



Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة
+٠٢٤٧٠١+ | +٠٥٢١١٢+ A +٠٥٠٥٧٠+
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

LES INSUFFISANCES DE CONVERGENCE

MEMOIRE PRESENTE PAR :

Docteur EL HILALI OUSSAMA

Né le 06 NOVEMBRE 1982 à Meknès

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE
OPTION : OPHTALMOLOGIE

Sous la direction de :

Professeur : Pr BENATIYA ANDALOSSI IDRIS

Session Mai 2018

TABLE DES MATIERES

Premier chapitre : INTRODUCTION.....	3
Deuxième chapitre : MATERIELS ET METHODES.....	6
Troisième chapitre : RESULTATS	
I. <u>PROFIL EPIDEMIOLOGIQUE DES MALADES</u> :	10
a. Age	
b. Sexe	
c. professions/loisirs	
II. <u>LES DONNEES CLINIQUES</u> :	12
a. Les signes fonctionnels	
b. L'acuité visuelle :	
❖ En vision de près :	
❖ En vision de loin	
c. La réfraction	
d. La cycloplégie	
III. <u>LES DONNEES BIOMICROSCOPIQUES</u> :	17
IV. <u>LES DONNES ORTHOPTIQUES</u>	17
1) Types de « phorie » :	
✚ Les orthophories	
✚ Les phorie-tropies	
✚ Les hétérophories pures	
✚ Evaluation du degré d'hétérophorie	
2) La vision binoculaire	
3) La vision stéréoscopique	
4) Le Punctum Proximum de Convergence (PPC)	
5) <u>L'amplitude de fusion</u> :	
i. Dans l'espace	
ii. Au synoptophore	
V. <u>LES DONNES THERAPEUTIQUES</u> :	23
a. Les mesures générales :	
b. Les séances orthoptiques :	
❖ Données générales :	
❖ Nombre de séances nécessaires :	
❖ Profil des malades guéris avec moindre séances :	
c. Les moyens thérapeutiques :	
❖ Augmentant l'élasticité accommodation/convergence :	
❖ Augmentant le pouvoir fusionnel	
VI. <u>LES DONNEES EVOLUTIVES</u> :	26
a. Guérison	
b. Visite de contrôle	
c. Rechute	

Quatrième chapitre : PRE-REQUIS

I. <u>RAPPEL ANATOMIQUE</u>	28
II. <u>RAPPEL PHYSIOLOGIQUE</u>	37
III. <u>PHYSIOPATHOLOGIE</u>	57

Cinquième chapitre : DISCUSSION

I. <u>DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES</u> :	61
II. <u>EXAMEN OPHTALMOLOGIQUE</u> :	61
a. INTERROGATOIRE :	
b. LA REFRACTION :	
c. EXAMEN OPHTALMOLOGIQUE BIO-MICROSCOPIQUE :	
III. <u>EXAMEN ORTHOPTIQUE</u>	63
i. Confirmer l'hétérophorie et son type :	
ii. Mesure de l'hétérophorie :	
iii. Etude des vergences/amplitude de fusion :	
iv. Recherche du punctum proximum de convergence :	
v. Recherche d'une neutralisation :	
IV. <u>LES FORMES CLINIQUES</u> :	70
1) Esophorie :	
2) Exophorie :	
3) Phories verticales :	
4) Cyclophorie	
V. <u>LES DIAGNOSTICS DIFFERENTIELS</u>	71
VI. <u>LA PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE</u>	
VOLET I : LES MESURES GENERALES	72
VOLET II : LE TRAITEMENT OPTIQUE.	73
VOLET III : LE TRAITEMENT ORTHOPTIQUE	74
A. INTRODUCTION :	
B. LES INDICATIONS	
C. PLAN GENERAL DE LA REEDUCATION ORTHOPTIQUE :	
D. LES MOYENS ORTHOPTIQUES	
1. Eliminer la neutralisation :	
2. Augmenter l'élasticité accommodation/convergence	
3. Augmenter le pouvoir de Fusion :	
E. LES RESULTATS ATTENDUS	
VOLET IV : LE TRAITEMENT PRISMATIQUE	82
VOLET V : LE TRAITEMENT CIRURGICAL	84

Sixième chapitre : CONCLUSION 86

BIBLIOGRAPHIE



INTRODUCTION

L'insuffisance de convergence (IC) est un trouble oculomoteur caractérisé par la diminution de la convergence oculaire nécessaire pour atteindre et maintenir une vision binoculaire claire ; confortable et unique lors d'une fixation de près.

