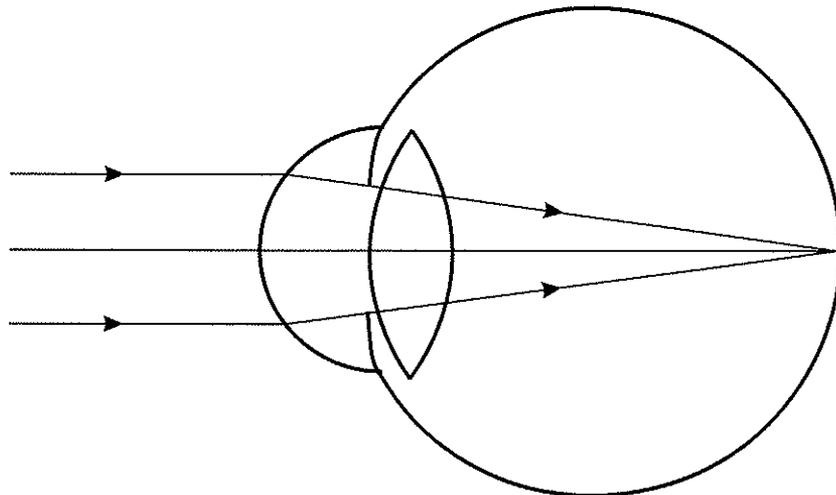


Claire Monin - Jean Pierre Loyer

# Les bases de la réfraction

TOME 2



# Les bases de la réfraction

Claire Monin

(Praticien hospitalier au CHNO des Quinze-Vingts)

Jean-Pierre Loyer

(Ancien assistant 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

Le succès des “Bases de la Réfraction” auprès des étudiants en ophtalmologie nous a conduit à rédiger ce second ouvrage.

Le 1<sup>er</sup> Tome était consacré aux notions d’optique géométrique, à la correction optique et aux règles générales de prescription des verres ophtalmiques.

Ce 2<sup>e</sup> Tome traite du couple oculaire et des mouvements binoculaires. Ce n’est pas un précis de strabologie.

Après un bref rappel anatomique et physiologique, nous abordons les thèmes suivants : *l’accommodation, la vision binoculaire et la convergence.*

Nous terminons par une application clinique pratique servant à aider les étudiants en ophtalmologie au « décodage » du bilan orthoptique et ses sigles.

Nous tenons à remercier la société BB GR qui a pris en charge l’impression et la diffusion de ce document.

Nous remercions également Monsieur François SENILLON, opticien, Mesdames ARNAUD, DEBBASCH, MATTRAY et SAURET, orthoptistes au C.H.N.O. des XV-XX pour leur aide à la rédaction de certains chapitres.

Claire MONIN  
Jean-Pierre LOYER



## 1<sup>er</sup> CHAPITRE

### Rappels anatomiques et physiologiques

I - ANATOMIE DU GLOBE OCULAIRE	9
II - ORGANISATION DES FIBRES VISUELLES	12
III - ANATOMIE DES MUSCLES OCULO-MOTEURS ET DES NERFS OCULO-MOTEURS	14
IV - PHYSIOLOGIE : CINÉTIQUE DU GLOBE OCULAIRE	18
A - Mouvements monoculaires : ductions	18
B - Mouvements binoculaires	19
1°) Version	20
2°) Vergence	21
3°) Deux grands types de mouvements oculaires : rapides et lents	21

## 2<sup>e</sup> CHAPITRE

### L'accommodation

I - INTRODUCTION	23
II - PHYSIOLOGIE DE L'ACCOMMODATION ET INNERVATION	24
III - PARCOURS D'ACCOMMODATION - AMPLITUDE D'ACCOMMODATION - PRESBYTIE	26
A - Définition : Punctum REMOTUM	26
Punctum PROXIMUM	27
Amplitude d'accommodation	28
B - L'amplitude d'accommodation et l'âge	30
IV - PATHOLOGIE	31
A - Parésies de l'accommodation	31
B - Spasmes d'accommodation	32
C - Accommodotomie	33

## 3<sup>e</sup> CHAPITRE

### La vision binoculaire

I - PREMIER DEGRE : VISION SIMULTANEE	36
II - DEUXIEME DEGRE : FUSION	37
- Notion de diplopie physiologique	38
- Notion de diplopie pathologique	39
III - TROISIEME DEGRE : VISION STEREOSCOPIQUE	40
1°) Stéréotest de Wirt	42
2°) Test T.N.O.	43
IV - CORRESPONDANCES RETINIENNES	44
V - LES AIRES DE PANUM - LES HOROPTERES	46
VI - APPLICATION CLINIQUE PRATIQUE	48
1°) Le monophthalme	48
2°) Les critères d'une vision binoculaire normale	48
3°) Les diplopies binoculaires	48

## 4<sup>e</sup> CHAPITRE

### La convergence

INTRODUCTION	51
I - PHYSIOLOGIE	53
II - LES DIFFERENTES CONVERGENCES	54
A - La convergence volontaire	54
B - La convergence involontaire	54
1°) La convergence Tonique : T	54
2°) La convergence Fusionnelle : F	57
3°) La convergence Accommodative : AC	58
* Définition	58
* Mesure du rapport AC/A	59
* Résultats	59
4°) La convergence Proximale ou Psychique : P	60

<i>RECAPITULATIF DU ROLE DES QUATRE COMPOSANTES DE LA CONVERGENCE INVOLONTAIRE</i>	61
<i>III - EXAMEN ET MESURES DE LA CONVERGENCE</i>	62
<i>A - Punctum Proximum de convergence : P.P.C.</i>	62
<i>B - Convergence : unités de mesure</i>	64
<i>C - Mesure de l'amplitude relative de convergence</i>	66
1°) <i>Amplitude en convergence (Prismes)</i>	66
2°) <i>Amplitude en divergence (Prismes)</i>	67
3°) <i>Résultats</i>	68
<i>IV- APPLICATIONS CLINIQUES : PATHOLOGIE</i>	69
<i>A - L'insuffisance de convergence</i>	69
<i>B - L'excès ou spasme de convergence</i>	71
<i>C - Les hétérophories décompensées</i>	72
1°) <i>L'ésophorie</i>	72
2°) <i>L'exophorie</i>	73
3°) <i>L'hyperphorie décompensée</i>	74
4°) <i>Les cyclophories-tropies</i>	75
<i>D - La paralysie de la convergence</i>	75

## *5<sup>e</sup> CHAPITRE*

### **Application clinique pratique**

<i>I - L'EXAMEN OPHTALMOLOGIQUE</i>	77
<i>II - L'EXAMEN ORTHOPTIQUE</i>	79
<i>A - Mémento pratique</i>	79
<i>B - Bilan orthoptique d'une hétérophorie</i>	81
<i>C - Bilan orthoptique d'une paralysie oculomotrice</i>	82
<i>D - Bilan orthoptique d'une insuffisance de convergence pure</i>	85
<i>E - Bilan orthoptique d'une hétérophorie + insuffisance de convergence</i>	87



# RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

## ANATOMIE DU GLOBE OCULAIRE ET DES VOIES OPTIQUES

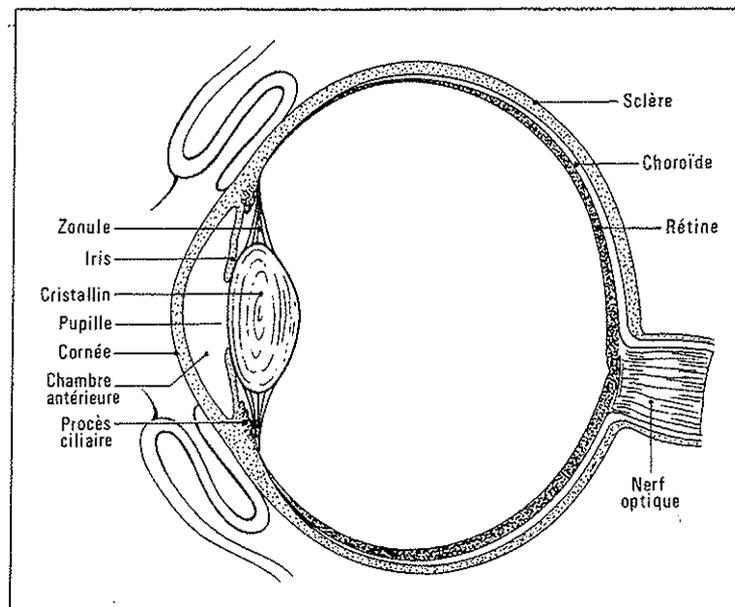
**A** LE GLOBE OCULAIRE est une sphère d'un diamètre de 24 mm en moyenne (plus grand chez le myope, plus petit chez l'hypermétrope).

Sa paroi externe, fibreuse, est appelée **sclère** ; elle est percée en avant par un hublot transparent : la **cornée**.

A l'intérieur du globe, la sclère opaque est tapissée par la **rétine neuro-sensorielle**, et par la **choroïde**, membrane nourricière.

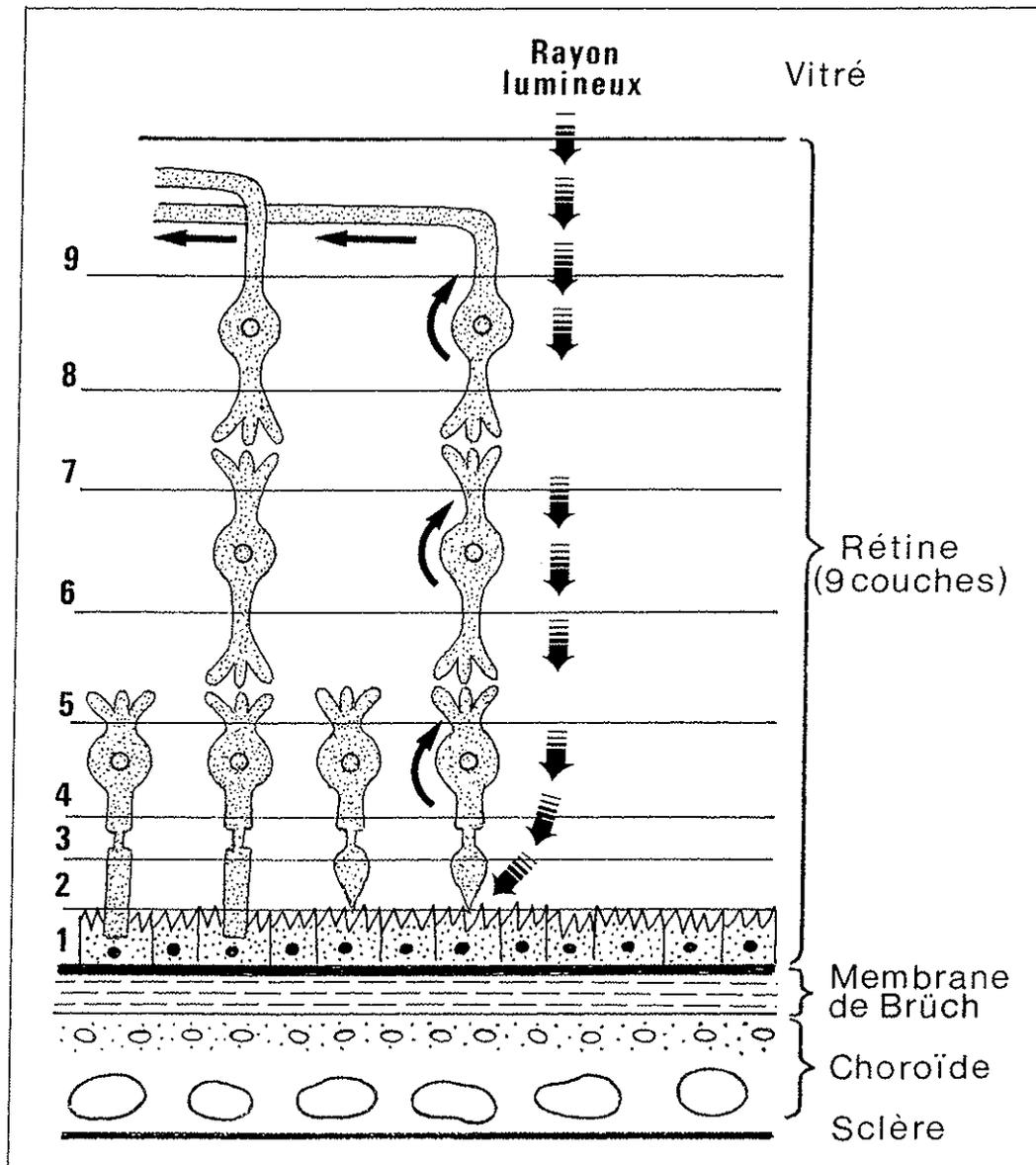
En avant la choroïde devient épaisse, formant un anneau : le corps ciliaire qui se transforme en un diaphragme vertical : l'**iris** (bleu ou brun) percé en son milieu par la **pupille**, de dimension variable.

L'espace situé entre la cornée et l'iris s'appelle la **chambre antérieure**, et est rempli d'un liquide transparent, l'**humeur aqueuse**. C'est au niveau des **procès du corps ciliaire** qu'est fabriquée l'humeur aqueuse.



En arrière de l'iris se trouve une lentille **biconvexe** transparente, le **crystallin**. Ce dernier est véritablement maintenu en place par son ligament suspenseur ou **zonule** arrimée au corps ciliaire.

En arrière du cristallin, le vitré transparent occupe la chambre postérieure



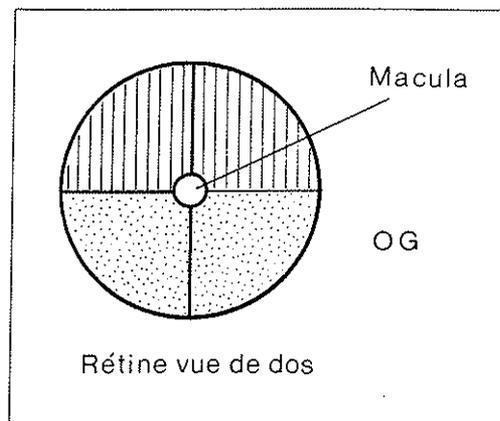
Coupe des tuniques oculaires

**B LA RETINE** est constituée de quatre couches cellulaires :

- les cellules de l'épithélium pigmentaire,
- les cellules réceptrices : cônes et bâtonnets,
- les cellulaires bipolaires : véritables ganglions à l'intérieur de la rétine,
- les cellules ganglionnaires, dont les axones destinés au thalamus se regroupent au niveau de la papille pour former le nerf optique.

Chaque rétine peut être divisée selon des méridiens horizontaux et verticaux en quatre secteurs :

- nasaux supérieur et inférieur
- temporaux supérieur et inférieur.



**C LE NERF OPTIQUE** sort de l'orbite par le canal optique et rentre dans la boîte crânienne. Il s'unit au-dessus de la selle turcique au nerf optique controlatéral pour former le **chiasma optique**.

**D LE CHIASMA** donne naissance en arrière aux **bandelettes optiques** qui entourent les pédoncules cérébraux pour aboutir de chaque côté dans le **corps genouillé latéral** (où les cellules ganglionnaires de la rétine font relais).

De là naissent les **radiations optiques** destinées à l'**aire striée (17) du cortex occipital**.

## ORGANISATION DES FIBRES VISUELLES

Dans le chiasma :

- les fibres venant du secteur nasal rétinien croisent et se dirigent vers la bandelette optique controlatérale,
- les fibres du secteur temporal restent du même côté.

Notre champ visuel est divisé en deux parties, droite et gauche, par un plan sagittal médian :chaque moitié du champ visuel se projette sur les secteurs rétiniens controlatéraux ; le champ visuel **droit** se projette sur les secteurs rétiniens situés à gauche (temporal pour l'oeil gauche, nasal pour l'oeil droit), et donc sur la bandelette optique **gauche**.

Donc chaque moitié de champ visuel se projette sur la bandelette optique, le corps genouillé et l'aire striée **controlatéraux**.

L'aire visuelle primaire (17) est le siège d'une représentation ponctuelle (point par point) du champ visuel controlatéral avec la périphérie de ce champ située en bordure de cette aire.

La macula a une représentation corticale importante, proportionnelle au nombre de récepteurs rétiniens plus nombreux près de la fovéa qu'en périphérie \*\*\*

Cette aire visuelle a un double rôle :

- traiter les influx qui viennent des deux yeux pour obtenir une image binoculaire acceptable,
- analyser l'espace visuel par l'étude des contours des images grâce à l'existence des colonnes de dominance oculaire et d'orientation.

A chaque point d'une rétine correspond un point dit "correspondant" de la rétine de l'autre oeil, ayant la même direction visuelle. Quand les deux fovéa sont des points correspondants, on parle de **correspondance rétinienne normale**. L'ensemble des points de l'espace dont les images rétiniennes se forment en des points correspondants est un **horoptère**.



# ANATOMIE DES MUSCLES OCULO-MOTEURS ET DES NERFS OCULO-MOTEURS

1° - L'oeil est situé dans l'**orbite osseuse**.

L'orbite a une forme approximativement pyramidale, dont la base s'ouvre sur la face :

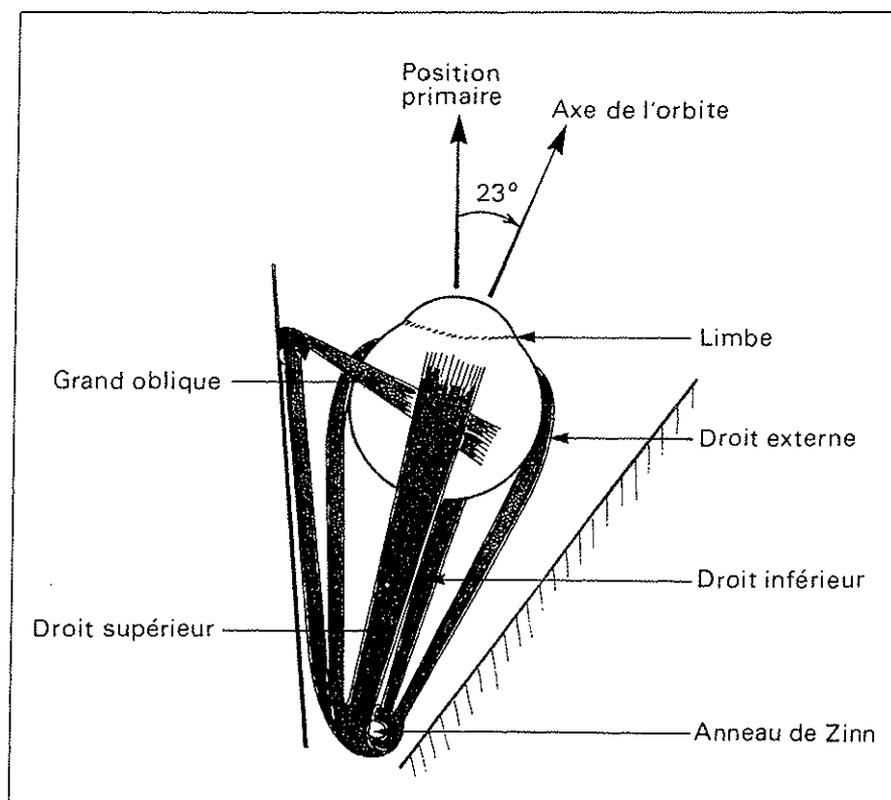
- la paroi interne et nasale de l'orbite droite est parallèle à celle de l'orbite gauche,
- les deux parois externes forment à peu près un angle droit.

Les yeux y sont néanmoins placés de telle sorte que leur axe visuel est approximativement parallèle.

2° - L'oeil est mis en rotation par 6 **muscles oculo-moteurs**.

Cinq de ces muscles prennent naissance dans l'anneau de Zinn qui entoure le nerf optique à l'apex de l'orbite :

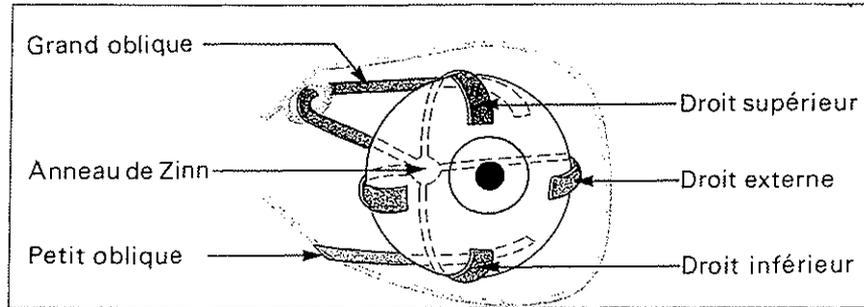
- le muscle droit externe,
- le muscle droit interne,
- le muscle droit supérieur,
- le muscle droit inférieur,
- le muscle grand oblique.



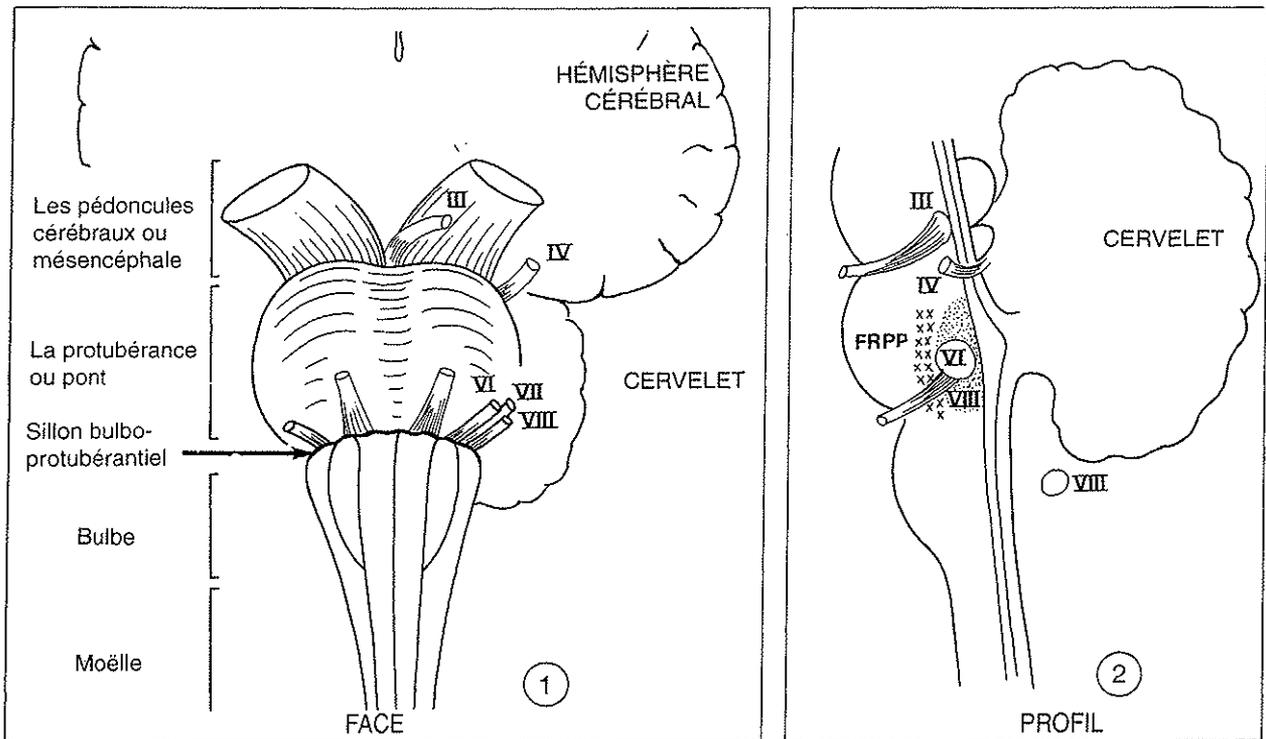
Les muscles droits divergent à partir du tendon de Zinn et s'insèrent entre 5 et 8 mm du limbe.

Le muscle grand oblique se dirige vers le coin nasal supérieur de l'orbite où il passe dans sa pulpe, pour retourner vers l'arrière s'insérer vers la partie postérieure de l'oeil.

Le muscle petit oblique prend naissance à part, dans le coin nasal inférieur de l'orbite en avant, pour se diriger vers l'arrière en diagonale et s'insérer sur la sclère.



3° - Les muscles oculo-moteurs sont innervés par trois paires de **nerfs oculo-moteurs** : les IIIe, IVe et VIe paires crâniennes.



● **Le nerf moteur oculaire commun (III).**

Ses fibres motrices innervent quatre muscles oculo-moteurs :

- le droit supérieur,
- le droit interne,
- le droit inférieur,
- le petit oblique,

et le muscle releveur de la paupière supérieure.

Ses fibres végétatives parasymphatiques se rendent :

- au muscle ciliaire
- et au sphincter de l'iris.

