonction d'impératifs précis.

— En théorie, le punctum proximum « standard » se situe vers 30 cm et le punctum rémotum se trouve :

- à 1 m si add + 1,00
- 66 cm si add + 1,50
- 50 cm si add + 2,00
- 40 cm si add + 2,50
- 33 cm si add + 3,00

#### En conclusion

En vision de près, le test Rouge-Vert est intéressant pour adapter l'addition à la distance habituelle de travail.

## CYLINDRE CROISE OU CYLINDRE DE JACKSON

Cet instrument permet un affinement très précis de l'axe et de la puissance du cylindre.

On s'en sert sur un œil proche de son acuité maximale.

### A. Description de l'appareil, définitions

#### 1. Définition

Verre bicylindrique dont les 2 cylindres sont de signes contraires, mais de puissance égale et dont les axes sont perpendiculaires entre eux.

#### 2. Description de l'appareil

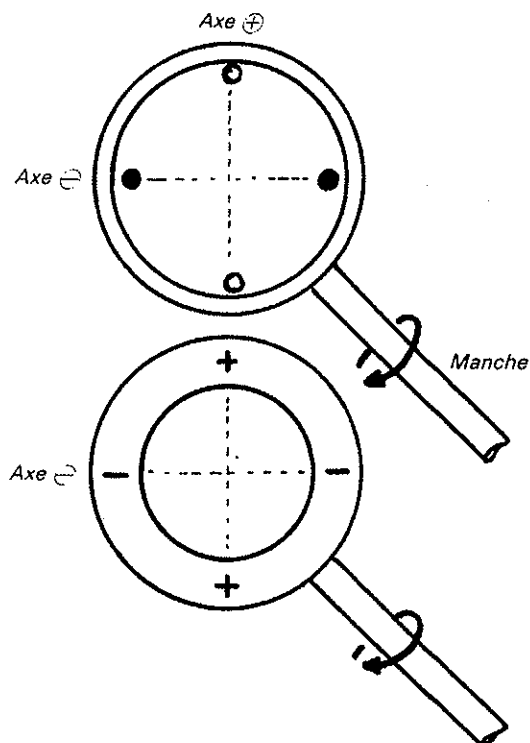
Ce verre bicylindrique est monté sur un monocle comportant un manche, de façon à ce que celui-ci soit situé sur la bissectrice de l'angle droit formé par les axes des cylindres croisés.

Les valeurs utilisées pour les cylindres croisés sont en général

0,25 , 0,37 , 0,50.

On remarque qu'après rotation du manche, l'axe du cylindre + est venu à la place du cylindre - et inversement.

Selon les constructeurs l'axe positif est repéré par deux signes « plus » ou deux points blancs et l'axe négatif par deux signes « moins » ou deux points rouges.



#### 3. Puissance du système

Supposons que nous utilisons un cylindre croisé dit de 0,25 (ce qui veut dire que chaque cylindre à une puissance de 0,25).

\* Gravures rouges à 0° (schéma ci-dessus).

La puissance du système est :

+ 0,25 (— 0,50) 0°

ou bien — 0,25 (+ 0,50) 90° (en formule transposée).

\* Après rotation autour du manche, les gravures rouges sont à 90° (schéma).

La puissance du système est :

+ 0,25 (— 0,50) 90°

— 0,25 (+ 0,50) 0° (en formule transposée).

## B. Mode d'action

1. Soit un œil sphérique parfaitement corrigé ; plaçons le cylindre croisé devant cet œil :

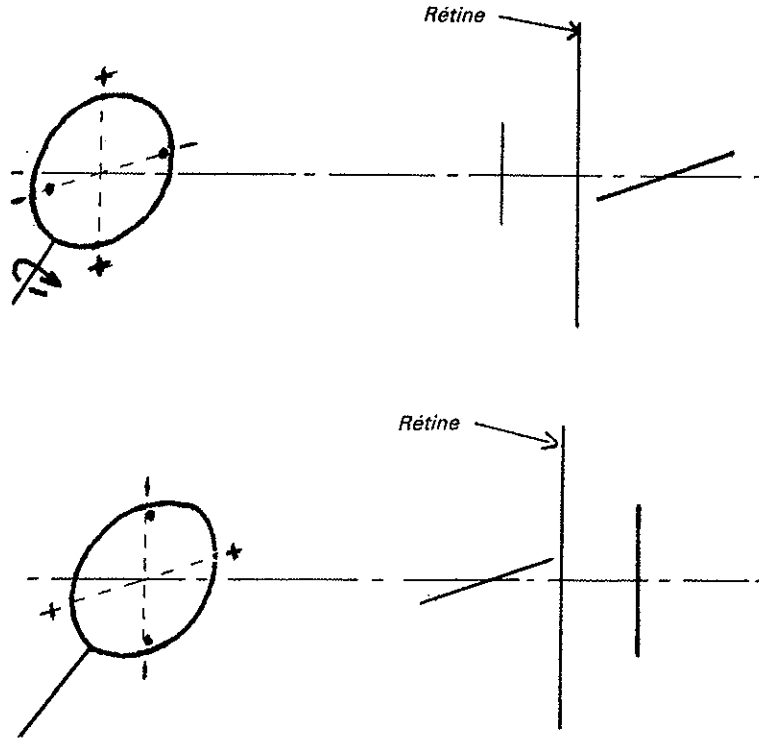
*N.B. :*

Un cylindre  $-$  recule la focale parallèle à son axe.

Un cylindre  $+$  avance la focale parallèle à son axe.

L'interposition du cylindre croisé entraîne la formation d'un astigmatisme mixte inversé.

Après retournement, on obtient un astigmatisme mixte mais direct.



*Conclusion :* l'interposition d'un cylindre croisé chez un sujet parfaitement corrigé n'entraîne pas de différence d'acuité entre les 2 positions du cylindre de Jackson.

2. Vérification de l'axe et de la puissance du cylindre correcteur.

### a. Vérification de l'axe

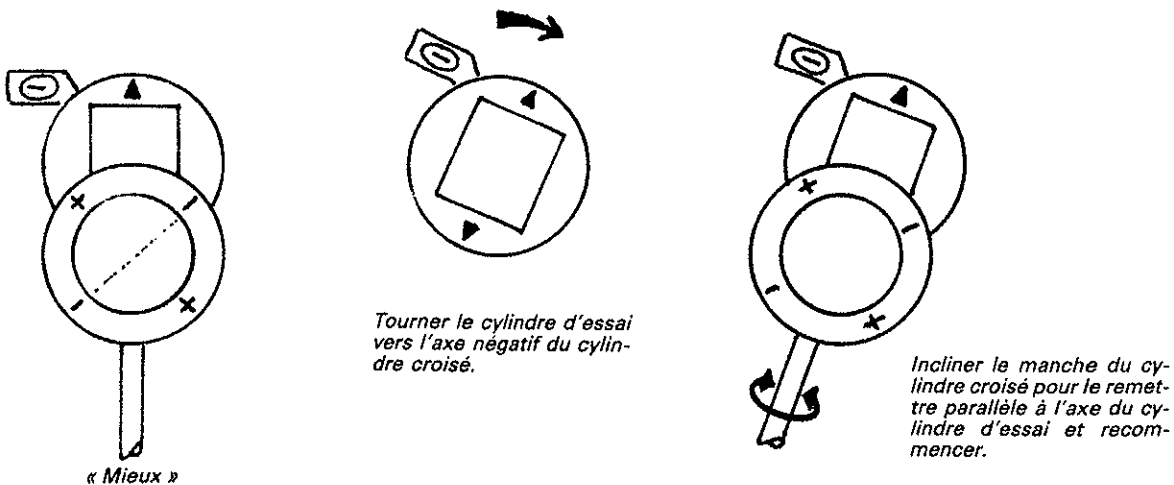
On commence par vérifier l'axe (de préférence avec un cylindre croisé de 0,50). Le sujet regarde les plus petits optotypes qu'il puisse lire.

On présente le cylindre croisé de façon à ce que son manche soit parallèle à l'axe du cylindre à contrôler.

Puis on retourne le cylindre sur lui-même.

Cette manœuvre doit être assez rapide pour que le test soit fiable. On demande alors dans quelle position il voit le mieux.

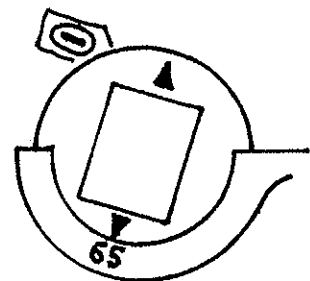
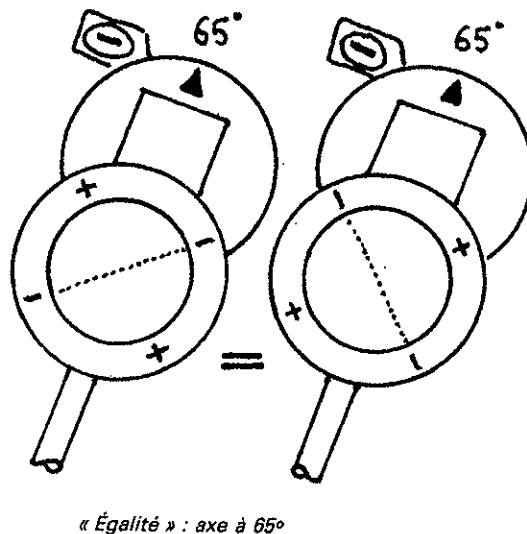
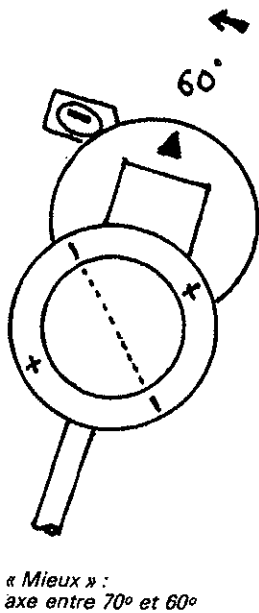
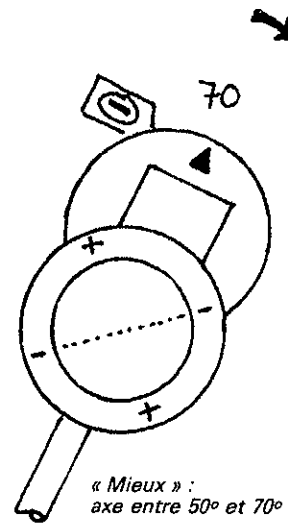
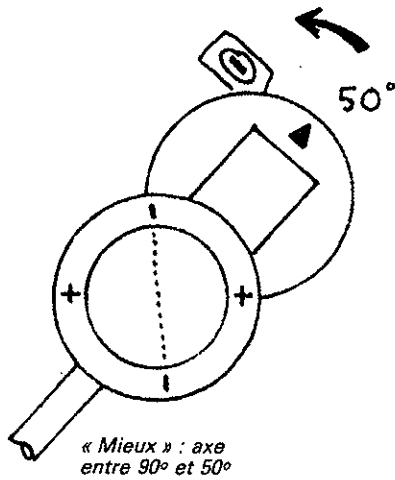
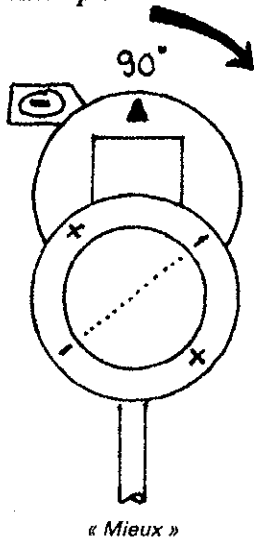
Le patient va préférer une des deux positions ; on déplace alors l'axe du cylindre d'essai vers l'axe du cylindre croisé qui porte son signe.



De combien déplace-t-on l'axe du cylindre d'essai ?

Classiquement, on tourne de 5° en 5°, ou 10° en 10°, mais il semble plus rapide et sûr de faire une variation plus forte même si probablement excessive, ce qui permet de savoir tout de suite entre quelles limites va se trouver l'axe idéal du cylindre.

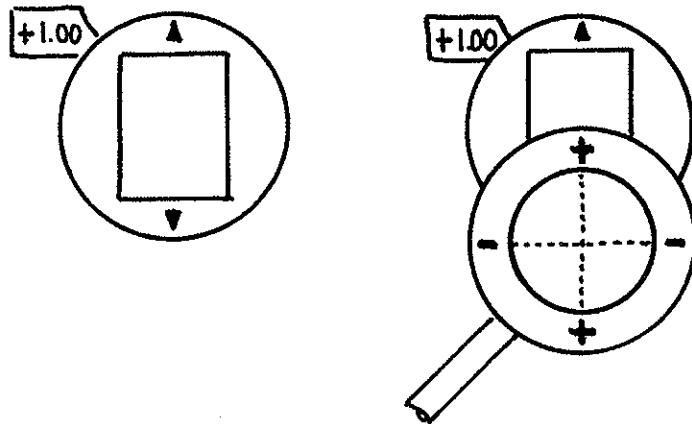
Exemple



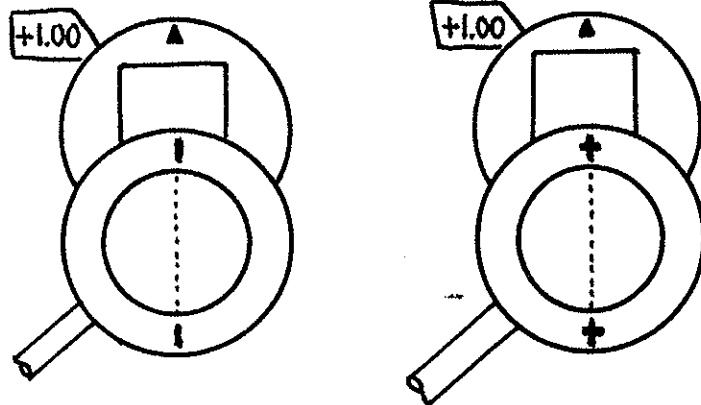
Lorsque le patient ne voit plus de différence au retournement, l'axe est le bon.

b. En second lieu, on vérifie la puissance du cylindre d'essai (de préférence avec un 0,25, si le patient est assez attentif)

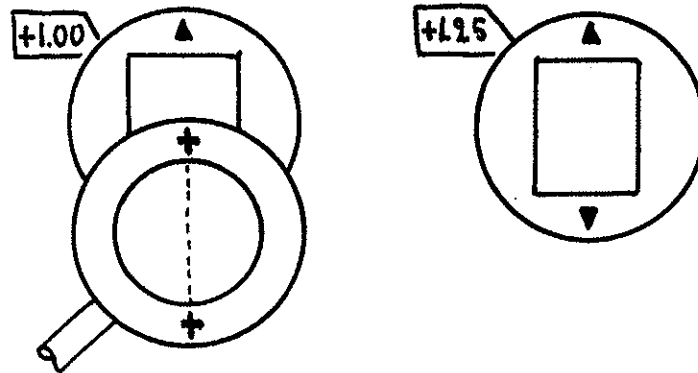
On présente le cylindre croisé de façon à ce qu'un de ses axes soit parallèle à l'axe du cylindre d'essai et l'autre lui soit perpendiculaire.



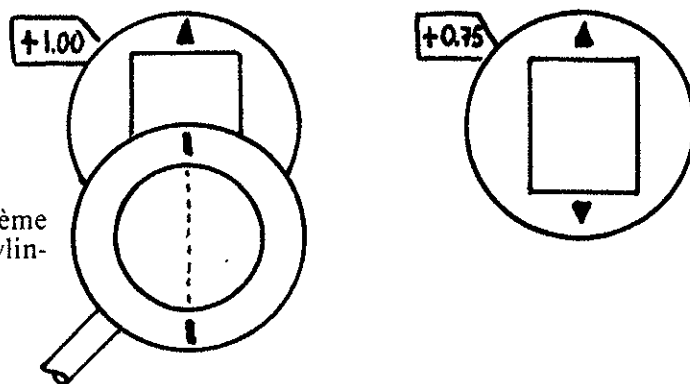
On effectue le retournement du cylindre croisé, et on ne tient compte que de l'axe du cylindre croisé, parallèle à l'axe du cylindre d'essai.



Si le patient préfère la position où cet axe est de même signe que celui du cylindre d'essai, il faut augmenter la puissance de ce dernier.



Si au contraire, le sujet préfère la deuxième position, il faut diminuer la puissance cylindrique.





Là encore, quand le patient ne voit plus de différence, la puissance du cylindre d'essai est la bonne.

*N.B. :*

On fait varier la puissance de 0,25 à 0,50 selon l'intensité de la différence notée par le patient. Il faut d'autant moins oublier de réajuster la puissance de la sphère que les variations du cylindre sont importantes ;

*Exemple*

Soit un cylindre d'essai de  $- 1,00$  à vérifier en puissance, l'axe étant déjà précisé.

Le sujet préfère la position suivante : cylindre négatif parallèle à l'axe du cylindre d'essai. On augmente donc le cylindre d'essai de  $- 0,25$

Le sujet préfère encore la même position  
On augmente à nouveau le cylindre de  $- 0,25$

Mais il faut rajouter une sphère de  $+ 0,25$  afin que la variation sphérique induite soit neutralisée. Dans l'exemple, on a augmenté le cylindre de  $(- 0,50) 90^\circ$  ayant une sphère équivalente  $- 0,25$ . On rajoute donc  $+ 0,25$  pour neutraliser cette variation sphérique.

Lorsque le sujet ne voit pas de différence entre deux valeurs proches de l'axe, il faut retenir celui qui est le plus proche de l'ophtalmométrie ou de l'ancienne prescription (surtout s'il ne s'en plaignait pas).

Lorsque les réponses sont identiques pour deux puissances différentes, il faut garder la plus faible.

Ce test prime toujours sur les examens objectifs pourvu qu'on soit sûr de la bonne coopération du sujet. Il vient en complément des autres méthodes pour affiner la prescription. Il est heureusement beaucoup plus facile et rapide à réaliser qu'à expliquer.

## **LE TROU STÉNOPÉIQUE**

Disque noir percé d'un trou de 1 mm de diamètre en moyenne, le trou sténopéique permet dans certains cas d'améliorer l'acuité visuelle.

Il n'agit pas en changeant la focalisation du pinceau lumineux mais en diminuant la surface du cercle de diffusion et en éliminant les faisceaux diffractés pour certaines altérations des milieux transparents.

Sans effet, voire aggravant les baisses d'acuité visuelle d'origine neuro-sensorielle, il permet en revanche de réduire les baisses d'acuité visuelle d'origine optique :

- soit par amétropie sphérique ou cylindrique ;
- soit par trouble hétérogène des milieux. Le diaphragme permet d'isoler les zones de transparence satisfaisante au niveau de la cornée, du cristallin ou du vitré ;
- soit par orifice pupillaire trop grand, pathologique, traumatologique ou thérapeutique.

Bien que devant être le plus près possible de l'œil, le trou sténopéique doit toujours être placé en avant de l'éventuelle correction optique.

En conclusion : s'il existe une amélioration d'acuité visuelle après interposition du trou sténopéique, c'est qu'il existe sûrement une amétropie pouvant être corrigée.

## **LA FENTE STÉNOPÉIQUE**

### **Définition**

Disque noir percé d'une fente de 1 mm de large sur 20 mm de long environ, la fente sténopéique permet d'approcher les caractéristiques du cylindre lors des astigmatismes irréguliers (cornées pathologiques ou traumatisées).

## Mode d'action de la fente sténopéique

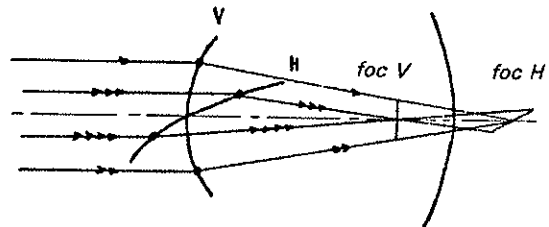
- La fente agit en raccourcissant l'ovale de diffusion de la focale qui lui est perpendiculaire.
- Plaçons la fente verticalement, seuls les rayons lumineux verticaux vont être réfractés par le méridien cornéen vertical (ce dernier donnant naissance à une focale horizontale).

La fente sténopéique placée à  $90^\circ$  agira sur la focale horizontale.

## Utilisation

La fente sténopéique s'utilise après avoir recherché la meilleure correction sphérique par la méthode du brouillard.

La sphère maximale trouvée correspondant à la meilleure acuité visuelle (nous sommes donc en astigmatisme mixte avec une focale en avant de la rétine et une focale en arrière).



## Détermination de l'axe du cylindre

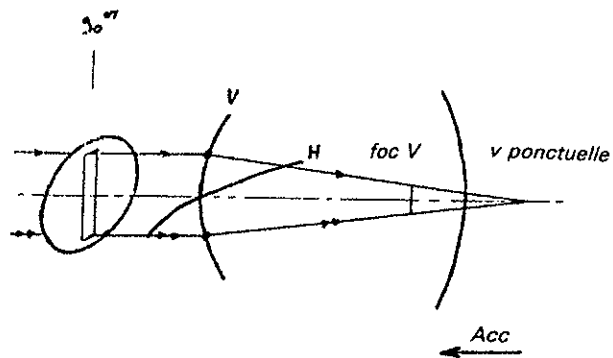
On place la fente sténopéique devant la sphère et on la tourne jusqu'à une position donnant la meilleure acuité ; la direction de la fente correspond alors à l'axe du cylindre négatif.

### Exemple

Meilleure acuité avec la fente placée à  $90^\circ$

L'axe du cylindre  $\ominus$  sera à  $90^\circ$

On ajoute des sphères positives jusqu'à obtention d'une « baisse d'acuité visuelle » (pour neutraliser l'effort accommodatif).



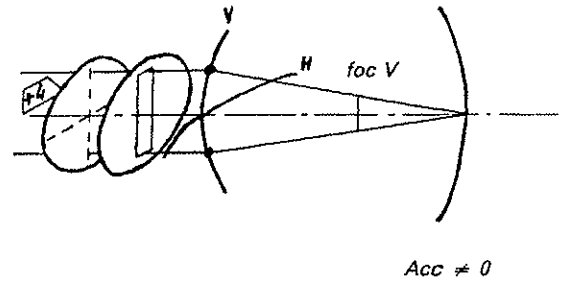
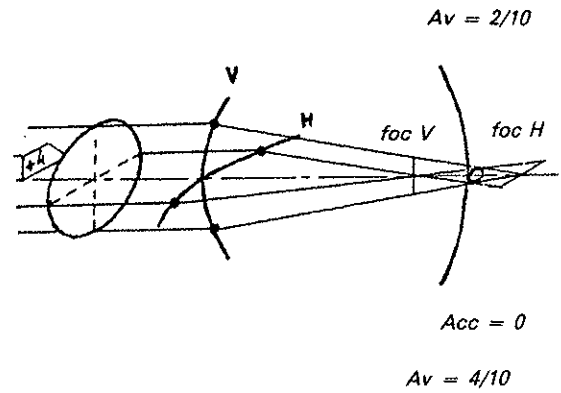
## Détermination de la puissance du cylindre

On tourne la fente de  $90^\circ$ , ce qui va faire baisser l'acuité visuelle puis on diminue la correction sphérique (ajouter des sphères concaves, c'est-à-dire diminuer les sphères positives mais aussi augmenter les sphères négatives), jusqu'à obtention du maximum d'acuité.

La valeur du changement sphérique donne la puissance du cylindre.

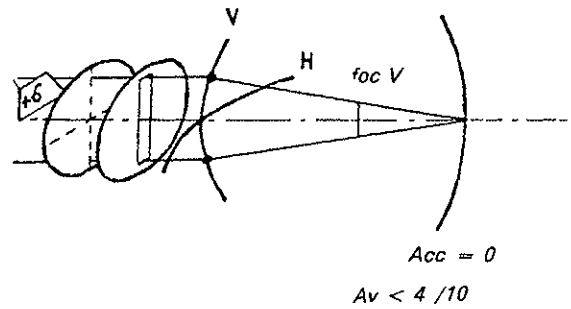
**Exemple**

Interposition de la fente, on la fait tourner et on trouve un maximum d'acuité pour une orientation de  $90^\circ$ , par exemple  $4/10$ .

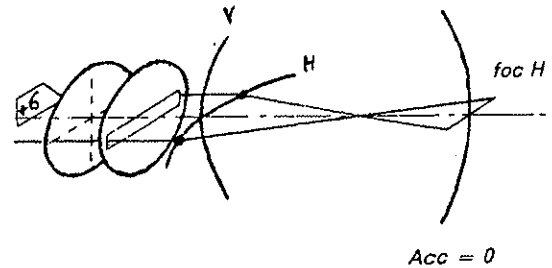


On ajoute des sphères + jusqu'à obtenir une diminution d'acuité et on retiendra la dernière sphère n'entraînant pas de chute d'acuité par exemple + 6,00

$+ 6,00 \delta Av = 4/10 ; + 6,25 \delta Av < 4 / 10$

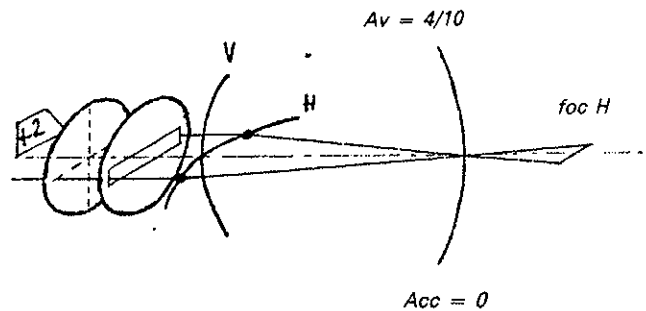


On tourne la fente de  $90^\circ$



On ajoute des sphères négatives jusqu'à obtenir à nouveau le maximum d'acuité, par exemple - 4,00

Le sphéro-cylindre correcteur sera  
à  $0^\circ + 2,00$   
à  $90^\circ + 6,00$   
donc  $+ 6,00 (- 4,00) 90^\circ$





# Données de base pratiques

## Chapitre 3

### MESURE ET ÉCRITURE

<b>Le Frontofocomètre</b> .....	55	● conclusion .....	56
I. Description de l'appareil .....	55	● exemples .....	57
II. Son fonctionnement .....	55	C. le verre est progressif .....	62
A. le verre est sphérique .....	55	1) gravures à la surface	
B. le verre est torique ou		convexe du verre .....	62
sphéro-cylindrique :		2) mesure de la vision de loin	62
2 METHODES .....	56	3) mesure de la vision de près	63
● réfraction d'un faisceau		4) vérification du centrage....	63
lumineux à travers un verre		<b>Transpositions</b> .....	65
astigmat.....	56	<b>Notations</b> .....	67

### LE FRONTOFOCOMÈTRE

Le frontofocomètre est un appareil qui permet de déterminer la puissance des verres de lunettes, que possède parfois déjà le patient, et de contrôler leur adaptation (centrage essentiellement).