C'est la forme la plus fréquente des troubles oculomoteurs regroupés sous le nom « hétérophories » qui font partie du lot quotidien des consultations ophtalmologiques et orthoptiques ; on estime que 75% de la population en serait atteinte ; mais elle est moins fréquente chez les enfants ; avec une prévalence de l'insuffisance de convergence estimée chez les enfants des Etats-Unis de 2,25% à 8,30%¹⁻⁴.

L'hétérophorie est qualifiée de strabisme LATENT ; car il y a effectivement un déséquilibre moteur, souvent caché par un effort de fusion ; d'où la définition des hétérophories comme des déviations des axes visuels ; maintenues latentes par la fusion.

Les symptômes les plus courants comprennent l'asthénopie, les céphalées et la vision floue ; habituellement associée à des activités nécessitant une vision rapprochée (par exemple, lecture, travail sur ordinateur ou deskwork) ⁵⁻¹²

Ce qui explique l'impact de l'Insuffisance de Convergence sur la performance d'un individu à l'école, au travail et sur la qualité de la vie.

Les signes cliniques de l'IC comprennent généralement une exophorie en vision de près plus qu'en vision de loin, un punctum proximum de convergence éloigné et des capacités de la vergence fusionnelle qui sont réduites. ^{13,14}

Il n'y a pas de consensus concernant le traitement le plus approprié pour l'IC. Différents traitements sont prescrits, y compris des lunettes ; les prismes, des exercices orthoptiques à la maison ou au bureau, une rééducation orthoptique ; voire la chirurgie. ¹⁵⁻²⁴

Il est illusoire de parler d'insuffisance de convergence indépendamment des hétérophories ; du faite que :

- elles partagent les mêmes doléances
- l'insuffisance de convergence n'est ; cliniquement ; qu'une exophorie ; plus importante en vision de près qu'en vision de loin.
- Leur étio-pathogénie est similaire
- Elles sont prises en charge de la même façon.

En effet ; le dossier médical préétabli au service de rééducation orthoptique de notre service est le même pour tous les types hétérophories ; y compris ; l'insuffisance de convergence.

Les objectifs de notre travail sont multiples :

- Décrire le profil des malades suivis en rééducation orthoptique pour hétérophorie ; en précisant la proportion de l'insuffisance de convergence parmi eux
- Répertorier les signes cliniques et les doléances de ces malades.
- Explorer les données de l'examen physique et orthoptique ;
- Observer les attitudes thérapeutiques de tout le personnel intervenant dans la prise en charge de ces malades (ophtalmologistes ; orthoptistes)
- Savoir le profil évolutif des malades.



I. MATERIELS :

Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur tous les patients suivis pour hétérophorie dont l'insuffisance de convergence, sur une période étalée entre Janvier 2011 et Décembre 2015 ; au service de rééducation orthoptique du CHU Hassan II de Fès.

Afin de définir notre population d'étude, des critères d'inclusion et d'exclusion ont été établis :

- Nous avons inclus tous les malades sans tenir compte de la tranche d'âge, de leur formes cliniques (esophorie ; exophorie ; orthophorie ; ou phorie-tropie).
- Par ailleurs, nous avons exclu de notre étude tous les dossiers orthoptiques dont les données du bilan orthoptiques sont incomplètes.

II. METHODES :

Tous nos patients ont bénéficié de :

1. UNE ANAMNESE COMPLETE :

- On a relevé l'âge des patients et leur sexe ainsi que leurs professions et loisirs ; en particuliers les activités sollicitant la vision de près.
- On a également recueilli les signes fonctionnels ayant motivés la consultation (céphalées ; douleurs oculaires ; vision troubles ; larmoiement ; ...).

2. L'EXAMEN CLINIQUE :

❖ Examen ophtalmologique:

On a commencé par la mesure de l'acuité visuelle, sans et avec correction ; le cas échéant ; on a noté la puissance des verres de correction. La réfraction était également rapportée ; notamment après éventuelle cycloplégie.