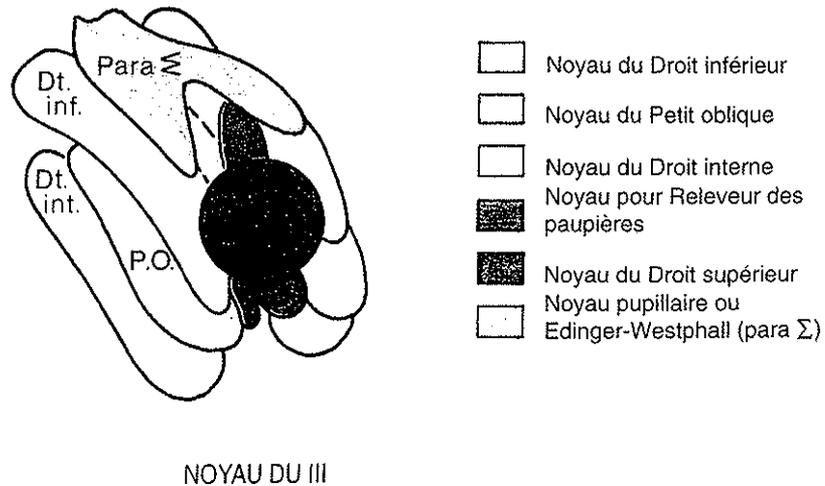
● **Le nerf pathétique (ou trochléaire) (IV) innerve le grand oblique.**

● **Le nerf moteur oculaire externe (VI) innerve le droit externe.**

a) **Le nerf moteur oculaire commun (III) :**

*Origine réelle* : situé dans les pédoncules cérébraux, le noyau du IIIe nerf crânien est constitué :

- de différents sous groupes nucléaires dont les axones desservent chacun un muscle oculomoteur,
- d'un noyau végétatif appartenant au système parasymphatique s'appelant le noyau pupillaire ou d'Edinger-Westphall.



*Origine apparente* : le nerf III sort du tronc cérébral entre les deux pédoncules cérébraux.

Il traverse le sinus *caverneux* et rentre dans l'orbite pour innerver les différents muscles oculomoteurs qui en dépendent.

b) **Le nerf moteur oculaire externe (VI).**

*Origine réelle* : située dans la protubérance : noyau du VI ou Abducens.

*Origine apparente* : le nerf VI sort du tronc cérébral par le sillon bulbo-protubérantiel.

Il traverse le sinus **caverneux** et rentre dans l'orbite pour innerver le muscle droit externe.

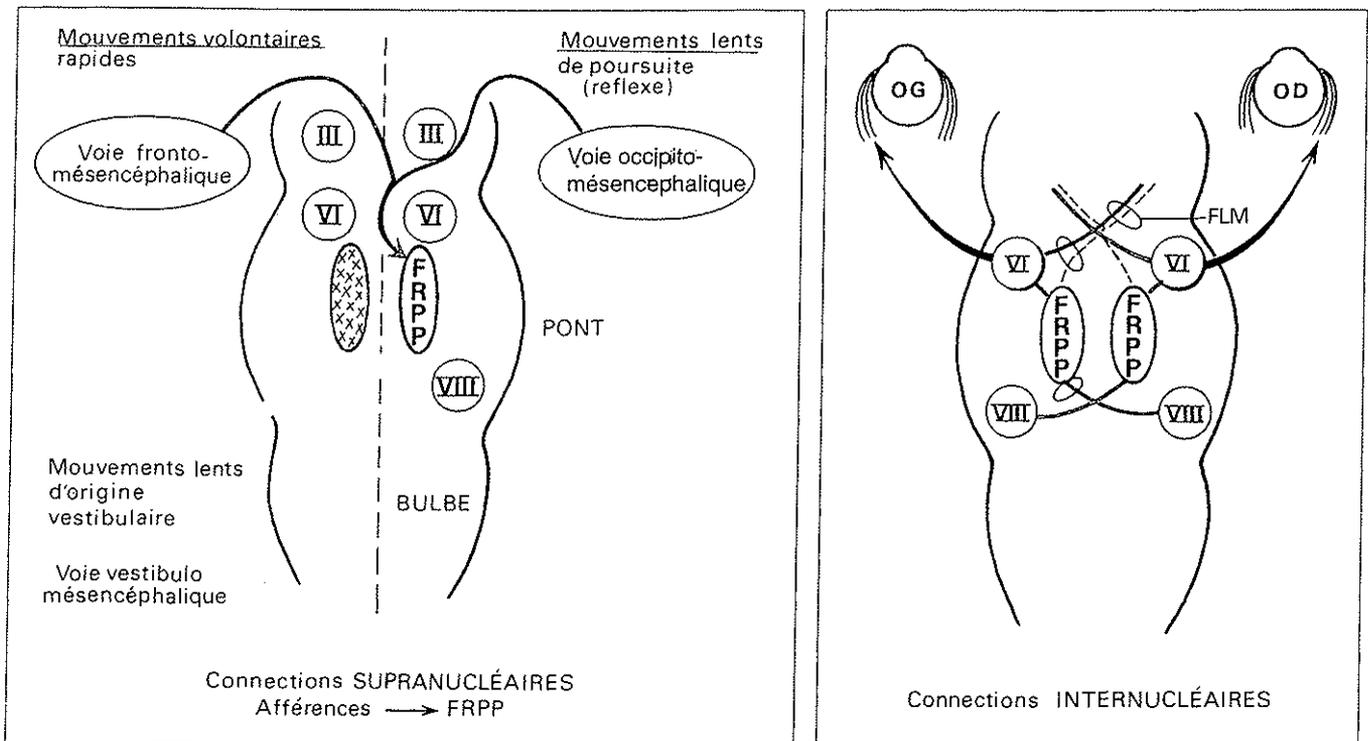
c) **Le nerf pathétique (ou trochléaire) (IV).**

*Origine réelle* : située dans les pédoncules cérébraux.

*Origine apparente* : l'émergence du IV se fait à la partie dorsale du tronc cérébral puis le nerf revient ventralement.

Il traverse le sinus **caverneux**, rentre dans l'orbite, et va innerver le muscle grand oblique.

#### 4° - Les connexions internucléaires et supranucléaires jouant dans l'oculomotricité.



a) Les **noyaux oculomoteurs** du III, du IV et du VI ne sont pas directement en liaison avec le cortex cérébral \*\*\*

La majorité de leurs afférences viennent de "centres des mouvements oculaires" : ces centres permettant la mise en jeu simultanée de plusieurs noyaux oculomoteurs sont encore mal définis anatomiquement.

b) La **Formation Réticulée Paramédiane Pontique (FRPP)** commanderait les mouvements de latéralité (regard horizontal) :

- Située près des noyaux du VI, elle reçoit ses informations :
  - du cortex frontal par la **voie fronto-mésencéphalique** (mouvements oculaires rapides volontaires),
  - du cortex occipital par la **voie occipito-mésencéphalique** (mouvements oculaires lents de poursuite),
  - du noyau vestibulaire par la **voie vestibulo-mésencéphalique**.
- Ses efférences destinées au noyau du III (controlatéral) et du VI (ipsilatéral) utilisent le Faisceau Longitudinal Médian (FLM).

e) Les **mouvements de verticalité oculaire** naissent dans un centre mal connu près du FLM, non loin du noyau du III.

# PHYSIOLOGIE : CINETIQUE DU GLOBE OCULAIRE

## A MOUVEMENTS MONOCULAIRES

On appelle **DUCTION**, les mouvements d'un *seul œil*.

Définition du plan frontal de Listing : c'est le plan passant par le centre de rotation de chaque globe et perpendiculaire à l'axe visuel de l'oeil en position primaire.

1° - **La position PRIMAIRE** est la position de l'oeil quand le sujet regarde droit devant lui un objet à distance, tête et épaule droites. C'est à partir de cette position que les autres positions sont définies.

2° - **Il existe 4 positions SECONDAIRES** du regard qui résultent de la rotation de l'oeil soit par rapport à l'axe horizontal, soit par rapport à l'axe vertical du plan de Listing.

- l'élévation = où la cornée monte
- l'abaissement = où la cornée descend
- l'abduction = où la cornée s'éloigne du nez
- l'adduction = où la cornée se rapproche du nez

3° - **La position TERTIAIRE** du regard est une direction **oblique** de celui-ci.

4° - Une rotation de l'oeil par rapport à son axe antéro-postérieur s'appelle une **TORSION**.

5° - **C'est par une étude fine des ductions** que l'on met en évidence **œil par œil** des limitations (-) ou des hyperactions musculaires (+) :

a) en sachant que chaque muscle a des actions bien définies :

Muscle	Action principale	Action secondaire
Droit Interne (D int)	Adduction	
Droit Externe (DE)	Abduction	
Droit Supérieur (DS)	Élévation	Abduction-Intorsion
Droit Inférieur (D inf)	Abaissement	Adduction-Extorsion
Grand Oblique(GO)	Intorsion-abaissement	Abduction
Petit Oblique (PO)	Extorsion-élévation	Abduction

b) en sachant que chaque muscle a son antagoniste et son synergique :

<i>SYNERGIQUES</i>	en Elévation	= Droit Supérieur	- Petit Oblique
	en Abaissement	= Droit Inférieur	- Grand Oblique
	en Intorsion	= Grand Oblique	- Droit Supérieur
	en Extorsion	= Petit Oblique	- Droit Inférieur

<i>ANTAGONISTES</i>	en Horizontalité	= Droit Interne	Droit Externe
		(adduction)	(abduction)
	en Verticalité	= Droit Sup./P.O.	Droit Inf./G.O.

c) Les résultats de l'étude des ductions sont portés sur un schéma.

## B MOUVEMENTS BINOCULAIRES

1° - On appelle **VERSION** le mouvement résultant des **deux yeux**. Les deux yeux bougeant pour maintenir une fixation binoculaire dans un plan **frontal** :

- l'élévation des yeux s'appelle **supraversion**
- l'abaissement des deux yeux **infraversion**
- le regard vers la droite **dextroversion**  
( combinant une abduction de l'oeil droit et une adduction de l'oeil gauche)
- le regard vers la gauche : **levoversion**  
(combinant une adduction de l'oeil droit et une abduction de l'oeil gauche)

• Lors des **versions**, les deux yeux bougent symétriquement et de façon synchrone dans la même direction ; il s'agit de "mouvements conjugués" des deux yeux.

La motilité oculaire binoculaire obéit elle aussi aux lois de Hering (1868) et de Sherrington (1894) :

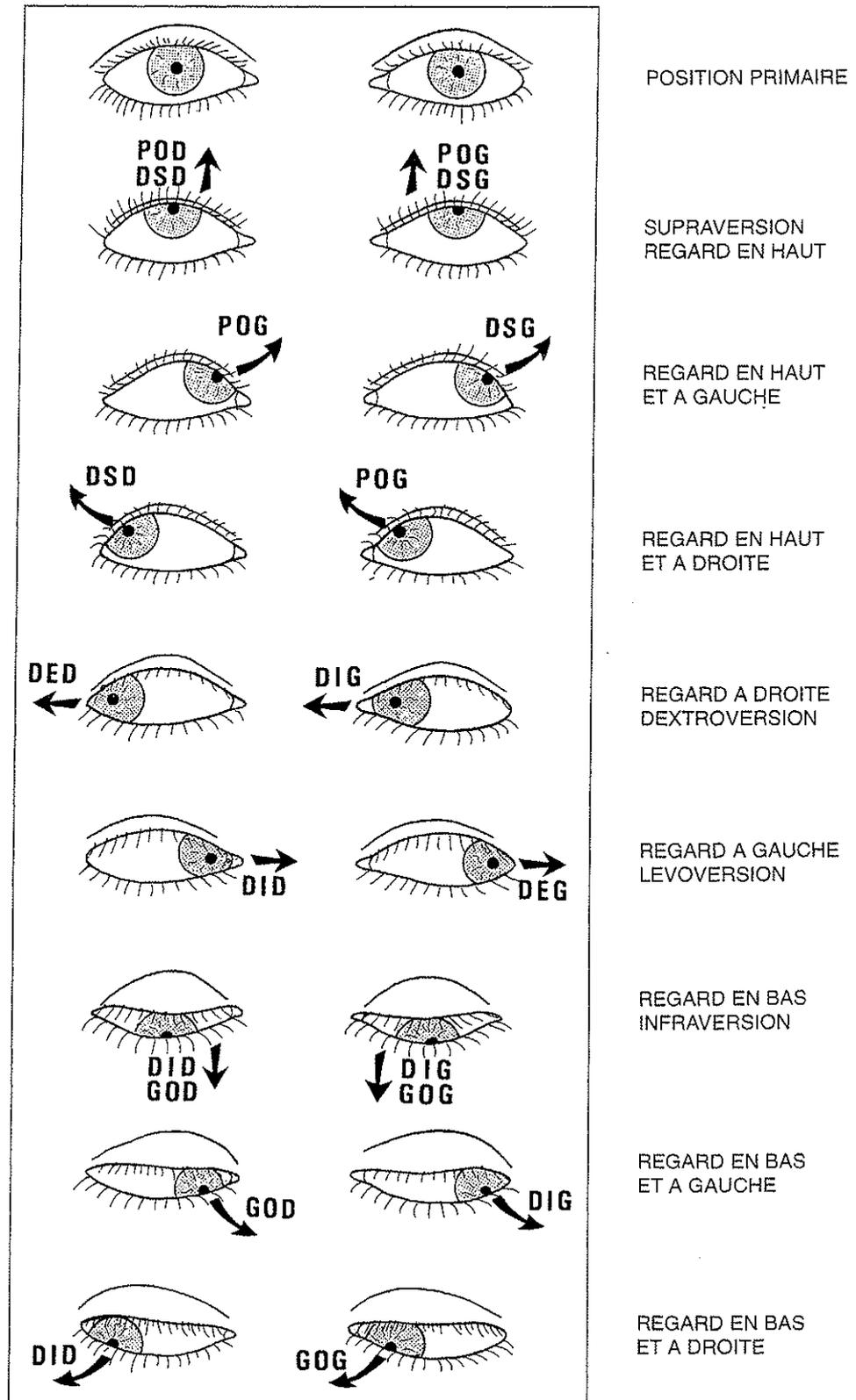
- loi de Hering : tous les muscles synergiques reçoivent une innervation égale et simultanée,
- loi de Sherrington : la stimulation d'un muscle et de ses synergiques s'accompagne de l'inhibition du ou des muscles antagonistes.

Chaque oeil est manoeuvré par 6 muscles oculomoteurs. Chaque muscle a "un partenaire synergique" dans l'orbite controlatérale qui est mis en jeu lors des mouvements simultanés de l'autre oeil.

<i>MUSCLES SYNERGIQUES</i>		<i>REGARD</i>
Droit Interne Droit	Droit Externe Gauche	Horizontal vers la Gauche
Droit Externe Droit	Droit Interne Gauche	Horizontal vers la Droite
Droit Supérieur Droit	Petit Oblique Gauche	En haut et à Droite
Droit Inférieur Droit	Grand Oblique Gauche	En bas et à Droite
Petit Oblique Droit	Droit Supérieur Gauche	En haut et à Gauche
Grand Oblique Droit	Droit Inférieur Gauche	En bas et à Gauche

• **L'étude des versions** est une étape capitale de l'étude de la motilité oculaire, car elle renseigne sur l'activité des muscles synergiques.

On étudie la motilité oculaire dans les neuf positions diagnostiques du regard :



Un schéma peut résumer les résultats en notant les hypo-actions ( - ) et les hyperactions ( + ) musculaires.

2° - **LES MOUVEMENTS DE VERGENCE** surviennent quand les yeux tournent dans des directions opposées :

- la convergence survient quand la fixation change d'un objet éloigné vers un objet rapproché,
- la divergence est le mouvement inverse,

Ces mouvements seront étudiés dans un chapitre spécial. Ils font appel à des mouvements non conjugués des yeux.

3° - Il existe **DEUX GRANDS TYPES DE MOUVEMENTS OCULAIRES** : les mouvements rapides et les mouvements lents.

a) **Les mouvements rapides** : véritables "secousses" oculaires volontaires (et/ou réflexes) de grande vitesse 400°/sec. (pouvant aller jusqu'à 700°/sec.).

À l'état normal ces mouvements sont accompagnés par des mouvements de tête :

- mouvement rapide en direction d'un son
- fixation en réponse à un ordre : regardez en haut...
- mouvement de lecture rapide
- fixation d'un objet apparu soudainement dans le champ de vision
- phase rapide du nystagmus : refixation.

Ce type de fixation par secousses nécessite l'**intégrité** de la **fovéa**.

Le centre nerveux de ce type de mouvements rapides est la F.R.P.P.

b) **Les mouvements lents** : de très petite vitesse, qui sont d'origines variées (20 à 50°/sec.) :

- mouvements de poursuite d'une cible qui se déplace de façon continue (avec vision pendant tout le mouvement),
- réflexe dont le stimulus est la vitesse de la cible (phase lente du nystagmus optocinétique),
- mouvements d'origine vestibulaire, véritable réflexe oculo-vestibulaire provoqué par les mouvements de l'endolymphe dans les canaux semi-circulaires de l'oreille interne,
  - phase lente du nystagmus vestibulaire (test calorique - épreuve de rotation)
  - manoeuvre de la tête de poupée : consistant à tourner rapidement la tête d'un nouveau-né dans un sens et à étudier le mouvement des yeux qui tournent dans le sens opposé,
- mouvements de vergence qui régulent la position relative des deux yeux lors de la convergence et de la divergence :
  - mouvements très lents 20°/sec.
  - dont le contrôle est attribué au cortex occipital et pariétal avec projection vers le centre de vergence près du noyau du III.

**Le nystagmus optocinétique** permet l'étude des deux types de mouvements.

Il s'agit de faire tourner devant le sujet un tambour rayé de bandes verticales noires et blanches. Le sujet fixe les bandes noires de façon réflexe (même phénomène que le passager d'un train regardant par la vitre). On enregistre alors deux types de mouvements :

- mouvement lent de poursuite des bandes noires du tambour
- mouvement rapide - secousse de refixation.

Cet examen nécessite un certain degré d'acuité visuelle (test objectif de la vision fonction de la largeur des bandes et de la vitesse du tambour).

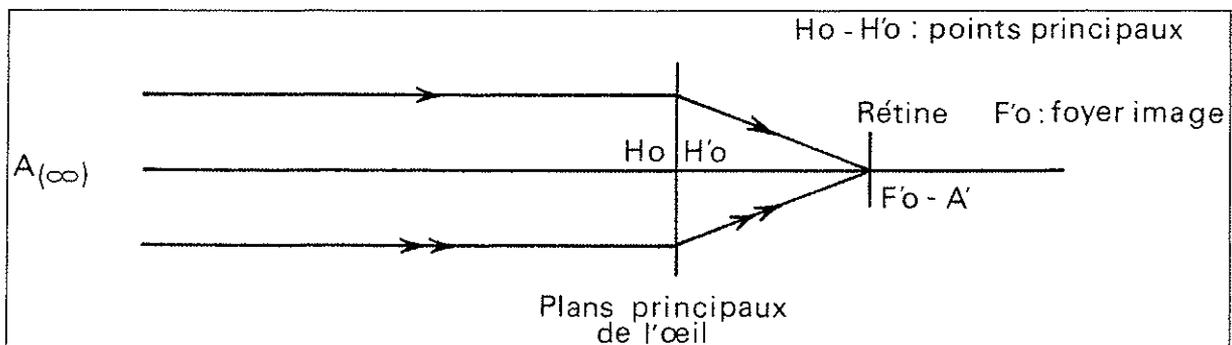
La phase lente de poursuite dépend de l'intégrité du lobe occipital. La phase rapide de refixation de direction opposée dépend de l'intégrité du lobe frontal.

# L'ACCOMMODATION

## INTRODUCTION

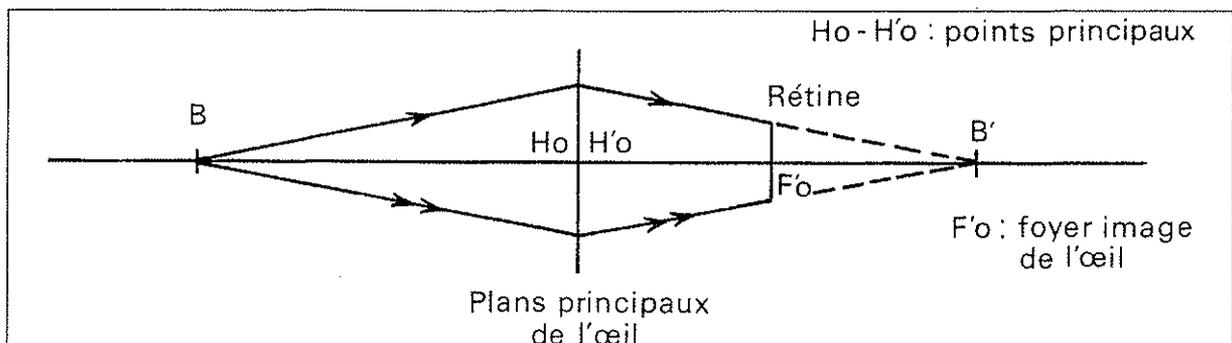
L'accommodation est la remarquable faculté qui nous permet de "mettre au point" automatiquement sur des objets situés à des distances variables.

Supposons qu'un oeil **emmetrope** (ou parfaitement corrigé) regarde un point A situé sur l'axe et à l'infini.



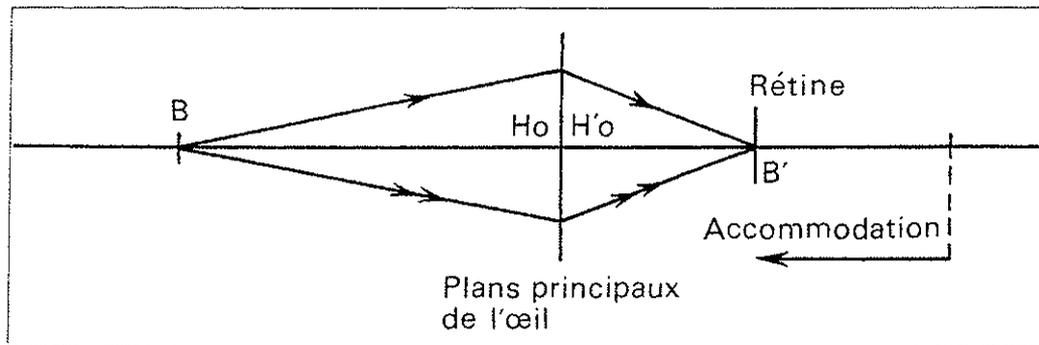
L'image de  $A = A'$  se forme sur la rétine. A sera donc vu net.

Maintenant, le même oeil "regarde" un point B situé à une distance finie et sur l'axe, et ceci sans accommoder.



L'image de  $B = B'$  se forme en arrière de la rétine.  $B$  ne sera pas vu net. Pour amener  $B'$  sur la rétine, il faut que l'œil augmente sa puissance.

Cette capacité que possède l'œil de modifier sa puissance est appelée **accommodation** (ou réflexe accommodatif).



## PHYSIOLOGIE

**A AU COURS DE L'ACCOMMODATION**, différentes modifications anatomiques surviennent portant sur le muscle ciliaire, la zonule et le cristallin.

Sous l'effet du système parasympathique, les fibres circulaires du muscle de Rouget-Muller se contractent raccourcissant "l'anneau ciliaire" où est suspendue la zonule.

Il s'ensuit un relâchement des fibres zonulaires.

Cette distension de la zonule, véritable ligament suspenseur du cristallin, entraîne par relâchement de la cristalloïde des modifications de puissance du cristallin :

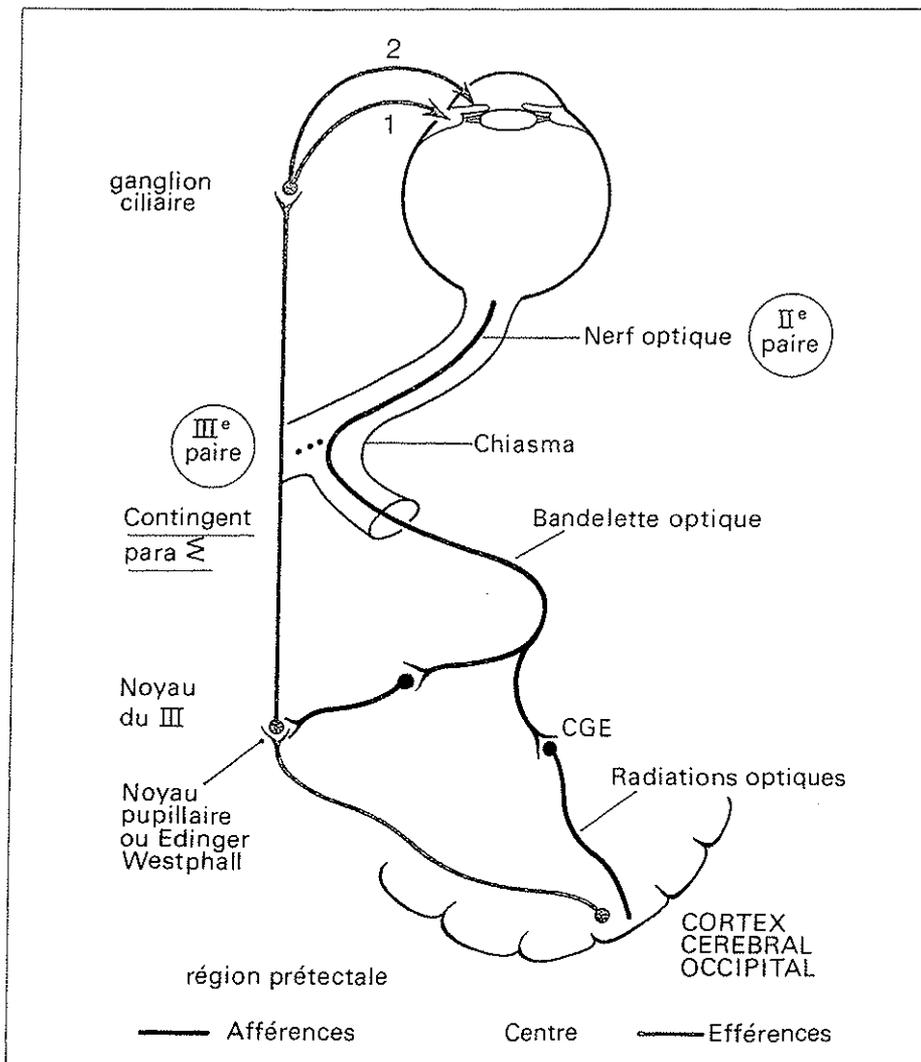
- la courbure des faces du cristallin augmente. La face antérieure change de courbure surtout en son centre où la cristalloïde est la plus mince. Le cristallin prend la forme "conoïde" d'une madeleine et augmente sa puissance,
- le déplacement des fibres cristalliniennes entraîne une augmentation de l'indice de réfraction du cortex.