#### I. Description de l'appareil

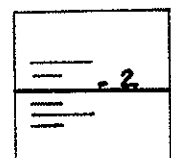
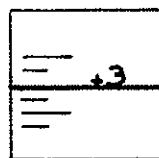
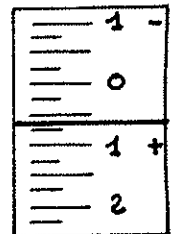
Un frontofocomètre se compose :

- d'un collimateur et d'une source éclairante;
- d'un test qui peut présenter différents aspects selon la marque de l'appareil utilisé.

Le test est mobile, ses déplacements sont commandés par un bouton molleté et repérés sur une échelle mobile qui se déplace suivant un index fixe.

Les déplacements du test permettent de DÉTERMINER la puissance frontale image du verre.

- d'un système de lecture ;
  - d'une lunette de visée ;
  - d'un réticule.
- qui peut présenter différents aspects.



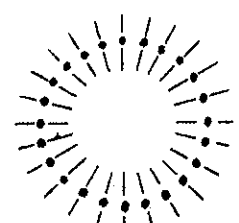
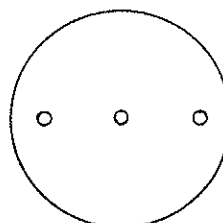
#### II. Son fonctionnement

##### A. Le verre est sphérique

En tournant le bouton de réglage :

\* le test est vu net et n'est pas déformé.

Il suffit de lire la puissance pour connaître la formule du verre sphérique.



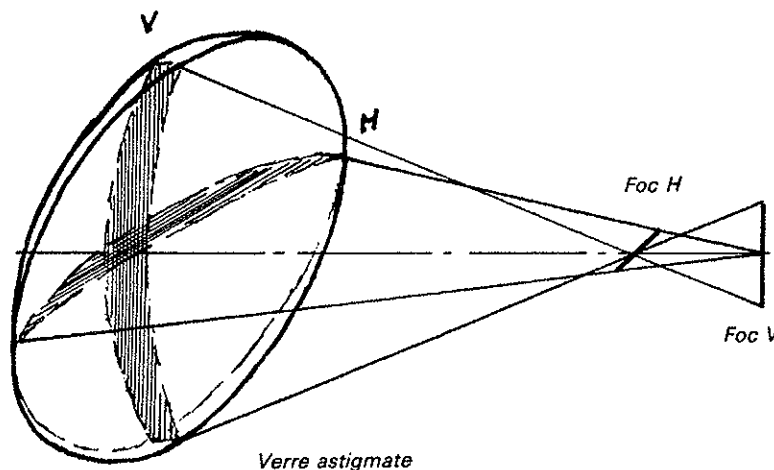
\* En déplaçant le verre pour faire coïncider le centre du test avec celui du réticule, et à l'aide d'un marqueur, on peut déterminer le centre optique de la lentille.

### B. Le verre est astigmatique (torique ou sphéro cylindrique)

\* Réfraction d'un faisceau lumineux à travers un verre astigmatique régulier.

Tout faisceau conique traversant ce verre va être transformé en un faisceau non conique, s'appuyant sur 2 petites droites perpendiculaires entre elles mais ne se coupant pas, appelé **FOCALES**.

Un système astigmatique régulier présente deux plans de symétrie perpendiculaires appelés **MÉRIDIENS principaux**.



### Conclusion

#### Théorique










● le frontofocomètre va nous donner la puissance frontale image des 2 méridiens principaux du verre astigmatique

#### Pratique

● l'interposition d'un verre astigmatique provoque une déformation du test et en supprime la netteté.

● si l'on fait varier la position du test, on constate qu'il existe deux positions pour lesquelles l'image du test apparaît plus nette.

Ces deux positions sont perpendiculaires entre elles.

 Test/sphérique <b>CROIX</b>	 Test/verre sphérique <b>POINT</b>	 Test/verre sphérique <b>CERCLE</b>
 Méridien 1	 Méridien 1	 Méridien 1
 Méridien 2	 Méridien 2	 Méridien 2
Verre astigmatique	Verre astigmatique	Verre astigmatique

Les deux positions nettes du test représentent les **focales** du verre.

La focale étant perpendiculaire à son méridien d'origine, nous pouvons généraliser et dire que l'observation d'une focale au point permet de connaître la **PUISSANCE DU MÉRIDIEN PERPENDICULAIRE A L'ORIENTATION DE LA FOCAL**.

Il existe sur tous les frontofocomètres un rapporteur, mobile, gradué de 5° en 5° en schéma TABO ; la mesure des focales et leur orientation nous permettra ainsi de connaître les méridiens principaux du verre.

Prenez l'habitude de mesurer les cylindres en — pour qu'ils soient directement comparables à ceux déterminés par la méthode du brouillard.

Nous vous conseillons 2 méthodes pour illustrer nos propos. Vous pourrez choisir celle qui vous convient.

*Méthode n° 1*

*Exemple n° 1* (verre astigmatique dont nous voulons connaître la puissance et l'axe).

1<sup>re</sup> lecture = 1<sup>er</sup> méridien principal

2<sup>e</sup> lecture = 2<sup>e</sup> méridien principal

La différence algébrique des 2 chiffres lus sur le cadran donne la puissance du cylindre :

$$-2 - (-3) = 1 \text{ dioptrie}$$

le cylindre a comme valeur absolue 1 dioptrie.

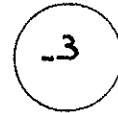
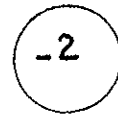
Il en découle deux formules (sphéro-cylindrique ou torique) possibles

$$-2 (-1) \text{ axe à déterminer}$$

$$-3 (+1) \text{ axe à déterminer}$$

(pour passer d'un méridien à l'autre, il faut ajouter ou retrancher 1 dioptrie).

Il nous reste maintenant à déterminer l'axe du cylindre.



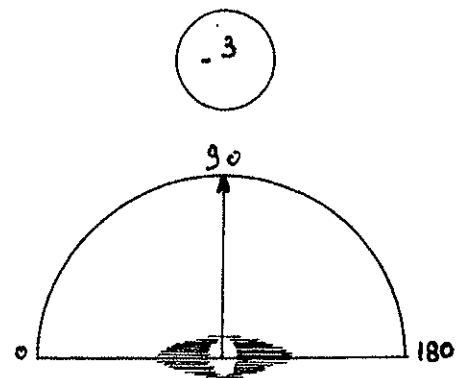
*Indiquons sur l'échelle des puissances — 3*

Nous observons en tournant le rapporteur que la focale observée est perpendiculaire à la direction vue nette.

La puissance — 3 a donc été placée suivant le méridien 90°

La formule s'écrit :

$$-3.00 (+1.00) 90^\circ$$



ou

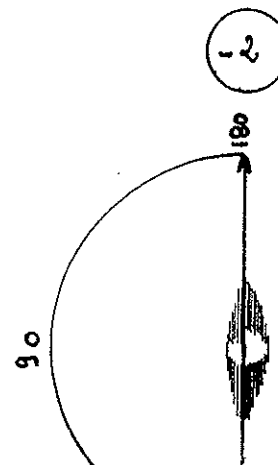
*Indiquons sur l'échelle des puissances — 2*

même raisonnement que précédemment

La puissance — 2 a été placée suivant le méridien 0°.

La formule s'écrit :

$$-2.00 (-1.00) 0^\circ$$



*Exemple n° 2 Axes obliques*



1<sup>re</sup> lecture



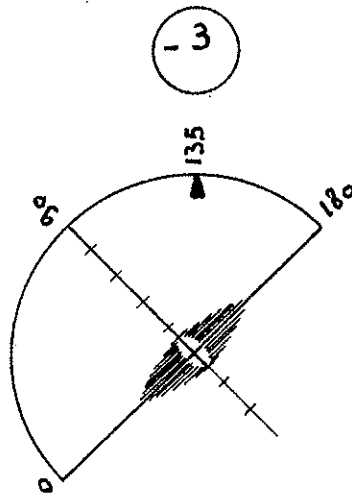
2<sup>e</sup> lecture



*1<sup>re</sup> possibilité*

La formule s'écrit :  
 $- 3.00 (+ 1.00) 135^\circ$

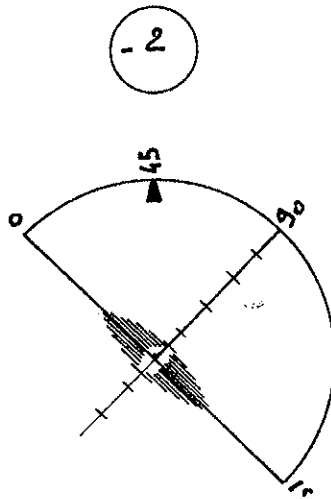
La puissance  $- 3$  est placée  
 selon le méridien  $135^\circ$



*2<sup>e</sup> possibilité*

La forme s'écrit :  
 $- 2.00 (- 1.00) 45^\circ$

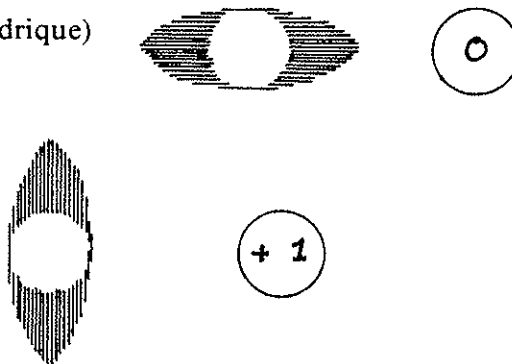
La puissance  $- 2$  est placée  
 suivant le méridien  $45^\circ$



*Exemple n° 3 (verre plan cylindrique)*

Mesure n° 1  
 1<sup>er</sup> méridien principal.

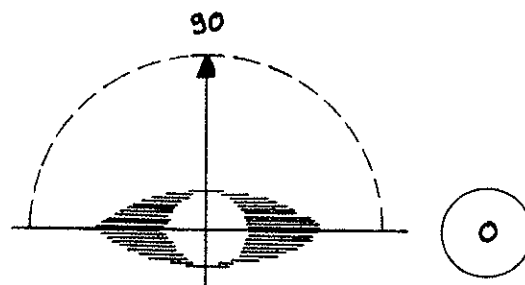
Mesure n° 2  
 2<sup>e</sup> méridien principal.



Il s'agit d'un verre plan cylindrique de  $+ 1.00$ ,  
 axe à déterminer.

La première mesure nous donnant la valeur  
 de la sphère (ici 0) et l'axe du cylindre.

La formule s'écrit :  $\text{Plan } (+ 1.00) 90^\circ$



**Conclusions méthode n° 1**

- \* La première mesure nous donnera la puissance de la sphère et l'axe du cylindre
- \* La deuxième mesure nous donnera la valeur du cylindre.



*Méthode n° 2*

Elle permet la notation en écriture internationale au fur et à mesure de la lecture.

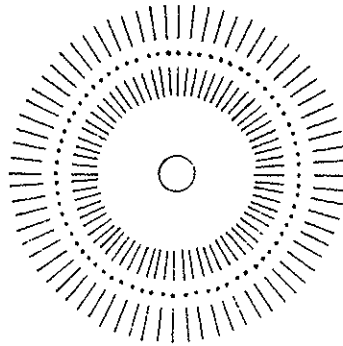
\* Exemple avec l'appareil Essilor :

● *Index*

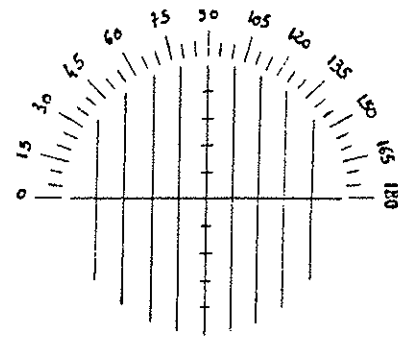


● *test* :

une couronne de traits radiaux plus 1 rond central



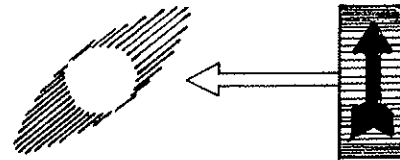
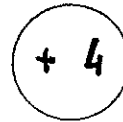
● vu superposé au test, mais toujours net : le réticule qui tourne sur lui-même



— *Mesure des cylindres :*

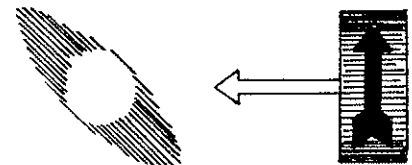
1. On effectue la lecture en tournant le bouton des puissances pour aller des  $\oplus$  vers les  $\ominus$ , de façon à ce que le cylindre s'inscrive en  $\ominus$ .

à + 4 le test est net dans une direction : on note  $\boxed{+ 4}$  c'est la valeur de la sphère



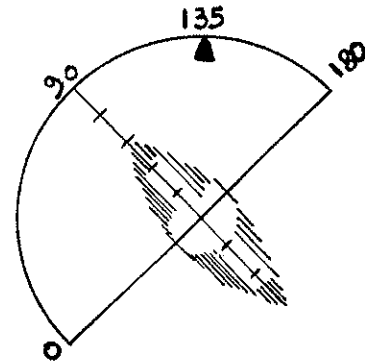
2. On continue à tourner dans le même sens, et à + 3,00 le test est net dans l'axe perpendiculaire au premier. La variation donne la valeur de l'astigmatisme et son signe qu'on inscrit entre parenthèse :

$\boxed{+ 4 (- 1)}$



On n'a plus besoin de toucher au bouton des puissances.

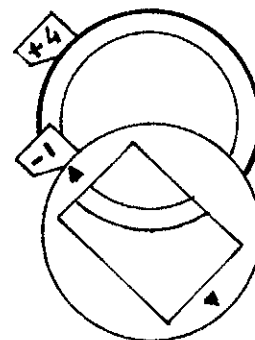
2 bis. On utilise maintenant le réticule pour calculer l'axe du cylindre. Il suffit de le tourner sur lui-même de façon à ce que les lignes parallèles soient parallèles au 2<sup>e</sup> axe vu net.



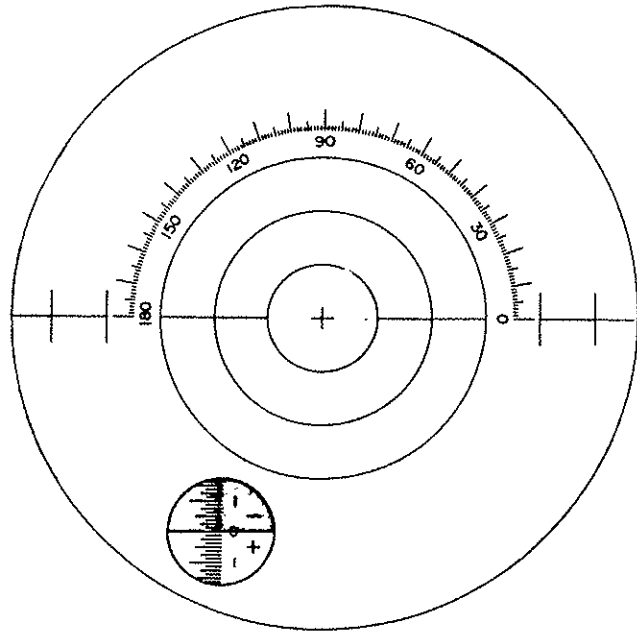
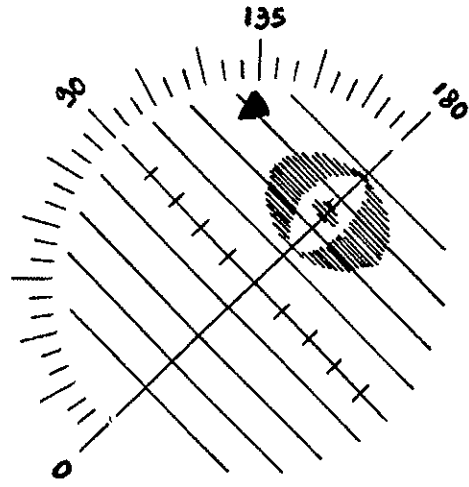
Au dessus du triangle repère, on peut lire l'axe qui est de 135°

$\boxed{+ 4 (- 1) 135^\circ}$

Ce verre mesuré correspondrait dans une monture d'essai à :

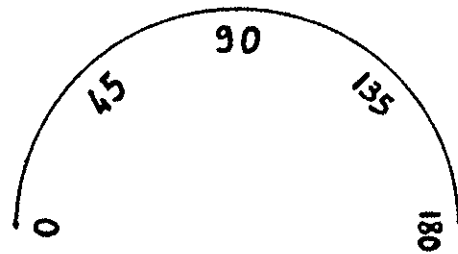


En plus de la lecture dans l'ordre de l'écriture internationale, cette façon de procéder a l'intérêt de permettre la lecture de l'axe même quand les verres sont mal centrés sur l'appareil.

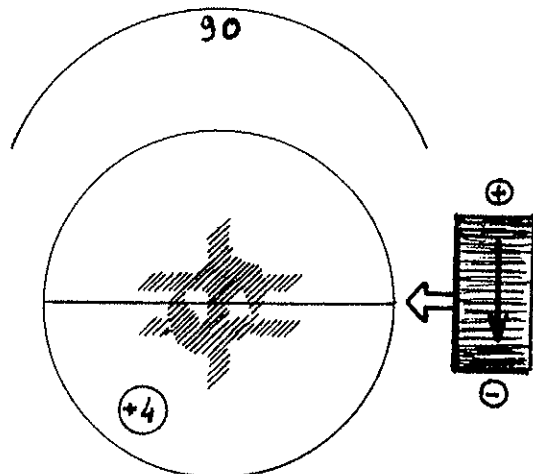


*Exemple avec un appareil type Nikon*

- l'index apparaît dans l'oculaire
- ici ce n'est pas le réticule qui tourne mais le test au moyen d'une molette graduée de 0 à 180°



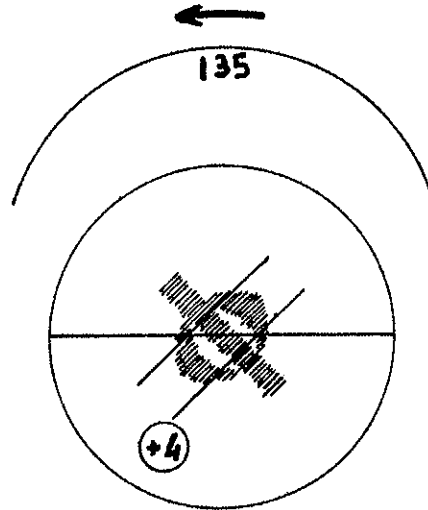
1. En tournant le bouton des puissances des  $\oplus$  vers les  $\ominus$ , on voit net les bords du cercle central, déformés dans un axe.



On tourne la molette graduée pour amener les deux lignes parallèles nettes dans cette direction, et on affine la mesure.

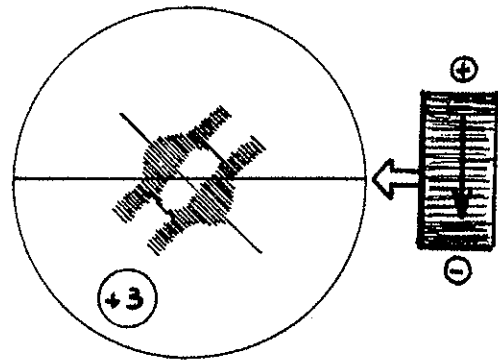
On note la puissance de la sphère

$+ 4$

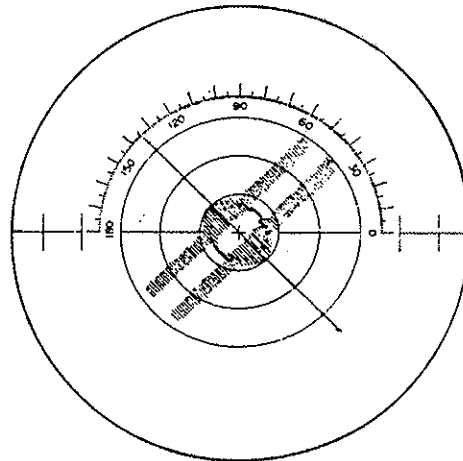


2. On tourne le bouton des puissances, et on voit apparaître la ligne perpendiculaire, nette à + 3

$+ 4 (- 1)$



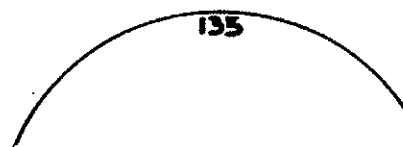
2 bis. On peut lire l'axe sur le réticule, si le test est bien centré : 135°



La formule du verre est :

$+ 4 (- 1) 135^\circ$

Soit plus facilement sur la molette graduée surtout si le test n'est pas centré.



## Conclusion

Dans la méthode n° 2 :

- \* La première mesure donne la puissance de la sphère.
- \* La seconde mesure donne la puissance et l'axe du cylindre (la focale observée matérialise l'axe de ce cylindre).

### Méthode n° 3

Prendre les verres d'essai et s'entraîner à les mesurer !!!

Après bon nombre d'erreurs, vous aurez trouvé votre méthode !

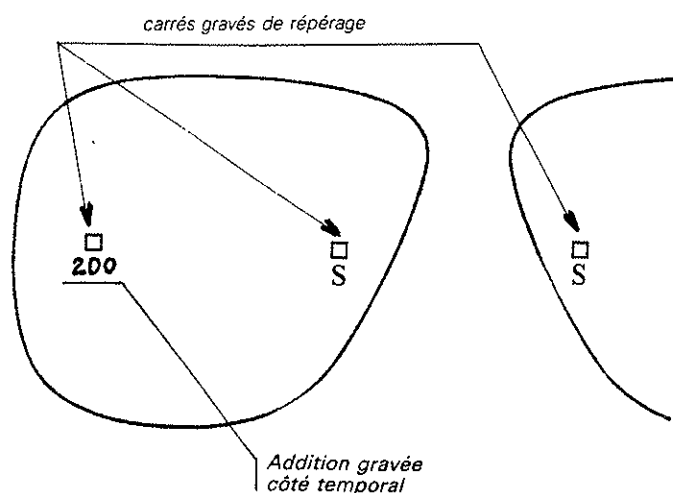
## C. Mesure d'un verre progressif

Il existe un certain nombre de gravures sur la surface convexe d'un verre progressif, permettant d'identifier le type de verre et les points de repères indispensables aux mesures que l'on souhaite effectuer.

### 1. Gravures à la surface convexe du verre

On peut les retrouver soit :

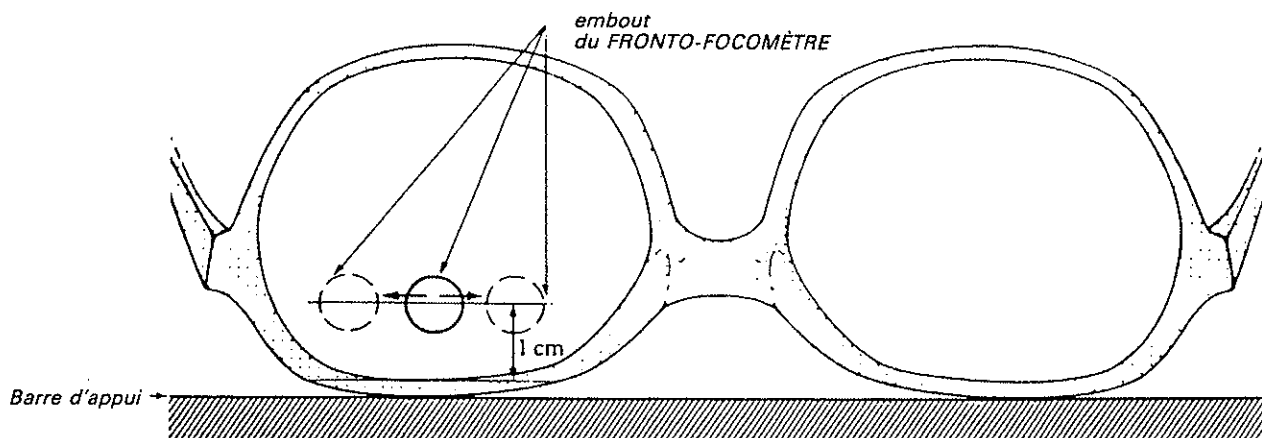
- en déplaçant le verre par contraste d'un fond clair à un fond sombre : les gravures apparaissent en clair sur fond sombre ;
- en provoquant une légère buée à la surface convexe ;
- en utilisant la lampe à fente.