Le reste de l'examen ophtalmologique systématiquement réalisé, afin d'éliminer toute cause organique des signes fonctionnels rapportés.

❖ **Bilan orthoptique moteur :**

Il consiste à rechercher une hétérophorie ; et de préciser son type ; à l'aide d'un « cover-test » alterné ou examen sous écran ; couplé parfois à la manœuvre dissociative de la baguette de Maddox ; la mesure du degré de l'hétérophorie dans l'espace se fait par les prismes ; de près et de loin ; et grâce au synoptophore.

❖ **Bilan orthoptique sensoriel :**

Etape importante pour évaluer la correspondance rétinienne. Il se fait à l'aide des verres striés de BAGOLINI ; le WORTH ; et le synoptophore ; sans oublier l'étude de la vision stéréoscopique.

La détermination du punctum proximum de convergence est essentielle ; mais également l'étude des amplitudes de fusion en convergence et en divergence ; de loin et de près ; grâce à la barre des prismes de Barends et au synoptophore ; et cette étude reste l'élément le plus important pour le diagnostic de l'insuffisance de convergence.

3. LA PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE :

Nous avons précisé les différents volets du traitement utilisé, à savoir optiques ; orthoptiques ou chirurgical éventuellement; en précisant les modalités poursuivies par nos orthoptistes. Par ailleurs ; nous avons déterminé le rythme et le nombre de séances nécessaires aux malades afin d'atteindre les objectifs thérapeutiques voulus.

4. L'EVOLUTION :

Le devenir des malades et leur suivi étaient des éléments recueillis lors de notre étude ; afin de savoir l'efficacité des stratégies thérapeutiques entreprises par nos orthoptistes ; et de guetter des éventuelles rechutes et échecs thérapeutiques.

III. OBJECTIFS :

Les principaux objectifs de notre étude sont :

- Connaître le profil épidémiologique des malades insuffisants de convergence.
- Déceler les critères indiquant une prise en charge orthoptique de l'insuffisance de convergence par les ophtalmologistes de la région de Fès.
- Mettre en relief la place de la rééducation et son effet lors de la prise en charge des insuffisants de convergence.