A cette modification de puissance du cristallin s'ajoutent :

- un myosis (le nerf parasympathique est iridoconstricteur) qui permet de diminuer les aberrations optiques provoquées par la déformation antérieure du cristallin et d'augmenter la profondeur de champ,
- un réflexe de convergence (dont nous reparlerons dans le chapitre consacré à la relation accommodation et convergence).

## B) INNERVATION

1° - L'accommodation est un **REFLEXE ACQUIS**. Comme pour tout arc réflexe, on lui décrit un stimulus, une voie afférente conduisant au centre nerveux, une voie efférente et un effecteur.



- *Un stimulus* : en cas de vision floue, ce sont les cercles de diffusion rétinien.
- *Une voie afférente* : partant de la rétine, utilisant le nerf optique (II), la bandelette optique, les radiations optiques jusqu'au
- *Cortex occipital.*
- *Une voie efférente* partant du cortex pour rejoindre le noyau pupillaire du III (mésencéphale), empruntant le contingent parasymphatique du nerf moteur oculaire commun (III) et se terminant sur
- *Un effecteur* :
  - soit le muscle ciliaire dans sa portion circulaire,
  - soit le muscle constricteur de l'iris.

2° - Il existe une **voie réflexe plus courte** quittant la bandelette optique pour faire relai dans la région prétéctale et rejoindre le noyau pupillaire du III.

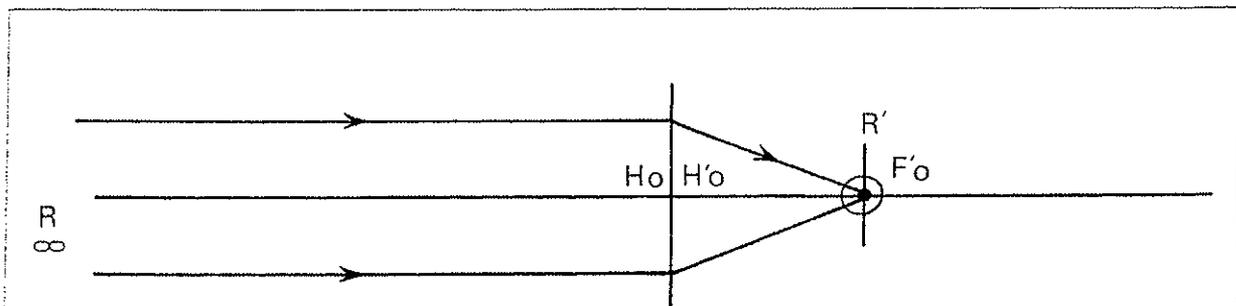
# PARCOURS D'ACCOMMODATION AMPLITUDE D'ACCOMMODATION PRESBYTIE

## DEFINITIONS

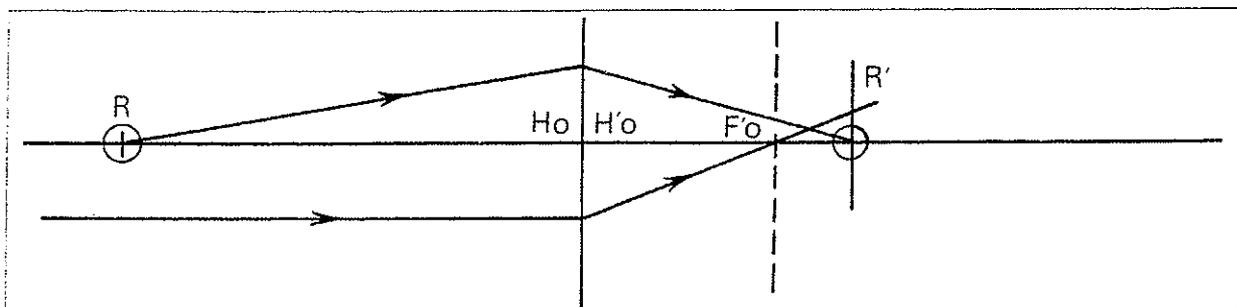
1° - Punctum Remotum ou Remotum = ( R )

a) C'est le point objet conjugué de la rétine, l'oeil n'accommodant pas.

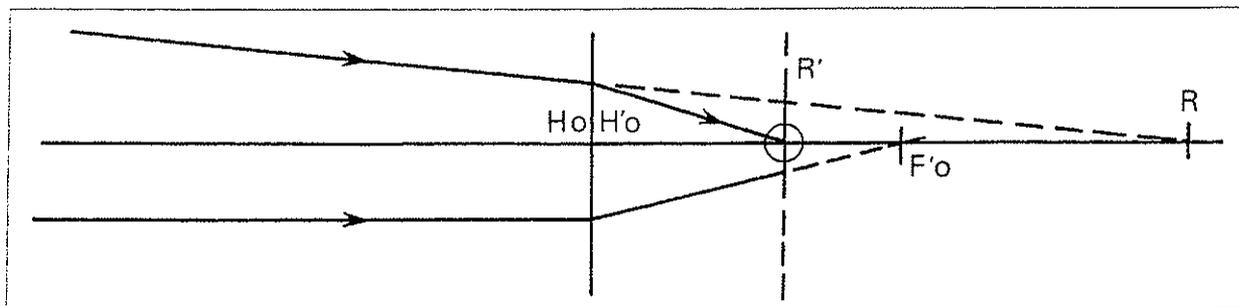
• Chez l'emmétrope ou le sujet parfaitement corrigé, le Remotum se situe à l'infini :



• Chez le myope le Remotum se trouve à une distance finie :



• Chez l'hypermétrope, le Remotum est virtuel car situé en arrière de la rétine à une distance finie :



b) On appelle **proximité du Remotum** : R, le rapport  $\frac{1}{HoR}$   
où HoR est la distance entre le Remotum et le sommet de la cornée,  
Ho étant le plan principal objet de l'oeil.

La proximité du Remotum s'exprime en dioptries. L'unité d'accommodation étant la dioptrie (D).

## 2° - **Punctum Proximum** ou **Proximum** : ( P )

a) **C'est le point conjugué objet de la rétine, l'oeil accommodant au maximum.**

Chez l'emmetrope ou le sujet parfaitement corrigé, le Proximum est à une distance finie, fonction de l'amplitude de l'accommodation.

b) On appelle **Proximité du Proximum** : P, le rapport  $\frac{1}{HoP}$

où HoP est la distance entre le Proximum et le sommet de la cornée,

Ho plan principal objet de l'oeil.

La proximité du Proximum s'exprime en dioptries.

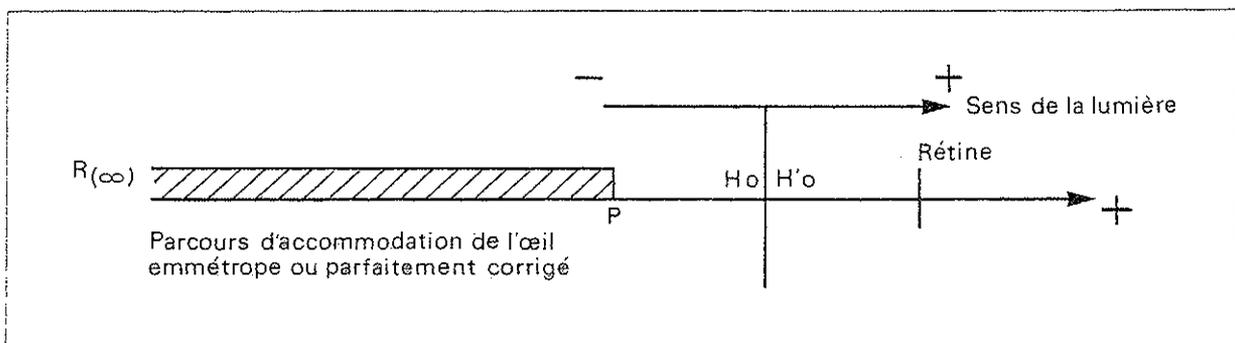
### c) **Recherche du Punctum Proximum**

On recherche ce point, le plus souvent, en rapprochant progressivement du sujet un test de vision de près (petites lettres de l'échelle de Parinaud). Le point le plus rapproché où le test est VU NET est le Proximum. On mesure la distance entre ce point et le sujet. Cette distance est pratiquement égale à PHo.

## 3° - **Parcours d'accommodation**

a) On appelle **parcours d'accommodation** l'ensemble des points objets de l'axe qui peuvent être mis au point par l'oeil en accommodant et qui sont donc vus nets.

b) **Chez l'emmetrope ou l'amétrope corrigé**, ce parcours d'accommodation va du Remotum au Proximum, soit de l'infini au Proximum :



#### 4° - L'amplitude d'accommodation

a) L'amplitude d'accommodation maximum **A** est la différence entre la Proximité du Remotum et la Proximité du Proximum. Elle s'exprime en dioptries.

$$A = R - P$$

$$A = \frac{1}{HoR} - \frac{1}{HoP}$$

b) **En pratique**, il suffit de déterminer le Proximum pour connaître A.

*Exemple :*

- Chez un sujet emmétrope, ou parfaitement corrigé (Remotum à l'infini), dont on trouve un Proximum à 20 cm

$$HoR = \infty \cdot HoP = - 20 \text{ cm ou } 0,2 \text{ m}$$

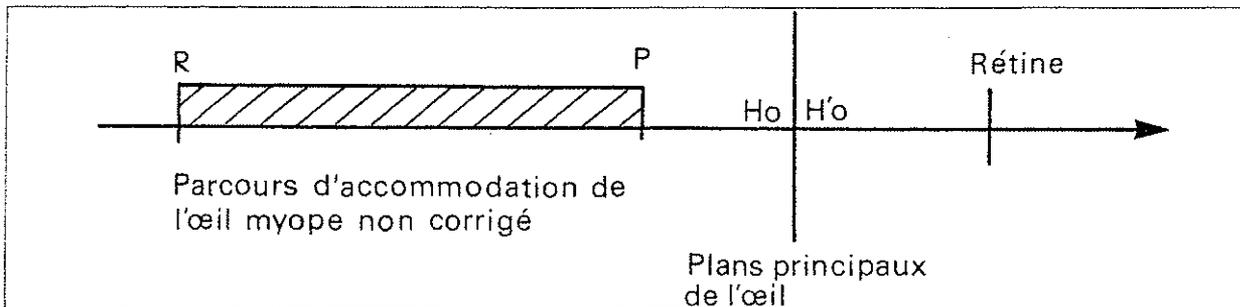
$$A = 0 - \frac{1}{- 0,2} = + 5 \text{ dioptries}$$

- Chez un sujet myope, non corrigé, de - 1 dioptrie :

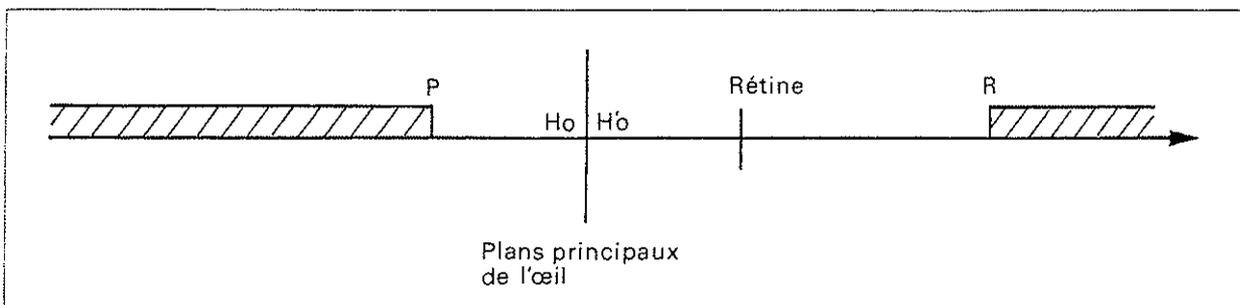
$$\text{le Remotum est à 1 mètre : } HoR = - 1 \text{ m}$$

$$\text{le Proximum est à 20 cm : } HoP = - 0,2 \text{ m}$$

$$A = - 1 - \frac{1}{- 0,2} = - 1 + 5 = + 4 \text{ dioptries}$$



- Chez un sujet hypermétrope, non corrigé, le problème est un peu plus complexe car le Remotum est un point virtuel de l'axe situé à une distance finie - en arrière de la rétine.



Dans ce cas, on ne pourra pas mesurer la réserve accommodative du sujet hypermétrope non corrigé car, le R étant virtuel, on ne trouvera qu'un parcours d'accommodation "apparent" entre l'  $\infty$  et le point P (et non entre P et R...).

Exemple : si on trouve un Proximum à 25 cm, le parcours apparent est :

$$A = - \frac{1}{-0,25} = 4,00 \text{ dioptries.}$$

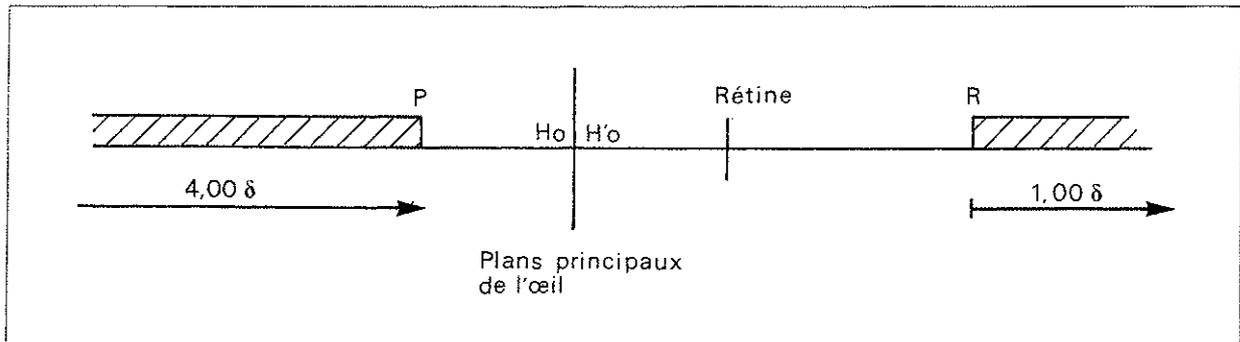
En fait, pour trouver la réserve accommodative du sujet hypermétrope, **il faut obligatoirement** connaître **la valeur exacte** de son **hypermétropie**.

Son PR corrigé sera alors à l'infini et il suffira de déterminer son Proximum.

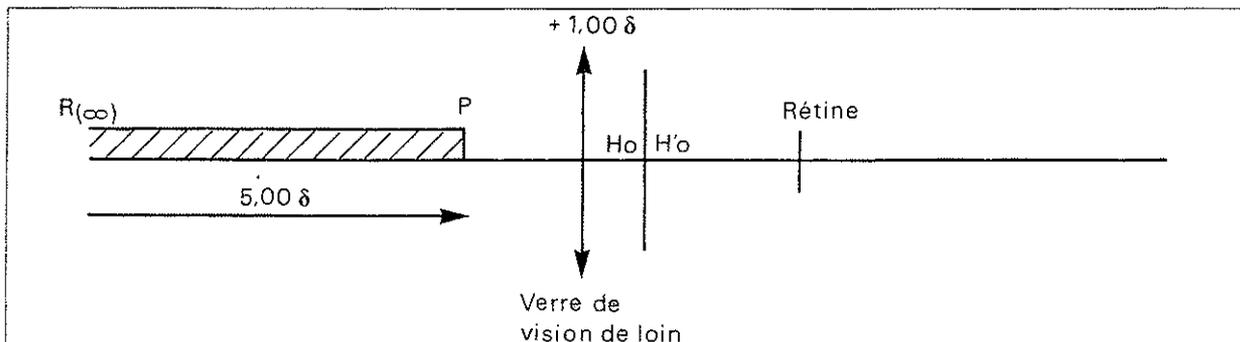
Exemple : la réfraction du sujet nous indique une hypermétropie d'une dioptrie. Son Proximum, avec correction en vision de loin est situé à 20 cm (sans la correction il était à 25 cm). La réserve accommodative est donc de :

$$A = \frac{1}{\text{HoR}} - \frac{1}{\text{HoP}} = 0 - \frac{1}{-0,2} = + 5 \text{ dioptries (au lieu de 4)}$$

- Parcours d'accommodation de l'hypermétrope non corrigé.



- Parcours d'accommodation de l'hypermétrope de + 1,00 dioptrie corrigé.



**REGLE** : dans tous les cas, pour déterminer la réserve accommodative d'un sujet, il faut impérativement s'assurer de sa réfraction de vision de loin (en particulier pour l'hypermétrope) afin d'être certain de la valeur déterminée par la mesure.

## L'AMPLITUDE D'ACCOMMODATION ET L'AGE

L'amplitude d'accommodation maximum dans l'enfance décroît avec l'âge. Ceci est dû à la diminution de l'élasticité de la capsule du cristallin et au changement de plasticité des fibres cristalliniennes.

Les variations de courbure des faces du cristallin se font avec de plus en plus de difficulté.

Avec l'âge (Bredmeyer et Bulloch -1968 -) on assiste ainsi à une diminution de l'amplitude d'accommodation qui passe de 13,8 dioptries à 8 ans, à 1,1 dioptrie à 64 ans pour devenir nulle vers 70 ans.

	8 ans	=	13,8 dioptries
	16	=	12
Bredmeyer	24	=	10,2
	32	=	8,2
et	40	=	5,8
	48	=	2,5
Bulloch	56	=	1,2
	64	=	1,1
	70	=	0

La presbytie, diminution du pouvoir d'accommodation, entraîne une gêne, voire une impossibilité à la lecture ou à l'écriture à une distance de 35 cm. Les grands principes de sa correction ont été abordés dans le Tome I des Bases de la Réfraction (pages 95 - 96 - 97).

Chez l'hypermétrope, la presbytie survient plus tôt que chez le myope.

## **PATHOLOGIE**

L'amplitude d'accommodation diminue avec l'âge (presbytie) mais aussi en cas de parésie et de spasme de l'accommodation.

Ces perturbations dans la performance de l'accommodation peuvent conduire à des "effets d'optique" concernant la taille des objets (micropsie - macropsie).

### **PARESIES DE L'ACCOMMODATION**

On ne parlera d'une parésie de l'accommodation (rarement une paralysie) qu'après avoir exclu avec certitude une hypermétropie (par administration de gouttes de parasympholytique ATROPINE).

Le patient se plaint de moins bien voir de près (à la lecture) que de loin ; l'image est floue et il peut exister une micropsie.

#### **On recherchera les causes suivantes :**

- Un traumatisme direct de l'oeil.
- Une subluxation du cristallin.
- Un botulisme. L'exotoxine libérée par *Clostridium botulinum* interfère dans la transmission cholinergique, provoquant un tableau clinique avec dilatation pupillaire bilatérale, paralysie de l'accommodation, bouche sèche et détresse respiratoire. Un patient sur trois ne présente pas l'épisode de gastro-entérite initiale (nausée - vomissement et diarrhée). Un étourdissement, des céphalées, une vision floue, une diplopie et des difficultés de déglutition doivent alerter.
- Une syphilis tertiaire, un tabès ou une paralysie générale.
- Plus rarement, d'autres affections cérébrales :
  - encéphalite
  - polio encéphalite
  - paralysie oculomotrice vasculaire
  - tumeurs.
- Une inflammation oculaire avec participation du corps ciliaire pouvant aussi entraîner une parésie de l'accommodation :
  - ophtalmie sympathique
  - oedème du corps ciliaire,
  - diabète (hyperglycémie),
  - alcoolisme,
  - intoxication à l'ergot ou au plomb.

Chez la femme : l'isoniazide peut entraîner une diminution transitoire de l'accommodation, comme d'autres antituberculeux (PAS...).

La Diphtérie (4 à 6 semaines après l'attaque initiale). La pupille reste normale.

La prise de Pipérazine (Ascaris - Oxyures) peut poser des problèmes d'accommodation.

La femme enceinte : problème d'accommodation.

## **SPASMES D'ACCOMMODATION**

Un spasme d'accommodation diminue l'amplitude d'accommodation, parce que le corps ciliaire reste contracté.

- Le tableau de spasme accommodatif peut se confondre avec celui d'une myopie ou d'une perte de vision unilatérale ou non.  
Il peut survenir chez des enfants dont les résultats scolaires sont médiocres, dont l'ambition est exagérée, souvent anxieux et craignant la punition.  
Entre 12 et 14 ans, l'enfant voit son nez et peut parfois spasmer.  
Chez l'enfant ou le sujet jeune, l'existence d'un spasme accommodatif doit toujours être évoquée et impose la mise sous skiacoll ou atropine avant toute prescription de correction.
- Il peut s'agir d'une perturbation fonctionnelle  
Un hypermétrope n'a pas de spasme d'accommodation, mais un tonus augmenté constamment du fait du mécanisme accommodatif. Il a besoin de fournir un effort accommodatif même pour voir net en vision de loin.
- Les vrais spasmes accommodatifs ou contractures sont rarement dus à une perturbation (cérébrale ou nucléaire) organique :
  - tumeur de l'épiphyse,
  - paralysie du nerf sympathique.Ils sont fréquemment interprétés comme une réaction psychogène (hystérie) et sont associés à un myosis, voire quelquefois à une convergence. Cette convergence peut parfois simuler une déficience de l'abduction unilatérale ou bilatérale.
- Certaines thérapeutiques peuvent conduire à un spasme de l'accommodation :
  - les cholinergiques (parasympathomimétiques)
  - les morphiniques
  - l'alcool
  - une trop grande rééducation de convergence mécanique.

## **ACCOMMODOTONIE = ACCOMMODATION TONIQUE**

Chez les patients présentant un syndrome d'Adie, il peut seulement n'exister qu'une modification de la réaction pupillaire (Réflexe photomoteur lent et non soutenu).

Mais il peut exister une lenteur de la course accommodative ( $> 3$  à 15 secondes) aussi bien lors de l'accommodation que lors du relâchement de l'accommodation.



# LA VISION BINOCULAIRE

L'analyse corticale de "l'image rétinienne" traite en permanence une image à l'origine binoculaire provenant des deux rétines et la transforme en un message unique final. Cette fonction d'analyse est **acquise** ; pour qu'elle se développe au mieux, il faut :

- 1° que l'acuité visuelle des deux yeux soit correcte, identique ou peu différente d'un-oeil à l'autre,
- 2° que l'objet vu soit présenté dans le champ visuel BINOCULAIRE et donc visible des deux yeux,
- 3° que la correspondance rétinienne soit normale et que les voies visuelles (rétine  $\longrightarrow$  cortex) soient intactes.

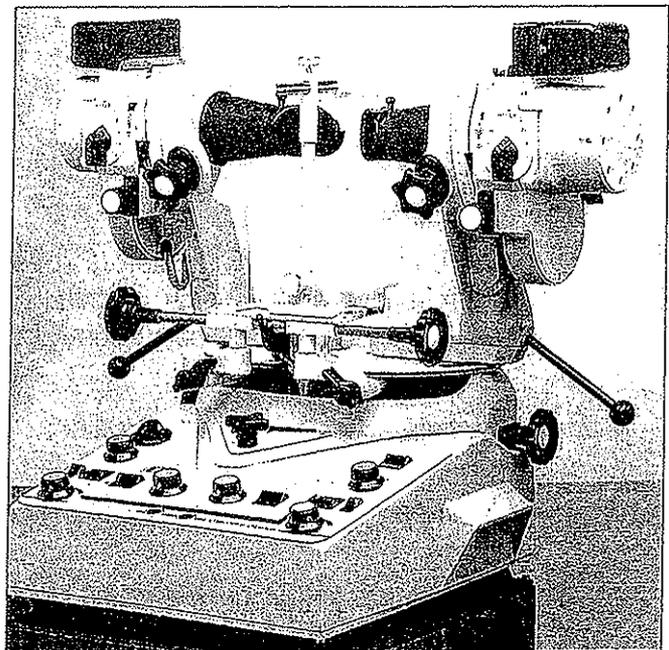
Nous nous limiterons dans ce chapitre à la description de la vision binoculaire du sujet emmétrope dont la correspondance rétinienne est normale.