### 2. Mesure de la vision de loin

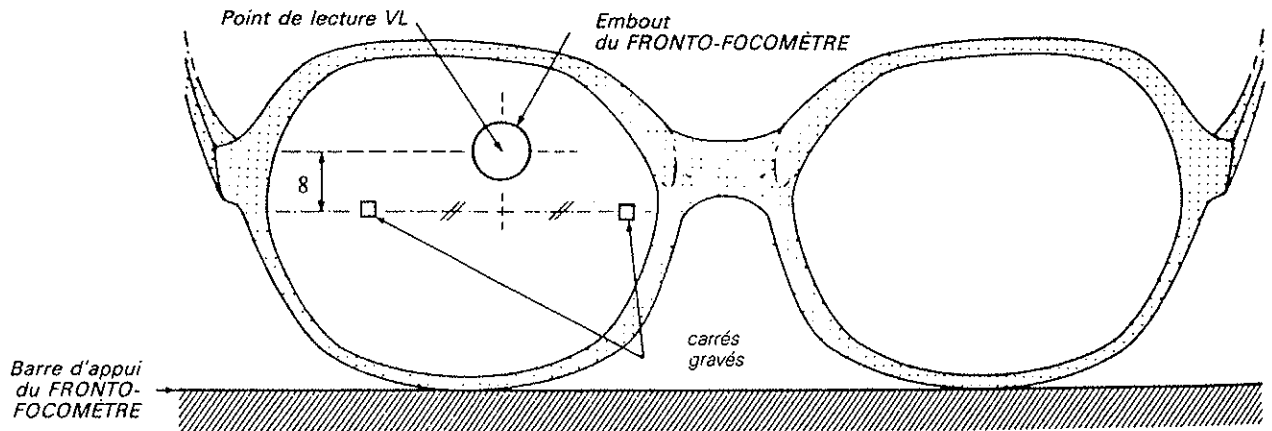
\* Mesure pratique, sans recherche des 2 cercles gravés.

On présente la monture renversée sur la barre d'appui du frontofocomètre.



On effectue la lecture de la puissance en VL comme un simple foyer, sur une horizontale à 1 cm environ du haut de la monture.

\* Mesure théorique après détermination des 2 cercles gravés et pointés au feutre.



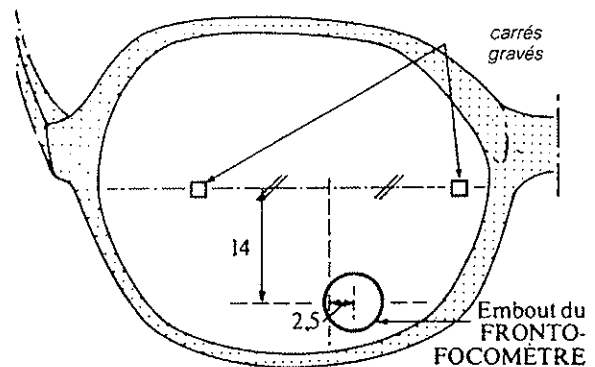
La puissance VL se mesure sur la médiatrice des 2 cercles, 8 mm au dessus de l'axe horizontal.

### 3. Mesure de la vision de près

Sous le cercle temporal, figure l'addition gravée.

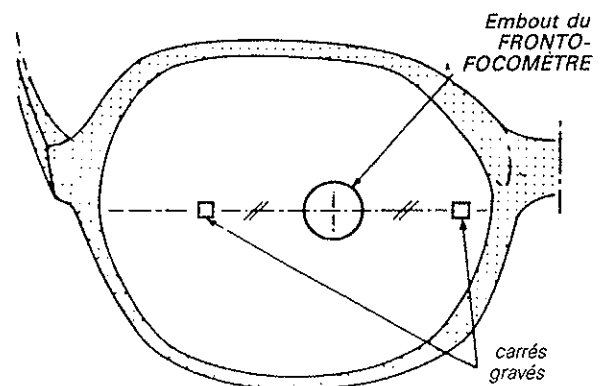
Si l'addition n'est pas visible, il est toujours possible grâce aux cercles gravés, de retrouver avec précision le point de lecture VP.

Elle s'effectue à 14 mm sur la médiatrice des 2 gravures et décalé de 2,5 cm, côté nasal.



### 4. Mesure des effets prismatiques

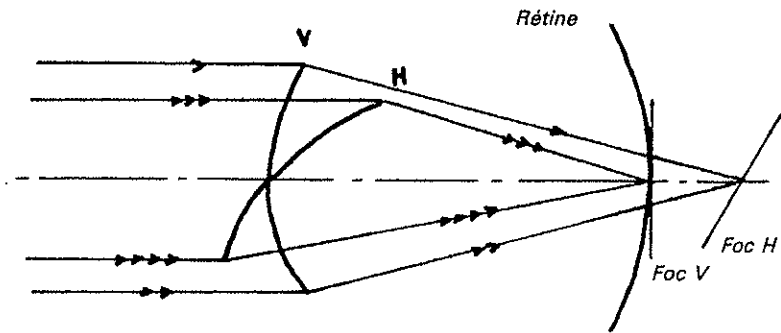
« Le centre optique » se trouve sur la ligne reliant les 2 cercles en son milieu, c'est en ce point qu'il faut vérifier les effets prismatiques.



## Récapitulatif

\* Astigmatisme hypermétro-  
pique simple

- JAVAL + 2 à 90°  
mesure la différence des  
rayons de courbure cor-  
néens.
- Phénomène optique se tra-  
duisant par la décomposi-  
tion de l'image en 2 foca-  
les.



- Skiascopie : 

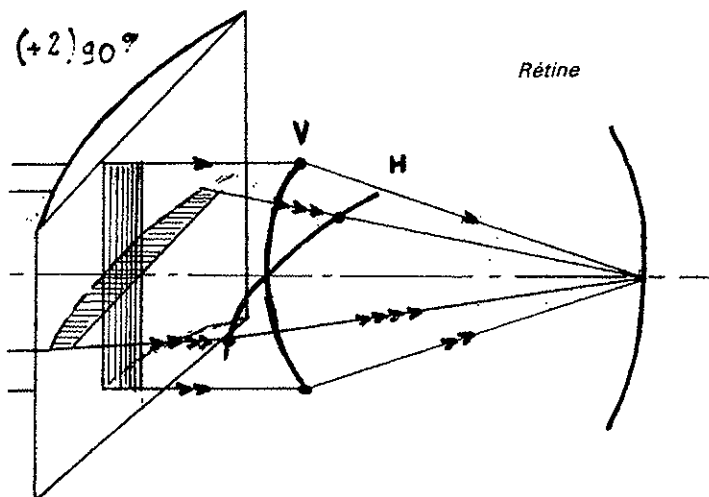
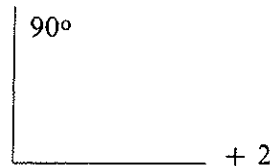
0
+ 2

La skiascopie s'exprime en *méridien* et non pas en *focale*.

La skiascopie est ce qu'il faut ajouter à un méridien cornéen pour le rendre emmétrope.

Il faut ajouter + 2 dioptries au méridien horizontal pour le rendre emmétrope.

— Le verre correcteur prescrit sera dans cet  
exemple un plan cylindrique de (+ 2) 90°  
plan, que l'on peut schématiser ainsi :



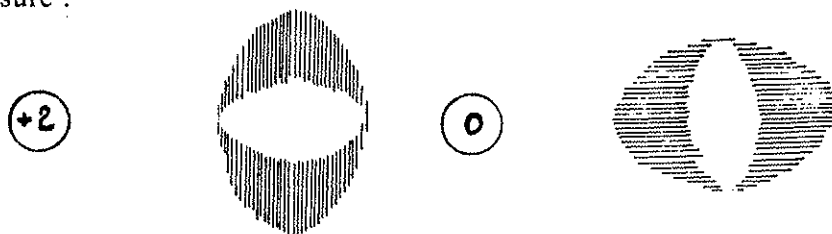
La puissance dans l'axe d'un plan cylindrique est nulle (la focale horizontale restera sur la rétine).

La puissance d'un plan cylindrique suivant son contraxe est maximum (le méridien horizontal du verre va ramener la focale verticale sur la rétine).

— Mesure de ce verre au frontofocomètre

Les 2 positions nettes du test vont représenter les *focales*.

Nous aurons comme mesure :



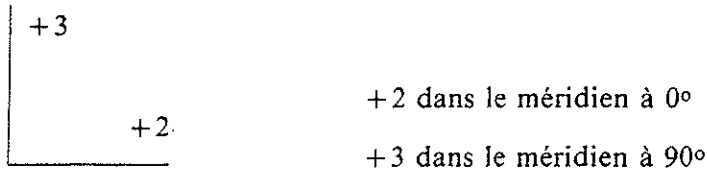
## TRANSPPOSITIONS

Pourquoi fait-on des transpositions ?

Pour corriger un astigmatisme, nous avons 2 écritures cylindriques possibles.

1<sup>er</sup> exemple

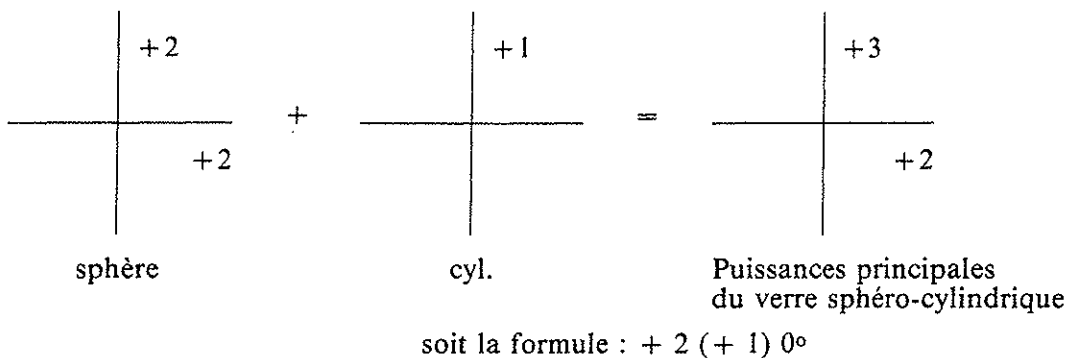
La correction nécessaire à un œil est par exemple en skiascopie corrigée



seul un verre astigmaté peut convenir.

*Solution 1* : Si nous envisageons une sphère de + 2

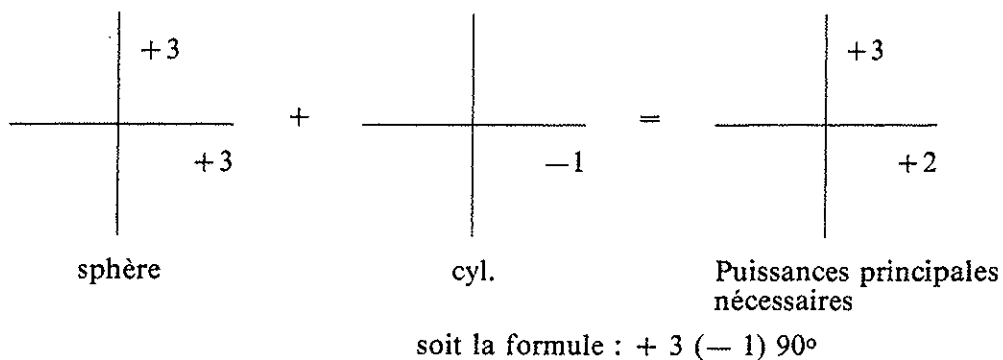
La correction sera parfaite dans le méridien 0°, mais il manque + 1 dans le méridien 90°. Il faudra donc, pour ne pas modifier le méridien 0°, prendre un verre cylindrique de (+ 1) axe 0°.



*Solution 2*

Mais si nous envisageons pour ce même œil la correction par une sphère de + 3, qui donne la correction parfaite dans le méridien 90°, nous aurons pour le méridien 0° une puissance trop forte.

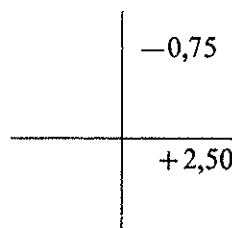
Pour obtenir la correction parfaite, il faudra enlever - 1. Donc mettre un verre plan cylindrique de (- 1) axe à 90° :



2<sup>e</sup> exemple

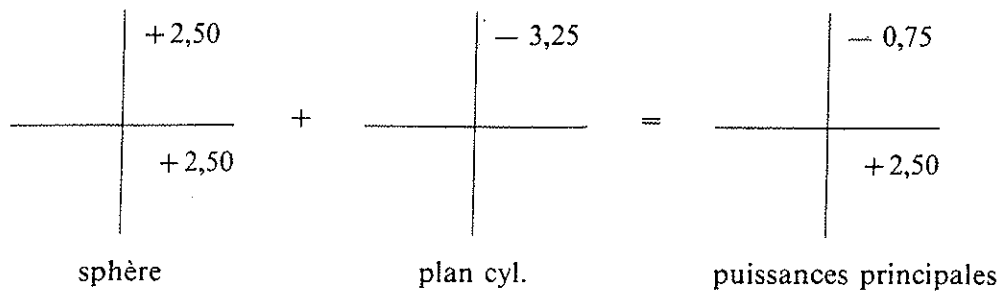
Soit un œil ayant pour correction en skiascopie corrigée

+ 2,50 dans le méridien 0°  
- 0,75 dans le méridien 90°



### Solution 1

Une sphère de  $+ 2,50$  corrige parfaitement le méridien horizontal ( $0^\circ$ ) ; mais par contre, il faut enlever  $- 2,50 - 0,75 = - 3,25$  au méridien  $90^\circ$ , pour obtenir  $- 0,75$

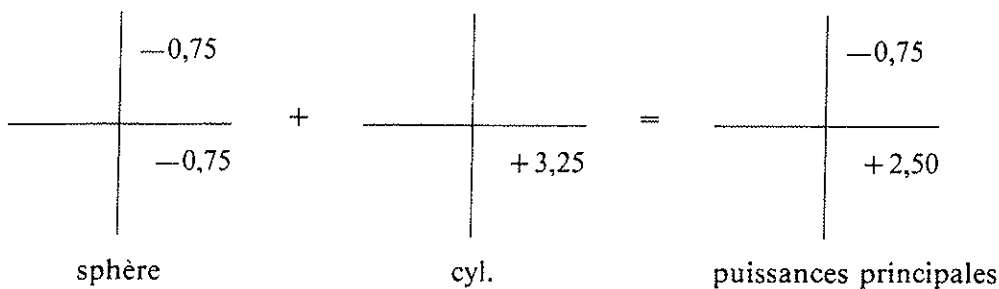


La formule sphéro-cylindrique est donc :

$$+ 2,50 (- 3,25) 0^\circ$$

### Solution 2

Avec une sphère de  $- 0,75$  nous obtenons la correction parfaite dans le méridien  $90^\circ$  ; mais il manque  $+ 3,25$  dans le méridien  $0^\circ$ .



La formule est donc :  $- 0,75 (+ 3,25) 90^\circ$

## Règles de transpositions

Soit un sphéro-cylindrique donné :

- 1) la puissance de la face cylindrique du verre transposé est égale à la puissance de la face cylindrique donnée, changée de signe.
- 2) la puissance de la face sphérique du transposé est égale à la somme algébrique des puissances de la sphère et du cylindre du verre donné.
- 3) l'axe du sphéro-cylindrique transposé est perpendiculaire à l'axe donné.

### Exemple

$$+ 2 (- 1) 35^\circ$$

- axe du transposé :  $125^\circ$
- signe du cylindre :  $+ 1$
- somme algébrique des 2 puissances sphère et cylindre :  $- 1 + (+ 2) = + 1$   
d'où la formule transposée :  $+ 1 (+ 1) 125^\circ$

### Exemple

$$+ 2 (- 2) 0^\circ$$

- axe du transposé  $90^\circ$
- signe du cylindre :  $+ 2$
- somme algébrique des 2 puissances sphère et cylindre :  $- 2 + (+ 2) = 0$   
d'où la formule transposée

$$\text{Plan } (+ 2) 90^\circ$$



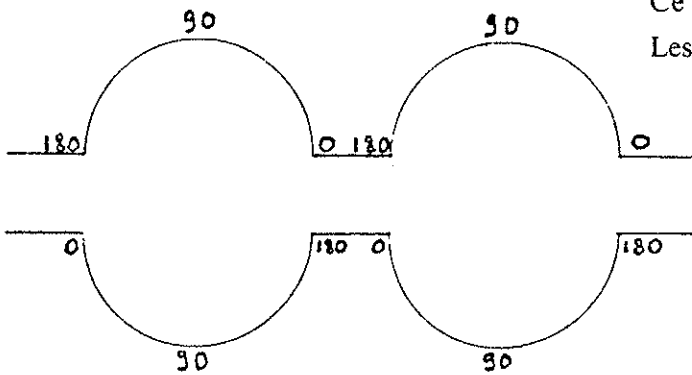
## Notations

Placé devant l'œil qu'il corrige, un verre doit être orienté de façon que les méridiens soient parallèles aux méridiens de l'œil.

L'ordonnance peut être rédigée suivant différentes représentations.

Les schémas sont tels qu'ils apparaissent comme les yeux du sujet, OD à gauche et OG à droite.

Notation JAVAL ou TABO, la plus employée et adoptée par les constructeurs de frontofocomètres et d'appareils utilisés en pratique courante.



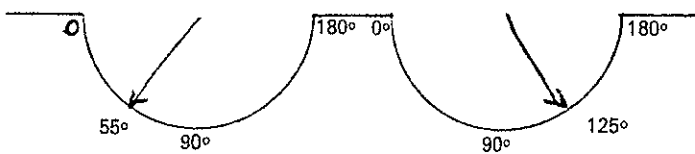
Ce schéma utilise le sens trigonométrique.

Les axes sont indiqués de 5° en 5°.

### Exemple

OD + 4 (— 3) 55°

OG + 4 (— 2) 125°





## 3<sup>e</sup> PARTIE

# Conduite de l'examen

## Chapitre 1

---

### MESURE DE L'ACUITÉ VISUELLE BRUTE

---

## Chapitre 2

---

### RECHERCHE DES SIGNES FONCTIONNELS

---

## Chapitre 3

---

### PREMIÈRES DÉDUCTIONS

---

## Chapitre 4

---

### OPHTALMOMÉTRIE NORMALE OU PHYSIOLOGIQUE

---

- |   |    |   |    |
|---|----|---|----|
| 1. La règle de Swaine .....                                   | 74 | 3. Quelques remarques sur la méthode pour : |    |
| 2. Réfraction subjective selon la méthode du brouillard ..... | 74 | — le myope .....                            | 75 |
|   |    | — l'hypermétrope .....                      | 76 |
|   |    | 4. Contrôle .....                           | 77 |

## Chapitre 5

---

### OPHTALMOMÉTRIE ANORMALE

---

- |                                     |    |  |    |
|-------------------------------------|----|--|----|
| ● Limites de l'ophtalmométrie ..... | 80 | b. la sphère au palier .....               | 81 |
| ● La skiascopie .....               | 80 | c. recherche de l'axe du cylindre .....    | 83 |
| ● La méthode du brouillard .....    | 80 | puissance du cylindre.....                 | 84 |
| 1. Généralités : 4 étapes .....     | 80 | d. correction de la sphère résiduelle ..   | 85 |
| 2. Les tests d'astigmatismes .....  | 80 | 4. Cas particulier du fort astigmaté ..... | 85 |
| 3. Conduite de l'examen.....        | 81 | 5. Contrôle de la correction au cyl-croisé | 86 |
| a. le brouillage.....               | 81 | ● vérification de l'axe .....              | 87 |
|                                     |    | ● vérification de la puissance.....        | 88 |

# Chapitre 1

## MESURE DE L'ACUITÉ BRUTE

C'est une mesure importante, qu'il ne faut pas négliger car elle va être à la base de notre hypothèse.

L'examen commence donc par la prise de l'acuité visuelle brute (sans correction), en monoculaire en cachant chaque œil successivement.

Elle sera notée en mono puis en binoculaire, vision de loin et vision de près.

Trois remarques lors de cette mesure de l'acuité visuelle brute :

- Il ne faut jamais oublier que l'on doit demander au sujet de lire non pas nettement, mais de reconnaître tout juste les lettres, de les deviner ; on insistera donc pour que le sujet reconnaisse les lettres mêmes floues.
- L'acuité visuelle binoculaire est en général supérieure ou au moins égale à l'acuité visuelle monoculaire.  
Dans le cas contraire, il faudra penser à une anomalie de la vision binoculaire.
- L'acuité de près ne doit pas être négligée. Il suffit de voir le patient rapprocher le test de Parinaud à 20 cm pour savoir qu'il est myope de 5 dioptries et à 10 cm pour 10 dioptries. Au contraire l'adulte jeune qui éloigne le test a toutes les chances d'être hypermétrope.

## *Chapitre 2*

# **RECHERCHE DE SIGNES FONCTIONNELS EN RAPPORT AVEC L'AMÉTROPIE**

Il peut s'agir :

- de fatigue visuelle, à la lecture prolongée, lors de la conduite, au cinéma ou en regardant la TV etc., augmentant avec le cours de la journée.
- d'asthénopie accommodative, c'est-à-dire de maux de tête localisés au voisinage des yeux, de sensation de tiraillement, de tension, etc.
- de clignements palpébraux, plissement des yeux.
- d'irritations conjonctivale ou palpébrale.
- de sensation de vertiges ou de déséquilibre.

Quand l'irritation oculaire dure depuis des mois, elle risque fort d'être due à une amétropie.

## Chapitre 3

# PREMIÈRES DÉDUCTIONS EN FONCTION DE L'ACUITÉ VISUELLE MONOCULAIRE ET DE LA SYMPTOMATOLOGIE FONCTIONNELLE

Baisse de l'acuité visuelle de loin	<ul style="list-style-type: none"><li>● vision de près normale</li><li>● vision de près mauvaise</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● myopie</li><li>● léger astigmatisme myopique</li><li>● fort astigmatisme</li><li>● hypermétropie du sujet âgé.</li></ul>
Vision de loin normale	<ul style="list-style-type: none"><li>● vision de près bonne + asthénopie accommodative</li><li>● Vision de près floue du sujet de 45 ans</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● hypermétropie sensible du sujet jeune</li><li>● début de presbytie</li></ul>
Vision de loin normale + signes fonctionnels (fatigue, maux de tête)	<ul style="list-style-type: none"><li>● vision de près normale mais asthénopie accommodative</li><li>● Vision de près floue</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● forte hypermétropie du sujet jeune</li><li>● astigmatisme hypermétropique</li><li>● toutes les hypermétropies</li><li>● hypermétropie + presbytie.</li></ul>

On peut également classer les sujets en 3 catégories, en fonction du chiffre de l'acuité visuelle monoculaire en vision de loin.

### 1<sup>re</sup> Catégorie

Ceux dont l'acuité visuelle est égale ou supérieure à 10/10 :

- emmétrope ;
- faible astigmatisme ;
- petite hypermétropie parfaitement compensée du sujet jeune.

### 2<sup>e</sup> Catégorie

Ceux dont l'acuité visuelle se situe entre 1/10 et 10/10<sup>e</sup>.

Toutes les amétropies peuvent être rencontrées avec la possibilité d'en estimer un certain nombre par la règle de Swaine.

### **3<sup>e</sup> Catégorie**

Ceux dont l'acuité visuelle est inférieure à 1/10<sup>e</sup> :

- myopie avec ou sans astigmatisme > 2.50 dioptries ;
- forte hypermétropie > 3 dioptries + accommodation ;
- fort astigmatisme > 5 dioptries.

La mesure de l'astigmatisme cornéen à l'ophtalmomètre de Javal est à notre avis le deuxième temps de l'examen. Elle va nous permettre de savoir si nous avons affaire :

- à une amétropie sphérique ;
- à un astigmatisme.

Une skiascopie même incomplète nous donnera l'ordre de grandeur des puissances correctrices.

Munis de ces renseignements, nous allons rechercher la combinaison sphérique ou sphéro-cylindrique maximale, qui donne à l'œil la meilleure acuité.

Cette recherche peut se faire d'une infinie de façons ; mais il est évident qu'il faut choisir une méthode

- qui abrège l'examen au maximum ;
- fatigue le sujet le moins possible ;
- ne lasse pas trop son attention ;
- évite qu'il accommode anormalement ;
- convienne au maximum de cas.

Nous utilisons la *MÉTHODE DU BROUILLARD*.

# Chapitre 4

## OPHTALMOMÉTRIE NORMALE OU PHYSIOLOGIQUE

1. La règle de Swaine .....	74	3. Quelques remarques sur la méthode pour :	
2. Réfraction subjective selon la méthode du brouillard .....	74	— le myope .....	77
		— l'hypermétrope .....	77
		4. Contrôle .....	78

Nous sommes devant une amétropie sphérique, et nous allons rechercher le verre correcteur donnant l'acuité maximale.

### 1. LA RÈGLE DE SWAINE

Swaine a déterminé la relation existant entre l'amétropie et l'acuité visuelle de loin brute.