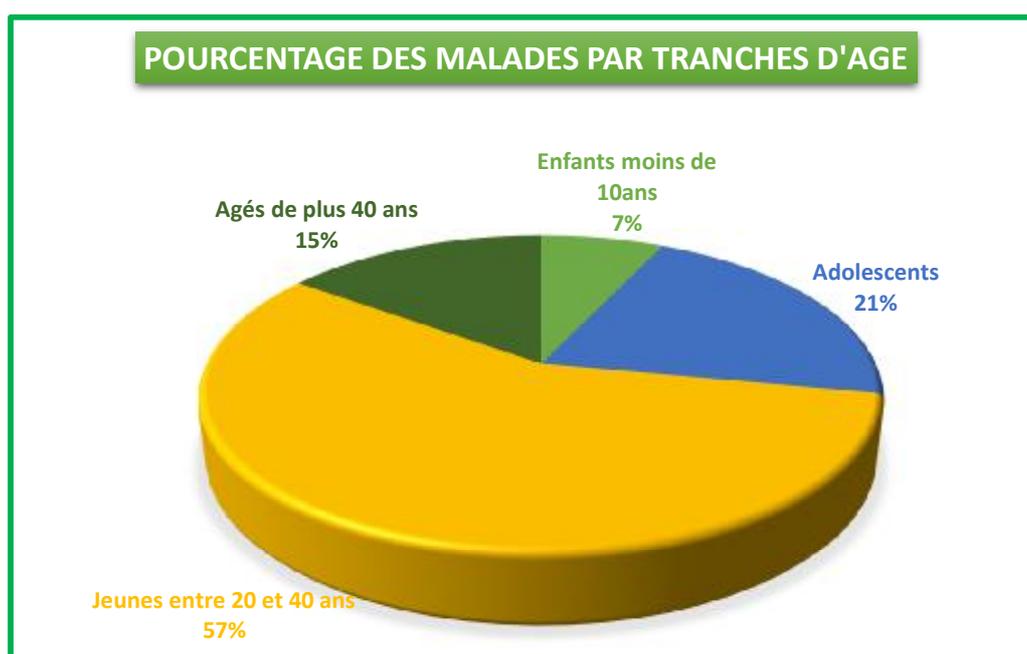
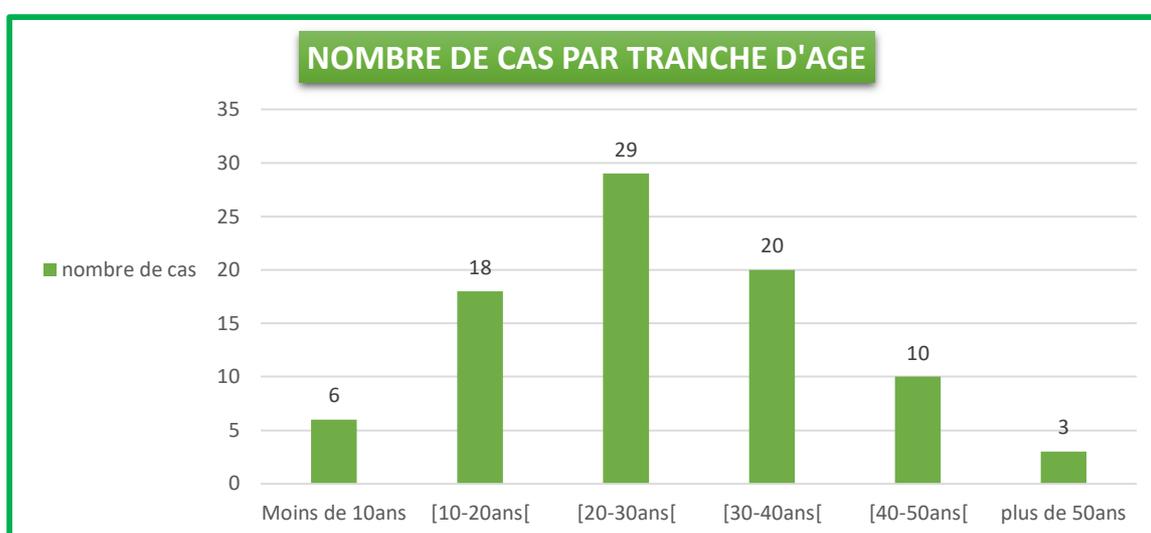
Notre travail a colligé 86 dossiers orthoptiques, dont l'exploitation a fait sortir les résultats suivants :

VII. PROFIL EPIDEMIOLOGIQUE DES MALADES :

a. Age :

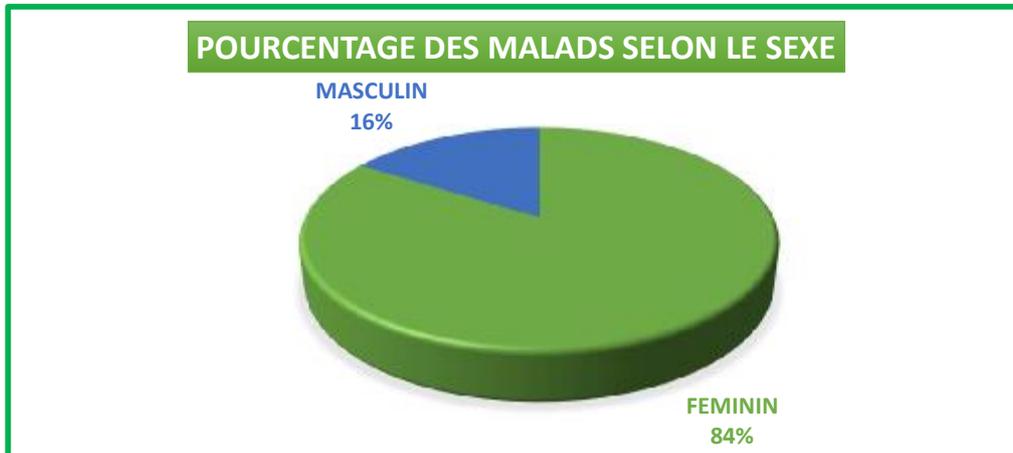
L'âge moyen de nos patients est de 29,6 ans avec des extrêmes d'âges allant de 7 ans à 54 ans.