Avant de commencer nous rappellerons le principe du synoptophore et du test de Worth.

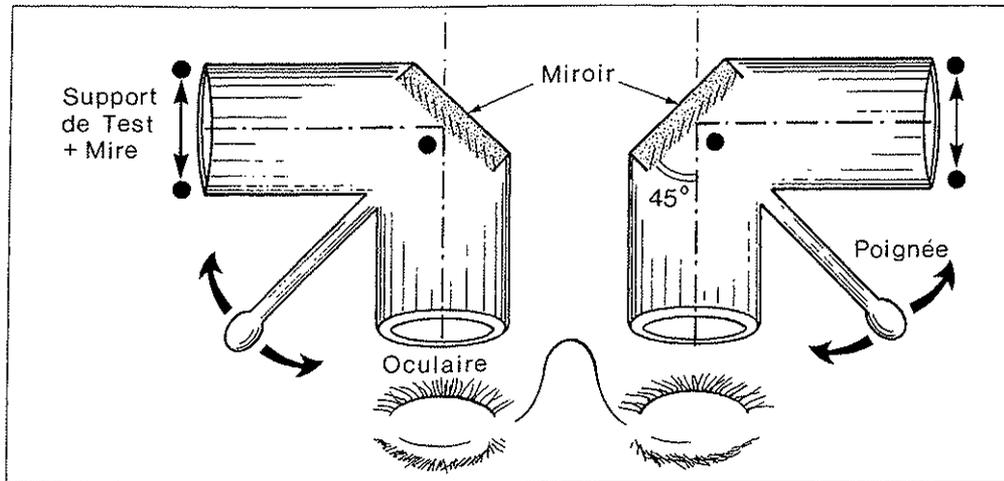
## • Le synoptophore

est un appareil très utilisé en orthoptie, composé essentiellement de tubes coudés ou "bras" qui sont mobilisables autour d'un axe et présentent :

- à une extrémité : un oculaire avec une lentille convexe de 7 dioptries,
- à l'autre extrémité : un support de test où sont glissés les tests (ou mires) étudiés,



- au centre du tube : un miroir plan incliné à 45° par rapport à la lentille qui réfléchit l'image du test.



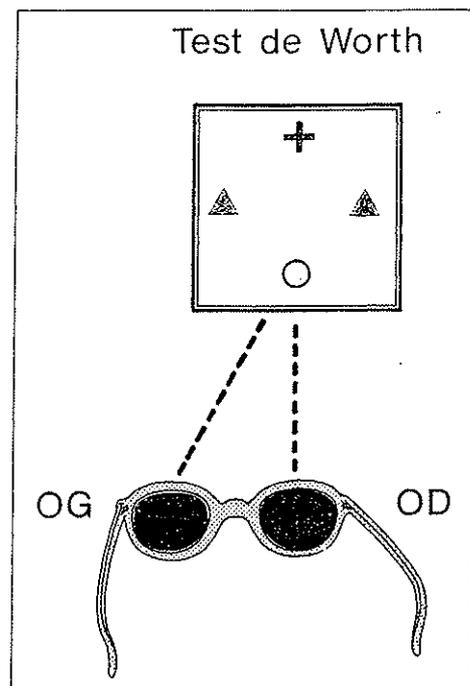
L'image du test est considérée à l'infini, ce qui diminue ou supprime théoriquement l'accommodation.

Le sujet a sa tête bien calée contre un appui-tête et sur une mentonnière ; chaque oeil voit séparément dans chaque oculaire l'image réfléchi d'un test de dimensions différentes.

#### • Le test de Worth

Il s'agit d'une boîte éclairée à l'intérieur, dont la face est perforée généralement :

- d'une croix obturée par un verre rouge en haut,
- de deux triangles latéraux obturés par un verre vert,
- d'un cercle inférieur obturé par un verre blanc (le cercle sera le point de fusion).



#### 1° En monoculaire :

- l'oeil droit doit voir deux objets rouges : la croix supérieure et le cercle inférieur,
- l'oeil gauche doit voir trois objets verts : les deux triangles latéraux et le cercle inférieur.

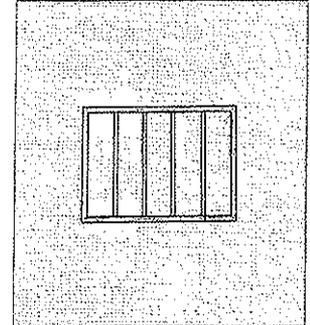
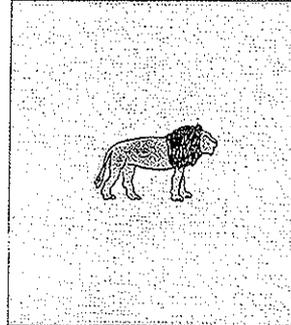
#### 2° En binoculaire, ce test permet d'étudier :

- la vision simultanée,
- et la fusion.

**Worth** a défini trois degrés dans la vision binoculaire. Ces trois différents stades sont de complexité croissante et dépendent les uns des autres.

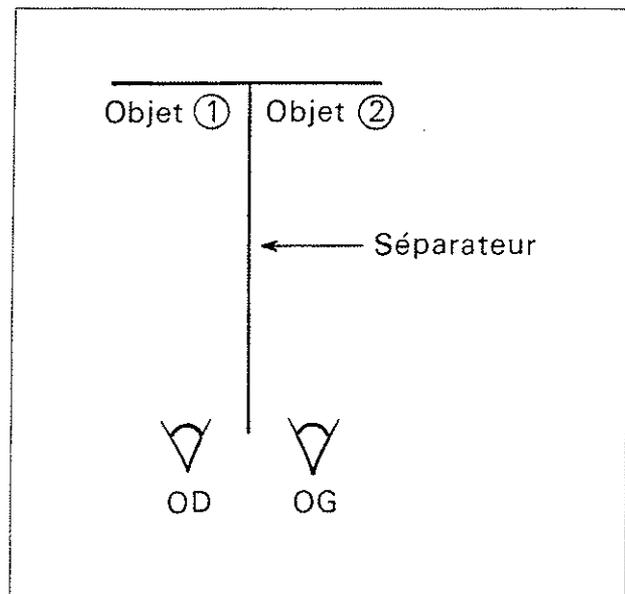
## LE PREMIER DEGRE DE VISION SIMULTANEE ou PERCEPTION SIMULTANEE

**A** En effet, pour parler de vision binoculaire, il faut s'assurer que le sujet voit des deux yeux en même temps. Le synoptophore permet de vérifier cette vision simultanée: Il suffit de proposer au sujet une image à l'oeil droit différente de celle proposée à l'oeil gauche. Par exemple, un lion et une cage, ou un soldat et une guérite.



Si le sujet possède son premier degré de vision binoculaire, il verra le lion **et** la cage. S'il ne voit pas le lion ou la cage c'est la **neutralisation** d'un oeil.

Le synoptophore tient lieu de séparateur physique et permet de s'assurer que les images proposées à chaque oeil sont différentes.



**B** On peut aussi utiliser des lunettes à verres complémentaires Rouge - Vert (rouge devant l'oeil **droit** - vert devant l'oeil **gauche**) avec un test de Worth placé à 5 mètres.

S'il y a neutralisation :

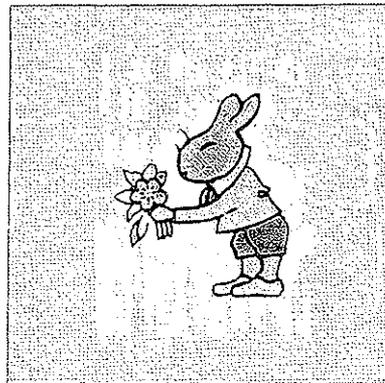
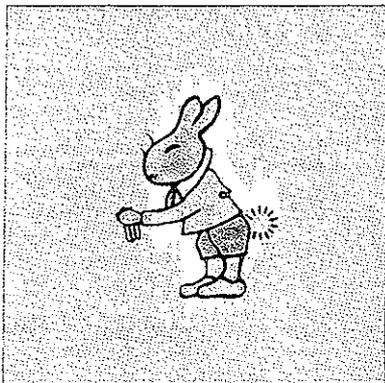
- soit le sujet voit 2 lumières rouges : l'oeil gauche neutralise,
- soit le sujet voit 3 lumières vertes : l'oeil droit neutralise,
- soit le sujet voit tantôt 2 lumières rouges, tantôt 3 lumières vertes : il y a neutralisation alternante.

## LE DEUXIEME DEGRE EST CELUI DE LA FUSION

A ce stade, le phénomène est un peu plus complexe ; en effet, il faut que le sujet possède une vision simultanée mais aussi qu'il rende **simple** deux images à l'origine distinctes.

**A** On peut s'aider du synoptophore pour la recherche de ce deuxième degré de vision binoculaire, en présentant à l'oeil droit et à l'oeil gauche des images identiques à un ou deux détails près. Par exemple, un lapin avec un bouquet dans les pattes mais **sans** queue sur une image, et un lapin sans bouquet mais **avec** une queue sur l'autre image.

**Si le sujet fusionne**, il voit un lapin **avec** un bouquet et une queue.



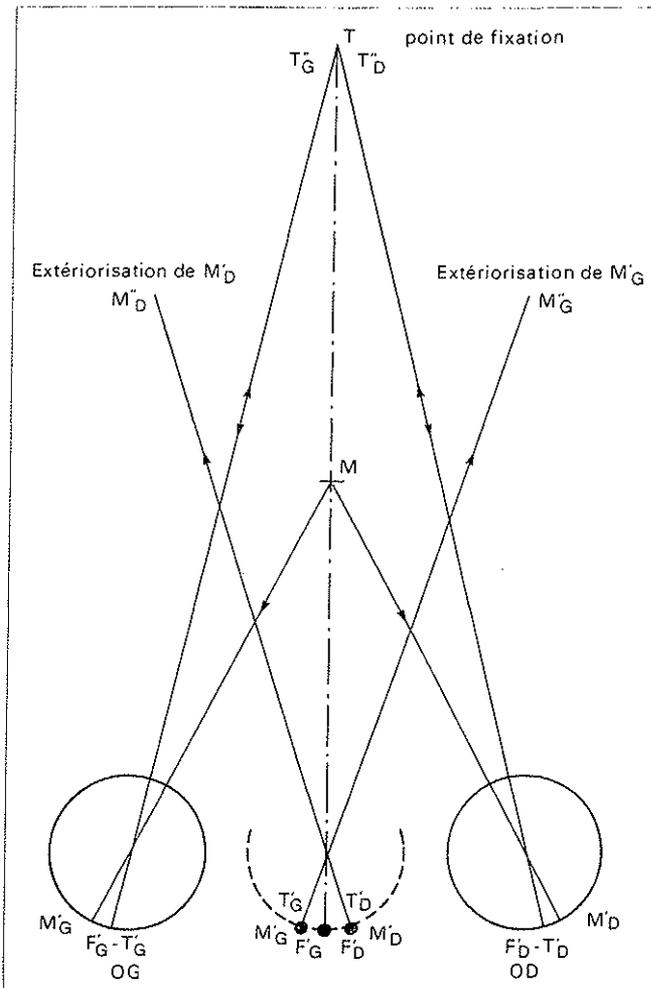
**B** Le test de fusion de Worth peut permettre l'étude de la fusion si l'on ne dispose pas d'un synoptophore.

**Quand il y a FUSION** chez un sujet orthoporique dont la correspondance rétinienne est normale, **4 lumières sont perçues**. L'oeil droit voit le cercle inférieur et la croix, l'oeil gauche voit les 2 triangles latéraux et le cercle inférieur. **Ce cercle inférieur est perçu simple** car il y a **fusion** +++ . La mesure de l'amplitude de fusion en divergence et en convergence peut se faire à l'aide de prismes (cf. Chapitre Convergence).

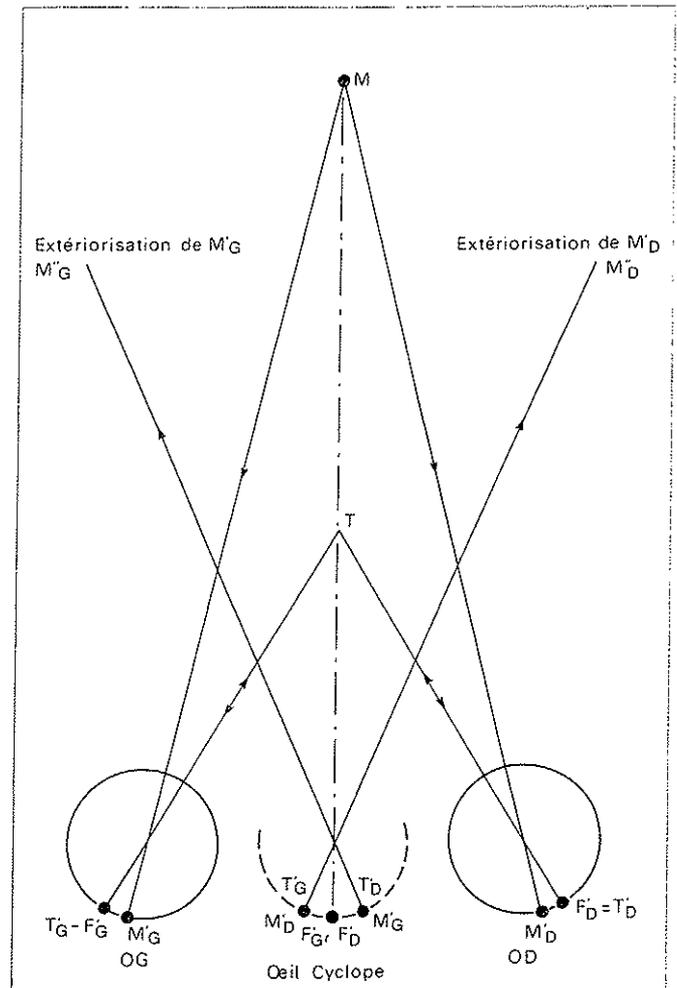
**Si le sujet voit 5 lumières** (2 rouges - 3 vertes), il y a **DIPLOPIE**. Si le cercle inférieur rouge est à droite, on parlera de diplopie homonyme. Si le cercle rouge inférieur est à gauche, on parlera de diplopie croisée. On distingue deux types de diplopie. La diplopie physiologique et la diplopie pathologique.

## 1° - La diplopie physiologique

Tout sujet possédant la vision simultanée et la fusion peut être mis en situation de diplopie. Ainsi, le sujet fixe un point T les deux yeux ouverts.



Le sujet voit le point M situé en avant de T en diplopie physiologique de **type croisé**. C'est-à-dire que les extériorisations des images rétinienne sont croisées. L'extériorisation de l'oeil droit est à gauche de celle de l'oeil gauche.



Le sujet voit M situé en arrière de T en diplopie physiologique de **type homonyme**.

C'est-à-dire que l'extériorisation de l'image de l'oeil droit est à droite de l'extériorisation de l'image de l'oeil gauche.

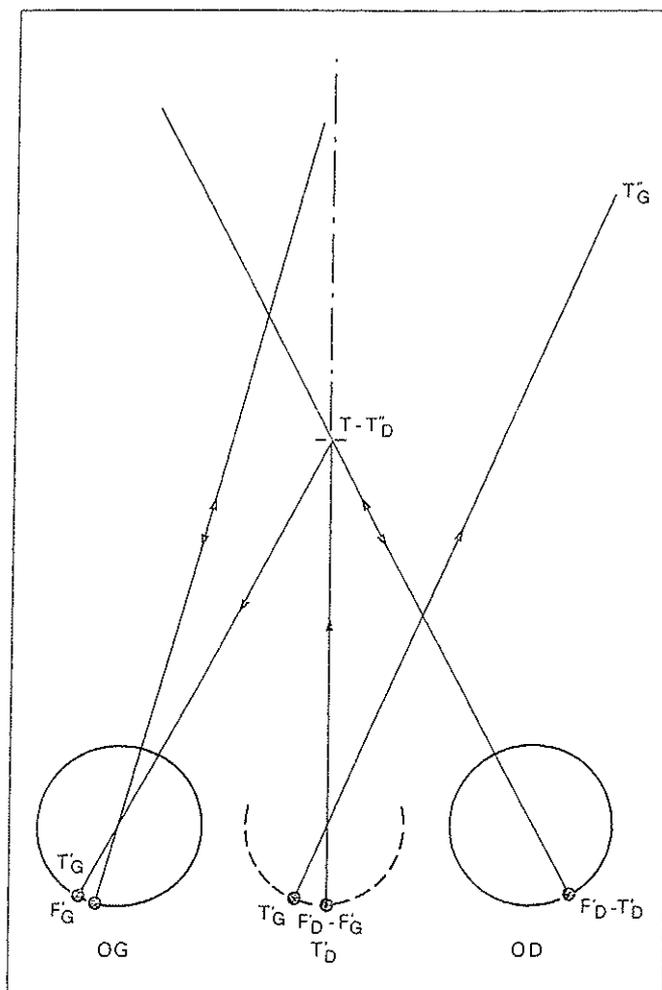
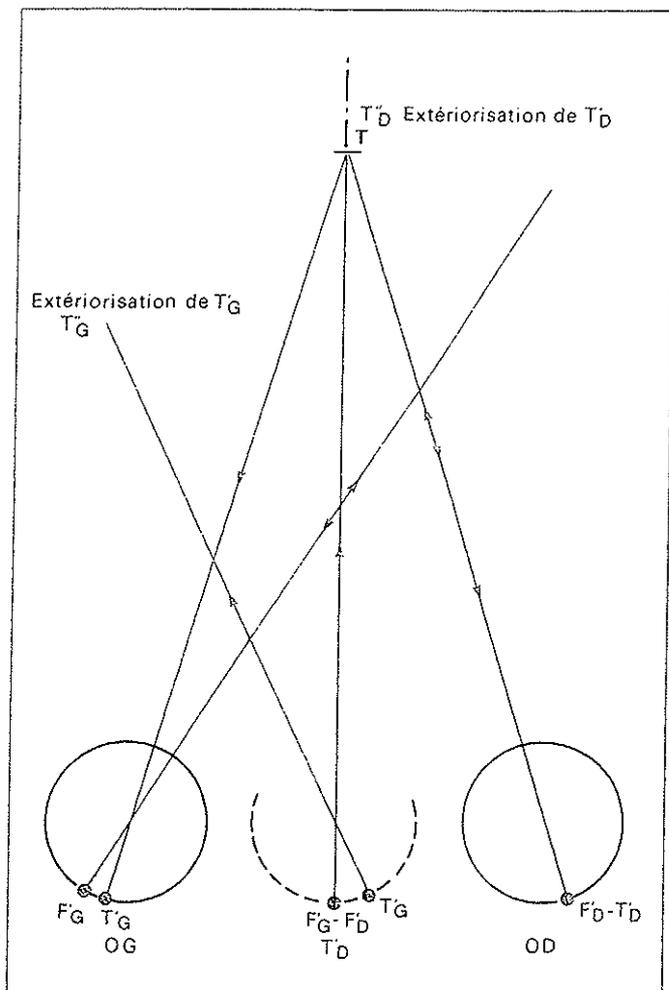
L'oeil cyclope n'est qu'un moyen bien pratique de schématiser le phénomène de fusion et en général la vision binoculaire interprétée.

## 2° - La diplopie pathologique

Les sujets strabiques sont en situation de diplopie quelle que soit la situation, sauf s'il existe une neutralisation. Il existe deux grands types de strabismes :

### a) le strabisme convergent :

### b) le strabisme divergent :



Le sujet est supposé strabique et regarde un point T : ses lignes de regard se croisent en avant du point T. On constate que le strabique convergent est en **diplopie pathologique de type homonyme**.

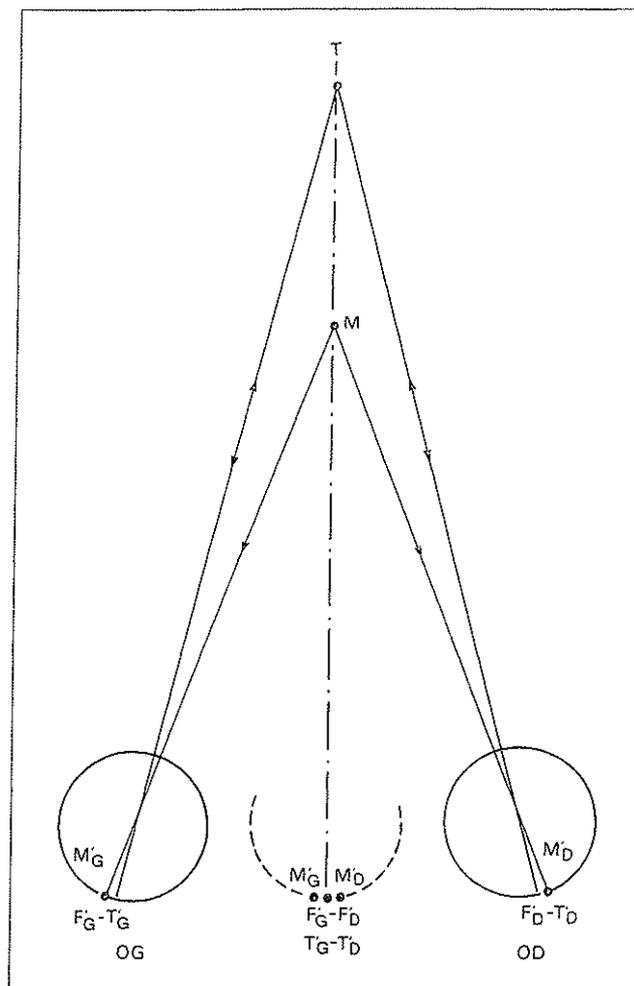
La fausse image se projette sur la rétine nasale de l'œil gauche, gagne le cortex occipital et sera perçue comme située dans le champ visuel gauche : la diplopie est homonyme (OG-CV gauche).

Le sujet est supposé strabique et regarde un point T : ses lignes de regard se croisent en arrière du point T. On constate que le strabique divergent est en **diplopie de type croisé**.

## LE TROISIEME DEGRE EST CELUI DE LA VISION STEREOSCOPIQUE

Pour qu'un sujet possède la vision du relief, il est indispensable qu'il possède déjà les deux premiers degrés de la vision binoculaire.

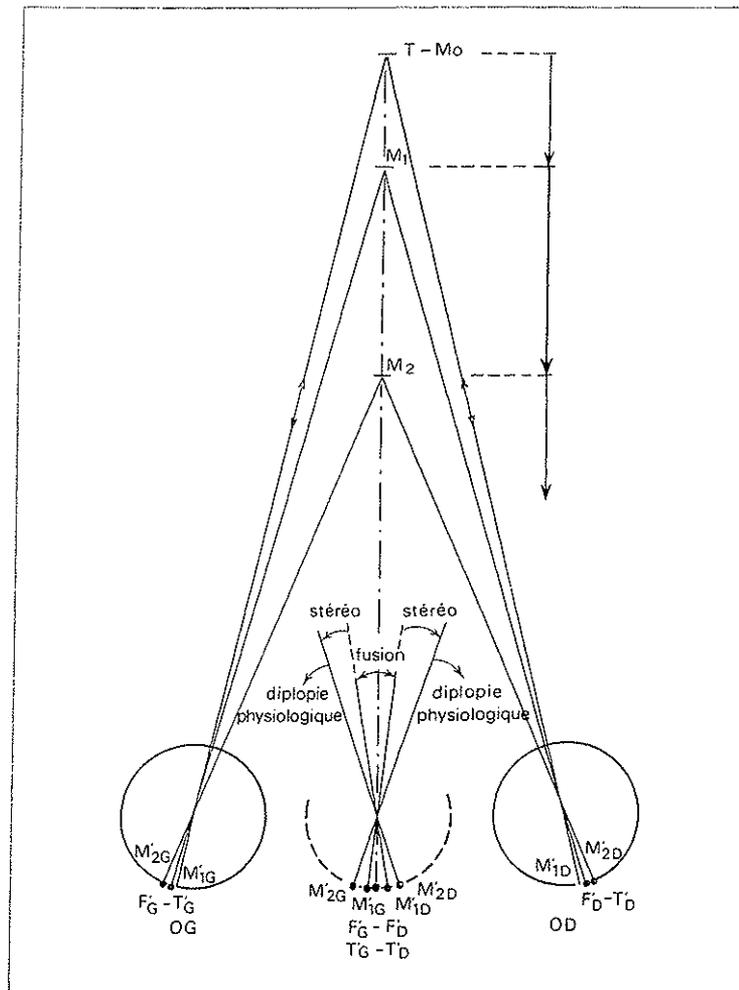
**A** Pour bien comprendre ce qui se passe dans la vision du relief, nous pouvons étudier un exemple simple. Supposons qu'un sujet fixe un point T.