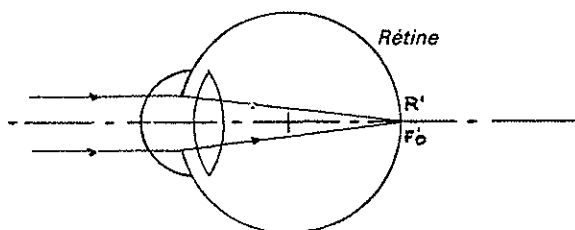
Cette relation est un très bon moyen d'évaluer l'ordre de grandeur de l'amétropie.

Le tableau suivant nous servira d'hypothèse de départ :

Acuité VL	Hypermétropie	Myopie
7/10 <sup>e</sup>	+ 0,25 + Acc. Maxi.	— 0,25
5/10 <sup>e</sup>	+ 0,50 + Acc. Maxi.	— 0,50
3/10 <sup>e</sup>	+ 1,25 + Acc. Maxi.	— 1,50
1/10 <sup>e</sup>	+ 2,50 + Acc. Maxi.	— 2,50

### 2. LA RÉFRACTION SUBJECTIVE SUIVANT LA MÉTHODE DU BROUILLARD

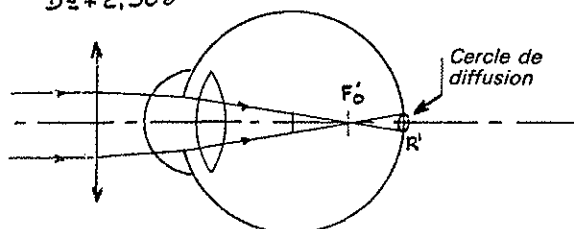
#### a. Pour un œil emmétrope



Vision de loin parfaite avec accommodation nulle

Si on *brouille* ce sujet avec un verre de + 2,50 dioptries

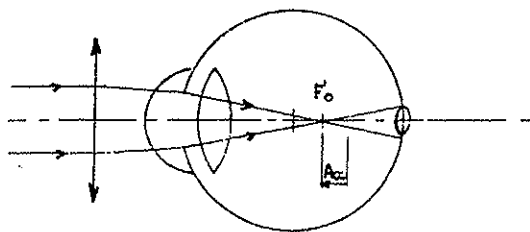
$$D_v = + 2,50 \text{ D}$$



L'œil est *myopisé* de 2,50.  
acuité sera de 1/10<sup>e</sup> (règle de SWAINE).



Dans ce cas, si le sujet accommode, on aura :



Le point  $F_0$  s'écarte encore plus de la rétine  $\Rightarrow$  l'œil est encore plus myopisé  $\Rightarrow$  l'acuité visuelle va baisser.

C'est pour cette raison que la méthode du brouillard maîtrise l'accommodation du sujet, car plus le sujet cherchera à accommoder plus son acuité baissera et inversement.

Il suffit de débrouiller progressivement en diminuant la sphère de départ de 0,25 en 0,25, et l'acuité du sujet suivra la règle de SWAINE à savoir :

$\rightarrow$  départ  $D_L = + 2,50 \rightarrow AV = 1/10$

$\rightarrow$  départ  $D_L = + 1,25 \rightarrow AV = 3/10$

$\rightarrow$  départ  $D_L = + 0,50 \rightarrow AV = 5/10$

·  
·  
·  
ect  
·  
·  
·

$\rightarrow$  départ  $D_L = 0,00 \rightarrow AV = 10/10$  (ou acuité brute du sujet emmétrope).

$D_L =$  puissance de la lentille

### b. Pour un œil myope

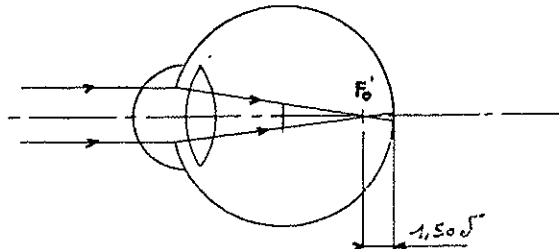
D'après la mesure de l'acuité visuelle brute, et d'après la règle de Swaine, on a estimé l'ordre de grandeur de la myopie.

Exemple n° 1 :

Prenons le cas d'un sujet ayant une acuité visuelle de loin sans correction de  $3/10^e$  ce qui correspond dans notre hypothèse à une myopie de  $- 1,5$  dioptries.

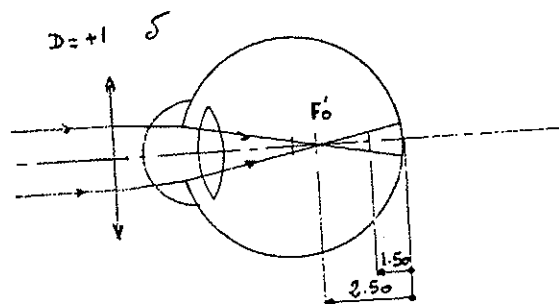
Hypothèse  $- 1,50 \Leftrightarrow AV_L = 3/10^e$

le sujet est déjà brouillé naturellement de  $1,50 \delta$ .



donc pour avoir notre sphère de Départ, il suffira de mettre un  $+ 1,00$  qui nous donnera une  $AV = 1/10^e$

Après il suffit de débrouiller le sujet comme vu plus haut jusqu'à obtenir la sphère (qui sera négative) donnant la meilleure acuité.

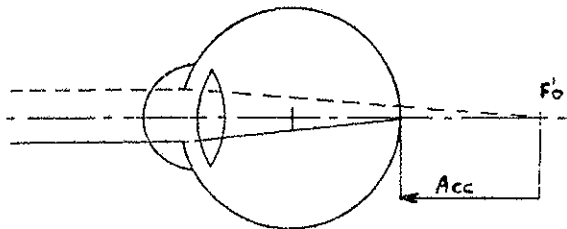


MYOPE = SPHÈRE DE DÉPART = 2,50 — myopie supposée

NB :

Si le sujet a une Acuité VL  $< 1/10$  et une vision de près bonne à moins de 40 cm ; l'hypothèse de départ est une myopie  $> 2,50$  dioptries, donc il est inutile de rebrouiller le sujet.

### c. Pour un œil hypermétrope



Marche d'un rayon dans un œil hypermétrope n'accommodant pas : vision floue.

Marche d'un rayon dans un œil hypermétrope accommodant : vision nette.

C'est pour l'œil hypermétrope que l'on saisit toute l'importance de la maîtrise de l'accommodation.

En général, l'acuité de vision de loin sera bonne.

La règle de Swaine nous dit que pour un œil brouillé de 2,50 dioptries, l'acuité visuelle sera de 1/10 environ ; ceci n'est plus vrai pour l'hypermétrope car toute ou partie de cette sphère de brouillage compensera l'hypermétropie.

*Exemple :*

soit un œil hypermétrope de + 1,00 dioptrie  
Avec cette sphère de + 2,50 on aura en fait un brouillage de + 1,50 et l'acuité du sujet sera elle de 3/10 environ.

On peut faire le raisonnement inverse :

$AV = 3/10$  donc brouillage de 1,50 dioptrie.

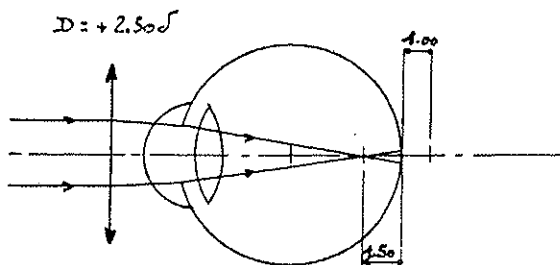
Dans ce cas, il faudra ajouter 1,00 dioptrie pour avoir notre sphère de départ (correspondant à un brouillage réel de 2,50) pour avoir 1/10.

Donc la sphère de départ sera 2,50 + 1,00 soit 3,50 dioptries.

Dans la pratique, on mettra une sphère de + 2,50 dioptries et on mesure après quelques instants l'acuité de visuelle résultant (le temps que l'accommodation se relâche).

En général, elle sera meilleure que 1/10 et on augmentera la sphère de la quantité voulue jusqu'à avoir une acuité résultante de 1/10.

Après, il suffit de débrouiller jusqu'à obtenir la sphère (positive) de meilleure acuité.



HYPERMÉTROPE : SPHÈRE DE DÉPART = + 2,50 + Hypermétropie supposée

*N.B. :*

Statistiquement, la majorité des hypermétropies se situent aux environs de 0,75 dioptries. On pourra donc commencer l'examen avec une sphère de départ de + 3,25 δ ce qui nous fera gagner un peu de temps.

Lors du débrouillage, la progression de l'acuité ne suivra pas la linéarité de la règle de Swaine, du fait de l'existence de spasmes accommodatifs.

### d. Récapitulatif

Pour brouiller un sujet : mettre du ⊕

Pour débrouiller un sujet : mettre du ⊖

Emmétrope : sphère de départ = + 2,50 ;  $AV = 1/10$

Débrouillage

→  $DL = 0$  ;  $AV = 10/10$

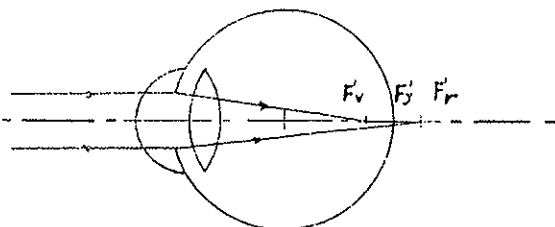
Myope : sphère de départ = + 2,50 + myopie supposée

Hypermétrope : sphère de départ = + 2,50 + hypermétropie supposée

### 3. CONTRÔLE DE LA SPHÈRE

#### A. Test duochrome ou test Rouge-Vert

##### a. Oeil emmétrype ou parfaitement corrigé

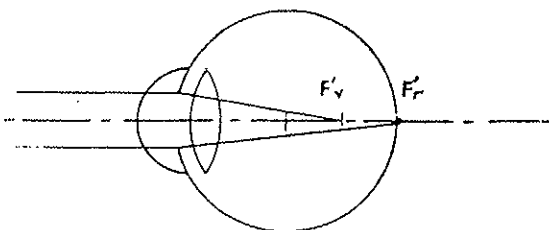


Les foyers rouge et vert seront situés à égale distance de la rétine.

⇒ Le sujet n'aura pas de préférence entre le rouge et le vert.

PAS DE DIFFÉRENCE  
ENTRE ROUGE ET VERT  
le sujet est parfaitement corrigé.

##### b. Le sujet est mieux dans le rouge que dans le vert



⇒ Le foyer rouge est le plus près de la rétine.

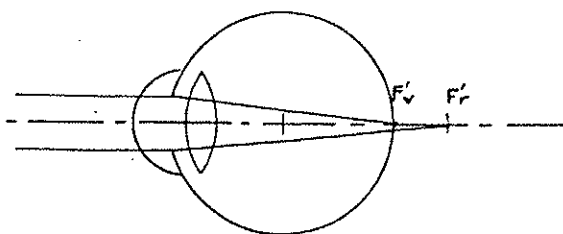
⇒ Le sujet est en position myopique.

⇒ On n'a pas assez débrouillé.

MIEUX ROUGE QUE VERT :  
il faut « débrouiller »

(ajouter du ⊖)

##### c. Le sujet est mieux dans le vert que dans le rouge



● Le foyer vert est le plus près de la rétine.

● Le sujet est en position hypermétropique.

● On a trop débrouillé.

MIEUX VERT QUE ROUGE :  
il faut « rebrouiller »

ajouter du ⊕

*N.B. :*

Afin de donner un maximum de confort au sujet, on essaiera de respecter sa tendance naturelle :

**MYOPE :**

On laissera le sujet avec *un léger mieux* dans le Rouge.

**HYPERMÉTROPE :**

On laissera le sujet avec *un léger mieux* dans le Vert.

## B. Face $\pm 0,25$

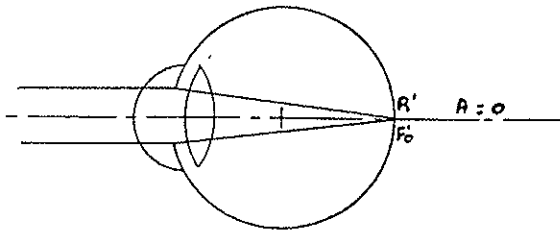
Matériel utilisé : un verre de  $+ 0,25$  et un verre de  $- 0,25$

### a. Oeil emmétrope ou parfaitement corrigé

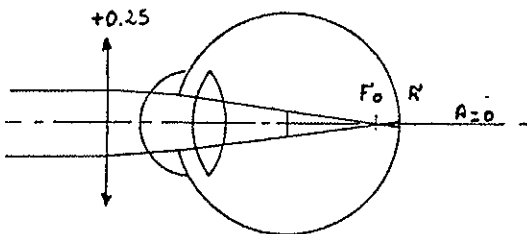
Donc, acuité visuelle avec correction  $\geq 10/10$ .

Si on met un face de  $+ 0,25 \Rightarrow$  brouillage  $\Rightarrow$  l'acuité baisse.

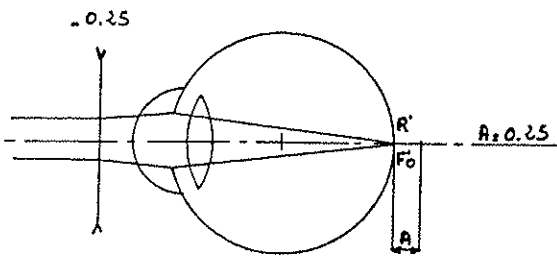
Si on met un face de  $- 0,25 \Rightarrow$  débrouille  $\Rightarrow$  l'acuité reste stable.



Le sujet est brouillé de  $+ 0,25$  l'acuité baisse.



Le sujet accommode de  $0,25$  l'acuité reste stable.



### b. Il existe 3 types de réponses à ce test :

- avec  $+ 0,25 \rightarrow$  acuité baisse  
avec  $- 0,25 \rightarrow$  acuité stable
  - avec  $+ 0,25 \rightarrow$  acuité stable  
avec  $- 0,25 \rightarrow$  acuité stable
  - avec  $+ 0,25 \rightarrow$  acuité baisse  
avec  $- 0,25 \rightarrow$  acuité augmente
- $\Rightarrow$  C'est le cas de l'œil parfaitement corrigé.
- $\Rightarrow$  On a trop débrouillé le sujet. Il faut ajouter du  $\oplus$
- $\Rightarrow$  On n'a pas assez débrouillé le sujet. Il faut ajouter du  $\ominus$

# Chapitre 5

## OPHTALMOMÉTRIE ANORMALE

A. Généralités .....	80	C. Cas particulier du fort astigmatisme hypermétropique .....	85
— Limites de l'ophtalmométrie .....	80		
— La skiascopie .....	80		
— La méthode du brouillard : les 4 étapes .....	80	D. Contrôle par le cylindre croisé de Jackson .....	86
— Résumons-nous .....	81	I. Description de l'appareil (rappel) .....	86
		II. Vérification de l'axe (exemples) .....	87
B. La conduite de l'examen.....	81	III. Vérification de la puissance (exemples).....	88
I. Première étape : le brouillage .....	81		
II. Deuxième étape : le débrouillage.....	81		
— la sphère au palier : définition .....	81		
— la sphère au palier : explication.....	81		
— la sphère au palier : vérification.....	81		
III. Troisième étape : la correction de l'astigmatisme .....	82		
— Rappel, exemples .....	82		
a) passage en astigmatisme myopique simple.....	82		
b) recherche de l'axe d'astigmatisme .....	83		
1. traits verticaux, chevrons équilibrés .....	83		
2. traits verticaux, chevrons non équilibrés ..	83		
3. traits horizontaux le plus noirs, chevrons équilibrés .....	83		
4. chevrons contrastés ....	83		
5. traits verticaux et horizontaux vus de la même façon .....	83		
c) recherche de la puissance du cylindre .....	84		
IV. 4 <sup>e</sup> étape : correction sphérique de l'amétropie résiduelle .....	85		

## A. GÉNÉRALITÉS

### — LES LIMITES DE L'OPHTALMOMÉTRIE

Il existe un *astigmatisme cornéen* que l'on va chiffrer (à l'ophtalmomètre JAVAL) en puissance et en axe.

On saura après la mesure si cet astigmatisme est direct, inverse ou oblique.

Mais on ne saura pas si l'astigmatisme est myopique, hypermétropique, ou mixte et on ne connaîtra pas l'astigmatisme total de l'œil (astigmatisme interne).

### — LA SKIASCOPIE

Elle précisera la nature de l'astigmatisme, myopique ou hypermétropique.

Elle précisera l'axe de l'astigmatisme.

Les renseignements fournis concernent l'astigmatisme total de l'œil (astigmatisme interne + astigmatisme cornéen).

Mais cet examen n'a de valeur qu'après une cycloplégie prolongée et nous ne dilatons pas tous les patients consultant pour un problème de réfraction !

Elle peut malgré tout, chez un sujet non dilaté fixant au loin et à l'aide d'une fente fine, nous renseigner et nous orienter sur la réfraction des méridiens principaux.

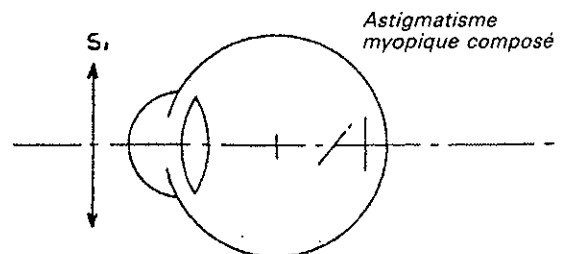
### LA MÉTHODE DU BROUILLARD

Elle permet de pallier à toutes les difficultés et constitue la méthode de choix pour la correction de l'astigmatisme.

### — LA MÉTHODE DU BROUILLARD : LES 4 ÉTAPES

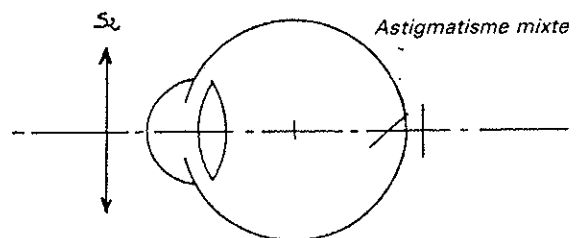
#### Première étape : LE BROUILLAGE

On crée un état d'astigmatisme myopique composé, artificiellement, à l'aide d'un verre sphérique positif (pour autant que cet état ne soit pas pré-existant).



#### Deuxième étape : LE DÉBROUILLAGE

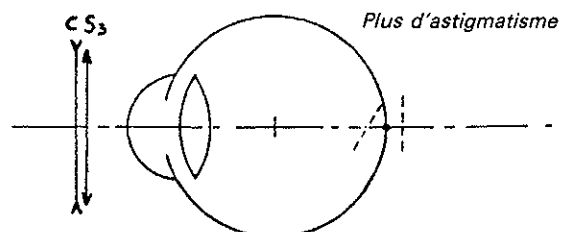
On diminue progressivement la sphère jusqu'à obtenir un maximum d'acuité. La sphère donnant ce maximum d'acuité est dite « sphère au palier ».



#### Troisième étape :

On corrige l'astigmatisme à l'aide de cylindres négatifs, et exclusivement NÉGATIFS, et en s'aidant des tests d'astigmatisme.

Rebrouiller à la sphère au palier pour être en astigmatisme myopique simple.



## Quatrième étape :

Correction sphérique de l'amétropie résiduelle si elle existe.

### Résumons-nous

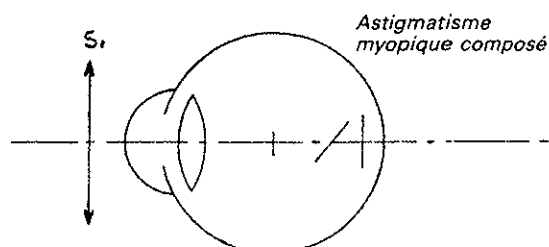
- Exclusion de l'accommodation.
- Exclusion de l'amétropie sphérique.
- Exclusion de l'astigmatisme.
- Exclusion de l'amétropie sphérique résiduelle.

## B. LA CONDUITE DE L'EXAMEN

### I. Première étape : le brouillage

Comme pour l'œil sphérique on peut faire une hypothèse de départ, à l'aide de la RÈGLE DE SWAINE (cette hypothèse sera faussée par la présence de l'astigmatisme qui affecte l'acuité).

On place devant l'œil une sphère convexe S, de + 200 ou + 300 dioptries (la puissance de cette sphère dépend de l'hypothèse de départ) pour avoir une acuité résultante de l'ordre de 1/10.



*brouillage :*  
position astigmatisme myopique composé.

### II. Deuxième étape : le débrouillage

Comme pour l'œil sphérique, on diminue la puissance de S de 0,25 en 0,25 jusqu'à avoir le maximum d'acuité.

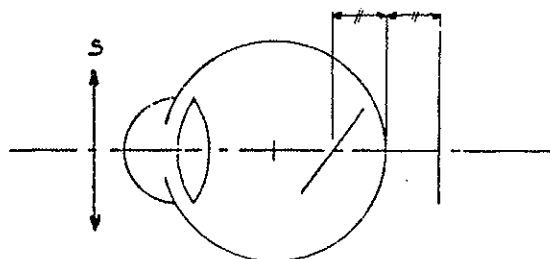
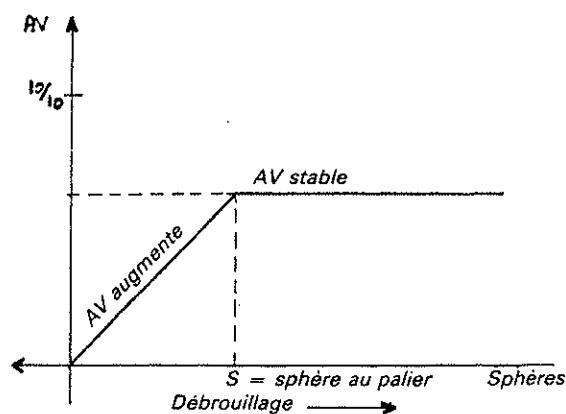
— La sphère au palier (de meilleure acuité) :

*Définition*

Sphère la plus convexe (ou la moins concave) qui nous donnera la meilleure acuité.

— La sphère au palier : Explication

\* Que se passe-t-il dans l'œil à la sphère au palier ?



— La sphère au palier : Vérification

On la fera à l'aide d'une face + 0,25, - 0,25.

La méthode et les réponses sont les mêmes que pour la vérification de la sphère dans le cas de l'œil sphérique.

Il faudra avoir avec + 0,25 → Acuité en baisse

— 0,25 → Acuité stable.

On est en position d'astigmatisme mixte ⇒ les deux focales sont situées de part et d'autre de la rétine et à égale distance de celle-ci.

N.B. :

La justesse de la valeur de la sphère au palier conditionne la justesse de la valeur du cylindre à trouver.

N.B. :

Il est à noter la similitude entre la correction de l'œil sphérique et les premières étapes de la correction de l'œil astigmatique.

### III. Troisième étape : Correction de l'astigmatisme

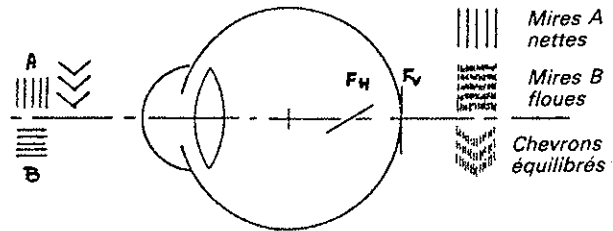
#### Rappel, exemples

L'œil astigmatique voit plus nettement les traits dont la direction est parallèle à celle de la focale proche de la rétine.

L'axe du cylindre NÉGATIF CORRECTEUR sera perpendiculaire à la direction vue la plus nette.

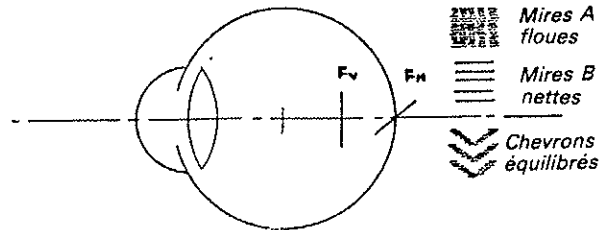
#### Exemple n° 1

Dans cet exemple, le cylindre correcteur négatif (perpendiculaire à la direction vue la plus nette) sera placé à 0°.



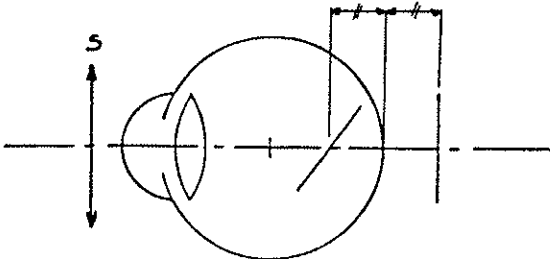
#### Exemple n° 2

Cylindre correcteur négatif placé à 90°.



#### a) Passage en astigmatisme myopique simple

Nous sommes à la sphère au palier S



Les focales sont situées de part et d'autre de la rétine et à égale distance de celle-ci.

Donc, si on fait regarder au sujet un test d'astigmatisme, il n'aura aucune direction préférentielle s'il n'accommode pas.

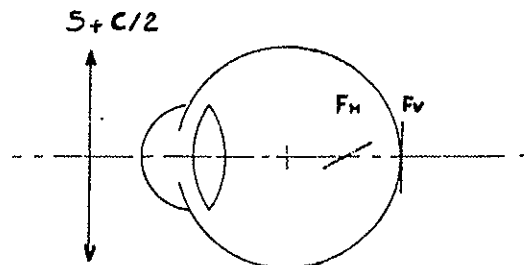
**IL FAUT REBROUILLER** : afin d'amener la focale arrière sur la rétine.