Selon les tranches d'âge ; On note une nette fréquence de l'insuffisance de convergence chez les jeunes actifs (entre 20 et 40 ans) et chez les adolescents (entre 10 et 20 ans) avec des taux respectifs de 57% (49 cas) et 21 % (18 cas).



b. Sexe :

La prédominance féminine est manifeste parmi les malades de notre étude ; leur pourcentage atteint 84% de l'ensemble des malades souffrants d'insuffisance de convergence ; avec un sexe ratio F/H de 5,14.



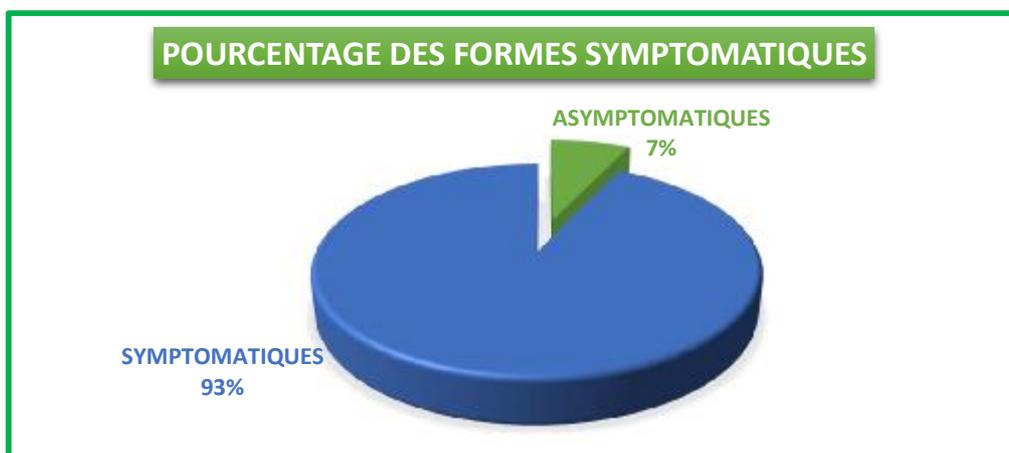
c. PROFESSIONS/LOISIRS :

Les activités professionnelles et les loisirs des malades n'ont été notés sur aucun dossier orthoptique.

VIII. LES DONNEES CLINIQUES :

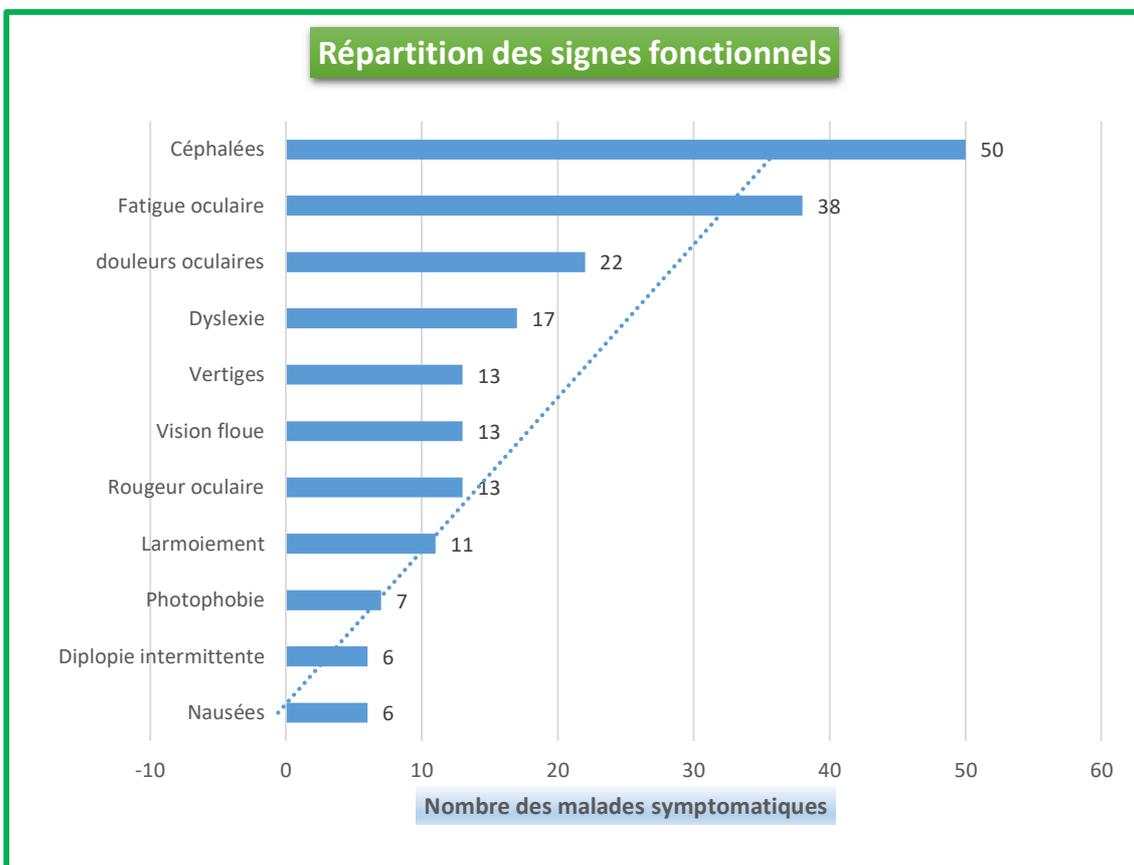
a. Les signes fonctionnels :