Ce sujet voit le point M, qui est situé en avant du point T. Normalement, ce point M devrait être vu en **diplopie physiologique** de type croisé car les deux images M'D et M'G ne sont pas des points en correspondance rétinienne. Ils ne sont pas directement superposables et n'ont pas les mêmes coordonnées rétiniennes.

Or, le point M est vu simple et ne sera vu en diplopie que si le point M est suffisamment éloigné du point de fixation T.

**Expérience :** on propose au même sujet un point de fixation T, le point M étant superposé avec T. Puis on éloigne progressivement M de T en demandant au sujet ce qu'il voit.



**1° - Le M est un M1**, les images rétiniennes M'1D ET M'1G ne sont plus en correspondance rétinienne directe et il existe une disparité entre ces deux images rétiniennes. Cette disparité encore faible est interprétée par le sujet comme "M dans le plan de T". Tout se passe comme si les images M'1D et M'1G étaient en correspondance rétinienne : il y a **fusion**.

Ainsi de Mo  $\rightarrow$  M1 : M est vu simple, et semble rester dans le même plan que T : c'est **l'aire de fusion**.

**2° - Lorsque M est en M2**, les images rétiniennes M'2D ET M'2G présentent une disparité rétinienne plus importante que pour M1. Cette disparité plus sensible est interprétée par le sujet comme "M en avant de T". Le point M est vu simple. Dans ce cas, on ne peut plus dire qu'il y a fusion mais il y a **stéréoscopie**.

Ainsi de M1  $\rightarrow$  M2 : M est perçu en avant de T, c'est **l'aire de stéréoscopie**.

**3° - En deçà de M2**, la disparité des images rétiniennes est si importante que le sujet ne peut plus l'interpréter. Le point M est alors vu double, le sujet est en **diplopie** physiologique croisée.

On peut faire la même expérience en éloignant le point M du point de fixation T. On trouvera successivement l'aire de Fusion, puis l'aire de Stéréoscopie et l'aire de Diplopie qui sera alors de type homonyme.

**B** L'étude de la vision stéréoscopique se fait grâce à différents tests.

1° - Le stéréotest de Wirt est le plus utilisé et le plus simple. Il s'agit d'un livret à deux volets présentant trois types de test que le sujet doit observer avec une paire de lunettes polarisantes (mouche - séries d'animaux - groupe d'anneaux).

• Principe :

Les tests paraissent flous à l'oeil nu car ils sont composés de deux photographies du même objet mais vues sous un angle légèrement différent. L'écart angulaire entre les deux photographies est variable en fonction des trois types de test.

Le port de lunettes polarisantes (séparateur physiologique) permet à chaque oeil de voir séparément une des deux photographies, dont le léger décalage donne naissance à la perception du relief.

- La mouche (House Fly) est un test de grande surface, qui ne permet de constater qu'un sens frustré du relief. Mais chez l'enfant qui peut pincer les ailes de la mouche entre ses doigts, il facilite l'abord de tests plus précis.

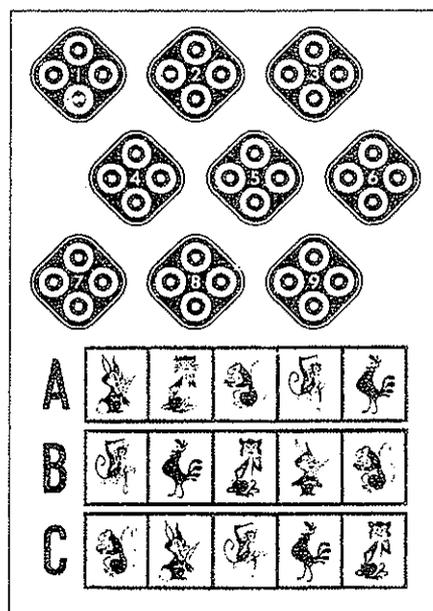
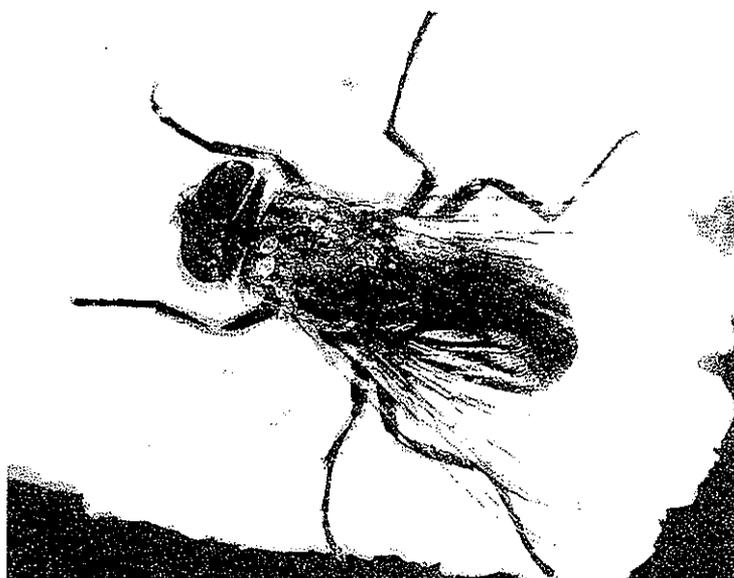
- Les trois séries horizontales d'animaux A - B - C permettent une évaluation plus fine de la vision stéréoscopique. Dans chacune des trois séries d'animaux (cf. photo) seul un animal se trouve en relief : la ligne A correspond à une vision stéréoscopique de 400 secondes, la ligne B à 200 secondes et la ligne C à 100 secondes.

- Une série de neuf groupes de quatre anneaux permet de chiffrer chez l'enfant de plus de 6 ans et chez l'adulte une vision stéréoscopique allant de 800 secondes pour le test n°1 à 40 secondes pour le test n° 9.

• Résultats :

Les résultats de cette étude stéréoscopique seront libellés sur le bilan orthoptique comme suit :

- VS - HF oui (ou non)
- A - B - C
- 9 pions.



## 2° - Le test TNO.

Ce test est composé de sept planches duochromes (rouge - vert), d'une paire de lunettes complémentaires rouge - vert.

### • Principe :

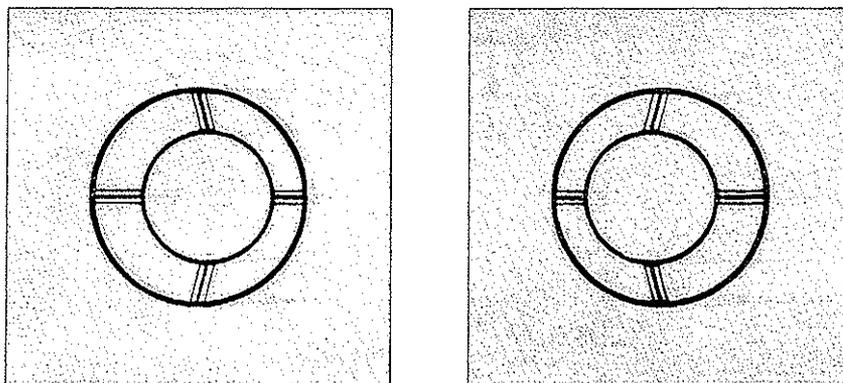
Chaque planche est composée de deux dessins de couleurs complémentaires et légèrement décalés l'un par rapport à l'autre. Chaque oeil derrière son verre ne perçoit qu'un dessin.

### • Résultats :

- Si les trois premières planches sont correctement vues, c'est qu'il existe une vision stéréoscopique. Les deux yeux fonctionnant en même temps, il y a fusion et le relief apparaît.
- Cette vision stéréoscopique peut être quantitativement chiffrée sur les trois dernières planches représentant des cercles tronqués (gâteau ou camembert dont il manque une tranche).
- La quatrième planche permet, en vision de près, de connaître l'oeil dominant.

Il existe d'autres tests stéréoscopiques en vision de près : test RDE - test TITMUS... que nous ne développerons pas ici.

**3° - En vision de loin**, le synoptophore permet (s'il y a fusion) l'étude de la stéréoscopie par projection de tests identiques, mais vus sous un angle différent. La vision de ces tests par les deux yeux donne lieu à une impression de relief (abat-jour).

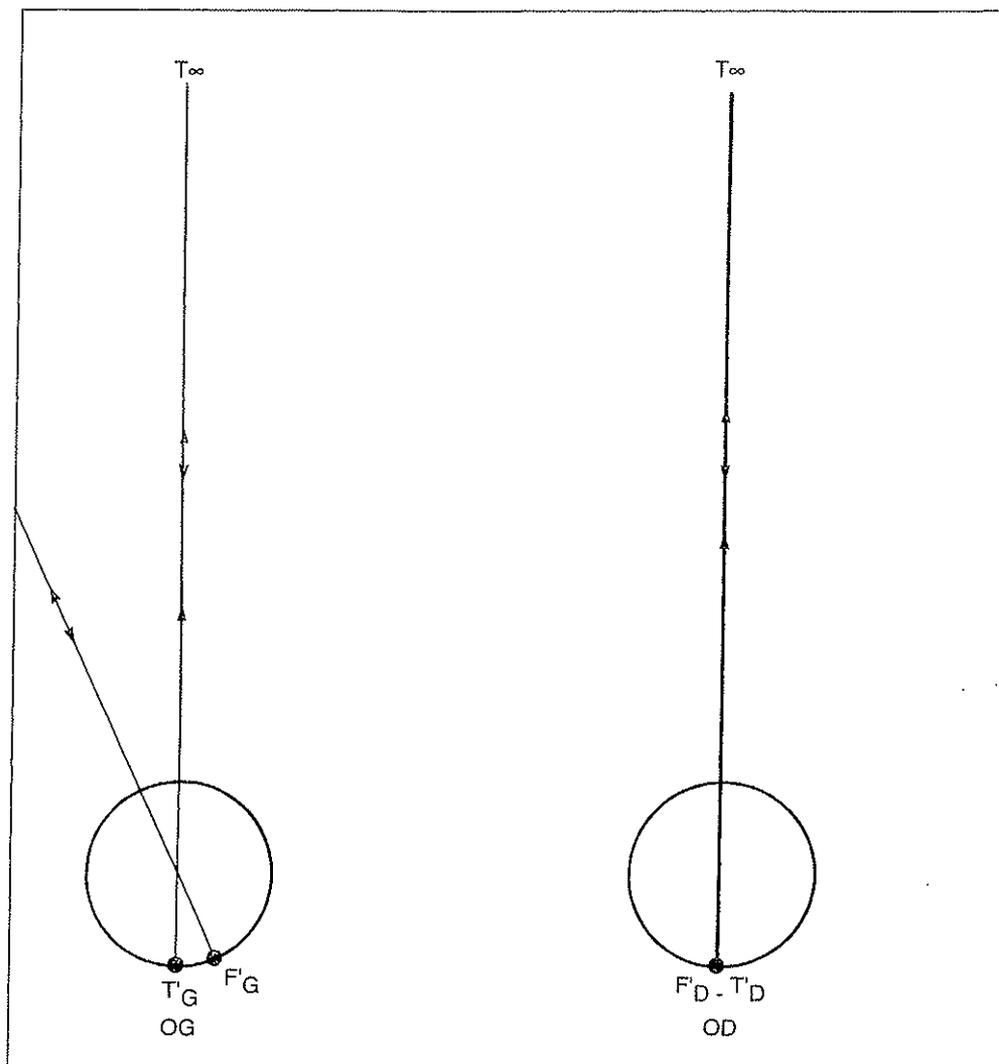


## CORRESPONDANCES RETINIENNES

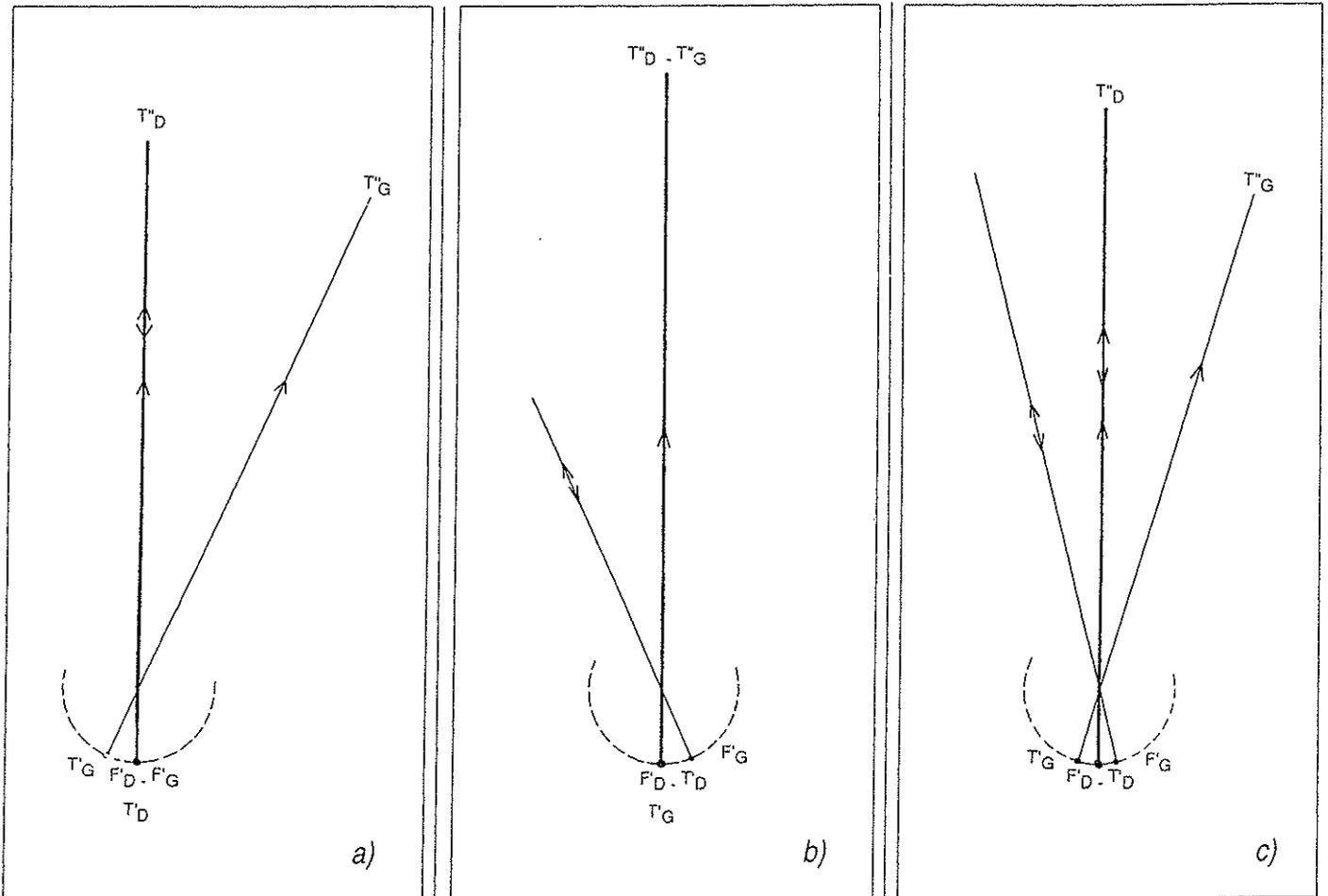
Dans tous les cas étudiés ci-dessus, les sujets présentent une correspondance rétinienne dite **normale**. C'est-à-dire que la fusion (la superposition des deux images rétiniennes) se fait centrée sur les deux fovéas. Ceci constitue la majorité des individus.

Par contre, les strabiques peuvent, afin de compenser leur diplopie, adopter une stratégie de fusion particulière. C'est ce que l'on appelle des correspondances rétiniennes **anormales**.

Pour faciliter la compréhension, nous allons traiter un exemple : supposons un sujet strabique divergent qui regarde un point T situé à l'infini.



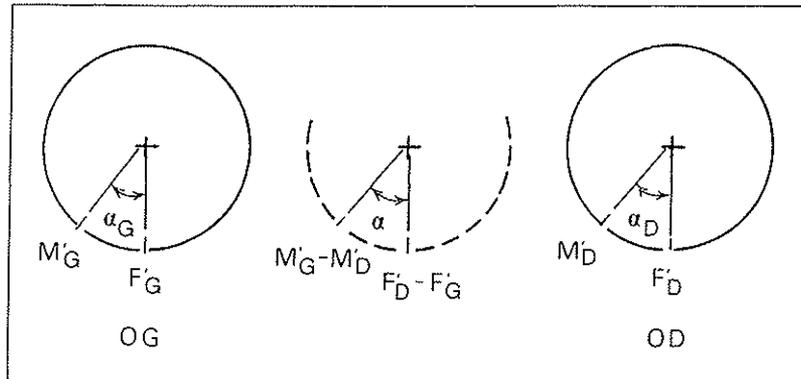
Ce sujet a trois possibilités :



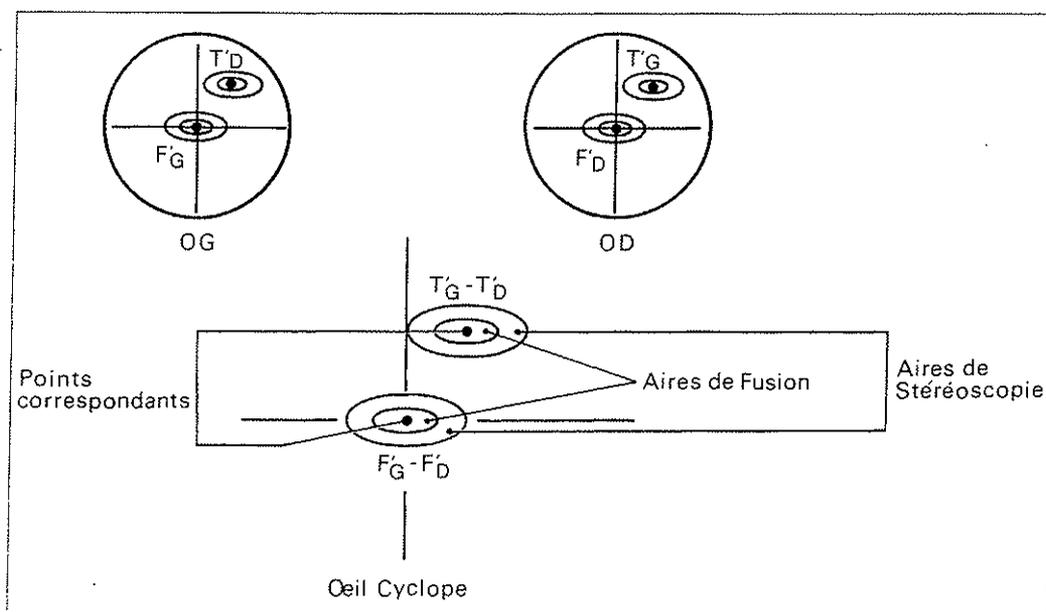
- a) la correspondance rétinienne **normale** : le sujet est en diplopie de type croisé.
- b) la correspondance rétinienne **anormale harmonieuse** : cette stratégie de fusion spéciale permet au sujet de supprimer la diplopie. La superposition des images rétiniennes se faisant centrée sur les deux images  $T''_D$  et  $T''_G$ .
- c) la correspondance rétinienne **anormale disharmonieuse** : cette stratégie permet de diminuer l'écart entre les extériorisations des images rétiniennes  $T''_D$  et  $T''_G$ . Mais elle ne permet pas de compenser entièrement la diplopie pathologique de type croisé typique du strabisme divergent.

## LES AIRES DE PANUM - LES HOROPTERES

Tous les points des deux rétines sont *correspondants* deux à deux. Les points F'D et F'G (les fovéas) sont des points correspondants; de même que les points M'D et M'G : ils ont les mêmes coordonnées rétinienne. Des points tels que M'D et M'G sont directement superposables,

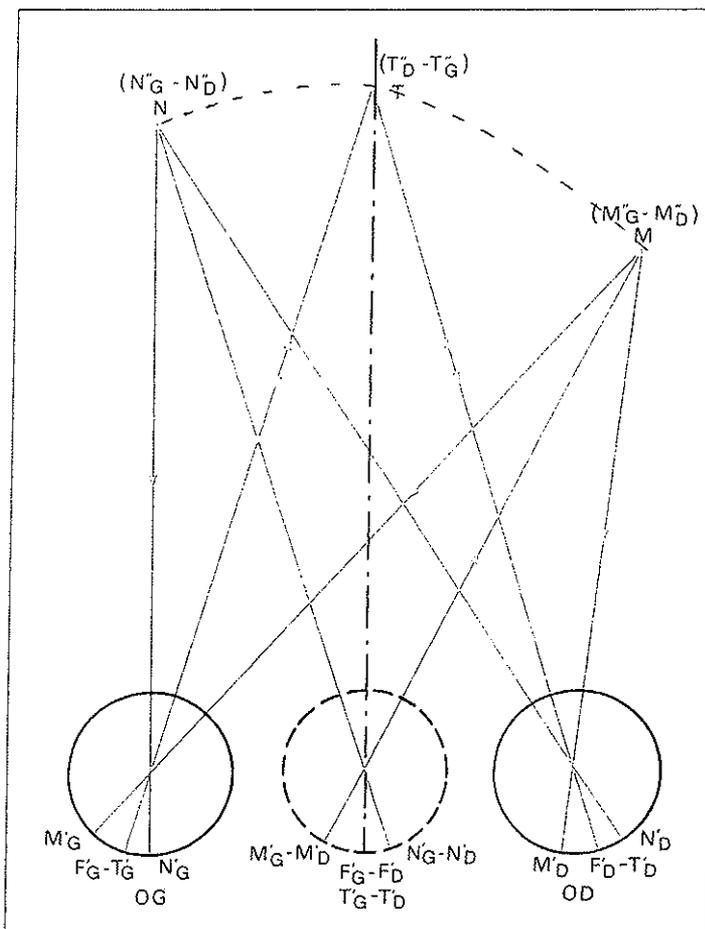


directement fusionnables. Les angles  $\alpha_D$  et  $\alpha_G$  et  $\alpha$ , sont tels que  $\alpha_D = \alpha_G = \alpha$ . En fait, la correspondance ne se fait pas précisément d'un point à un point mais plutôt d'un point à une aire. Les aires, définies par *panum*, sont des surfaces de forme elliptique à grand axe horizontal près de la fovéa, situées sur les rétines de l'oeil droit et de l'oeil gauche, centrées par des points correspondants. En périphérie rétinienne, ces aires sont plus larges.



Comme on a pu mettre en évidence les aires de *panum*, situées sur les rétines, on a pu chercher les points conjugués objets de ces aires afin de comprendre la façon dont est perçu l'espace par le sujet.

On définit ainsi l'*horoptère* comme le lieu de l'espace objet, situé de part et d'autre du point de fixation dont les images se forment sur des points correspondants des rétines.



Les points M'G - M'D ; N'G - N'D et T'G - T'D sont des points correspondants des rétines. Les points M et N sont des points de l'horoptère associé au point de fixation T. Les formes de l'horoptère varient en fonction du point de fixation ; généralement, il s'agit d'une surface incurvée (telle la ligne courbe N.T.M.).

## APPLICATION CLINIQUE PRATIQUE

Une vision binoculaire normale contribue à une amélioration de l'acuité visuelle monoculaire de 1 à 2/10°, à un agrandissement du champ de vision, à une appréciation du relief, et évite la fatigue visuelle due à de petits déséquilibres moteurs.

### 1° - Le monoptalme.

La perte d'un oeil entraîne des perturbations chez un sujet borgne récent, même si l'oeil restant est normal.

- l'acuité visuelle même à 10/10° perd ce petit "plus" d'amélioration qu'apporte une bonne vision binoculaire,
- le champ visuel est réduit au champ visuel monoculaire,
- l'accommodation est plus difficile,
- le sens chromatique est plus faible,
- l'adaptation à l'obscurité est diminuée avec parfois une mauvaise vision crépusculaire,
- l'appréciation du relief, des distances se fait mal.

### 2° - Les critères de vision binoculaire normale sont multiples et discutés. Parmi les principaux, nous retiendrons :

- une acuité visuelle binoculaire normale,
- l'absence de neutralisation,
- la présence d'une diplopie physiologique facilement réalisée de loin comme de près,
- la normalité de l'amplitude de fusion,
- la normalité du rapport accommodation - convergence AC/A,
- la normalité de l'amplitude d'accommodation compte-tenu de l'âge,
- une normophorie,
- une acuité stéréoscopique égale ou supérieure à 40 secondes.

### 3° - Les diplopies binoculaires :

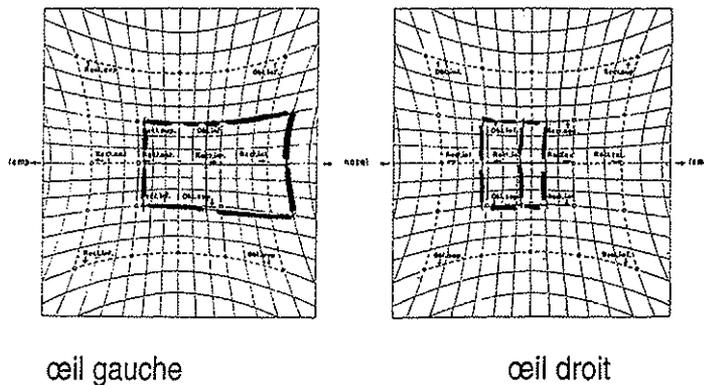
#### a) Les paralysies oculomotrices :

- Dans le tableau complet associant une incapacité motrice dans le champ d'action du ou des muscles parétiques, un torticolis, une diplopie, le diagnostic est évident.