La règle de Swaine nous permet d'estimer la valeur du cylindre correcteur à partir de l'acuité visuelle à la sphère au palier.

Acuité visuelle	Cylindre C	Rebrouillage
7/10	(0,50)	+ 0,25
5/10	(1,00)	+ 0,50
3/10	(3,00)	+ 1,50

Donc il nous faudra rebrouiller le sujet avec une *sphère positive* dont la valeur sera égale à celle du cylindre estimé, divisée par deux.

La focale arrière est sur la rétine ou au voisinage immédiat de celle-ci : Astigmatisme myopique simple.



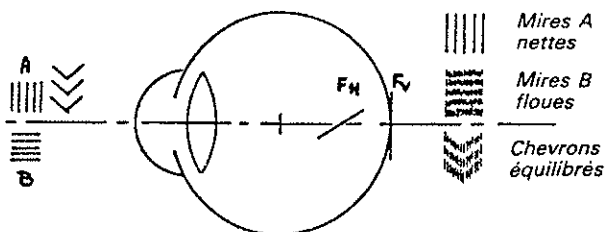


## b) Recherche de l'axe d'astigmatisme (Mires et Chevrons de Foucault)

Par précaution, on place l'appareil à 0° de façon à ce que son indication soit celle de la lunette d'essai (la graduation du test est en schéma symétrique du TABO).

On demande alors au sujet quels sont les traits les plus noirs. 5 réponses sont possibles :

### 1. Traits verticaux nets, chevrons équilibrés



- la focale verticale est voisine de la rétine, l'autre est en avant : astigmatisme direct.
- la direction du cylindre négatif correcteur (toujours perpendiculaire à la direction la plus nette) sera à 0° ou voisine de l'horizontale.
- les chevrons étant également contrastés, l'axe sera très exactement à 0°.

### 2. Traits verticaux nets, chevrons non équilibrés



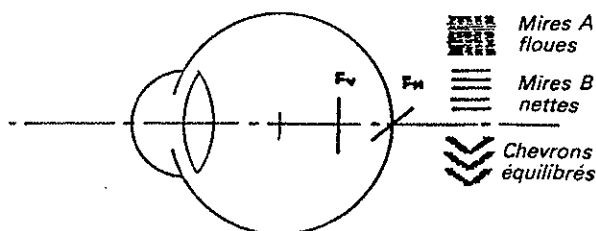
\* Chevrons à droite plus noirs :

Tourner le test vers la droite pour les équilibrer. L'axe dans cet exemple sera à 25°.

\* Chevrons à gauche plus noirs :

Tourner le test vers la gauche pour les équilibrer. L'axe dans cet exemple sera à 165°.

### 3. Traits horizontaux les plus noirs, chevrons équilibrés



La focale la plus proche de la rétine est horizontale ou voisine de l'horizontale (astigmatisme inverse).

Tourner le test de 90° afin que l'indication de l'axe donnée pour les mires de Foucault soit celle du schéma TABO.

Les chevrons faisant entre eux un axe de 60°, leur direction sera alors à 30° et 150°.

S'ils sont égalisés, l'axe est à 90°. Le cylindre négatif sera donc placé à 90°.

### 4. Traits horizontaux les plus noirs Chevrons plus contrastés en haut ou en bas



On tourne le test dans ces directions de façon à les égaliser comme dans les exemples précédents.

### 5. Traits verticaux et horizontaux vus de la même façon

2 hypothèses :

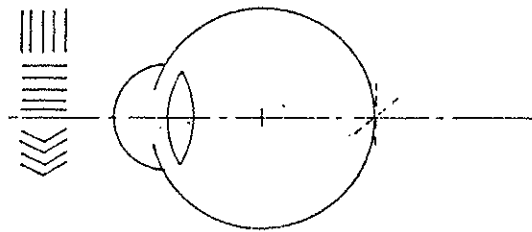
\* Les chevrons sont vus eux aussi de la même façon : il n'y a pas d'astigmatisme.

\* Une des focales a une direction voisine de 45° ou 135°, mais dans ce cas, une des rangées de chevrons sera vue plus noire que l'autre ; on précisera l'axe du cylindre correcteur voisin de 45° ou 135° en égalisant les chevrons comme d'habitude.

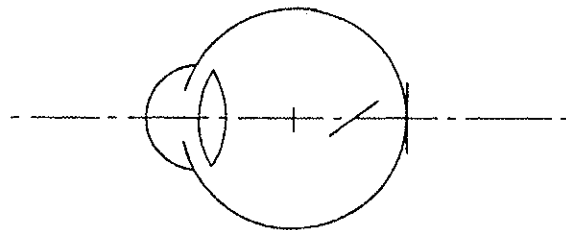
**c) Recherche de la puissance du cylindre**

- L'axe du cylindre étant déterminé, la puissance théorique nous est donnée par l'ophtalmométrie.
- On retranchera 0,50 à 0,75 dioptrie en cas d'astigmatisme direct (astigmatisme cornéen physiologique).
- On ajoutera 0,50 à 0,75 dioptrie à la valeur trouvée à l'ophtalmométrie en cas d'astigmatisme inverse.
- Il est alors facile de contrôler la puissance cylindrique grâce aux mires de Foucault.

**L'idéal est d'arriver à l'égalisation de noirceur des mires**

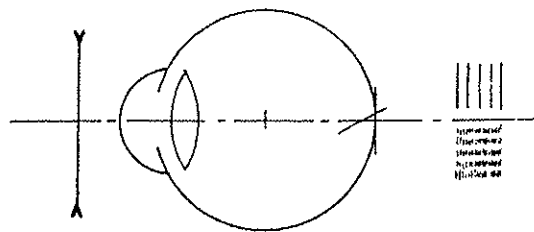


- On peut poursuivre l'essai des verres cylindriques jusqu'à la valeur provoquant l'intervention de noirceur des mires.
- Si cette intervention se produit pour 2 valeurs différent de 0,25 dioptrie, on adopte comme correction la plus faible des deux.



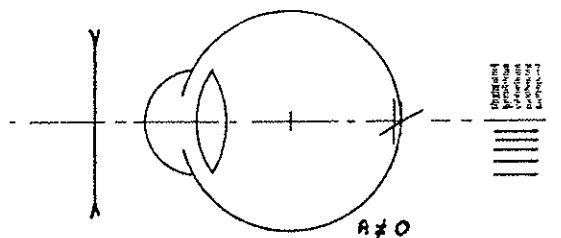
*Astigmatisme myopique simple à corriger*

(- 1,00) 0° Plan Traits verticaux plus noirs.



(- 1,25) 0° Plan Traits horizontaux plus noirs.

La correction sera de (- 1,00) 0° plan.



#### **IV. Quatrième étape : Correction sphérique de l'amétropie résiduelle**

La puissance sphérique (sphère de brouillage diminuée progressivement pour aboutir à la sphère au palier) est estimée pour rendre le sujet myope et lui éviter d'accommoder.

Il est donc possible qu'elle ne soit pas exacte. On la vérifie en essayant  $\pm 0,25$  et en observant l'acuité visuelle ; on prescrira la sphère additionnelle minimale donnant la meilleure acuité.

L'amétropie étant maintenant sphérique, le test duochrome peut nous permettre d'affiner la puissance sphérique.

La méthode est la même pour l'œil sphérique.

#### **Conclusion**

La méthode du brouillard est à employer dans les cas courants :

- Amétropies sphériques inférieures à 5 dioptries et astigmatismes inférieurs à 3 dioptries.
- En général, on peut se contenter de présenter les mires de Foucault lorsque le débrouillage permet de déchiffrer 5/10. La focale postérieure est alors toute proche de la rétine et l'on se trouve directement en astigmatisme myopique simple. On place le cylindre négatif dans le sens des lignes vues floues puis on finit le débrouillage.

Devant un fort astigmatisme, la marche à suivre est un petit peu différente.

### **C. CAS PARTICULIER DU FORT ASTIGMATISME HYPERMÉTROPIQUE**

Rappelons les données :

Vision de loin médiocre ou faible ;

Vision de près aussi ;

Sans distance de lecture privilégiée.

La mesure de l'astigmatisme au Javal nous conduit à penser que l'astigmatisme est une partie importante ou même prédominante de l'amétropie, expliquant la baisse d'acuité visuelle.

Si nous voulons le déterminer par la méthode subjective, il faut modifier les 3 étapes de la méthode du brouillard :

- La vision de loin étant déjà médiocre, brouiller fortement ne donnera pas grand chose. on se contentera ici d'un brouillage minimum en faisant défiler des verres  $+ 0,25$ ,  $+ 0,50$ ,  $+ 0,75$  jusqu'au verre qui brouille à peine le sujet (ou même qui lui laisse son acuité).
- Dès ce stade, on s'attaquera à l'astigmatisme si le sujet a une acuité suffisante pour distinguer les traits du test d'astigmatisme, on utilise celui-ci, sinon on rapprochera le test du sujet, jusqu'à ce qu'une direction soit plus nette.  
La direction perpendiculaire à celle vue nette nous fournit, comme d'habitude, une valeur approchée de l'axe du cylindre correcteur.
- On place alors devant l'œil un cylindre assez fort,  $- 1,50$  ou  $- 2,00$ .  
Il est rare que le gain d'acuité ne permette pas de préciser l'axe, de façon plus rigoureuse et fine avec les mires de Foucault.  
Ensuite, on continue à augmenter la correction sphérique, jusqu'à une valeur qui rebrouille un peu le sujet.
- On repasse au test d'astigmatisme et l'on augmente le cylindre pour diminuer la différence de noirceur des 2 mires (de  $0,50$  ou  $0,75$  par exemple).
- On contrôle l'augmentation de l'acuité visuelle.
- On revient à la sphère que l'on augmente encore si possible, toujours dans les mêmes conditions.
- On retourne alors à la correction cylindrique etc.

Il arrive dans des cas d'astigmatisme très fort, que l'on ne puisse pas intervertir la noirceur des mires.

Le sujet continue à les percevoir égales, quel que soit le cylindre.

Prendre alors comme correction cylindrique la valeur la plus faible, qui procure la sensation d'égalité et la meilleure acuité visuelle possible.

Il n'est pas rare que, dans des astigmatismes de 4 ou 5 dioptries l'acuité maximum s'établisse pour une valeur de 2 ou 3  $\delta$  et qu'une correction plus exacte n'entraîne qu'une gêne pour le sujet, nous en reparlerons.

Tous ces cas de correction de fort astigmatisme, par la méthode du brouillard, sont difficiles et demandent beaucoup d'observation, de raisonnement et de patience, à la fois au médecin et au patient.

## D. CONTRÔLE DE LA CORRECTION SPHÉRO-CYLINDRIQUE PAR LE CYLINDRE CROISÉ DE JACKSON

C'est une méthode de choix rapide, précise et extrêmement fine, et qui suscite la meilleure collaboration du patient, car elle mène progressivement à une vision de plus en plus nette.

Nous l'utilisons comme contrôle de la correction d'astigmatisme, à savoir :

1. Contrôle de l'axe ;
2. Contrôle de la puissance du cylindre.

On peut bien évidemment appliquer cette technique du cylindre croisé dans tous les cas d'astigmatisme.

### I. Description de l'appareil (rappel)

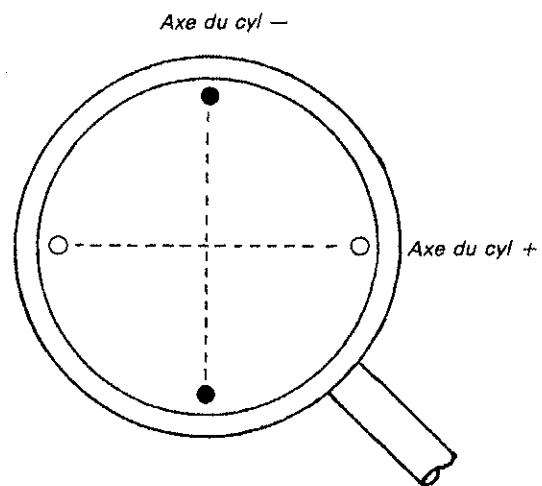
C'est un verre bi-cylindrique dont les 2 cylindres sont de puissance égale, de signe contraire et dont les axes sont perpendiculaires (croisés) et également inclinés sur l'axe de rotation de l'appareil.

Plusieurs puissances sont utilisées selon les constructeurs.

$\pm 0,25 \pm 0,37 \pm 0,50$ , le principe restant évidemment le même.

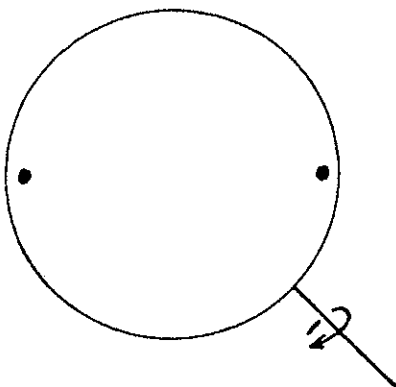
On repère :

- L'axe du cylindre  $\ominus$  par deux signes — ou par deux points rouges gravés sur le verre ;
- L'axe du cylindre  $\oplus$  par deux signes + ou par deux points blancs gravés sur le verre.

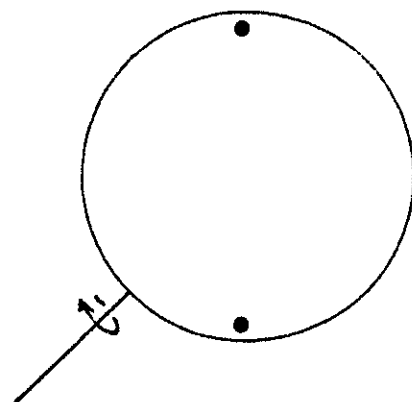


Un tel système a le même pouvoir dioptrique que la combinaison suivante :

Axe — horizontal     $+ 0,25 (- 0,50) 0$



Axe — verticale     $+ 0,25 (- 0,50) 90$



N.B. :

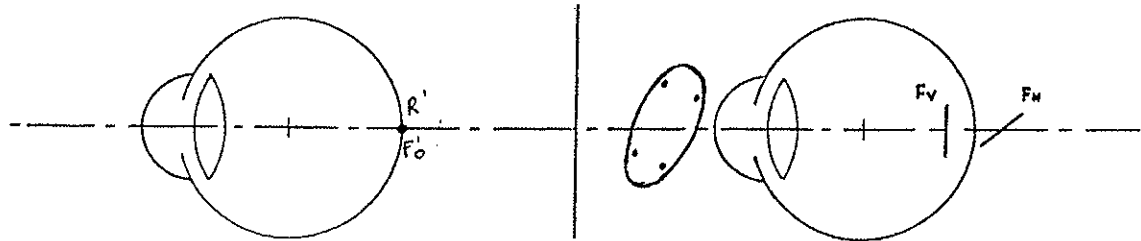
Nous n'avons pas transposé ces deux formules pour la compréhension du texte.

Lorsqu'un tel système est mis devant un œil emmetrope ou devant un œil astigmatique parfaitement corrigé, dans l'une comme dans l'autre position, il crée un astigmatisme mixte.

L'une des focales étant en avant de la rétine, l'autre en arrière, il diminue donc l'acuité visuelle.

Nous appelons manœuvre de retournement, le fait de faire pivoter le cylindre au Jackson autour de son manche.

## Oeil emmetrope



Pas de focale sur la rétine

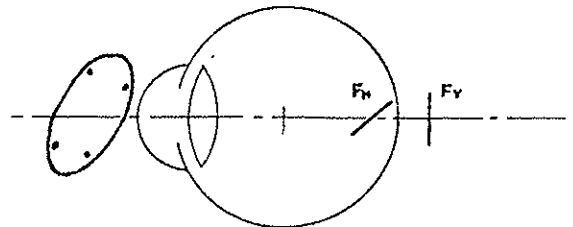
Axe  $\ominus$  du cylindre à  $0^\circ$   
 $0^\circ (-0,50) + 0,25$

Astigmatisme mixte vision floue

Axe  $\ominus$  à  $90^\circ$

Astigmatisme mixte vision floue.

$90^\circ (-0,50) + 0,25$



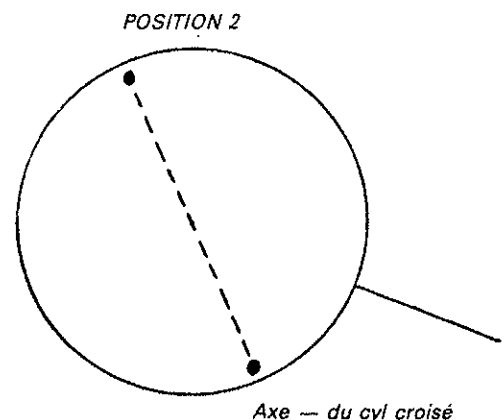
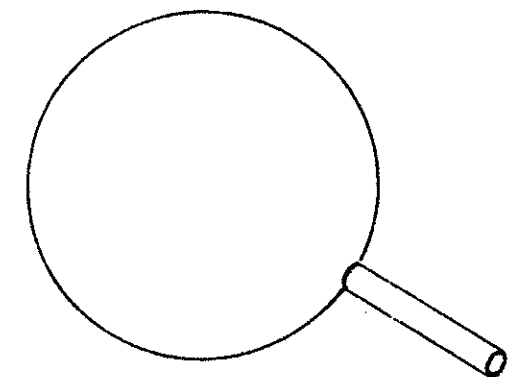
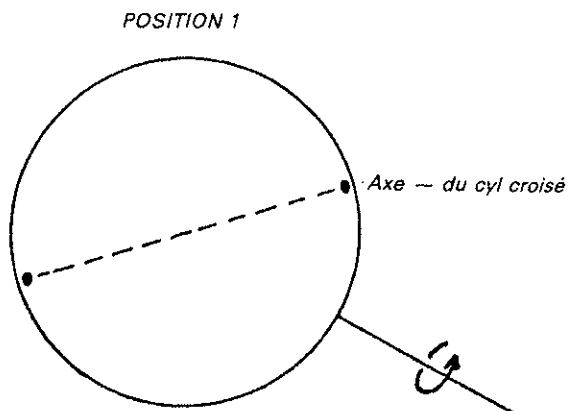
## Astigmatisme imparfaitement corrigé

Nous comprenons facilement que dans l'une des positions, le cylindre de Jackson va rapprocher une focale de la rétine et donc améliorer l'acuité visuelle, dans l'autre position, il l'en éloigne et donc la diminue.

## II. Vérification de l'axe

Le cylindre croisé est placé devant le cylindre d'essai, de telle sorte que le manche du cylindre croisé soit parallèle à l'axe du cylindre à vérifier.

On fait regarder au sujet le tableau d'optotypes en lui demandant dans quelle position il y voit le mieux.



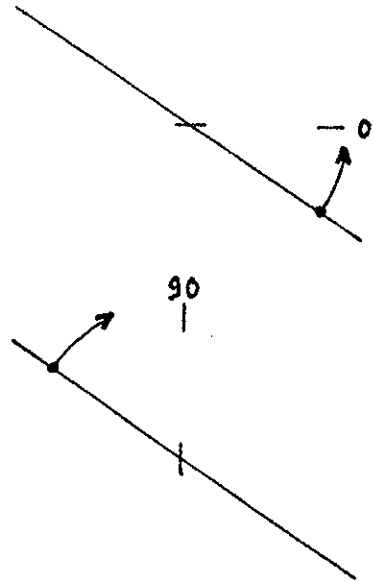
### 3. Réponses possibles

→ Ni mieux dans la position 1 que dans la position 2  
→ l'axe est bon.

→ Mieux dans la position 1 que dans la position 2  
→ il faut tourner l'axe du cyl correcteur vers 0

et on refait l'opération manche du cylindre croisé parallèle au nouvel axe du cylindre à vérifier.

→ Mieux dans la position 2 que dans la position 1  
→ il faut tourner l'axe du cyl correcteur vers 90



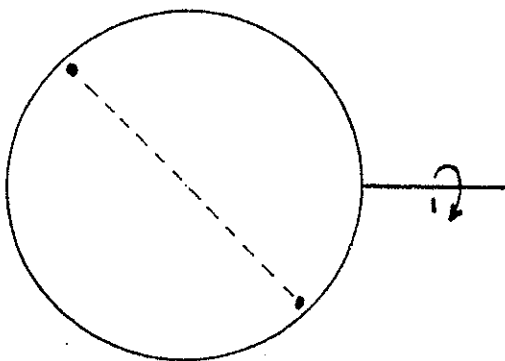
Pour vérifier l'axe.

1. Le manche du cylindre croisé est parallèle à l'axe du cylindre à vérifier.
2. Tourner l'axe du cylindre correcteur vers l'axe (— —) du cylindre correcteur dans la position préférée (de 5° environ).
3. Refaire l'opération en mettant le manche du cylindre croisé parallèle au nouvel axe du cylindre correcteur.

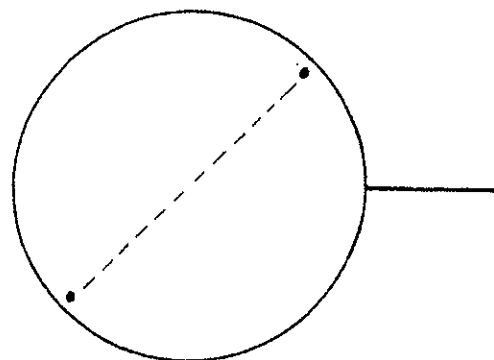
*Exemple :*

On a trouvé aux mires et chevrons (— 1,00) 0°.

On met le manche du cylindre croisé à 0°.



POSITION 1



POSITION 2

Le sujet nous dit qu'il est mieux dans la position 2 on tournera l'axe du cylindre correcteur vers le haut de 5°.

On refait l'opération avec le manche du cylindre croisé à 5°.

— si le sujet nous dit : « c'est pareil entre les deux positions », l'axe du cylindre correcteur est juste donc (— 1,00) 5°.

— si le sujet nous dit : « c'est mieux dans telle ou telle position » on refait l'opération en tournant l'axe du cylindre correcteur et ainsi de suite jusqu'à égalité entre les deux positions.

N.B. : Dans le cas choisi :

(— 1,00) 0° → mieux position 2 → on tourne de 5

(— 1,00) 5° → mieux position 1 → on tourne de 5

(— 1,00) 0° ... etc ...

Donc l'axe réel sera situé entre 0 et 5°.

On adoptera arbitrairement 0° par exemple.

### III. Vérification de la puissance

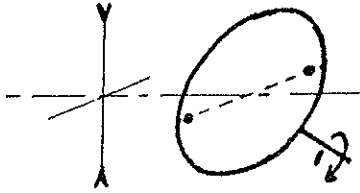
Cette vérification se fait en plaçant l'axe (— —) du cyl croisé parallèle ou perpendiculaire à l'axe du cylindre dont on veut vérifier la puissance.

**Exemple n° 1**

Soit  $(-2,00) 0^\circ$ .

La correction que nous voulons vérifier avec le bi cylindre de puissance  $\pm 0,25$  dioptrie.

**Position n° 1**

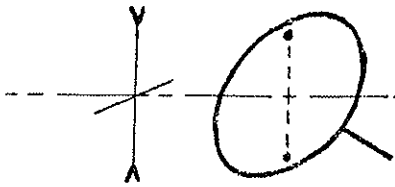


Axe  $\ominus$  du cylindre placé à  $0^\circ$   
 Valeur du bi-cylindre  
 $0^\circ (-0,50) + 0,25$   
 La puissance totale du système devient  
 $0^\circ (-2,00) \text{ plan}$   
 $0^\circ (-0,50) + 0,25$   


---

 $0^\circ (-2,50) + 0,25$

**Position n° 2 : après manœuvre de retournement**



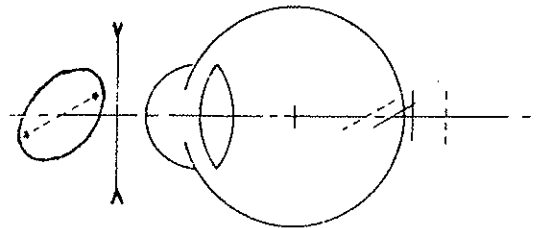
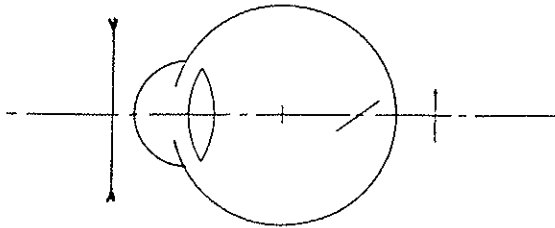
Axe du cylindre placé à  $90^\circ$ , pouvoir dioptrique  
 $90^\circ (-0,50) + 0,25$   
 Ou en transposant la formule  
 $0^\circ (+0,50) - 0,25$   
 Puissance totale du système  
 $0^\circ (-2,00) \text{ plan}$   
 $0^\circ (+0,50) - 0,25$   


---

 $0^\circ (-1,50) - 0,25$

**Conclusions**

- \* Aucune différence entre la position 1 et 2 : la puissance du cylindre est correcte.
- \* L'acuité augmente dans la position 1. Le cylindre initial avant contrôle n'était pas assez puissant.