La majorité des patients présentait des signes fonctionnels d'insuffisance de convergence ; seulement 7% (6cas) des malades étaient asymptomatiques.



Les symptômes les plus fréquemment rapportés étaient par ordre de fréquence :

- les céphalées (présents dans 58% des cas) ;
- l'asthénopie (44%) ;
- et les douleurs oculaires (25%).
- Vient ensuite ; une des doléances les plus gênantes comme la dyslexie ; qui a été évoqué par 17 malades (20%).
- Très peu de malades présentaient des nausées (7%) ou des diplopies intermittentes (7%).



b. L'acuité visuelle :

❖ En vision de près :

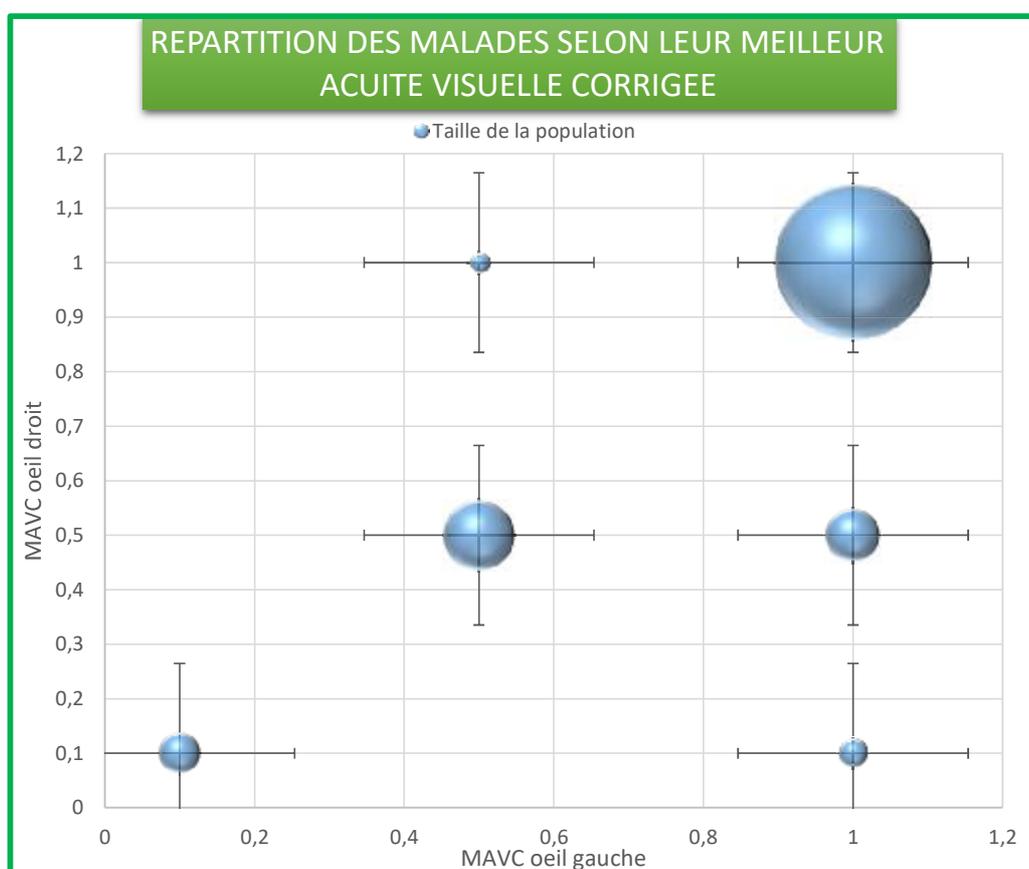
La presbytie était retrouvée chez 6 malades dont l'âge était tous supérieur à 46 ans ; corrigés tous selon leur âge.