- Quand le tableau clinique est moins complet, une simple gêne fonctionnelle mal définie peut amener à consulter. Seul l'examen au verre rouge peut permettre de différencier :
  - une diplopie horizontale où le muscle paralysé est un droit horizontal,
  - une diplopie verticale ou oblique où un muscle vertical ou oblique peut être intéressé.

Le schéma de Lancaster modifié (Hess-Lees) peut alors être très utile au diagnostic.

La limite d'action du muscle paralysé explique un cadre réduit du graphique ; l'hyperaction simultanée du muscle synergique de l'autre oeil explique le trop grand cadre.



Paralysie du VI droit

b) **L'hétérophorie décompensée** (cf. Chapitre Convergence) peut parfois s'accompagner d'une diplopie, le sujet ne parvenant plus à imposer sa fusion à certains moments d'effort visuel intense.

Le schéma de Lancaster, dans ce type de pathologie, retrouve des cadres identiques et égaux.

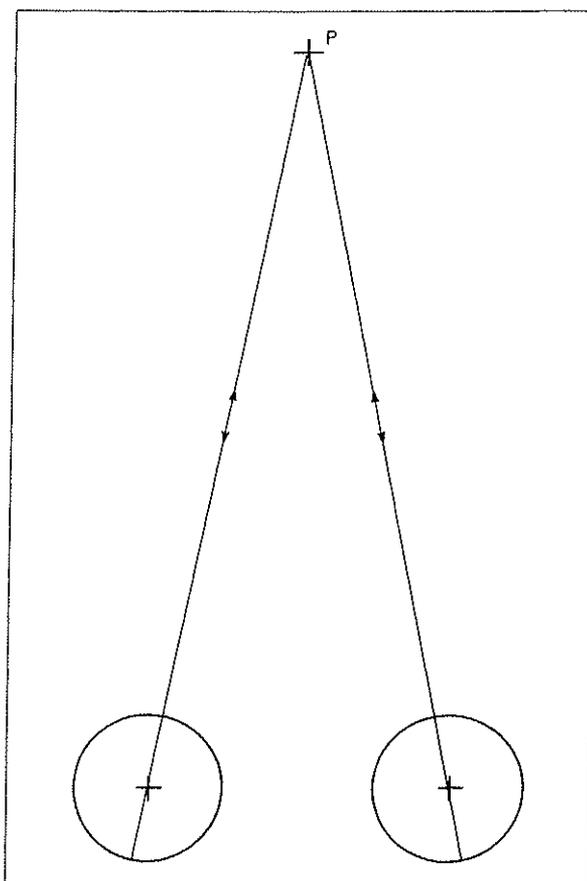
c) **L'anisétropie importante** peut s'accompagner d'une diplopie constante : deux images rétinienne de taille différente étant en fait superposées.

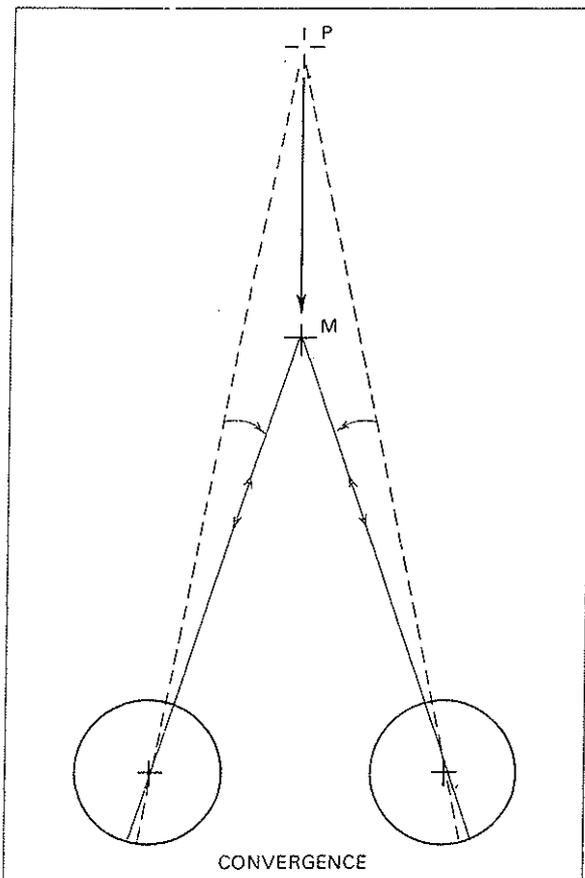
d) **La diplopie mécanique** due au déplacement du globe oculaire par une tumeur de l'orbite, par un hématome ou par l'incarcération d'un muscle dans une fracture du plancher de l'orbite.

# LA CONVERGENCE

## INTRODUCTION

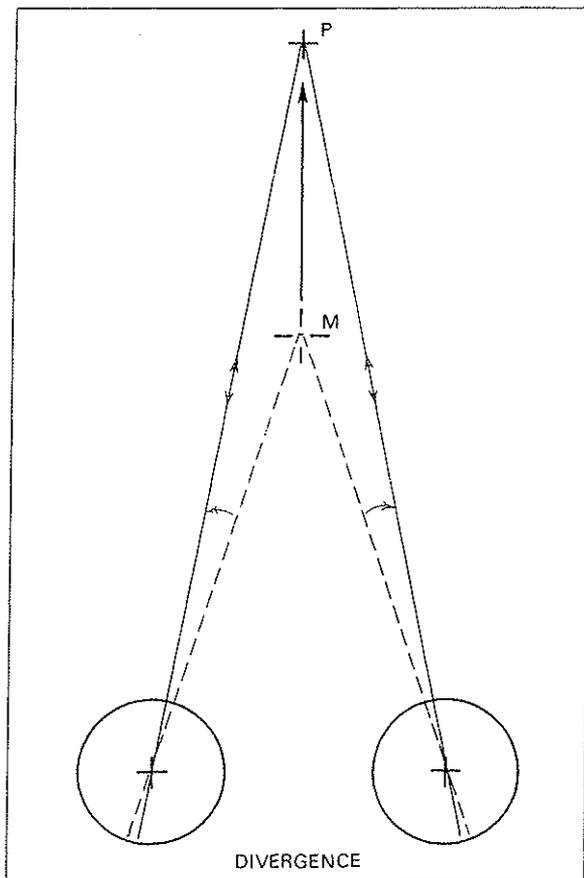
La **convergence** est le mouvement des globes oculaires qui permet aux lignes principales de regard de fixer un point situé à une distance finie.





- Nous appelons **convergence** le mouvement des lignes de regard du couple oculaire dirigé vers l'intérieur (vers le nez).

La fixation du couple oculaire passe d'un point P à un point M (plus proche que P).



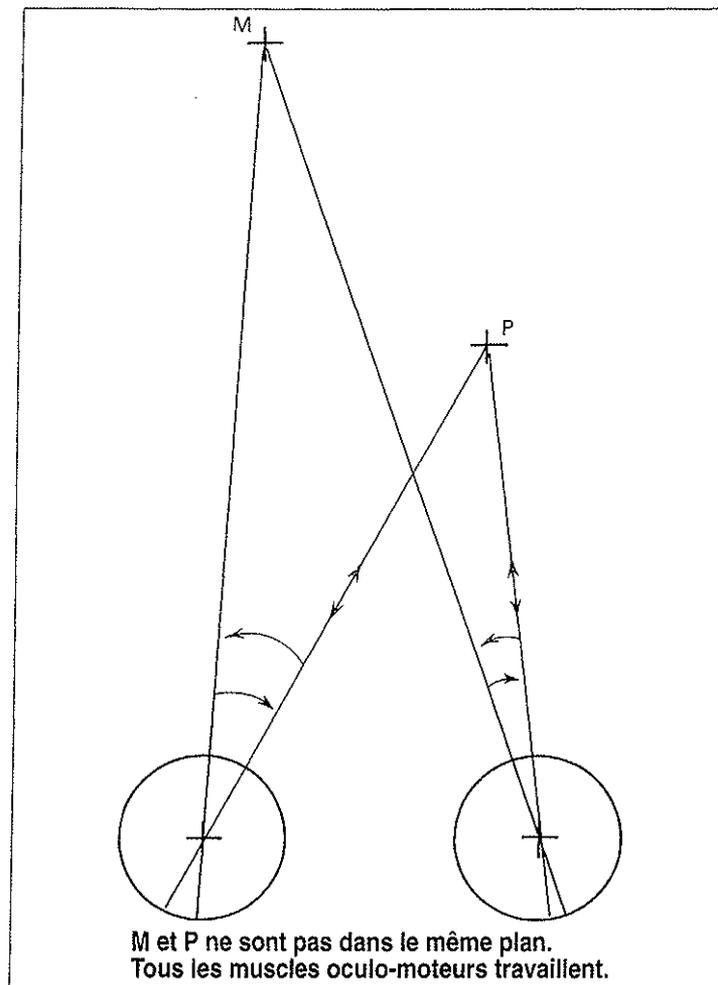
- Inversement, la **divergence (ou convergence négative)** est le mouvement de lignes de regard du couple oculaire dirigé vers l'extérieur (vers les tempes).

# PHYSIOLOGIE

Quand les points de fixation sont situés dans le plan sagittal médian :

- Ce sont les muscles **droits internes** qui participent aux mouvements de **convergence** du couple oculaire et donc aux **adductions** des yeux.
- Inversement, ce sont les muscles **droits externes** qui participent aux mouvements de **divergence** du couple oculaire et donc aux **abductions** des yeux.

Quand les points de fixation ne sont pas situés dans le même plan sagittal, l'ensemble des muscles oculomoteurs participent aux mouvements de chaque oeil, obéissant aux lois de Hering et de Sherrington (cf. Chapitre I).



**La convergence est une fonction acquise** pendant la première année de la vie. Elle dépend du développement des mouvements oculaires et de celui de la vision binoculaire.

# LES DIFFERENTES CONVERGENCES

Il existe une convergence volontaire et une convergence involontaire réflexe.

## A LA CONVERGENCE VOLONTAIRE

La rotation volontaire des yeux vers le nez est commandée par le lobe *frontal* cérébral.

L'amplitude de cette convergence est faible, mais elle peut faire l'objet d'un entraînement (orthoptie) et se développer remarquablement.

## B LA CONVERGENCE INVOLONTAIRE

Il s'agit d'un véritable réflexe "psycho-optique" dont le centre se situe dans le cortex *occipital*, et dont la voie nerveuse finale se termine sur les III<sup>e</sup> et VI<sup>e</sup> paires de *nerfs crâniens*.

C'est l'étude de cette convergence réflexe involontaire qui nous intéresse particulièrement.

Fonction complexe qui répond à plusieurs stimulations, on distingue *quatre types de convergence* réflexe :

- la convergence tonique
- la convergence fusionnelle
- la convergence accommodative
- la convergence proximale.

### 1° - La convergence tonique = T

Elle caractérise la position des yeux lorsque les muscles oculaires ne sont soumis à aucune autre stimulation que leur propre tonus. **Le stimulus de cette composante est donc le tonus +++**

Cette composante tonique ne caractérise pas un mouvement mais une position statique des yeux. Cette position est dépendante des structures de chaque muscle et du comportement de son antagoniste.

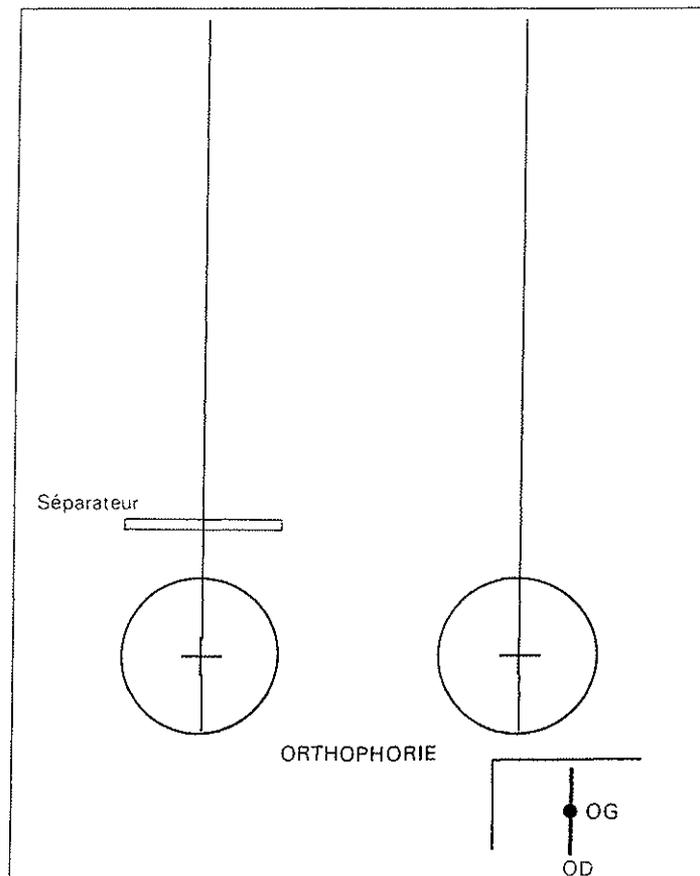
Cette position passive du couple oculaire ne peut être obtenue qu'en *état* de *repos physiologique*, en l'absence de toute stimulation de fixation. Elle est en général retrouvée en cas de sommeil profond ou sous anesthésie générale. Dans ces conditions bien particulières, on observe généralement une divergence haute du couple oculaire, chaque œil étant en abduction et supraduction.

On peut appréhender la valeur de cette convergence tonique en supprimant la tendance à la fusion. Ceci ne peut être obtenu qu'en donnant à chaque oeil des images suffisamment différentes l'une de l'autre en vision de loin, et revient à mesurer la **phorie** du sujet emmétrope ou corrigé en vision de loin avec un test fortement dissociant, par exemple la baguette de Maddox.

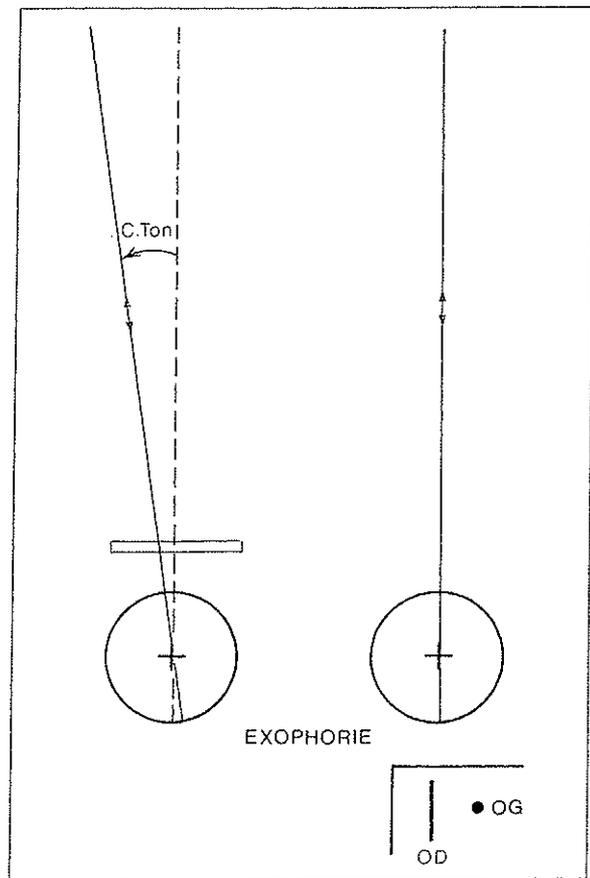
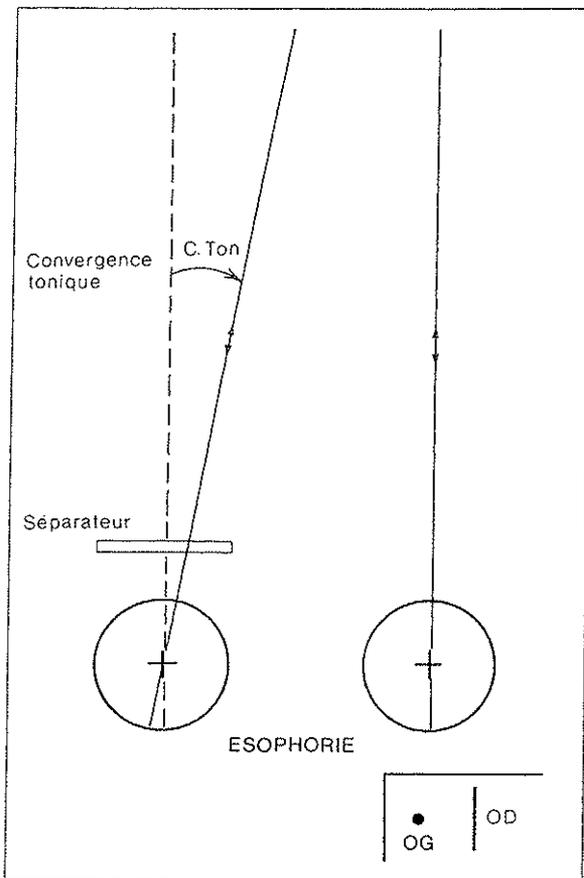
La baguette de Maddox, de couleur rouge, comporte une série de cylindres de forte puissance qui donnent d'un point une image rectiligne.

L'examen consiste à placer devant l'oeil droit du sujet la baguette de Maddox. Le sujet fixe alors un point lumineux non éblouissant et il voit de son oeil droit un trait rouge et de son oeil gauche la lumière blanche.

La superposition des images est possible (vision simultanée) mais la fusion est rendue impossible par le caractère trop dissemblable des images (trait et point de couleur différente).



- En cas **d'orthophorie** : il n'y a pas de décalage, pas de déviation latente mise en évidence par la baguette de Maddox. Il y a superposition du trait rouge vu par l'oeil droit, et de la lumière blanche vue par l'œil gauche.



- Si les yeux convergent, on dit qu'il y a **ésophorie**. Le trait rouge vu par l'oeil droit est vu à droite de la lumière blanche (la correspondance rétinienne étant normale).

- S'il y a **divergence**, on parle d'**exophorie**. Le trait rouge vu par l'oeil droit est vu à gauche de la lumière blanche vue par l'oeil gauche.

- Si la déviation latente est verticale, on parle d'**hypo** ou d'**hyperphorie** d'un oeil par rapport à l'autre.
- On peut aussi trouver des décalages mixtes associant une composante horizontale (**eso** ou **exo**) à une composante verticale (**hypo** ou **hyperphorie**).

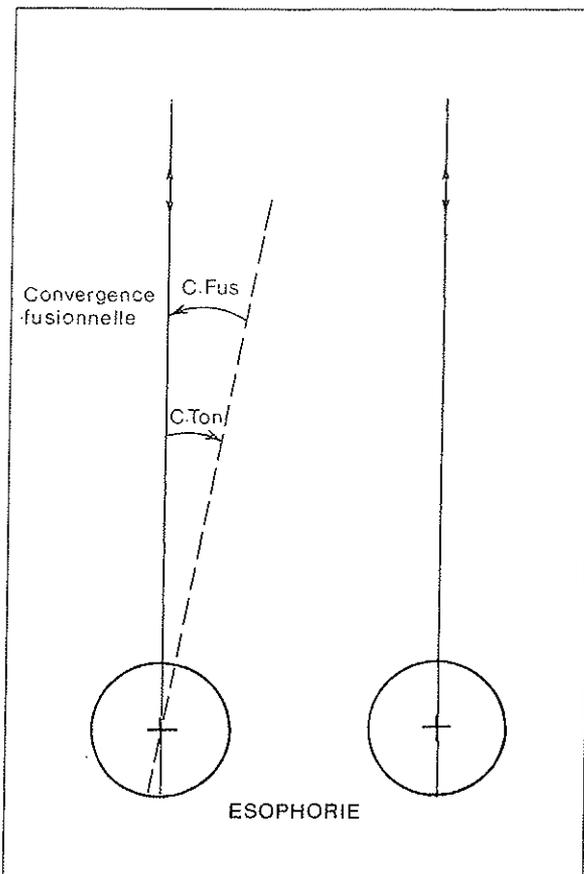
## 2° - La convergence fusionnelle = F

Le stimulus de cette composante de la convergence est la *fusion* : ce désir qu'a le sujet d'éviter la diplopie.

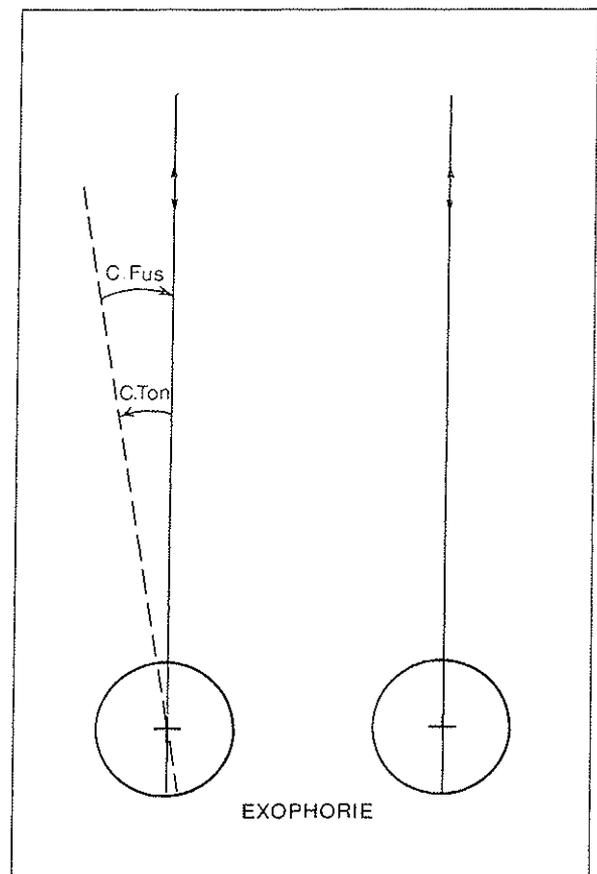
La fusion a permis le développement de la vision binoculaire dès les premières années de la vie ; grâce à cette fusion, la convergence involontaire est devenue un réflexe acquis.

La fusion ne peut se maintenir, si la fixation est fovéale, que si les images rétinienne sont fusionnables (cf. Chapitre Vision Binoculaire) et acceptées comme telles par le cerveau.

Sous l'effet de cette composante fusionnelle et dès la fixation binoculaire, une hétérophorie peut être compensée :



- une ésochorie peut être compensée par une divergence,



- une exophorie peut être compensée par une convergence.

Les lignes de regard ne peuvent se maintenir en bonne position que si l'effort de compensation de l'hétérophorie est physiologiquement admissible.

La convergence fusionnelle équilibrant la convergence tonique peut cependant être importante si les phories sont grandes !...

### 3° - La convergence accommodative = AC

Le stimulus de cette convergence est l'accommodation.

L'accommodation et la convergence sont étroitement liées en vision de près, de même que le rétrécissement pupillaire (miosis).

#### • Définition

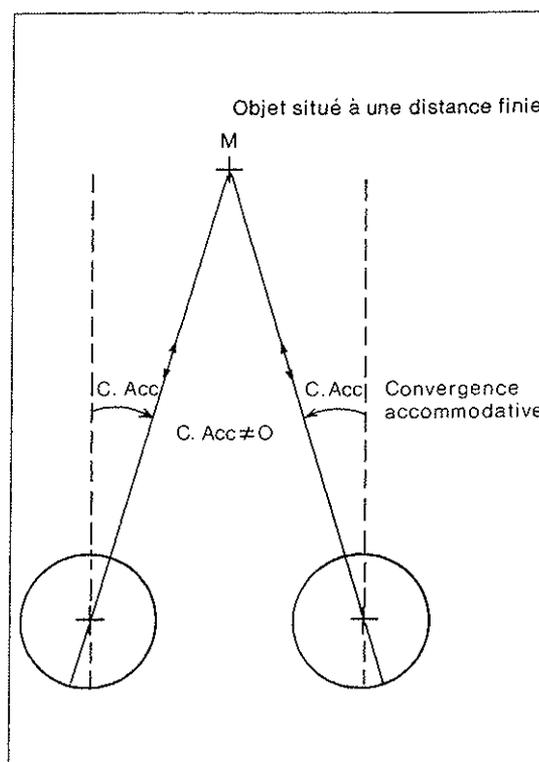
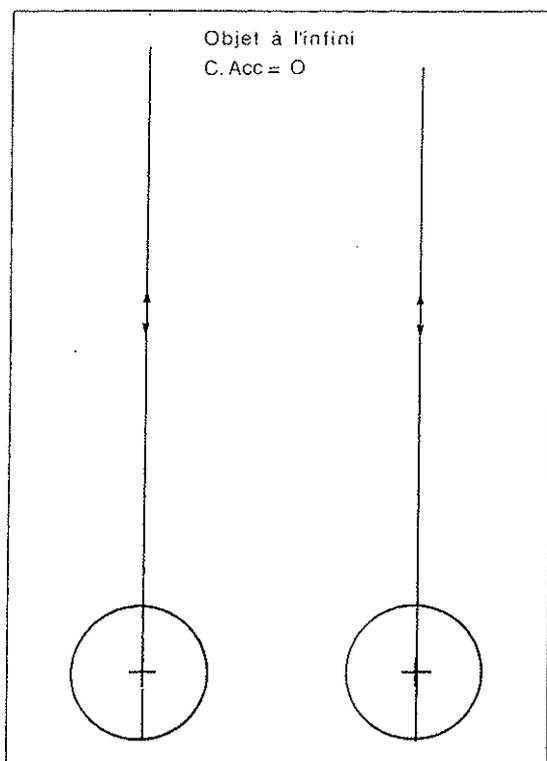
On appelle convergence accommodative la forme de convergence induite par un changement d'accommodation et rapport AC/A le degré de convergence induit par une unité d'accommodation.

$$\text{Rapport AC/A} = \frac{\text{Convergence accommodative}}{\text{Accommodation}} = \frac{\Delta}{D}$$

$\Delta$  = dioptrie prismatique (unité de convergence)

D = dioptrie (unité d'accommodation)

Pour un sujet emmétrope ou emmétropisé, non presbyte, la convergence accommodative est nulle en vision de loin et ne se manifeste qu'en vision de près.