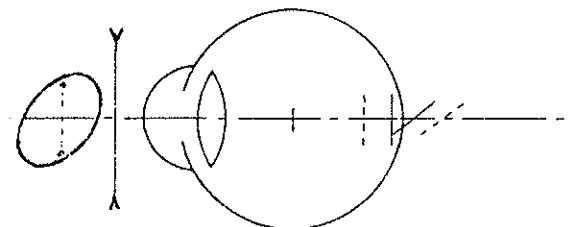
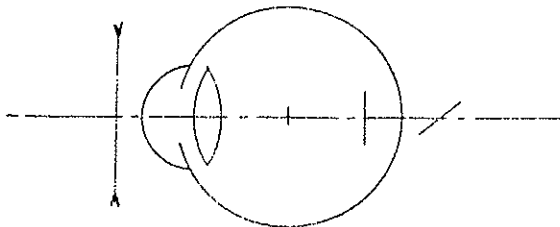


persistance d'un petit astigmatisme direct

Position 1 du bi-cylindre

--- focales avant  
 / focales après

- \* L'acuité augmente dans la position 2. Le cylindre initial était trop fort.



persistance d'un petit astigmatisme inverse

Position 2 du bi-cylindre

--- focales avant  
 / focales après

Pour vérifier la puissance du cylindre, placer toujours l'axe négatif du cylindre croisé sur l'axe négatif de la correction et retourner l'appareil (l'axe  $\ominus$  est alors perpendiculaire à la position initiale).

- Si l'acuité ne change pas, la puissance est bonne.
- Si l'acuité augmente, le cylindre est trop fort en valeur absolue.
- Si l'acuité baisse, le cylindre est trop faible.

Selon le résultat, on garde le cylindre ou on le modifie dans le sens indiqué et on vérifie à nouveau.





## 4<sup>e</sup> PARTIE

# Quelques règles générales lors de la prescription de verres correcteurs

I. Le myope.....	92	V. Le double foyer à compensation prismatique .....	98
1. La skiascopie.....	92	Le problème optique : le compren- dre .....	99
2. La correction optique par verres de lunettes .....	92	VI. Correction des anomalies de la réfraction de l'enfant .....	101
a. Grandeur de l'image .....	92	1. L'acuité visuelle de l'enfant .....	101
b. Forme du verre .....	92	2. Technique de réfraction.....	102
c. Puissance du verre.....	92	3. Cycloplégiques habituellement utilisés.....	102
II. L'hypermétropie .....	93	4. Anomalies de la réfraction de l'enfant .....	103
Classification des hypermétropies sur base optique.....	93	Enfants à l'âge de 2 ans .....	103
1. Axe trop court.....	93	I. Hypermétropie.....	103
2. L'hypermétropie de puissance ....	93	II. Myopie .....	103
3. L'hypermétropie d'indice.....	93	III. Astigmatisme .....	105
Classification de l'hypermétropie en fonction de l'accommodation .....	93	IV. Anisometropie .....	105
1. L'hypermétropie faible.....	93	Enfants d'âge pré-scolaire de 2 à 5 ans.....	106
2. L'hypermétropie forte .....	94	I. Hypermétropie.....	107
3. Strabisme accommodatif .....	94	II. Myopie .....	108
4. L'hypermétropie acquise .....	94	III. Astigmatisme .....	108
III. L'astigmatisme .....	94	IV. Anisometropie .....	108
IV. Le presbyte et sa correction .....	95	Les enfants d'âge scolaire.....	108
Sur le plan pratique.....	96	I. Hypermétropie.....	109
1. Le myope .....	96	II. Myopie .....	109
2. L'hypermétrope .....	96	III. Astigmatisme .....	109
3. L'astigmate.....	97	IV. Anisométrie .....	110
4. L'emmétrope .....	97		
Verres progressifs.....	97		
1. Particularités .....	97		
2. Précautions avant prescription ....	97		

## I. LE MYOPE

Le terme de myopie désigne aussi bien la propriété réfractive de l'œil qu'un état pathologique dont l'élément réfractif n'est qu'un symptôme.

### 1. La skiascopie

La skiascopie du myope est moins précise que celle de l'hypermétrope ou même de l'emmétrope. L'ombre présente des irrégularités, des distorsions dues aux modifications du cristallin.

Il est bien évident qu'en cas de doute après une réfraction subjective par les méthodes que nous avons décrites, une skiascopie sous cycloplégie permettra de préciser et la puissance de l'amétropie et l'astigmatisme.

Il faut se souvenir que de nombreux jeunes patients exercent malgré la cycloplégie une accommodation de 1 à 2 dioptries, induite par la proximité de l'examineur.

### 2. La correction optique par verres de lunettes

#### a. Grandeur de l'image

Toutes les imperfections des verres de lunettes et les aberrations qu'elles entraînent se retrouvent dans les verres divergents, réduites cependant grâce à l'effet de minification qui leur est propre.

Le myope regarde par le gros bout de la lorgnette et voit un monde en réduction.

La puissance négative du verre peut être *diminuée* par réduction de la distance verre œil.

Par ailleurs, la minification donne au myope un champ visuel plus étendu que ne le donnerait normalement le diamètre de son verre.

#### b. Forme du verre

— Jusqu'à 6 dioptries tous les types de verres sont généralement bien tolérés, quelque soit la forme et la dimension de la lunette.

— Pour les fortes myopies, il est préférable de recourir à des montures de petit diamètre. Un tel verre peut être placé très près de l'œil. Son petit diamètre réduit les aberrations marginales sans pénaliser le champ.

#### c. Puissance du verre

En règle générale, on prescrit chez le myope le verre le moins fort, donnant l'acuité visuelle la meilleure (équilibré au test dichrome ou un mieux rouge).

— En cas de myopie faible ou moyenne, inférieure à 6 dioptries, on donne le verre le plus faible procurant une acuité de 10/10<sup>e</sup> en monoculaire, et on réduit d'une demi-dioptrie en moyenne pour avoir une acuité normale en vision binoculaire.

— Une éventualité embarrassante est celle d'une acuité fraîchement amenée à 10/10 avec correction et qui au bout de quelques mois retombe à 5 ou 6/10<sup>e</sup>. Une skiascopie sous cycloplégie ne montre aucune aggravation de la myopie. Il s'agit de cas de récupération du tonus ciliaire qui peut nous amener à renforcer la correction de 0,25 ou 0,50 dioptries.

— On peut par ailleurs être contraint de diminuer une correction myopique si celle-ci est nettement sur-correctée. Il faudra la réduire par paliers en prévenant le sujet qu'il doit s'attendre à une réduction de brillance et de contraste.

— En cas de myopie forte, la sous correction est la règle, située à 2/3 dioptries ou davantage sous la correction optimale, sous correction qui, en vision binoculaire donne le plus de confort.

— Myopie acquise

Les myopie d'indice, se développant progressivement chez les patients âgés, par sclérose du noyau cristallinien ou cataracte nucléaire, représentent des cas difficiles à corriger. Par exemple, pour passer de 2/10<sup>e</sup> à 7/10<sup>e</sup> d'acuité, ces cas demandent non 1 dioptrie mais 2 ou 3 dioptries. Il faut souvent les sous corriger pour la vision à distance.

Nous reverrons les possibilités d'équipement optique du myope presbyte.

### Conclusion

Il convient d'insister sur l'importance de la distance œil-verre d'essai, lors de la prescription des verres correcteurs chez tout myope > à 5 dioptries. Cette distance peut être notée sur l'ordonnance à titre indicatif ainsi que l'acuité obtenue.

## II. L'HYPERMÉTROPE

Il est classique d'énoncer la règle suivante :

« L'objet de la correction optique, en cas d'hypermétropie, n'est pas de rendre le sujet emmétrope par une correction systématiquement complète, mais de supprimer la cause des symptômes dont il souffre ».

Ce point de vue est motivé par la relation hypermétropie-accommodation et par la connaissance de la classification des hypermétropes sur base optique.

### Classification des hypermétropes sur base optique

L'image d'un objet à l'infini se forme en arrière de la rétine (l'accommodation étant relâchée, soit parce que l'axe est trop court, soit par défaut de courbure, soit par réduction d'indice).

#### 1. Axe trop court : hypermétropie axiale.

L'hypermétropie axiale est présente à la naissance, dans des limites de + 2 à + 3 dioptries ; elle se réduit progressivement pour ne plus subsister à la fin de l'adolescence que sous forme d'hypermétropie latente légère.

#### 2. L'hypermétropie de puissance

Dans laquelle interviennent les rayons de courbure cornéens et cristalliniens.

#### 3. L'hypermétropie d'indice

Avec l'âge, le cristallin se modifie considérablement. L'indice du cortex augmente alors que celui du noyau se maintient. Il en résulte une homogénéisation de l'ensemble avec, comme résultat, une réduction du pouvoir de réfraction et l'apparition ou l'accentuation de l'hypermétropie.

### Classification de l'hypermétropie en fonction de l'accommodation

— L'hypermétropie latente est celle qui est compensée par l'accommodation (à 1 dioptrie près) qui ne peut généralement pas être corrigée par verres ; elle n'est mesurable qu'après cycloplégie.

— L'hypermétropie manifeste est mesurée par le verre le plus fort qui donne une vision normale sans cycloplégie.

#### *Exemple chez un adulte jeune*

Vision sans correction = 5/10<sup>e</sup>

Vision 10/10<sup>e</sup> avec verres de + 2,25 dioptries.

Après cycloplégie, vision de 10/10<sup>e</sup> avec verres de + 3,50

Hypermétropie manifeste + 2,25

Hypermétropie latente + 1,25

Hypermétropie totale + 3,50

Alors que l'élément subjectif le plus évident de la myopie est la baisse d'acuité visuelle en vision de loin, la vision de l'hypermétrope sera conditionnée plus par l'état de son accommodation que de son amétropie.

Le handicap visuel du myope se manifeste pendant la croissance, celui de l'hypermétrope à l'âge mûr. (On naît hypermétrope mais on devient myope).

#### 1. L'hypermétropie faible ne sera corrigée que

- si l'acuité visuelle est abaissée ;
- si il y a asthénopie accommodative ;
- si il y a des signes d'irritation palpébrale, conjonctivale ;
- si il y a hétérophorie.

#### *L'acuité visuelle est abaissée*

Il faut donner le verre le plus fort qui par la méthode subjective donne l'acuité la meilleure (méthode du brouillard et mieux vert au test dichrome).

Pendant la période de croissance, la réfraction sera contrôlée une fois par an, sinon il peut y avoir risque de surcorrection progressive et même de myopie spasmodique surajoutée.

#### *Asthénopie accommodative*

Des verres seront portés pour la vision de près chez l'enfant et l'adulte jeune, et constamment par l'adulte d'âge mûr.

Toutefois, chez l'adulte âgé qui n'accommode plus, la correction en vision de loin ne sera portée que s'il en éprouve le besoin.

En cas d'hyperhémie conjonctivale, de blépharite chronique, de clignements, la correction sera portée en permanence.

### *S'il y a hétérophorie*

Nous savons que les troubles de la réfraction peuvent intervenir dans la genèse de l'hétérophorie : L'hypermétropie induit une esophorie à cause de l'effort excessif d'accommodation et parfois la myopie une exophorie, par absence d'accommodation.

Le degré de correction sera conditionné davantage par l'exigence de confort visuel et d'orthophorie que par le degré d'hypermétropie. Il faut estimer dans chaque cas si la mesure de la réfraction en vue de la prescription de lunettes mérite d'être pratiquée avec ou sans cycloplégie.

Inversement, certaines hétérophories peuvent être causées par des lunettes mal centrées. Dans les grandes montures, la distance entre les centres optiques des verres est souvent trop grande et peut entraîner une esophorie chez l'hypermétrope. Le centrage des verres doit donc être contrôlé, nous en parlerons.

## **2. L'hypermétropie forte**

Elle se manifeste davantage par le déficit d'acuité visuelle que par les contre-coups d'une accommodation trop sollicitée.

Dans ces cas, il faut corriger en vue d'une acuité optimale donc pas nécessairement la totalité de l'hypermétropie.

## **3. Strabisme accommodatif**

C'est le strabisme accommodatif qui réclame habituellement la correction la plus forte.

La réfraction de l'enfant strabique sera faite sous cycloplégie, par atropinisation prolongée (5 jours maximum). C'est la skiascopie, pratiquée dans les 2 méridiens principaux qui nous donnera la puissance du verre à prescrire.

Il faut, *en règle générale*, corriger complètement l'hypermétropie et l'astigmatisme. On peut retrancher 0,75 à 1,00 dioptrie à la valeur trouvée en skiascopie avec atropine et 0,50 avec SKIACOL\*.

De toute façon, chaque cas sera traité individuellement, en recherchant en vision monoculaire le verre le plus fort, qui donne l'acuité visuelle normale ; on peut parfois faire un brouillage rapide en ajoutant + 2 dioptries et en réduisant de 0,5 en 0,5 dioptrie la puissance du verre, jusqu'à obtenir à nouveau une acuité normale.

Le procédé effectué en mono puis binoculaire permet de gagner encore 1/2 à 1 dioptrie.

Le problème des montures chez l'enfant strabique est important ; il faut conseiller aux parents des lunettes en matière plastique, à pont bas, sans plaquettes, épousant la forme du nez avec des cercles suffisamment ronds et grands pour qu'ils puissent remonter au niveau des sourcils.

Les branches coudées à ressort, percées à leur extrémité permettent la mise en place d'un coordonnet, de façon à en assurer le port permanent.

## **4. L'hypermétropie acquise**

Elle doit faire redouter une tumeur repoussant en avant la rétine. Par ailleurs, chez le diabétique en cours d'équilibration, une hypermétropie transitoire importante est possible.

## **Conclusion**

Mis à part le cas du strabisme convergent accommodatif, l'objet de la correction d'une hypermétropie n'est pas de rendre l'œil emmétrope par une correction systématiquement complète, mais de donner une acuité satisfaisante tant de loin que de près, en orthophorie.

L'application de cette règle amène bien souvent à sous corriger, compte tenu, bien entendu, des exigences visuelles individuelles et de l'âge.

## **III. L'ASTIGMATISME**

Nous avons longuement décrit et essayé d'expliquer les méthodes de correction théorique de l'astigmatisme et nous n'y reviendrons pas.

La symptomatologie de l'astigmatisme est variable, suivant le degré de l'astigmatisme.

— La baisse d'acuité visuelle est moindre que pour l'amétropie sphérique équivalente ; elle peut exister en cas de degré élevé, surtout si la correction optique n'est pas portée précocement. Une amblyopie astigmatique portant principalement sur le méridien de l'astigmatisme, parfois ex anopsia affectant alors tous les méridiens, peut se développer.

C'est dire l'intérêt de sa recherche et de sa correction précise.

— Cette baisse d'acuité s'accompagnant parfois d'une "déformation de l'image," entraîne une tendance à serrer les paupières pour la sténopéisation. Un astigmatisme oblique inclinera la tête pour rectifier cette déformation de l'image, pour la verticaliser.

— Enfin et surtout, le symptôme le plus fréquent est la « fatigue oculaire » due à des petits astigmatismes ; en effet, plus l'erreur réfractive est petite et réduite, plus l'effort d'adaptation est grand et le risque de « fatigue oculaire » élevée.

C'est pourquoi il convient de corriger soigneusement tous les petits astigmatismes responsables de gêne visuelle, d'asthénopie, et de négliger ceux qui sont bien compensés.

— On sous corrige de 0,50 les astigmatismes directs compris entre 0,75 et 2 dioptries, davantage et jusqu'à 1 dioptrie les astigmatismes obliques.

Pour les astigmatismes inverses, les avis sont partagés. On recherchera le confort sans trop diminuer l'acuité.

— En cas d'astigmatisme important, de découverte récente chez un adulte, il convient de procéder par échelons : ne prescrire ou n'ajouter que 0,75 dioptrie, 1 dioptrie maximum lors de chaque consultation.

Si l'on corrige d'emblée l'astigmatisme total, le sujet risque de ne pas supporter ses verres correcteurs.

Le deuxième problème et la deuxième difficulté d'adaptation à une correction d'astigmatisme est l'anisétropie méridionale.

Le sujet se plaint de distorsions et de déformations des images, alors que la correction théorique est parfaite.

*Exemple :*

OD : — 3.00. OG Sphère — 3.00 Cylindre — 4.00 Axe 120°  
— 3.00 (— 4.00) 120° Anisétropie insupportable.

Diminuer la correction cylindrique et augmenter la correction sphérique ; on pourra donc prescrire :

OD : — 3.00  
OG : — 4.00 (— 2.00) 120°

Cette sous correction de l'astigmatisme doit se faire de manière telle que, le cercle de moindre diffusion tombe sur la rétine.

Chez un adulte, n'ayant jamais porté de verres ou n'ayant jamais eu de correction d'astigmatisme, on peut parfois négliger le cylindre et prescrire l'équivalent sphérique.

*Exemple :*

+ 5.00 (+ 2.00) 90° correction théorique  
Prescription d'un sphérique de + 600

L'équivalent sphérique est égal à la somme algébrique de la puissance sphérique et de la moitié de la puissance cylindrique.

Disons, pour terminer, que le très jeune enfant s'adapte parfaitement à toutes les corrections et que l'on peut prescrire jusqu'à 3 dioptries cylindriques en une seule fois.

L'astigmatisme acquis doit faire rechercher une luxation du cristallin ou un kératocone débutant et envisager sa correction par lentille de contact.

#### **IV. LE PRESBYTE ET SA CORRECTION**

La presbytie est la diminution du pouvoir d'accommodation. Elle apparaît habituellement vers 45 ans et entraîne une gêne voire une impossibilité à la lecture ou à l'écriture à une distance de 33 cm. 4 principes :

- la correction de près ne se porte qu'après 45 ans ;
- la correction de près se définit par l'addition, c'est-à-dire le chiffre dont on augmente la correction de loin ; cette addition est identique pour les 2 yeux ;
- la correction de près s'essaie en binoculaire et non œil par œil, car les variations avec chaque œil sont nulles (la différence ne dépasse pas 0,12 dioptrie) ;
- nous utilisons habituellement la règle de Donders pour calculer l'addition de vision rapprochée, en fonction de l'âge.

AGE	Addition nécessaire
45 ans	1.50 dioptrie
48 ans	1.75 dioptrie
50 ans	2.00 dioptries
55 ans	2.50 dioptries
60 ans	3.00 dioptries

## Sur le plan pratique

Après avoir corrigé, si nécessaire, la vision de loin, on demande au sujet de lire en binoculaire un test de l'échelle de Parinaud de près, situé à 33 cm.

Normalement, après avoir mis sur la monture d'essai les verres correspondant à l'âge, il lit facilement le n° 3 et le n° 2.

S'il tend à rapprocher son texte, c'est qu'il y a hypercorrection. Chez certains sujets, la presbyopie peut être parfois inférieure aux chiffres théoriques ; on diminue de 0,50.

A l'opposé, si l'acuité visuelle de près reste insuffisante alors que la vision est normale de loin, c'est qu'il y a hypocorrection ; (on essaiera de préférence d'augmenter de + 0,50 la puissance de L). Ceci peut se voir chez les hypermétropes, nous en reparlerons et chez les sujets de race noire, chez qui la presbytie peut apparaître vers 35 ans.

L'addition sera de toute façon identique aux 2 yeux et jamais inférieure à + 0,75 dioptrie en cas de première prescription.

Les étapes suivantes étant généralement de + 0,50 dioptrie.

La correction du presbyte n'étant pas la même en vision de loin et en vision de près, un certain nombre de possibilités d'équipements s'offrent à eux. Nous allons les analyser, en fonction de l'amétropie.

### 1. Le myope

4 possibilités :

- Une seule paire de lunettes vision de loin, le sujet ôtant ses lunettes pour voir de près.
  - \* en cas de myopie faible (— 1,00, — 1,75) cette compensation en vision de près ne sera que momentanée et le sujet, après 50 ans, sera obligé de porter un multifocal.
  - \* en cas de myopie moyenne (— 2,00, — 3,50), l'accommodation n'est plus sollicitée et peut parfois entraîner des petits problèmes de vision binoculaire (exophorie, insuffisance de convergence).
- Deux paires de lunettes ; l'inconvénient majeur est la gymnastique incessante et pénible, et l'absence de vision moyenne.
- Le double foyer ; il impose au myope une période d'adaptation plus longue qu'à l'hypermétrope, car nous l'avons dit, il est moins tributaire de ses verres pour voir de près. La tolérance d'un double foyer en première prescription est en général bonne, mais 4 défauts inhérents à ce type de verre peuvent être constatés :
  - Un dédoublement d'image au niveau du segment naît du changement d'effet prismatique à la limite des 2 foyers et n'apparaît que si un même objet est vu successivement ou au travers des 2 foyers après relèvement ou abaissement de la tête.
  - Le déplacement apparent des objets ou saut clinique. Quoi qu'on fasse, le regard en VP traverse obliquement les verres ; il y aura donc un effet de prisme (base en bas).
  - La sectorisation de l'espace visuel.
- Le verre progressif : résoud en partie les défauts inhérents aux autres types de correction par :
  - une stabilité des plages de VL et de VP ;
  - une vision d'ensemble sans sectorisation de l'espace.

Nous reverrons dans un chapitre à part, les précautions à prendre avant de prescrire un verre progressif.

- En cas de myopie acquise il faut se garder de diminuer la correction de près.

### 2. L'hypermétrope

2 cas sont à envisager

#### 1. Le fort hypermétrope ou l'hypermétrope corrigé

Nous avons vu les problèmes que posait la correction d'une hypermétropie, qu'elle soit manifeste ou latente. Si cette amétropie statique est parfaitement corrigée en vision de loin, la presbytie se présente-t-elle alors comme chez l'emmetrope ?

En général oui, mais il n'est pas rare d'observer que l'addition nécessaire est d'un moindre degré chez l'hypermétrope. Nous pouvons lui proposer :

- 2 paires de lunettes ; mêmes arguments que pour le myope (gymnastique).
- Un double foyer : les défauts que nous avons énumérés se retrouvent quelle que soit l'amétropie, à la seule différence près que l'adaptation d'un hypermétrope à son D.F. est très rapide et que l'effet prismatique est en haut.
- Un verre progressif.

### 2. L'hypermétrope compensé

Qui ne le découvre que par le biais d'une réfraction à l'âge de la presbytie. En Règle générale :

- Ne pas corriger (ou fort peu) son hypermétropie latente car il est adapté à une compensation constante.
- Corriger sa presbytie comme un émetrope et envisager de changer rapidement de lunettes (1 an) et d'adjoindre très progressivement la correction de son hypermétropie (il se servira assez rapidement de sa vision de près, pour regarder au loin et consultera pour une gêne à la lecture).

### 3. L'astigmate

Mêmes précautions que pour l'hypermétrope. Si l'on s'oriente vers un progressif, savoir que la tolérance est bonne jusqu'à 4 dioptries de cylindre.

### 4. L'emmetrope

Qui n'a comme défaut visuel que la presbytie, supportera :

- soit une seule paire de lunette en vision de près ;
- soit une demi-lune ;
- soit un verre progressif avec un plan sphérique pour la vision de loin.

## VERRES PROGRESSIFS

### ① Caractéristiques

Il serait fastidieux de décrire dans ce chapitre les particularités de tous les verres progressifs.

Les verres progressifs récents ne sont plus uniquement définis sur des critères mathématiques et géométriques, mais sur des données physiologiques et plus particulièrement le respect de la vision binoculaire.

Cette approche de la correction de la presbytie permet de donner au patient un confort maximum dans toutes les situations de vision avec une période d'adaptation réduite.

### ② Précautions avant prescription

- Mesure et correction parfaite de l'amétropie en vision de loin, quand elle existe,
- Correction exacte en vision de près, en évitant toute surcorrection, même de 0,50 dioptrie,
- Examen sommaire de l'équilibre binoculaire par :
  - L'étude de l'amplitude de fusion aux prismes

Divergence de loin	D = 7 à 8	dioptries
Convergence de loin	C = 20 à 25	
Divergence de près	D' = 10 à 15	
Convergence de près	C' = 35 à 40	

- la mesure du punctum proximum de convergence, en faisant fixer des deux yeux la pointe d'un crayon placé bien de face et en notant à quelle distance de la base du nez un œil cesse de suivre le mouvement normal de convergence ; PPC moyen < 10 cm.
- la recherche d'une hyperphorie (par un test à l'écran) c'est-à-dire d'une déviation verticale latente vers le haut, souvent discrète, et ne dépassant pas 2 à 3 dioptries, mais pouvant être décompensée par le port de verres progressifs.

Au total, une certaine prudence devra être observée devant :

- une ésophorie importante avec insuffisance de convergence en vision de près,
- une insuffisance de convergence isolée,
- une phorie verticale non induite par les verres,
- une anisométrie (différence de 1,50 dioptrie entre les 2 yeux), en raison de l'effet prismatique vertical induit en zone de lecture.

## V. LE DOUBLE Foyer A COMPENSATION PRISMATIQUE

*Conditions de prescription du double foyer à compensation prismatique.*

- Presbyte,
- Anisométrope sphérique ou torique  $\geq 1.75$ ,
- Compensation par le sujet de l'aniseïconie induite par le verre (différence de puissance),
- Premier équipement bifocal ou rééquipement après une gêne avec un équipement classique.

*Équipement en double foyer classique fusionné ou progressif.*

Effets secondaires ressentis dans le cas d'un presbyte anisométrope, corrigé avec un double foyer classique :

- Diplopie verticale dans la zone de vision de près,
- Maux de tête, céphalées,
- Nausées,
- Confort en vision de loin, lecture difficile en vision de près. Bonne acuité et confort monoculaire.

*Exemples de corrections*

- Équipement en double foyer classique

OD + 100  
OG - 200

ADD 275  $\Rightarrow$

Hyperphorie induite dans la zone de vision de près = à 3  $\Delta$

— peu importe l'addition

— plus la différence de correction VL sera importante, plus la nécessité d'un double foyer à compensation prismatique se fera ressentir.