❖ En vision de loin

L'étude de la meilleure acuité visuelle corrigée révèle une fréquence très élevée d'une iso-acuité supérieure ou égale 10/10^{ème} des 2 cotés ; avec un taux de 70%.

Par contre ; la malvoyance unilatérale (AV < 5/10^{ème}) s'est révélé chez 3 malades seulement (3,5%) ; de même pour la malvoyance bilatérale ; retrouvée chez 2 malades (2,3%).

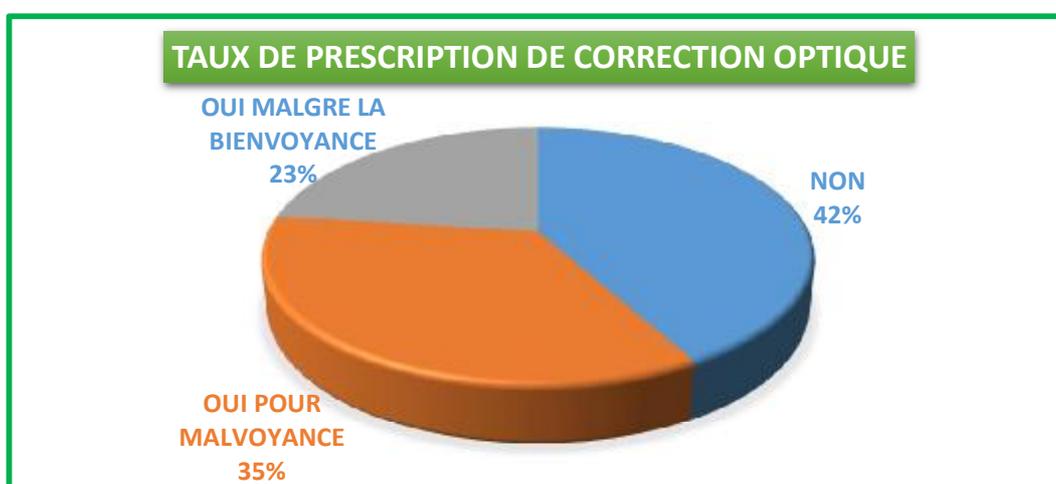
Premier Œil	Deuxième Œil	Nombre des malades	
		SANS CO	AVEC CO
>ou= 10/10 ^{ème}	>ou = 10/10 ^{ème}	56	76
>ou = 10/10 ^{ème}	[5/10 ^{ème} – 10/10 ^{ème} [10	6
>ou = 10/10 ^{ème}	<5/10 ^{ème}	2	1
[5/10 ^{ème} – 10/10 ^{ème} [[5/10 ^{ème} – 10/10 ^{ème} [15	2
[5/10 ^{ème} – 10/10 ^{ème} [<5/10 ^{ème}	1	1
<5/10 ^{ème}	<5/10 ^{ème}	2	0