## • Mesure du Rapport AC/A

Le rapport AC/A peut-être déterminé par différentes méthodes :

### a) Méthode de l'hétérophorie

On mesure de loin, après correction de toute amétropie, l'hétérophorie ou l'hétérotropie. Dans ces conditions l'accommodation est considérée comme nulle. Puis on mesure l'hétérophorie de près (33 centimètres ou 3 dioptries). La convergence induite par le changement de fixation Loin  $\longrightarrow$  Près est due à l'accommodation.

### b) Méthode du gradient

On mesure l'hétérophorie à une distance arbitrairement choisie (de 33 centimètres par exemple), d'abord sans correction et ensuite avec des verres convexes ou concaves (+ 3,00 ; + 1 ; 0,00 ; - 1,00 et - 3,00 dioptries).

Cette méthode ou une variante est la plus utilisée en pratique courante.

c) **D'autres méthodes** (méthode électro-oculographique - méthode par disparité de fixation) permettent de mesurer ce rapport AC/A ( $\Delta/D$ ).

## • Résultats

En pratique, un rapport AC/A supérieur à 5  $\Delta/D$  est considéré comme anormal.

L'étude du rapport AC/A permet de mieux comprendre :

- a) le *strabisme accommodatif convergent* où le facteur déterminant est avant tout l'hypermétropie (AC/A  $\approx$  normal), et où la thérapeutique indiquée sera la correction optique de l'hypermétropie.
- b) le *strabisme accommodatif convergent* avec rapport AC/A anormal, où les verres bifocaux et les myotiques sont les plus indiqués.
- c) les *formes mixtes de ces strabismes*, où rapport AC/A anormal et hypermétropie se mêlent.

Certaines thérapeutiques peuvent modifier AC/A :

- a) les *mydriatiques parasympatholytiques* (Atropine ou Homatropine). Le rapport AC/A augmente avec l'intensité de la cycloplégie tant que la cycloplégie reste incomplète. Puis, lorsque la cycloplégie est profonde et complète, AC/A devient nul.
- b) les *myotiques* :  
Les substances cholinergiques (Pilocarpine 2 %) et les substances anticholinestérasiques (Phospholine, ...) entraînent une nette diminution du rapport AC/A.
- c) L'*alcool* entraîne une diminution d'AC/A.
- d) Les *barbituriques*, même à doses filées, entraînent une baisse d'AC/A.
- e) Les *amphétamines* augmentent AC/A.

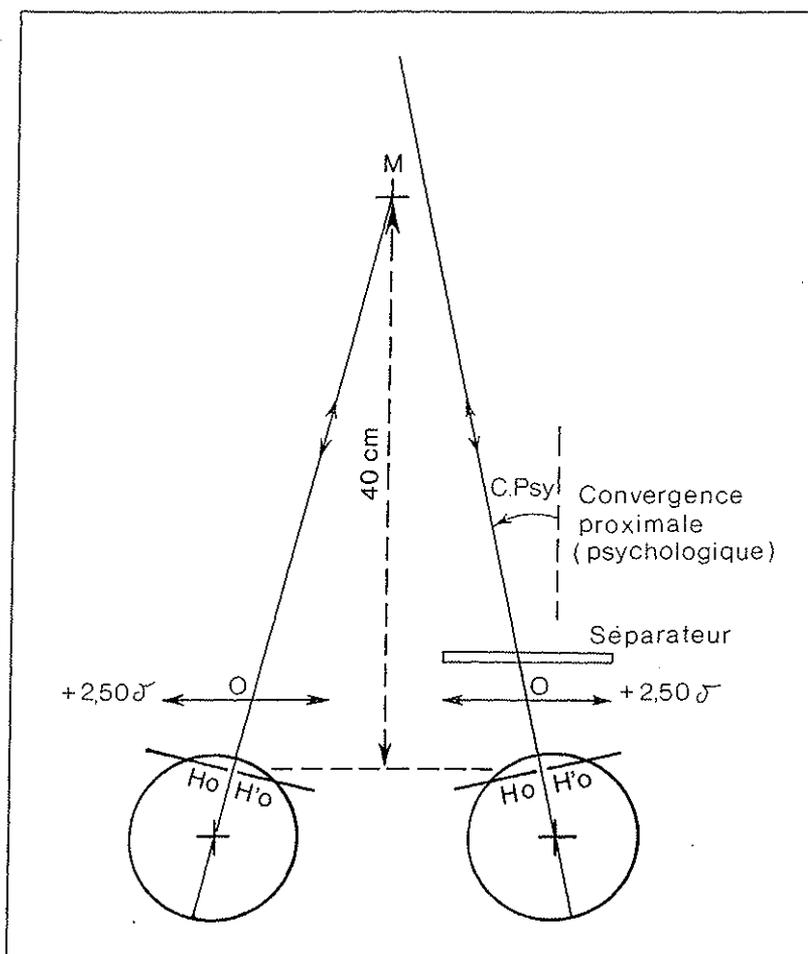
#### 4° - La convergence proximale ou psychique = P

Le stimulus de cette composante de la convergence réside dans le "fait de savoir que l'objet fixé est proche".

C'est un réflexe acquis, qui n'existe que chez les sujets qui ont une vision binoculaire.

La convergence proximale est indépendante de la convergence fusionnelle et la complète. Elle joue un grand rôle chez le presbyte où elle se substitue en partie à la convergence accommodative.

Elle existe même si des "verres" ou un appareillage optique place l'objet à l'infini.

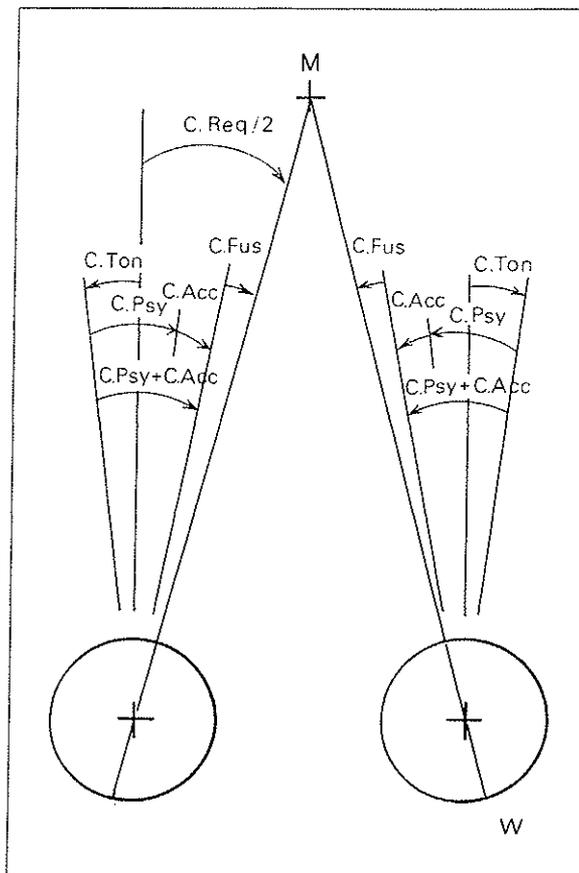


Pour mesurer la convergence proximale, il suffit de mettre des verres convexes qui compensent totalement l'accommodation requise pour un test de vision de près (+ 2,50 dioptries pour un test à 40 cm par exemple) et de placer un séparateur (baguette de Maddox). Dans cette situation, ni la convergence accommodative, ni la convergence fusionnelle ne sont sollicitées. La convergence constatée est la convergence proximale.

## RECAPITULATIF DU ROLE DES QUATRE COMPOSANTES DE LA CONVERGENCE INVOLONTAIRE

En vision de **loin**, pour un sujet emmétrope, parfaitement corrigé, seules les convergences **tonique** et **fusionnelle** sont sollicitées.

En vision de **près**, toujours pour un sujet emmétrope ou parfaitement corrigé, ce sont les convergences **accommodative** et **proximale** qui jouent un rôle important, la convergence fusionnelle n'étant sollicitée que pour éviter une diplopie.



Les 4 composantes de la convergence involontaire dans le cas d'un sujet exophorique.

# EXAMEN ET MESURES DE LA CONVERGENCE

## **A** PUNCTUM PROXIMUM DE CONVERGENCE = P.P.C.

### 1° - Définition

Le punctum proximum de convergence (P.P.C.) est le point le plus près du plan médian pour lequel le couple oculaire n'est pas en diplopie.

### 2° - Recherche et mesure du P.P.C.

Après contrôle de la vision binoculaire et sujet corrigé, on recherche le P.P.C. en demandant au patient de fixer un petit objet (généralement un point lumineux). Puis on rapproche progressivement l'objet. Les yeux du patient convergent alors de plus en plus jusqu'à un point *limite* de convergence qui est le P.P.C.

C'est l'observation des yeux du patient qui nous indique ce point *limite*. Lorsque l'objet est au P.P.C., nous pouvons observer :

- soit que les yeux cessent de converger et de poursuivre leur mouvement d'adduction. L'objet est encore vu simple, mais le patient est au bord de la diplopie,
- soit qu'un oeil continue la fixation, alors que l'autre part en abduction. Dans ce cas, si le sujet possède encore la vision simultanée, l'objet est vu en diplopie.

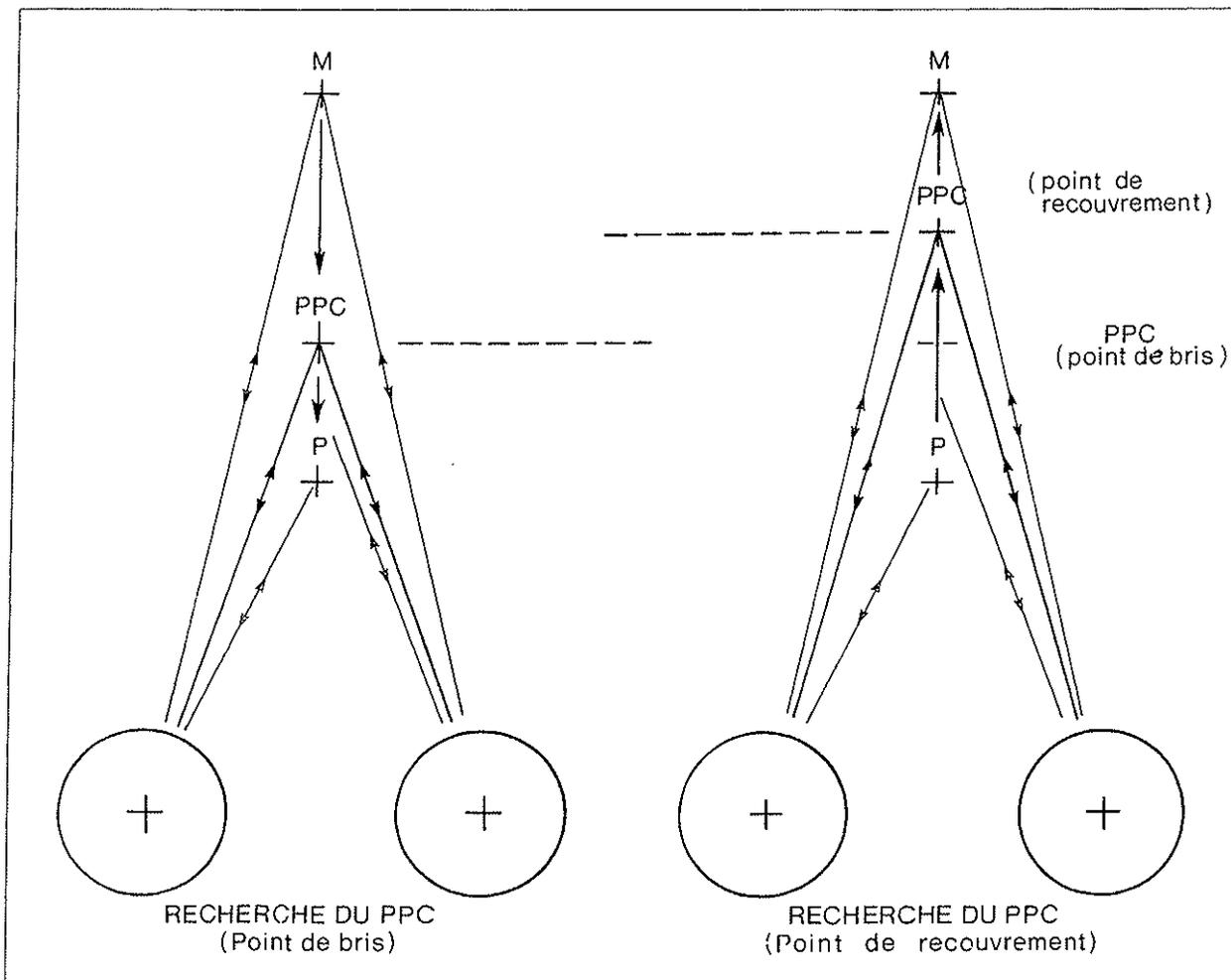
La mesure consiste à évaluer la distance entre le P.P.C. et le sujet. Suivant les auteurs, la référence est :

- le sommet cornéen,
- le centre de rotation des globes oculaires (la seule valeur valable théoriquement),
- la racine du nez (la plus communément utilisée).

Il est évident que pour cette recherche, la convergence volontaire peut jouer un grand rôle. Les patients ayant subi un entraînement des adducteurs révèlent des performances à ce test considérables.

**3° - Normalement le P.P.C. se situe entre 5 et 8 cm des yeux du patient, un P.P.C. de 10 cm et plus étant généralement considéré comme anormal.**

4° - La méthode décrite plus haut consiste à faire augmenter la convergence jusqu'à un point où la vision binoculaire (fusion) **se brise** : c'est le **point de bris**. Il est aussi intéressant de faire l'inverse. Partant d'une position en deçà du point de bris, nous éloignons l'objet jusqu'à ce que le sujet retrouve une vision simple : **point de recouvrement**.

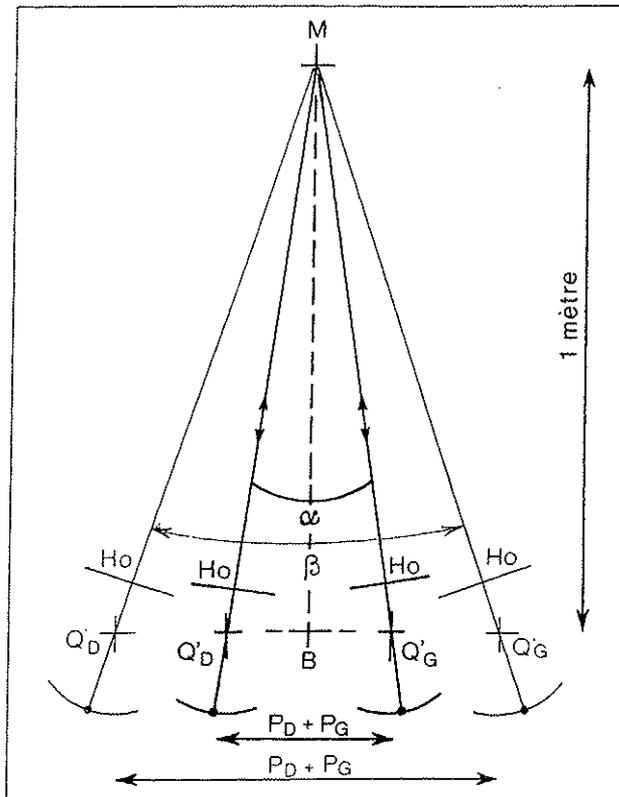


Généralement, le point de recouvrement est plus éloigné que le point de bris. Il serait le résultat d'une moindre sollicitation de la convergence volontaire.

## B CONVERGENCE : UNITES DE MESURE

### 1° - L'angle métrique (a.m.)

Un couple oculaire converge de un angle métrique lorsqu'il fixe un point du plan saggital médian situé à un mètre de la ligne de base (ligne passant par les centres de rotation des yeux).



- $\alpha < \beta$
- $PD + PG < PD + PG$

$$C \text{ (a.m.)} = \frac{1}{\overline{MB}}$$

$$A (\delta) \neq \frac{-1}{\overline{HoM}} \quad (\text{Emmétrope})$$

$$\Rightarrow A (\delta) \neq C \text{ (a.m.)}$$

$$\text{car } \overline{Q'Ho} \ll \overline{MB}$$

$$\cdot \overline{HoM} \neq \overline{MB}$$

$\overline{MB}$  exprimé en mètre

$\overline{HoM}$  exprimé en mètre

Cette unité est assez pratique car elle est indépendante de l'écart interpupillaire et en première approximation la valeur de la convergence en angle métrique est égale, pour le sujet emmétrope, à celle de l'accommodation.

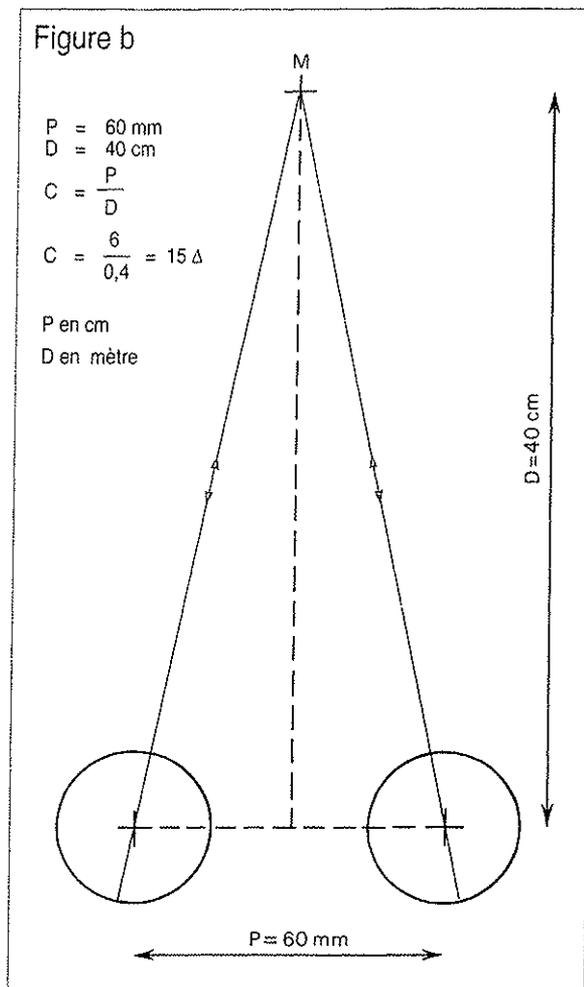
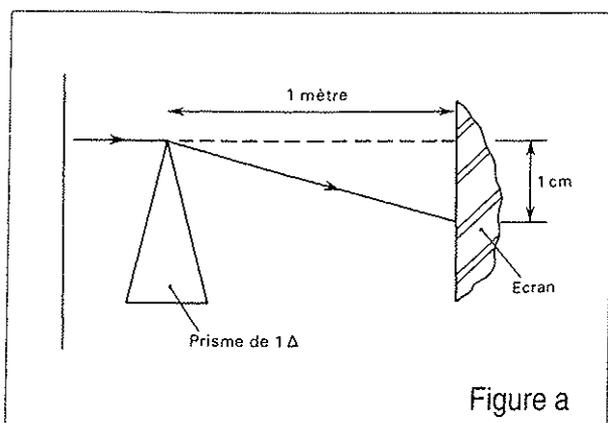
## 2° - La dioptrie prismatique ( $\Delta$ )

C'est l'unité de mesure de la convergence la plus utilisée, bien qu'elle soit relativement abstraite (étalonnage des barres de prismes...).

**Définition** : une déviation de une dioptrie prismatique ( $\Delta$ ) correspond au déplacement d'un rayon lumineux de un centimètre, mesuré à un mètre.

Ce qui se traduit :

- pour un prisme par la figure a,
- et pour un couple oculaire par la figure b



Cette unité dépend de l'écart interpupillaire du sujet (C varie de une dioptrie lorsque l'écart pupillaire varie de 4 mm)

- Ecart 60 mm	C = 15 dioptries	Pour une distance
- Ecart 64 mm	C = 16 dioptries	de fixation
- Ecart 56 mm	C = 14 dioptries	de 40 cm

Quand la convergence est exprimée en dioptrie prismatique, il n'y a pas de relation évidente entre cette valeur de convergence et l'accommodation requise pour voir le test.

Mais, pour un sujet emmétrope et en première approximation, si on divise la convergence requise ( $\Delta$ ) par l'accommodation requise ; ( $\delta$ ), le résultat est égal à l'écart interpupillaire exprimé en centimètres.

Exemple : Test à 40 cm

Ecart pupillaire : Pd = 60 mm = 6 cm

C = 15  $\Delta$  et A = 2,5  $\delta$

C/A = 15/2,5 = 6 cm

Pour un P.P.C. situé entre 5 et 8 cm, lorsque le patient fixe son P.P.C., sa convergence est comprise entre 20 a.m. et 12,50 a.m. (ou encore entre 120  $\Delta$  et 75  $\Delta$ ) pour un écart pupillaire de 60 mm.

## C MESURE DE L'AMPLITUDE RELATIVE DE CONVERGENCE

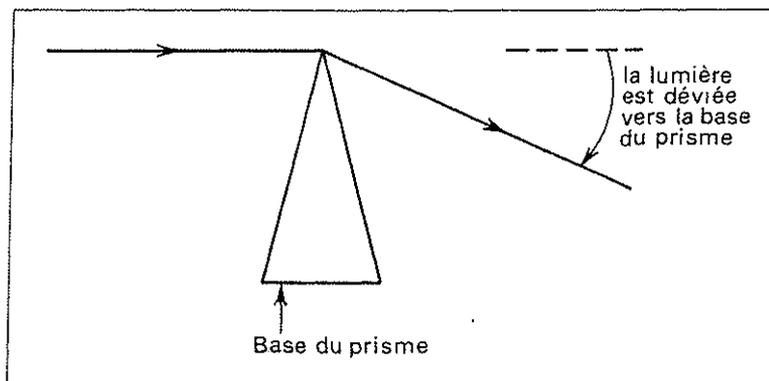
Cette mesure peut se faire à l'aide de **prismes** en vision de loin et en vision de près. Elle permet de déterminer les capacités du sujet en divergence et en convergence pour une distance donnée (accommodation quasi constante).

Le sujet est supposé emmétrope ou bien corrigé non presbyte. La correction optique éventuelle de la lunette d'essai ou du réfracteur est supposée parfaitement centrée pour que les verres correcteurs n'entraînent pas d'effets prismatiques (il faut noter que ces éventuels effets prismatiques induits par les verres ont des valeurs faibles devant celles des amplitudes à mesurer).

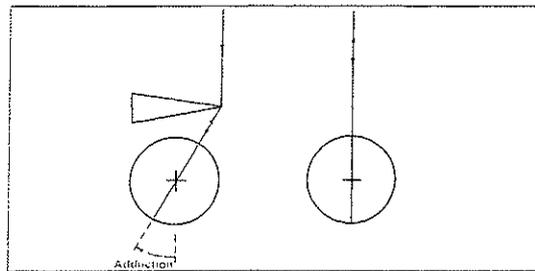
Le sujet fixe la lumière et n'en voit qu'une **sans** neutralisation.

1° - Amplitude en convergence : **PRISMES BASE EXTERNE** (vers la tempe).

- *Rappel* : un prisme dévie la lumière vers sa base. L'oeil qui se trouve derrière le prisme doit faire alors un mouvement pour compenser la diplopie provoquée par le prisme et pour ramener l'image du point lumineux sur les deux maculas simultanément.



- En plaçant un prisme à base externe devant un oeil, ce dernier va se mettre en **adduction** afin d'éviter la diplopie. Le stimulus de la convergence est ici la fusion.