- Équipement en double foyer classique ( $\forall$  le type de fusionné)

OD + 300  
OG - 200

ADD 200  $\Rightarrow$

Hyperphorie dans la zone de vision de près = 5  $\Delta$

- Équipement progressif ( $\forall$  le type)

OD + 300  
OG - 100

ADD 200  $\Rightarrow$

Hyperphorie dans la zone de vision de près > 5  $\Delta$

- Attention aux anisométropes toriques

OD + 100 (- 300) 0°  
OG + 100 (- 100) 0°

ADD 200  $\Rightarrow$

Hyperphorie dans la zone de vision de près = 2  $\Delta$

OD + 100 (- 300) 90°  
OG + 100 (- 100) 90°

ADD 200  $\Rightarrow$

Hyperphorie induite dans la zone de vision de près = nulle,

car la puissance du méridien vertical est de + 100 pour OD et OG.

L'anisométrie n'agit que dans le méridien horizontal et est facilement compensée par les muscles.



$$\begin{aligned} \text{OD} - 200 (+ 300) 90^\circ \text{ADD X} &\Rightarrow \\ \text{OG plan} (+ 100) 90^\circ & \end{aligned}$$

Hyperphorie induite dans la zone de VP  
= 2 Δ

Cette fois, le cylindre n'agit pas puisque son axe est à 90°. (La puissance d'un tore n'agit que sur son contre axe, mais l'hyperphorie est induite par la différence de correction sphérique : OD - 200 et plan OG.

$$\begin{aligned} \text{OD} + 300 (+ 100) 0^\circ \text{ADD X} &\Rightarrow \\ \text{OG} + 100 (+ 300) 0^\circ & \end{aligned}$$

aucune hyperphorie induite, car l'anisométrie torique compense l'anisométrie sphérique dans le méridien vertical.

$$\begin{aligned} \text{OF} + 300 (+ 100) 90^\circ \text{ADD X} &\Rightarrow \\ \text{OG} + 100 (+ 300) 90^\circ & \end{aligned}$$

Hyperphorie induite = 2 Δ

$$\begin{aligned} \text{OD} + 100 (+ 100) 0^\circ \text{ADD X} &\Rightarrow \\ \text{OG} + 300 (+ 300) 0^\circ & \end{aligned}$$

Hyperphorie induite très importante car les deux anisométries sphériques et toriques se cumulent  
H = 4 Δ

### Le double foyer à compensation prismatique

Afin de corriger ce défaut dû au verre de lunette lui même, il est possible de réaliser un double foyer à compensation prismatique, qui va rétablir l'équilibre prismatique au niveau de la pastille vision de près.

Cette compensation se réalise uniquement sur l'un des deux verres, et à condition que la différence de correction dans le méridien vertical soit au moins égale à 1,75 dioptrie.

Pour sa prescription, il faut simplement signaler :

FORMULE OD sph (cyl) axe Addition  
OG sph (cyl) axe

Double foyer à compensation prismatique.

Tous les calculs sont réalisés par le fabricant.

Le prisme, réalisé sur la partie inférieure du verre, et sur un seul des deux verres, est pratiquement invisible.

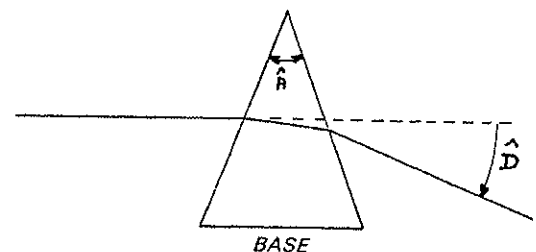
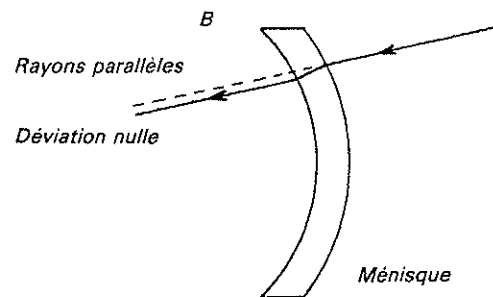
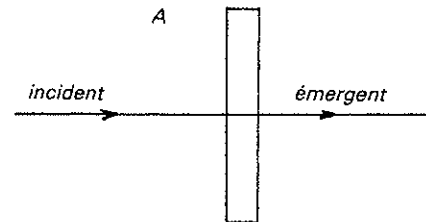
### Le problème optique : le comprendre

Quelques rappels d'optique

Un verre afocal peut se présenter sous l'aspect d'une lame plane (A), ou d'un ménisque (B), mais dans tous les cas, les deux faces sont parallèles.

Dans ce cas, il n'y aura pas d'angle de déviation entre le rayon incident et le rayon émergent.

Imaginons maintenant que les deux faces (dioptries) ne soient plus parallèles. Ils forment un prisme et sa particularité est de dévier le rayon incident vers la base.



D : angle de déviation  
A : angle du prisme

### Cas du verre à foyer

Un verre à foyer peut être assimilé à une succession de prismes de valeur croissante du centre vers le bord. Par conséquent, sur l'axe optique les plans tangents à chaque face sont parallèles. Le prisme équivalent est nul et donc aucune déviation du rayon lumineux émergeant par rapport à l'incident.

Pour un verre de lunette donné, plus on s'éloigne de l'axe, plus le prisme est important.

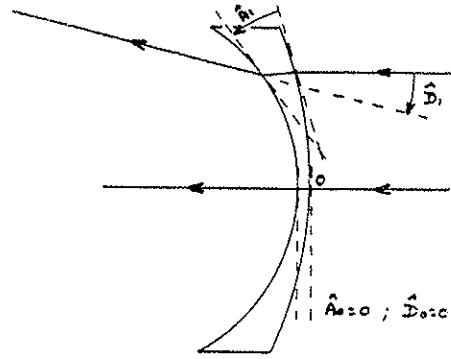
La valeur du prisme donnant la déviation  $\hat{D}$  est :

$$P = d \times DL$$

P : valeur du prisme

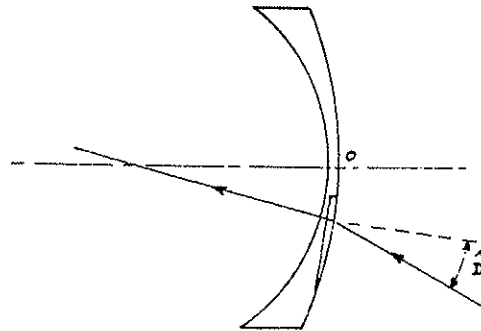
d : distance en cm entre le centre optique et le point d'incidence

DL : puissance de la lentille



### Cas du double foyer

Dans un double foyer, la pastille de vision de près ne peut pas prendre place sur l'axe optique vision de loin. Elle est donc excentrée et subit l'action du dioptré arrière. Un rayon traversant cette zone VP sera dévié en fonction de la puissance de la vision de loin.



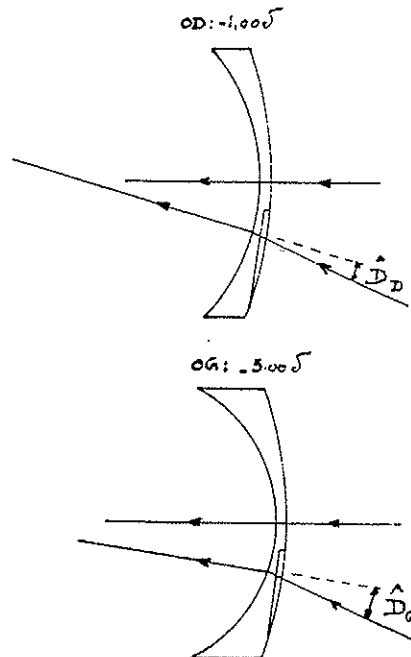
### Cas du couple oculaire

En admettant qu'à l'œil droit un sujet porte  $-1,00$  dioptrie ; le rayon ne passant pas par le centre optique subira une petite déviation vers le bas.

Ce même sujet porte sur l'œil gauche  $-500$  dioptries ; le rayon incident subit une déviation beaucoup plus importante que pour l'œil droit.

Les deux yeux, pour observer à travers cette pastille VP ont la même inclinaison et par conséquent l'œil droit et l'œil gauche auront chacun une image différente.

C'est au prix d'un effort musculaire important, de maux de tête ou d'une neutralisation que le sujet évitera la diplopie.



## **CORRECTION DES ANOMALIES DE LA REFRACTION DE L'ENFANT**

Les techniques d'examen de la réfraction et leur correction chez l'enfant diffèrent de celles adultes, et dépendent surtout de l'âge de l'enfant.

Il existe en effet un âge limite, de 0 à 2 ans, où il est difficile, voire impossible, de chiffrer l'acuité visuelle. La prescription repose alors sur les résultats de la skiascopie qu'il faudra interpréter en fonction de l'âge de l'enfant.

Entre 2 et 5 ans, en période pré-scolaire, l'acuité visuelle peut être chiffrée en s'aidant d'optotypes, mais la prescription de verres de lunettes dépend là encore de la skiascopie sous cycloplégique.

Après 5 ans, la coopération est en général suffisante et la mesure de l'acuité visuelle, la réfraction subjective, sont menées de la même façon que chez l'adulte.

Nous étudierons dans un premier chapitre la spécificité de l'œil de l'enfant, et aborderons dans un deuxième chapitre les anomalies de la réfraction et leur correction suivant l'âge et l'amétropie trouvée.

### **① L'acuité visuelle de l'enfant**

- Au cours de la première année de la vie, on s'attachera à préciser :
  - l'existence d'un réflexe photo-moteur qui doit être vif et rapide.
  - un réflexe d'attraction du regard vers une source lumineuse douce.
  - un réflexe de fermeture des yeux à l'éblouissement avec rejet de la tête en arrière.
- Au cours du premier trimestre, le développement de la vision et des nerfs moteurs de l'œil font disparaître le phénomène des yeux de poupée, tandis qu'apparaît :
  - le réflexe de fixation rapidement complété par le réflexe conjugué des yeux (les deux yeux se dirigent vers un objet bien éclairé situé à 80 cm de l'enfant).

A cet âge, il est impossible d'évaluer l'acuité visuelle de l'enfant.

— Pendant le deuxième trimestre, la synergie oculo-céphalique se précise, les mouvements binoculaires sont stabilisés. Son acuité visuelle est médiocre : de 1/10<sup>e</sup> à 1/30<sup>e</sup>.

— Pendant le troisième trimestre, la coordination pratique œil-main se développe, l'AV est estimée à 2/10<sup>e</sup>.

Au cours des années suivantes, se pose la mesure de l'acuité visuelle. Pour la mesurer on a recours aux optotypes, objets ou images présentant un détail caractéristique avec une ouverture angulaire calculée en minute d'arc dont on étudie la limite inférieure.

Echelles de :			
SNELLEN		MONOYER	Ouverture angulaire en minutes d'arc
Pieds	Mètres		
20/20	6/6	10/10	1
20/25	6/7,9	—	1,25
20/30	6/9	8/10	1,50
20/40	6/12	5/10	2
20/50	6/15	4/10	2,50
20/60	6/18	0,33	3
20/70	6/21	0,29	3,50
20/80	6/24	0,25	4
20/90	6/27	—	4,50
20/100	6/30	2/10	5
20/200	6/60	1/10	10
20/400	6/120	1/20	20

Il faut se rappeler qu'un enfant normal ne répond pas aux tests 10/10<sup>e</sup> avant 5 ans, et qu'avant cet âge une acuité de 8/10<sup>e</sup> (à condition qu'elle soit bilatérale et symétrique) est physiologique.

Age	Acuité visuelle approximative	Méthode d'examen
Naissance → 1 mois	2/10 à 5/10	Nyst. optocinétique PÉV CORTICAUX
2 à 10 mois	≥ 5/10	Examen clinique : ● réflexe de fixation ● réflexe de poursuite de la lumière
1 an à 2 ans 1/2	5/10 à 8/10	Possibilité de voir ou de reconnaître des objets familiers
2 ans 1/2 à 3 ans 1/2	8/10	Optotypes : ● ROSSANO ou ROS-SANO-WEISS ● SHERIDAN
3 ans 1/2 à 5 ans 1/2	8/10 à 10/10	Echelles de SNELLEN ROSSANO
Après 5 ans	10/10	Echelles de MONOYER Test de PARINAUD

## ② Technique de réfraction

La prescription de verres de lunettes chez un enfant dépend essentiellement des résultats de la skiascopie.

Cette skiascopie ne peut se faire que sous cycloplégie prolongée ; le premier intérêt est d'éviter les modifications de l'accommodation lorsque l'enfant fixe un point.

La cycloplégie est considérée comme suffisante si l'accommodation résiduelle est inférieure à 2 dioptries.

Le deuxième intérêt majeur de la cycloplégie est une paralysie temporaire du tonus du muscle ciliaire.

L'hypermétropie totale de l'enfant résulte de l'association de l'hypermétropie latente et de l'hypermétropie manifeste.

Cette hypermétropie latente ou tonus de base du muscle ciliaire est beaucoup plus élevée chez l'enfant que chez l'adulte.

> 1,75 dioptrie chez l'enfant de moins de 5 ans, elle passe à 1 dioptrie chez l'enfant de 10 ans.

C'est pourquoi, il faut préserver ce tonus de base du muscle ciliaire lors de la prescription de verres correcteurs chez un hypermétrope, et retirer 1 à 2 dioptries du chiffre de la skiascopie corrigée.

Nous parlons bien évidemment de l'enfant orthophorique ne présentant aucune anomalie de la vision binoculaire.

## ③ Cycloplégiques habituellement utilisés

— Le plus communément prescrit est le suflate neutre d'atropine dosé à 0,30 % chez les enfants de moins de 2 ans, surtout s'ils sont peu pigmentés, au rythme de 2 instillations par jour pendant 5 jours.

— La concentration à 0,5 % est utilisée chez les enfants de plus de 2 ans ou chez les mélanodermes.

- En cas d'allergie à l'atropine, on peut utiliser :
  - soit l'homatropine à 2 % instillée toutes les 10 mn pendant une heure,
  - soit le skiacol à 1 ou 2 %, instillé 3 fois toutes les 10 mn ; la réfraction sera faite en principe 45 mn après la dernière goutte.
- Il est indispensable de compléter la skiascopie par un essai de verres sous cyclopégie.

#### ④ Anomalies de la réfraction de l'enfant

Les erreurs réfractives de l'enfant ont une détermination génétique, mais il existe de nombreux facteurs héréditaires difficiles à évaluer.

Habituellement les grandes anomalies réfractives sont récessives, et les discrètes anomalies, dominantes.

L'œil de l'enfant augmente surtout de longueur pendant les premières années de la vie, et passe de 17 mm à la naissance à 24 mm vers l'âge de 8 ans sans grande modification de la réfraction.\*

Théoriquement, il devrait y avoir 30 dioptries réfractives de différence ; en fait l'accroissement de la longueur axiale du globe est compensée par les modifications des rayons de courbure de la cornée, et du cristallin.

Le nouveau-né, hypermétrope de 2 à 3 dioptries voit son amétropie diminuer et disparaître entre 7 et 14 ans.

⑤ **Tableau de croissance du globe :** Voir page suivante.

## ENFANTS A L'AGE DE 2 ANS

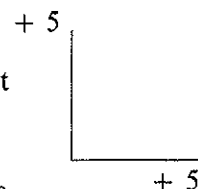
### I. Hypermétropie

Le monde de l'enfant et ses besoins visuels sont limités à son entourage immédiat.

Cette amplitude varie habituellement de 20 cm à 2 mètres.

*Exemple :*

Une réfraction brute de + 5 dioptries (en skiascopie corrigée) d'hypermétropie peut être un obstacle au développement d'une bonne fonction visuelle.



Pour focaliser les objets sur la rétine, l'enfant doit accommoder d'environ 10 dioptries et ceci peut être un handicap sur sa réserve accommodative.

Une prescription de verres de lunettes de 2 dioptries de moins que la réfraction trouvée à la skiascopie, soit + 3,00 dioptries sphériques, est recommandée dans ce cas.

Devant des anomalies de réfraction plus fortes en puissance, on peut être amené à soustraire plus de 2 dioptries du résultat brut trouvé à la skiascopie ; on ne doit jamais laisser un enfant avec plus de 4 dioptries hypermétropiques non corrigées.

En l'absence d'autres anomalies oculaires, une erreur réfractive inférieure à 3 dioptries ne justifie pas de verres correcteurs.

Un astigmatisme supérieur à + 0,75 dioptrie doit être inclus dans la prescription.

Un enfant ayant plus de 2,50 dioptries d'hypermétropie doit être réexaminé rapidement si l'entourage remarque une modification du comportement ou bien une discrète déviation oculaire.

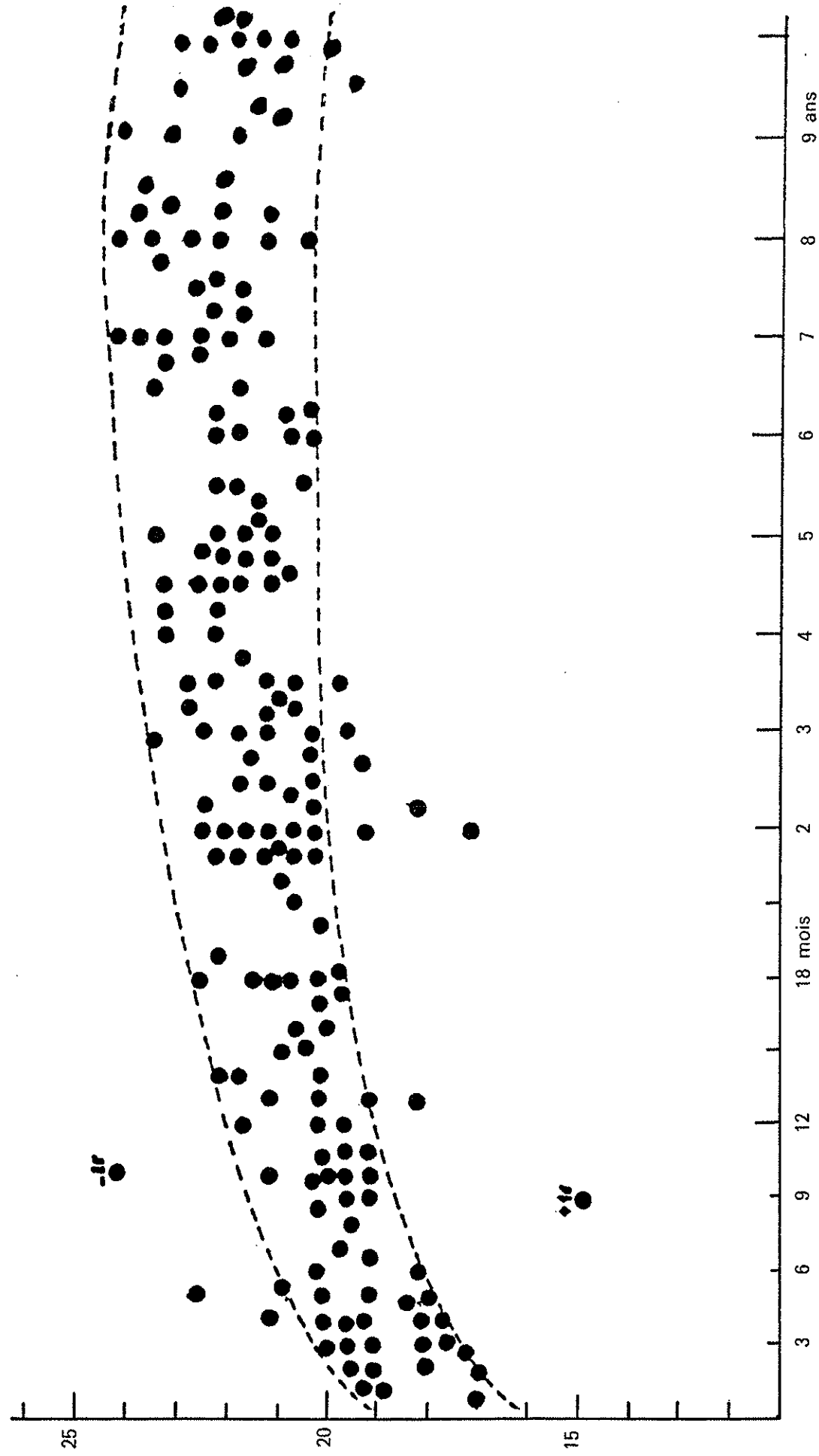
### II. Myopie

Un enfant peut supporter une myopie de — 2,00 dioptries sans correction.

Ce niveau de myopie lui permet raisonnablement une vision correcte jusqu'à 2 mètres.

YEUX NORMAUX

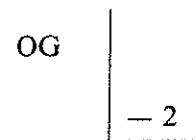
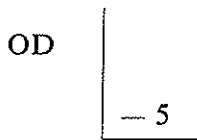
mm



Croissance des yeux normaux.  
Entre 0 et 10 ans. A propos de 183 globes. POUJOL J.



### Exemple



La prescription : OD — 4  
OG : — 1

La correction astigmatique sera également incluse dans la prescription.

S'il y a plus de 0,75 dioptrie d'astigmatisme sur un seul œil, des lunettes avec la correction totale de l'astigmatisme sont indispensables pour prévenir une amblyopie.

De la même façon, si les 2 yeux sont astigmatés mais avec une différence entre les deux de 0,75 dioptrie, une correction optique s'impose pour éviter le déséquilibre.

L'astigmatisme dans chaque œil doit être corrigé de façon à ne pas laisser plus de 0,50 dioptrie d'imprécision.

### Exemple :

Si après une difficile skiascopie, on trouve



La prescription pourrait être : OD + 2,00 (+ 1) 45°  
OG + 0,50 (+ 3,50) 135°

**EXPLICATION :** Correction totale des 2 astigmatismes

Si l'anisométrie est très forte, une adaptation par verres de contact peut être nécessaire.

Une amblyopie par anisométrie peut être prévenue et guérie par le port constant de lunettes ou de verres de contact de puissance appropriée.

Une occlusion est parfois nécessaire.

## ENFANTS D'ÂGE PRÉ-SCOLAIRE DE 2 A 5 ANS

Les enfants à cet âge sont nettement plus faciles à examiner ; ils s'intéressent aux dessins et jouets, et sont capables d'exprimer une gêne spécifique. Ils peuvent identifier les dessins de l'échelle de ROSSANO, et un examen subjectif, associé à un examen objectif, apportera une bonne idée sur la réfraction.

L'acuité visuelle sera déterminée avant et après skiascopie, et l'on saura s'il existe ou non une amblyopie.

Devant une amblyopie et une anomalie évidente de la réfraction, le premier traitement est de porter la correction exacte, et de refaire une acuité visuelle après quelques jours de port de lunettes.

Si les tests d'acuité visuelle sont mal reconnus, la skiascopie à la limite de la normale, une surveillance avec réfraction sous cycloplégique doit être répétée dans le temps.

De jeunes enfants peuvent être intimidés lors du premier examen, ou être surpris par les tests présentés ; les réponses seront bien meilleures aux examens suivant dès que l'enfant sera familiarisé avec les tests et l'environnement du cabinet de consultation.

Rarement, une petite anomalie astigmaté (0,75 dioptrie ou moins) peut être la cause d'une gêne de la vision.



Chez ces enfants, si les signes fonctionnels sont plausibles, une correction par verres de lunettes peut être envisagée.

Il arrive bien souvent, qu'à l'âge adulte, l'acuité visuelle soit de 10/10<sup>e</sup> sans correction avec disparition complète des troubles.

Les signes fonctionnels les plus souvent rencontrés à cet âge :

- vision floue
- vision double
- vision déformée
  
- *La vision floue*

Il est difficile de savoir chez un jeune enfant si la vision est floue en vision de loin, de près, ou les deux.

Devant une skiascopie normale ou inférieure à + 3,00 dioptries d'hypermétropie, ou < 0,75 dioptrie d'astigmatisme, le port de verres est inutile.

Il est fréquent d'avoir une impression de vue brouillée en vision de loin après s'être concentré sur un objet rapproché.

Cette impression fugace en vision de loin disparaît après quelques secondes et est en rapport avec un spasme d'accommodation.

Les parents sont habituellement rassurés de savoir que le symptôme est le résultat d'une trop lente décontraction cristallinienne.

Le problème est différent s'il existe une phorie associée.

- *La vision déformée*

Un enfant peut se plaindre auprès de sa mère, ou de sa « maîtresse », qu'il les voit déformées.

Cette illusion est due aux variations rapides de la convergence et de l'accommodation.

Il n'y a habituellement pas d'anomalies réfractives chez ces enfants.

- *La vision double*

C'est également un motif fréquent de consultation et d'inquiétude des parents.

En l'absence d'anomalies oculaires, une diplopie horizontale est le résultat d'une adaptation de l'enfant à son processus de fusion.

C'est le manque d'amplitude de fusion qui est responsable de la diplopie lorsque l'enfant passe de la vision de loin à la vision de près, et inversement.

Cette diplopie est physiologique et il n'y a aucune indication de traitement dans ce cas là.

## **I. Hypermétropie**

Un enfant avec une hypermétropie de 3 à 4 dioptries, une acuité visuelle normale, sans signes fonctionnels, n'a pas besoin de lunettes.

Au delà de 4 dioptries, on retirera 2 dioptries de sphère au chiffre total trouvé en skiascopie. L'astigmatisme total, s'il existe, sera corrigé.

S'il existe des signes fonctionnels oculaires (gêne, irritation conjonctivale, douleurs oculaires, maux de tête) apparaissant plutôt le soir, il faut considérer à la fois le problème général et les résultats de l'examen oculaire avant de prescrire.

Il n'est pas toujours facile dans ce contexte de rattacher le problème oculaire à l'erreur réfractive.

Dans ce cas, même si l'hypermétropie est inférieure ou égale à 3 dioptries, on peut prescrire une correction en prenant comme chiffre la moitié de l'hypermétropie, et la correction complète de l'astigmatisme s'il existe.

Les verres de lunette seront portés moins souvent, et éventuellement abandonnés dès que le contexte général sera plus favorable.

A cause de la croissance de l'œil de l'enfant, le degré d'hypermétropie diminue avec l'âge, et la puissance des verres est progressivement réduite, et éventuellement le port de lunette arrêté.

## **II. Myopie**

On peut tolérer jusqu'à l'âge de 5 ans une myopie d'une dioptrie non corrigée ; ceci permet une acuité visuelle de loin de 5/10<sup>e</sup>, niveau suffisant pour les activités de cet âge.

Un chiffre plus important demande une correction complète de la myopie, et de l'astigmatisme.

Un examen annuel est conseillé pour changer les verres et les adapter à l'accroissement de la myopie.

## **III. Astigmatisme**

En dessous d'une dioptrie de cylindre, la vision est peu altérée, et la plupart des enfants n'ont pas besoin de correction.

Devant les mêmes signes fonctionnels que ceux décrits pour l'hypermétropie, une correction même de 0,75 dioptrie peut être utile.

Entre 1 et 2 dioptries, le port de lunette peut n'être conseillé que lorsque l'enfant fait un travail précis.

Les astigmatismes de plus de 2 dioptries seront totalement corrigés et le port de verres continu.

Un examen annuel est souhaitable.

## **IV. Anisométrie**

Quand un enfant, examiné pour la première fois a + 1,50 dioptries d'anisométrie hypermétropique, sans amblyopie, la décision de porter une correction dépend des signes oculaires.

En l'absence de signes fonctionnels, on peut se contenter d'une surveillance bi-annuelle.

Devant une amblyopie, des lunettes seront prescrites pour corriger l'anomalie réfractive, et portées 6 semaines.

S'il n'y a aucune amélioration de l'acuité visuelle, un traitement spécifique de l'amblyopie sera entrepris en commençant par l'occlusion.

Au delà de 2 dioptries d'anisométrie, des verres seront prescrits pour essayer de maintenir la fusion.

Les précautions avant prescription sont les mêmes que pour l'enfant de 2 ans.

Il faut retirer + 1,50 dioptries du chiffre trouvé en skiascopie pour chaque œil.

L'anisométrie sera complètement corrigée dans des anisométries > 5 dioptries.

Les lentilles de contact sont plus utiles que les verres de lunettes. L'enfant les accepte plus facilement, et les performances visuelles (diminution de l'aniséiconie) sont bien meilleures.

## **LES ENFANTS D'AGE SCOLAIRE**

Après 5 ans, l'enfant est capable de participer activement à l'examen ophtalmologique.

A cet âge, l'acuité visuelle en vision de loin à l'échelle de SNELLEN es 20/20 ou 20/25, ce qui correspond à 9/10<sup>e</sup> et 10/10<sup>e</sup> de l'échelle de MONOYER.

Il est surprenant que des enfants ayant 8/10<sup>e</sup> du meilleur œil insistent et se plaignent de troubles visuels, alors qu'inversement des enfants ayant entre 1 et 4/10<sup>e</sup> d'acuité prétendent qu'ils n'ont aucun trouble.

La plus grande difficulté de l'ophtalmologiste examinant un enfant qui présente une baisse d'acuité visuelle est de faire la part des troubles fonctionnels et organiques.

Après un examen oculaire complet, la consultation se termine par une réfraction sous cycloplégique.

Habituellement, l'anomalie de réfraction trouvée en skiascopie correspond à la baisse d'acuité visuelle brute ; la correction du déficit par verres de lunette permet de trouver à la consultation suivante une acuité visuelle normale.

Si l'acuité ne remonte pas après correction appropriée, il faut suspecter une amblyopie en gardant toujours à l'esprit une simulation possible.

Enfin, l'anomalie réfractive, mesurée en skiascopie, peut être minime, et ne pas expliquer à elle seule la baisse de l'acuité visuelle.

Si celle-ci remonte après port de lunette, c'est que l'enfant avait mal compris, ou simulé lors du 1<sup>er</sup> examen.

Si elle reste abaissée, il faut penser à une amblyopie, et faire un bilan électrophysiologique, et neuro-ophtalmologique complet.

Ce bilan est indispensable si, après occlusion du bon œil, on ne constate aucune amélioration de l'acuité visuelle.

## **I. Hypermétropie**

A mesure que le travail scolaire s'intensifie, l'effort d'accommodation augmente.

Ici, une réfraction de + 3 dioptries en skiascopie peut expliquer une partie des signes de fatigue oculaire.

Si les lunettes sont prescrites, elles le seront d'environ la moitié du chiffre de la skiascopie avec correction complète de l'astigmatisme.

Des hypermétropies supérieures à 3 dioptries seront corrigées en enlevant 2 dioptries du chiffre trouvé à la skiascopie.

L'enfant sera examiné une fois par an.

Le temps de port sera fonction de la symptomatologie fonctionnelle, et du degré de l'hypermétropie.

## **II. Myopie**

L'enfant myope peut ne pas avoir de signes d'appel.

Il ne se plaindra pas de sa mauvaise vision si l'apparition de la myopie est insidieuse, et s'il plisse les yeux pour avoir une meilleure vision de loin.

La myopie est très souvent découverte en milieu scolaire, soit lors d'un examen systématique obligatoire, soit par le professeur qui remarque les difficultés de l'enfant à lire le tableau.

Si la myopie est associée à un astigmatisme, la symptomatologie fonctionnelle est plus souvent bruyante.

Une myopie supérieure à 0,75 dioptrie doit être corrigée complètement pour permettre à l'enfant de bien lire le tableau.

Si l'acuité visuelle se situe entre 3 et 5/10<sup>e</sup>, les lunettes seront portées à l'école, devant la télévision, etc...

Si l'acuité visuelle est égale ou inférieure à 2/10<sup>e</sup>, les lunettes seront portées constamment.

La surveillance sera annuelle car la myopie est souvent évolutive.

## **III. -Astigmatisme**

Pas de correction devant un astigmatisme < 0,50 dioptrie sans symptômes fonctionnels, ni baisse d'acuité visuelle.

Les enfants ayant un astigmatisme entre 0,50 et 1 dioptrie ont souvent des plaintes fonctionnelles plus importantes que lors d'astigmatisme de degré élevé.

La correction doit être complète.

Si le cylindre est supérieur à 1,50 dioptrie, la tolérance est bonne, et la correction bien tolérée.

Au delà de 3 dioptries, l'enfant portant ses lunettes pour la première fois peut se plaindre de distorsion des objets.

Le phénomène disparaît rapidement à condition de porter les verres toute la journée.

#### **IV. Anisométrie**

Une amblyopie est souvent associée à l'anisométrie sphérique (différence + 1,50 dioptrie) ou cylindrique (différence d'une dioptrie).

C'est évidemment l'œil ayant la plus grande erreur réfractive qui est atteint.

Le port de lunette et un traitement par occlusion sont souvent nécessaires.

En l'absence d'amblyopie, on ne corrigera l'anisométrie que s'il existe des troubles fonctionnels (inconfort, fatigue, maux de tête à la lecture prolongée).

L'enfant plus âgé tolère moins une correction anisométrique que le jeune enfant.

Comme dans les cas précédents, on préférera une correction par lentilles de contact si l'anisométrie est supérieure à 5 dioptries.

## 5<sup>e</sup> PARTIE

# Les verres ophtalmiques

Principes simples .....	112	1. Les sphériques .....	113
A. Les matières .....	112	2. Les verres astigmatés .....	114
B. Les géométries des dioptries .....	112	D. Influence des paramètres .....	114
C. Les verres optiques classiques ....	113	1. Influence de l'indice .....	114
		2. Influence de la constringence	115

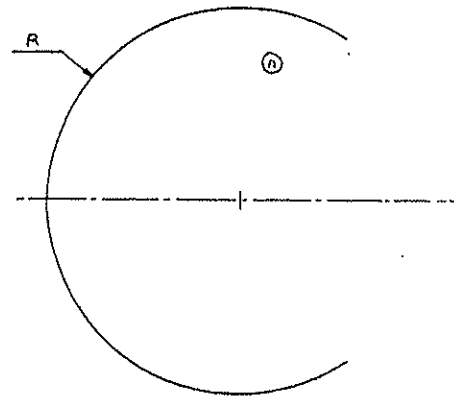
## PRINCIPES SIMPLES

La puissance d'un verre de lunettes dépend de la matière utilisée et de la géométrie donnée à celle-ci.

On sait que la puissance d'un dioptré sphérique de rayon  $R$ , d'indice  $n$ , plongé dans l'air est :

$$D = \frac{n - 1}{R}$$

Etudions séparément ces deux paramètres fondamentaux.



Donc, la puissance est fonction  
 • de la matière →  $n$  indice  
 • de la géométrie →  $R$  rayon de courbure

### A. Les matières

Deux grandes familles de matières :

- Organique
- Minéral (qui est la plus diversifiée).

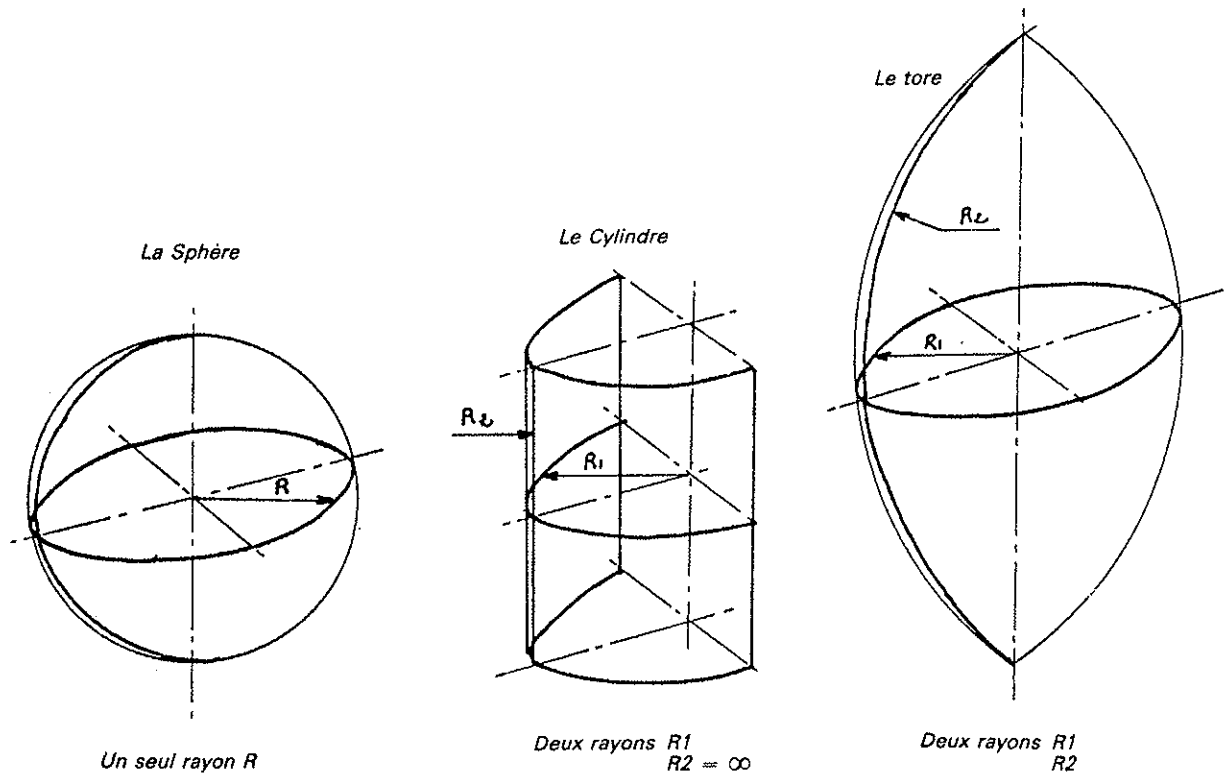
#### Caractéristiques physiques

		INDICE	MASSE VOLUMIQUE	CONSTRINGENCE	FILTRE UV
ORGANIQUE		1,503	1,30 (g/cm <sup>3</sup> )	57,8	350 nm
MINÉRAUX	CROWN	1,525	2,54	59,2	280
	CROWN UV	1,525	2,54	59,2	330
	PHOTOCHROMIQUES	1,525	2,41	57	330
	MOYEN INDICE	1,604	2,60	41,3	330
	FORT INDICE	1,700	3,19	35 à 42	330

### B. Les géométries des dioptrés

- La sphère : 1 seul rayon  $R$ , donc 1 seule puissance.
- Le cylindre : 2 rayons                      donc 2 puissances
  - $R_1$      $D_1$  associée à  $R_1$
  - $R_2 = \infty$                                        $D_2$  associée à  $R_2$

- Le tore : 2 rayons de courbure  $R_1$  et  $R_2$   
donc 2 puissances.  
Dans l'exemple ci-dessous,  $R_2 > R_1$  donc  $D_1 > D_2$



## C. Les verres optiques classiques

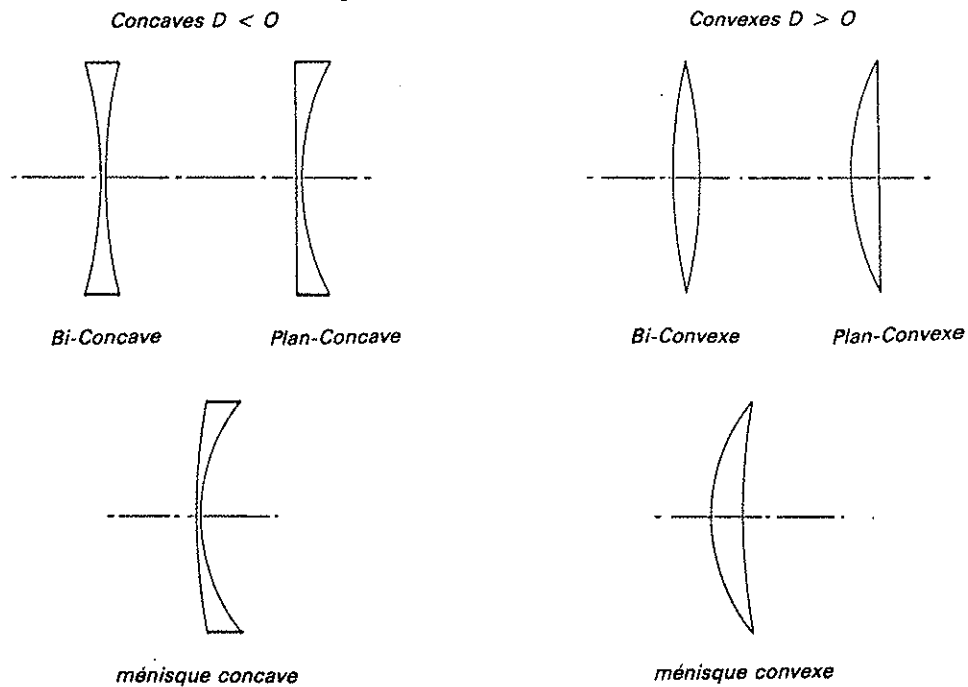
### 1. Les sphériques

- Concaves :  $D < 0$

On utilise essentiellement les ménisques (meilleure qualité de l'image).

- Convexes :  $D > 0$

On utilise essentiellement les ménisques.



## 2. Les verres astigmatiques

Rappel :

- Les sphéro-cylindriques
- Les sphéro-toriques.

Les sphéro-cylindriques

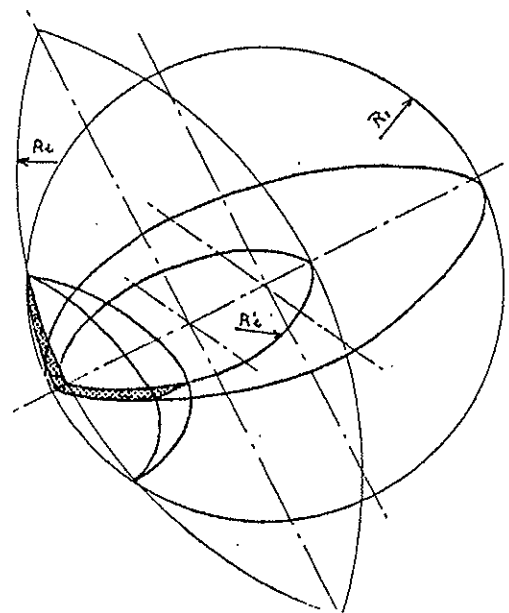
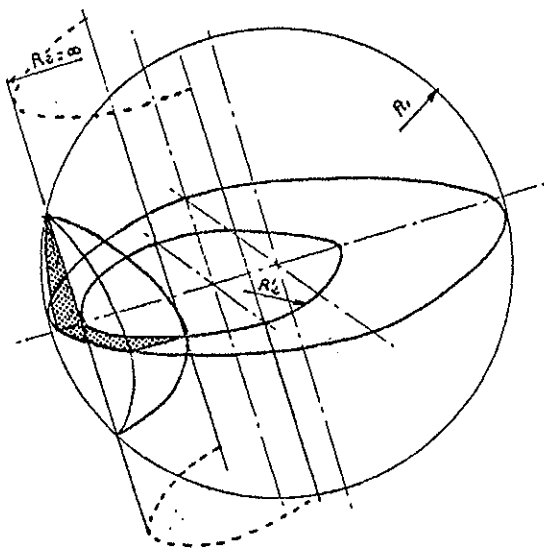
$$D = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{n-1}{R_1}$$

$$D' = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2'} \right)$$

Les sphéro-toriques

$$D = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

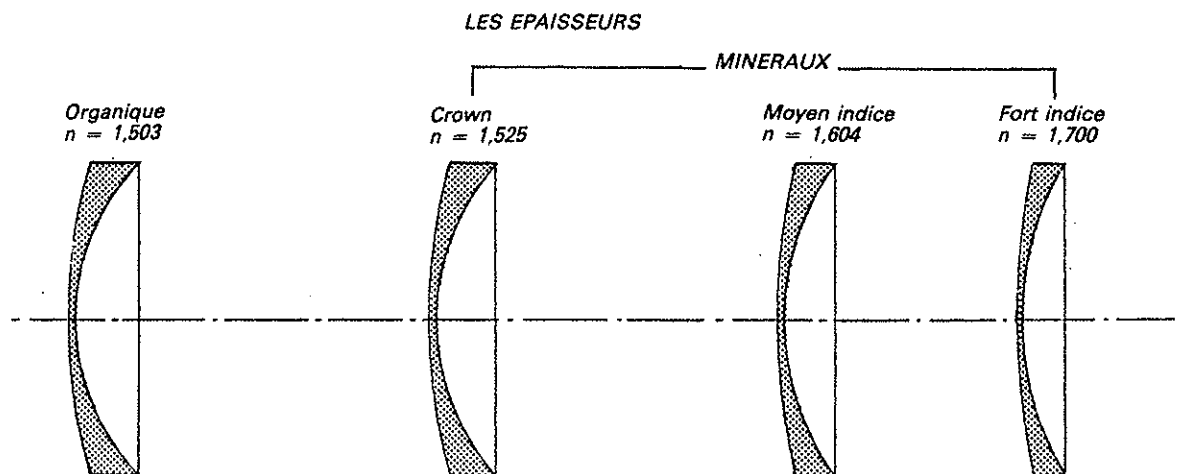
$$D' = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2'} \right)$$



## D. Influence des paramètres

### 1. Influence de l'indice

Soit un ensemble de verres de puissance égale à  $-6,00$  dioptries, surfacées dans chacune des matières organique et minérale.



Etude comparative de 4 verres de puissance  $-6$  dioptries d'indices différents



On constate que plus l'indice augmente, plus l'épaisseur diminue car on sait que :

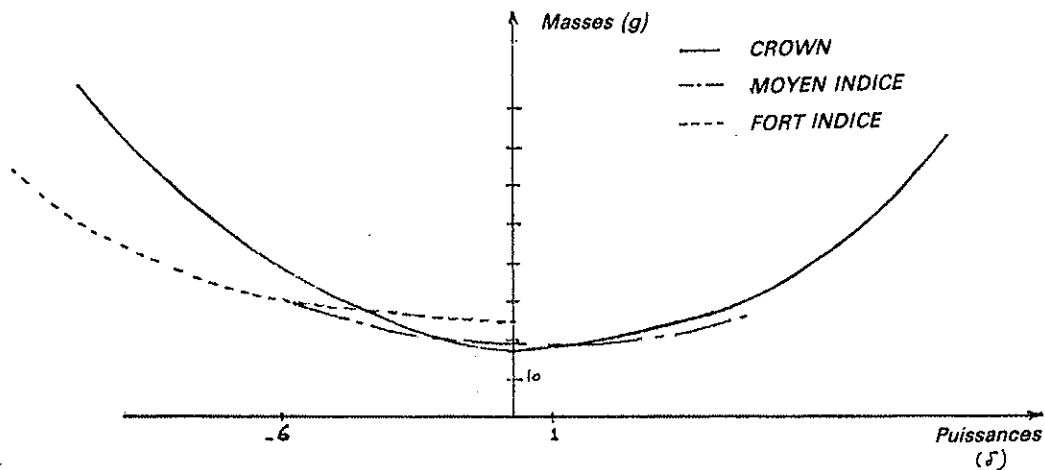
$$D = \frac{n - 1}{R}$$

Donc si  $n \nearrow$  alors  $R \nearrow$  pour que  $D$  reste constante.

Donc l'épaisseur diminue, donc le volume de verre diminue, donc la masse du verre diminue, SI LA DIMINUTION DU VOLUME EST SUFFISANTE POUR COMPENSER L'AUGMENTATION DE LA MASSE VOLUMIQUE.

### Exemple

Pour un crown d'indice  $n = 1,525$  et de masse volumique  $2,54 \text{ g/cm}^3$   
si on passe à un fort indice  $n = 1,700$  et de masse volumique  $3,19 \text{ g/cm}^3$   
on constate une augmentation de près de 25 % de la masse volumique.

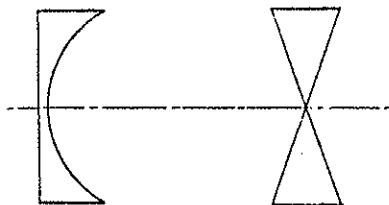


## 2. Influence de la constringence

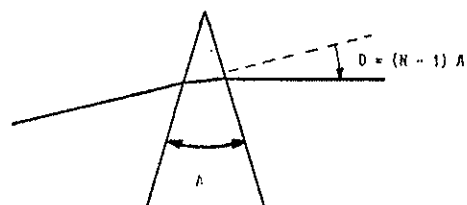
- Elle caractérise la dispersion chromatique de la matière (inversement proportionnelle).
- Plus elle est faible, plus la dispersion chromatique est importante.
- Les schémas montrent pourquoi on n'utilise qu'exceptionnellement les forts indices chez les hypermétropes en général.
- Ceci explique la grande sensibilité des hypermétropes à la dispersion chromatique alors que les myopes ne s'en plaignent que rarement.

### CONSTRINGENCE

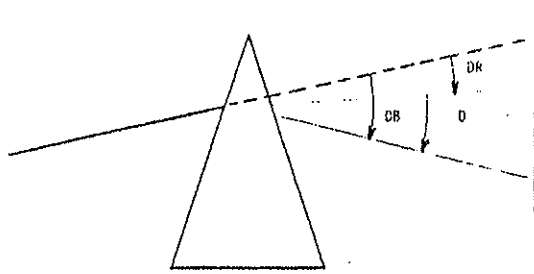
#### VERRES CONCAVES



#### PRISME



Dispersion Chromatique



Rouge DR = (Nr - 1) A  
 Jaune D  
 Bleu DB = (NB - 1) A  
 Δ D = DB - DR = (NB - NR) A

Constringence = D / ΔD = √d

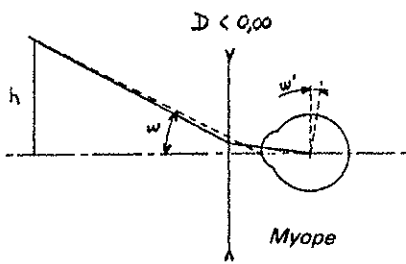
$$\sqrt{d} = \frac{N_d - 1}{N_f - N_c}$$

Pour le Top 35

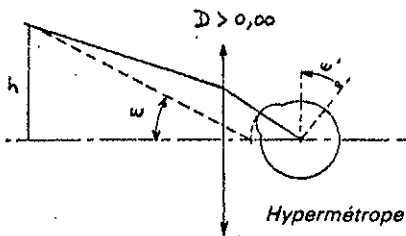
$$\sqrt{d} = \frac{1,700 - 1}{1,714 - 1,694} = \frac{0,7}{0,02} = 35$$

Références :

- Raie bleue hydrogène = 486 n-m
- Raie rouge hydrogène = 656 n-m
- Raie jaune sodium = 581 n-m



Pour un même objet :  
 $W' \text{ myope} < W' \text{ hypermétrope}$



Conclusion

Pour un même objet :  $W' m < W' h$   
 Effet prismatique :  $P_m < P_h$  ( $P = d \times D$ )  
 Donc, pour une même constringence :  $D_m < D_h$ , meilleure qualité d'image pour le myope/hypermétrope