- La mesure consiste à déterminer le prisme le plus fort pour lequel le sujet maintient sa fusion (ceci grâce à la règle de prisme de Berens) :
  - en augmentant la valeur du prisme jusqu'à ce que le sujet soit en diplopie, nous déterminons le prisme où la fusion se brise : point de bris,
  - cette mesure se fait en vision de **loin** et aussi en vision de **près**,
  - cette mesure se fait pour chaque oeil : première mesure avec les prismes sur l'oeil droit une seconde mesure avec les prismes sur l'oeil gauche,
  - comme pour le P.P.C. on peut déterminer un point de recouvrement en partant d'une valeur prismatique supérieure à celle du point de bris et en la diminuant jusqu'à ce que le patient fusionne à nouveau ses deux images rétiniennes.

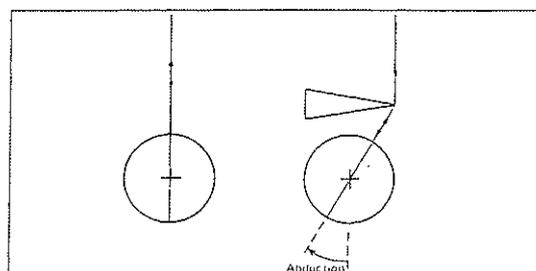
En général, la valeur de recouvrement est plus faible que celle obtenue au point de bris.

La mesure de l'amplitude de la convergence est donnée par le prisme le plus fort qui a pu être compensé et s'inscrit comme suit :

- de loin PC 12  $\Delta$  ou C 12
- de près PC' 30  $\Delta$  ou C' 30

## 2° - Amplitude en divergence

En plaçant un prisme à base interne devant un oeil, ce dernier va se mettre en abduction afin d'éviter la diplopie. Le stimulus de cette divergence est la fusion.



- La mesure consiste à déterminer le prisme le plus fort pour lequel le sujet maintient sa fusion.
- Pratiquement, nous augmentons la valeur du prisme jusqu'à ce que le sujet soit en diplopie. Nous déterminons ainsi le point de bris.
- Comme pour l'amplitude en convergence, cette mesure est à faire en vision de loin et de près. Il est aussi intéressant de faire une mesure pour chaque oeil et de rechercher le point de recouvrement.
- On note les résultats comme suit :
  - de loin PD 2  $\Delta$  ou D 2
  - de près PD' 6  $\Delta$  ou D' 6

### 3° - Résultats

- **Avec les prismes :**

- Une amplitude de fusion de 16 à 18 dioptries de convergence de loin et de 25 à 40 dioptries de près est considérée comme normale.
- Une amplitude de fusion de 2 à 4 dioptries en divergence de loin et de 6 à 10 dioptries de près est considérée comme normale.

- **Au synoptophore :**

- On recherche d'abord l'angle objectif (AO) grâce au test du 1er degré et en pratiquant la méthode de fixation alternée (flashing alterné).

En prenant le lion et la cage ; on éteint devant l'oeil gauche et le sujet fixe la cage de son oeil droit, puis si l'on éteint devant l'oeil droit, il doit fixer le lion de son oeil gauche.

L'orthoptiste observe le mouvement fait par chaque oeil pour reprendre la fixation.

Quand il n'y a plus de mouvement d'aucun oeil on se trouve à l'angle objectif (AO) où les mires sont placées sur les deux axes visuels.

- On recherche ensuite l'amplitude de fusion en utilisant des tests de fusion du 2ème degré (comme le lapin et le bouquet).

A l'angle objectif les deux images sont superposées ; mais lorsque l'orthoptiste déplace les bras du synoptophore de quelques degrés et demande au sujet de garder une seule image complète, c'est l'amplitude de fusion qui est testée.

L'amplitude de fusion au synoptophore est plus importante qu'à la mesure faite avec les prismes. Elle peut aller de 8 dioptries de divergence ( $- 8 \Delta$ ) à 60 dioptries de convergence ( $+ 60 \Delta$ ).

# APPLICATIONS CLINIQUES

## **A** L'INSUFFISANCE DE CONVERGENCE

L'insuffisance de convergence pure est un trouble de la fonction de convergence sans anomalie dans la position de repos des yeux.

### **1° - Signes fonctionnels de l'insuffisance de convergence**

Les symptômes qui doivent y faire penser surviennent surtout en vision de près :

- gêne à la lecture,
- sensation de tension oculaire,
- céphalées frontales parfois temporales,
- vision trouble,
- mauvaise adaptation aux corrections progressives.

Cette asthénopie n'apparaît que dans la vision de près et seulement au bout d'un certain temps, ou après un degré inhabituel de travail de près pour certains.

Dans d'autres cas, les patients s'en plaignent SANS ARRET alors que leur déficit est minime. L'état général et l'état psychique peuvent engendrer des troubles sérieux de convergence.

**2° - Le diagnostic repose** sur l'examen de la vision binoculaire. L'insuffisance de convergence associe :

- une orthoporie : O en vision de loin,
- un éloignement du P.P.C. supérieur à 9 ou 10 cm,
- une faible amplitude de fusion en convergence. Cette diminution de la convergence relative pour des prismes de faible puissance existe de loin : C 6 à 10 dioptries comme près et contraste avec
  - une puissance de divergence normale,
  - une petite neutralisation de l'oeil NON directeur peut exister,
  - sans aucune paralysie oculo-motrice.

**Rappelons que la puissance de convergence doit être trois fois supérieure à la puissance de divergence** chez le sujet considéré comme normal.

3° - **Etiologies.** Les étiologies sont variées.

a) *Causes anatomiques :*

- Une base du nez large avec une grande distance interpupillaire peut rendre difficile la convergence et surtout retarder le bon développement de cette fonction acquise tardivement.
- Une parésie ou une paresse du muscle droit interne (myasthénie).

b) *Causes générales :* des problèmes de convergence peuvent accompagner :

- certains désordres endocrinologiques : maladie de Basedow,
- certaines intoxications : hépatites,
- certains terrains psychopathiques instables peuvent s'accompagner de problème de convergence.

c) *Les causes oculaires* dominées par la difficulté accommodative sont la cause la plus fréquente des insuffisances de convergence.

Rappelons que normalement accommodation et convergence sont "synergiques" et également "dépensées". Une insuffisance de convergence peut résulter d'une accommodation médiocre ou non utilisée.

- C'est le cas des sujets **myopes** faibles non ou mal corrigés pendant longtemps, qui n'ont jamais utilisé leur accommodation en vision de près et chez qui on prescrit leur première correction.
- C'est le cas des forts **hypermétropes** qui n'accommodent pas "assez" pour voir de près et qui présentent une insuffisance de convergence.
- C'est le cas des **anisométropes**, qui neutralisent souvent d'un oeil, ce qui provoque une mauvaise convergence.
- C'est le cas du **presbyte** qui lorsqu'il est corrigé (voir surcorrigé) pour la première fois peut extérioriser une insuffisance de convergence.
- Enfin, certains amblyopes ou sujets ayant perdu la vision d'un oeil peuvent présenter des problèmes de convergence.

**Dans tous les cas**, la correction adaptée du trouble de la réfraction doit précéder toute rééducation orthoptique +++.

#### 4° - Formes cliniques.

L'insuffisance de convergence peut s'associer à une hétérophorie, c'est-à-dire à une anomalie de la position dissociée des globes oculaires.

Les signes fonctionnels sont assez semblables, mais l'examen de la vision binoculaire peut retrouver :

- une ésoptorie : avec alors E de loin et X' de près,
- ou une exoptorie : avec X de loin et X' de près.

#### 5° - Le traitement de l'insuffisance de convergence fait, en effet, appel à la rééducation orthoptique.

- Cette rééducation ne doit être entreprise que si le sujet se plaint et souffre de l'insuffisance de convergence.
- Elle permet de faciliter les réflexes jouant sur la convergence involontaire et d'encourager la convergence involontaire en entraînant la convergence volontaire.
- Cette rééducation doit se faire après avoir prescrit une correction adaptée tendant :
  - à corriger le myope au maximum,
  - à sous corriger l'hypermétrope (sauf l'enfant).

## **B** L'EXCES DE CONVERGENCE OU SPASME DE LA CONVERGENCE

1° - C'est une atteinte moins fréquente qui doit être évoquée devant des troubles de la vision de près :

- lecture de près et travail difficile,
- fatigue et céphalées surtout après une forte concentration.

2° - C'est le plus souvent l'excès d'accommodation qui va entraîner un excès de convergence. Il faudra y penser :

- chez le myope récemment corrigé qui commence à utiliser son accommodation,
- chez l'hypermétrope non corrigé chez qui habituellement existe un excès d'accommodation,
- chez le jeune enfant qui commence à travailler en vision de près,
- chez l'enfant de 11 -14 ans qui présente alors une chute d'amplitude d'accommodation et veut la compenser.

**3° - Il n'y a pas de traitement orthoptique d'emblée.** Il faut avant tout corriger les erreurs de réfraction, tenter de diminuer le travail de près -grâce à un bon éclairage et une bonne posture - Ce surtout chez le jeune enfant, où le désir d'une vision claire, malgré une amétropie non ou mal corrigée, demande un effort exagéré d'accommodation.

## **C LES HÉTÉROPHORIES DÉCOMPENSÉES**

Les hétérophories représentant 95 % de la population. Elles sont le plus souvent bien compensées grâce à une bonne amplitude de fusion et ne se révèlent qu'à l'écran. L'oeil sous écran dévie puisqu'il n'y a plus de fusion possible (cf. Convergence tonique).

Lorsque l'amplitude de fusion est insuffisante ou trop mauvaise pour lutter contre la convergence tonique, il peut y avoir **décompensation de l'hétérophorie**.

### **1° - L'ésophorie décompensée**

Elle est moins fréquente que l'exophorie. Elle se traduit sous écran par une déviation en-dedans de l'oeil caché.

#### **• Signes fonctionnels**

- L'ésophorie peut entraîner des troubles de la **vision panoramique**, de la vision de **loin** (cinéma, foule, match dans un stade).
- Des céphalées peuvent apparaître en cours de journée et disparaître avec le sommeil.
- La vision de près peut aussi être gênée par la perception du relief du nez, ou à la lecture pour retrouver "sa ligne".

#### **• Etiologie**

- Une malformation congénitale.
- Une paralysie musculaire ancienne (obstétricale) du muscle droit externe.
- Une accommodation exagérée (hypermétropie) peuvent donner lieu à une ésophorie.
- Une correction mal centrée (effet prismatique des verres) ou
- Une intervention oculaire ancienne peuvent aussi se compliquer d'une ésophorie.

### • Formes cliniques

- S'il existe une insuffisance de **divergence**, l'ésophorie est plus grande de loin que de près.
- S'il existe un excès de convergence le sujet est orthoporique de loin et ésophorique de près.
- S'il existe une insuffisance de convergence l'ésophorie de loin peut s'accompagner d'une exophorie de près.

### • Traitement

- Devant une ésophorie il faut avant tout vérifier la correction et le centrage des verres.
- Puis si les troubles fonctionnels sont importants, et si s'associe une insuffisance de convergence, il faut entreprendre un traitement orthoptique.

## 2° - L'exophorie décompensée

Si l'ésophorique est gêné de loin, l'exophorique est gêné en vision de près +++.

### • Signes fonctionnels

- L'exophorique souffre à la lecture.
- Le soir, il s'endort en lisant +.
- Une diplopie à la lecture peut exister nécessitant la fermeture d'un oeil.
- Des céphalées intenses, provoquées par l'effort visuel, et cessant à l'arrêt de l'effort.

### • Les étiologies

- Une malformation congénitale.
- Ou une paralysie musculaire ancienne (adducteur) peuvent aussi être en cause.
- Une myopie, non corrigée (femme coquette...), peut par manque d'accommodation s'accompagner d'une exophorie.
- Un sujet presbyte non corrigé, qui ne peut plus accommoder, ne converge pas et peut présenter une exophorie.

- **Formes cliniques**

Peuvent exister :

- une exophorie de près par insuffisance de convergence.
- Une exophorie de loin par excès de divergence.

- **Traitement**

- La correction optique optimum corrigeant le myope, traitant les astigmatismes, ne sur-corrigeant pas les presbytes, est le premier pas du traitement.
- Si les signes fonctionnels persistent, l'orthoptie s'impose. L'exophorie est un grand succès de la rééducation orthoptique.

### **3° - L'hyperphorie décompensée**

Il s'agit d'un décalage, d'une déviation en hauteur d'un oeil par rapport à l'autre.

- **Signes fonctionnels**

- Une diplopie difficile à supporter, imposant une fermeture d'un oeil, peut disparaître à l'inclinaison de la tête à droite ou à gauche.

- **Etiologie**

- Il ne s'agit que rarement d'un problème de réfraction, et
- Jamais de problème d'accommodation.
- Mais le plus souvent d'une paralysie musculaire ou d'une malformation musculaire (Petit Oblique).

- **Formes cliniques**

- Si l'hyperphorie est majeure de loin : atteinte des droits verticaux.
- Si l'hyperphorie est plus intense de près : atteinte des muscles obliques.

- **Traitement**

Seuls les prismes peuvent être utiles dans certaines hyperphories, voire la chirurgie musculaire.

#### 4° - Les cyclophories sont en fait des cyclotropies.

##### • Signes fonctionnels

- Une cyclophorie se manifeste par une obliquité des lignes de fuite (maisons menaçant de tomber...).
- Des nausées, voire des vomissements, peuvent exister.
- L'image d'un oeil est ressentie comme inclinée par rapport à l'image de l'autre oeil (image en dehors : excyclophorie / en dedans : incyclophorie).
- Parfois le trouble visuel est mal analysable.

##### • Etiologies

- Outre les causes musculaires (parésie isolée du Grand Oblique),
- Il faut connaître l'astigmatisme oblique trop ou mal corrigé dans son axe.

##### • Traitement

- En cas de correction d'astigmatisme, il faut ne pas le compléter d'emblée et se renseigner sur la correction précédente. Si le changement d'axe est nécessaire, il faut le faire progressivement.
- Une chirurgie musculaire est parfois nécessaire sur les muscles obliques.

## **D LA PARALYSIE DE LA CONVERGENCE**

Rare, elle se manifeste par une gêne en vision de près, aucune gêne n'étant signalée en vision de loin.

A l'examen, tous les mouvements de version sont normaux, seule **la convergence est atteinte** alors que le mouvement d'adduction de chaque oeil (lors des versions) est présent. Il existe une diplopie horizontale croisée en vision de près.

L'étiologie traumatique, tumorale, vasculaire ou démyélinisante relève d'une atteinte du mésencéphale proche du colliculus supérieur.



# APPLICATION CLINIQUE PRATIQUE

## L'EXAMEN OPHTALMOLOGIQUE

Il impose certes une étude précise de la réfraction (cf. Tome I), mais il ne faut pas se satisfaire de 10/10° avec ou sans correction de chaque oeil si le sujet "se plaint" d'un inconfort visuel.

Un interrogatoire précis, une étude de la vision binoculaire avec demande d'un examen orthoptique peuvent dans bien des cas aider à comprendre le trouble en cause, ce après avoir éliminé une atteinte organique.

### **A** L'INTERROGATOIRE

Il est important de se renseigner :

- sur les circonstances de survenue de la fatigue ou gêne visuelle :
  - à la lecture de près, ou lors de travail sur écran pouvant plutôt orienter vers une exophorie avec insuffisance de convergence,
  - ou en vision de loin, voire dans certaines directions du regard pouvant orienter vers une diplopie minime après paralysie oculomotrice,
- sur l'ancienneté et l'évolution des troubles,
- sur le changement de monture et de correction,
  - un effet prismatique des verres pouvant causer un déséquilibre mal compensé,
  - le port de verres progressifs étant mal toléré lors de problèmes de convergence,
- sur l'oeil directeur.

## **B** PENDANT L'INTERROGATOIRE :

- On recherchera une **attitude vicieuse** de la tête pouvant permettre de diminuer ou de faire disparaître une diplopie.
- On étudiera la position des globes en position primaire.

## **C** L'ETUDE DE LA REFRACTION se fera :

- **Oeil par oeil** : de loin et de près
- Puis en binoculaire.

En s'assurant au test duochrome que l'on ne surcorrige pas

- **un myope** qui doit légèrement se sentir "mieux dans le rouge",
- ni **un hypermétrope** qui au contraire est "mieux dans le vert".

En s'assurant que la vision binoculaire est meilleure qu'oeil par oeil.

## **D** UN TEST A L'ECRAN :

Peut permettre de retrouver une phorie. Les performances du sujet en convergence (recherche du P.P.C.) et un examen de la motilité oculaire doivent compléter l'examen au moindre doute.

## **E** S'IL N'Y A PAS D'HANDICAP ORGANIQUE :

- opacité cornéenne,
- cataracte unilatérale,
- inflammation,
- altération du champ visuel, etc.

l'examen ophtalmologique doit être complété d'un **examen orthoptique**.

# L'EXAMEN ORTHOPTIQUE

Il nous est adressé parsemé de lettres majuscules... de chiffres... de mots auxquels la pratique seule permet de s'habituer !.. Nous avons tenté de vous aider à déchiffrer ce type d'examen d'abord à l'aide d'un memento pratique, puis ensuite grâce à plusieurs bilans, en cas d'hétérophorie, en cas de paralysie oculomotrice et en cas d'insuffisance de convergence.

## **A** MEMENTO PRATIQUE

### — TEST DE L'ECRAN (Cover-Test)

Ce test consiste à cacher alternativement un oeil puis l'autre, avec une palette à manche, et permet de faire le diagnostic d'une orthophorie, d'une hétérophorie ou d'un strabisme à petit angle.

— AC ou ac : avec correction

— SC ou sc : sans correction

— MADDOX (épreuve de... ; baguette de...) : Voir chapitre Convergence

— O = pas de déviation

— X = Exophorie de loin      X' = Exophorie de près

— E = Esophorie de loin      E' = Esophorie de près

— ET = Esotropie de loin      E'T = Esotropie de près

— XT = Exotropie de loin      X'T = Exotropie de près

— WORTH (boîte à lumière de Worth) : Voir chapitre Vision Binoculaire

— F = Amplitude de Fusion de loin      F' = de près

— MOTILITE = Motilité oculaire (schéma)

— P.P.C. = Punctum proximum de convergence

— VS = Vision stéréoscopique

— WIRT (stéréotest de Wirt) : Voir chapitre Vision Binoculaire

— H.F. = House Fly

- A.B.C. = 3 lignes d'animaux du test de Wirt
- 1.2.....9 = Série des neuf pions du test de Wirt
- TNO (test anaglyptique TNO) : Voir chapitre Vision Binoculaire
- SYNOPTOPHORE (Voir chapitre Vision Binoculaire)
- AO = angle objectif. C'est l'angle de déviation du sujet, l'angle formé par les deux axes visuels
- AS = angle subjectif. C'est l'angle où le sujet voit les images se superposer
- 1<sup>er</sup> degré = 1<sup>er</sup> degré VB mesuré par les tests de vision simultanée du synoptophore (Voir chapitre Vision Binoculaire)
- 2<sup>e</sup> degré = 2<sup>e</sup> degré VB mesuré grâce aux tests de Fusion (Voir chapitre Vision Binoculaire)
- 3<sup>e</sup> degré = 3<sup>e</sup> degré VB mesuré grâce aux tests de vision stéréoscopique (Voir chapitre Vision Binoculaire)
- - 10 = divergence de 10 dioptries
- + 10 = convergence de 10 dioptries
- VR = verre rouge

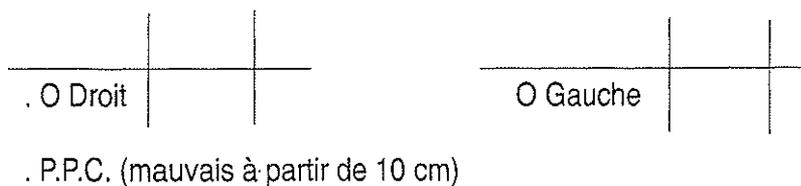
## B BILAN ORTHOPTIQUE D'UNE HETEROPHORIE (EXOPHORIE - ESOPHORIE)

	ac		O	X 2 - 4	ou	E 2 - 4 (environ)
				X' 6		E' 4 (environ)
<b>ECRAN</b>	ac		O	X 2 - 4	ou	E 2 - 4 (environ)
				X' 6		E' 4 (environ)
	sc		idem			

	ac		O	X 2 - 4	ou	E 2 - 4 (environ)
			O'	X' 6		E' 4 (environ)
<b>MADDOX</b>	sc		idem			

	ac		F	C 16 - 18	D (4 - 8)
			F'	C' 30 - 40	D' (6 - 10)
<b>WORTH (prismes)</b>			(C. ≡ 3 FOIS la D.)		

### MOTILITE



<b>VS</b>	<i>Test de Wirt</i>	House Fly ABC Wirt 1.2.3.....9
	<i>T.N.O.</i>	7 plages

### SYNOPTOPHORE

	ac		. AO = AS = 1 degré O (environ)
			. 2 degrés (VB) - 6 à + 30 (environ)
			3 degrés (VB) - 6 à + 35 ou 40
	sc		idem

## PARALYSIE DU VI

- Position primaire : convergence des globes
- Position vicieuse de la tête : rotation du côté paralysé
- Motilité : abduction de l'oeil paralysé impossible ou limitée
- VR : diplopie horizontale prédominant du côté paralysé et **homonyme**
- Test de Lancaster (Schéma Hess-Lees) :
  - limitation de l'abduction de l'œil atteint
  - hyperaction de l'œil sain

## PARALYSIE DU IV

- Position primaire : hypertropie modérée ou absente
- Position vicieuse de la tête : tête inclinée et tournée du côté sain et menton abaissé
- Motilité : l'oeil paralysé ne peut se porter en bas et en dedans
- VR : diplopie verticale et rotatoire
- Test de Lancaster (Schéma Hess-Lees) : déficit du muscle Grand Oblique et hyperaction du Droit Inférieur controlatéral

## PARALYSIE TOTALE DU III

- Ptosis
- Mydriase
- Position primaire : strabisme divergent
- Motilité : déficit
  - de l'adduction (Droit Interne)
  - de l'élévation (Droit Supérieur - Petit Oblique)
  - et de l'abaissement (Droit Inférieur)
- VR : diplopie croisée avec décalage vertical des images - maximum dans plusieurs directions
- Le Test de Lancaster montre le respect de l'abduction. La limitation des mouvements de l'oeil atteint dans les directions précitées (Schéma).

Il n'existe pas d'attitude vicieuse puisque le ptosis élimine la vision dédoublée.

## PARALYSIE PARTIELLE DU III

- La paralysie peut atteindre
  - le **droit inférieur**
  - le **petit oblique**
  - le **droit interne**
  - le **droit supérieur**

de façon isolée.

## **D BILAN ORTHOPTIQUE D'UNE INSUFFISANCE DE CONVERGENCE PURE**

### 1 - AVANT REEDUCATION ORTHOPTIQUE

#### **ECRAN**

Loin X 4  
Près X' 20

#### **MADDOX**

Loin X 4  
Près X' 25

#### **MOTILITE NORMALE**

#### **WORTH**

F  
F'  
Avec parfois une diplopie croisée

#### **PRISMES**

C 25 D 4  
C' 20 D' 8

#### **PPC**

10 cm avec un OD qui lâche

#### **STEREOTESTS**

HF +  
ABC  
N° 6

#### **SYNOPTOPHORE**

1<sup>er</sup> degré - 2 instable  
2<sup>e</sup> degré - 6 à + 16  
3<sup>e</sup> degré faible

## 2 - APRES REEDUCATION ORTHOPTIQUE

### ECRAN

Loin      O  
Près      O'

### MADDOX

Loin      O H0  
Près      O' H'0

### MOTILITE NORMALE

### WORTH

F  
F'

### PRISMES

C 40      D 2  
C' 40      D' 14

### PPC

2 cm

### STEREOTESTS

HF +  
ABC  
N° 9

### SYNOPTOPHORE

1<sup>er</sup> degré    à + 3  
2<sup>e</sup> degré    - 8 à + 80  
3<sup>e</sup> degré    - 8 à + 80

## **E BILAN ORTHOPTIQUE D'UNE HETEROPHORIE + INSUFFISANCE DE CONVERGENCE**

### **1 - AVANT REEDUCATION ORTHOPTIQUE**

#### **ECRAN**

X 4

X' 20

#### **MADDOX**

X 4

X' 25

#### **WORTH**

F

F'

#### **FUSION AUX PRISMES**

C 4 D 2

Parfois diplopie croisée

#### **PPC**

10 cm avec OD qui lâche

#### **STEREOTESTS**

HF

ABC

N° 6

#### **SYNOPTOPHORE**

1<sup>er</sup> degré - 2 instable

2<sup>e</sup> degré - 4  $\longrightarrow$  + 15  
neutralisation OD

3<sup>e</sup> degré faible

## 2 - APRES REEDUCATION ORTHOPTIQUE

### ECRAN

X 2  
X' 10

### MADDOX

O  
O'

### WORTH

F  
F'

### FUSION AUX PRISMES

C 40      D 10  
C' 40     D' 12

### PPC

4 cm

### STEREOTESTS

HF +  
ABC  
N° 9

### SYNOPTOPHORE (Petits Tests)

1<sup>er</sup> degré - 2 stable  
2<sup>e</sup> degré - 10 —————> + 30  
3<sup>e</sup> degré oui