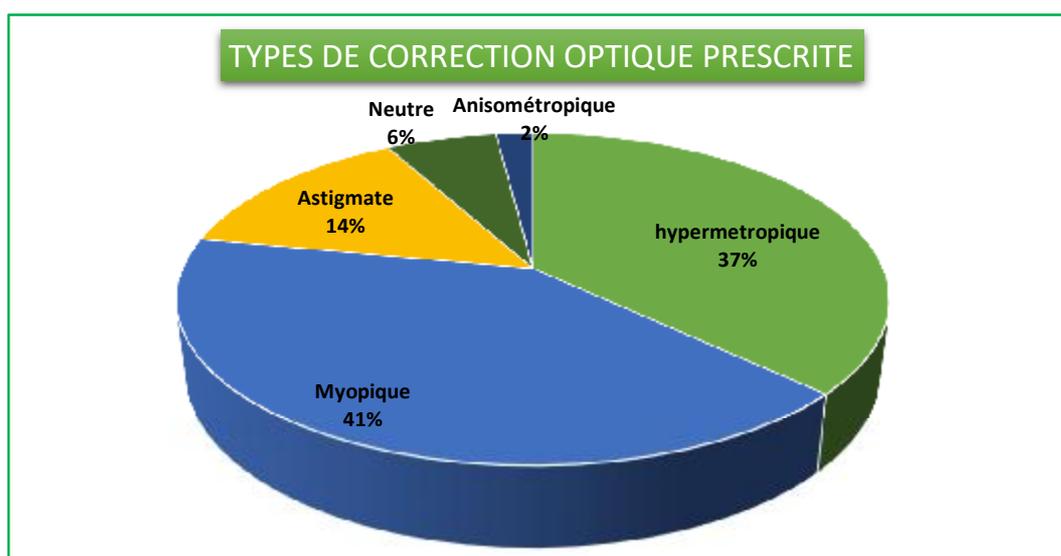
c. La réfraction :

De tous les malades de notre série ; 50 avaient bénéficié d'une correction optique ; ce qui représente un taux de 58% ; et dont la plupart (30) étaient malvoyants ; et les 20 malades restant étaient déjà bien voyants sans correction ; correspondant à 23% de tous ces malades suivie en orthoptie pour insuffisance de convergence.

	Bien voyants	malvoyants
PAS DE CO	36	0
CO	20	30
	56	30

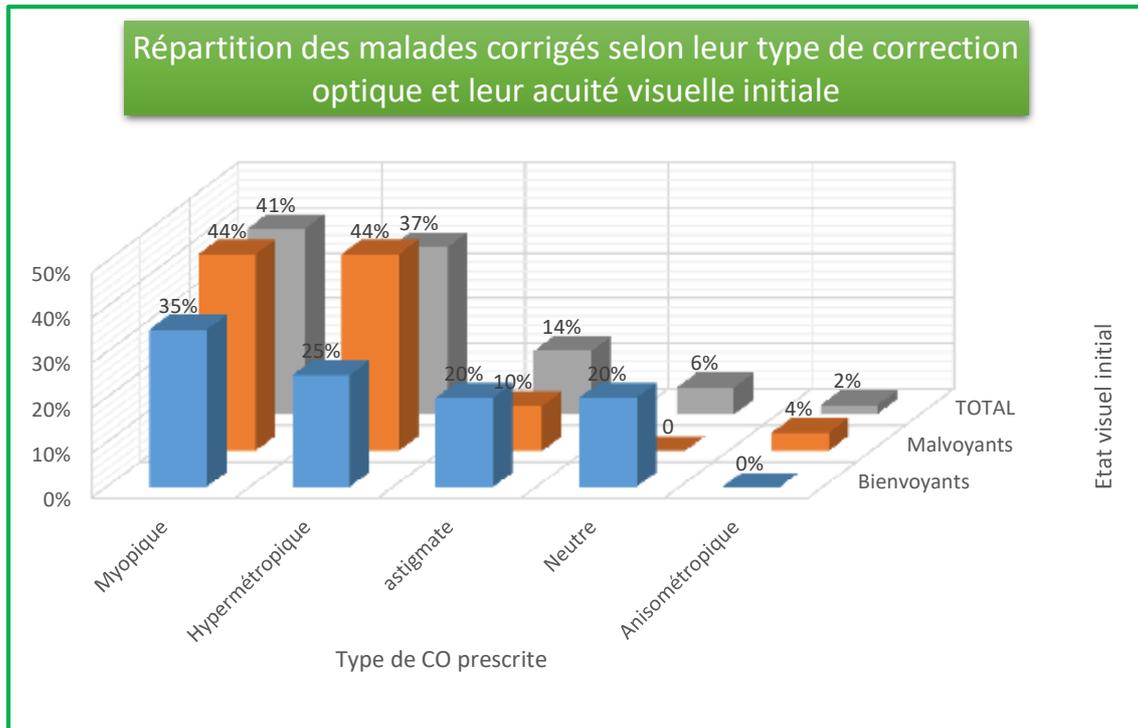


La correction optique prescrite aux malades était majoritairement myopique et hypermétropique avec des pourcentages respectifs de 41% et 37%.



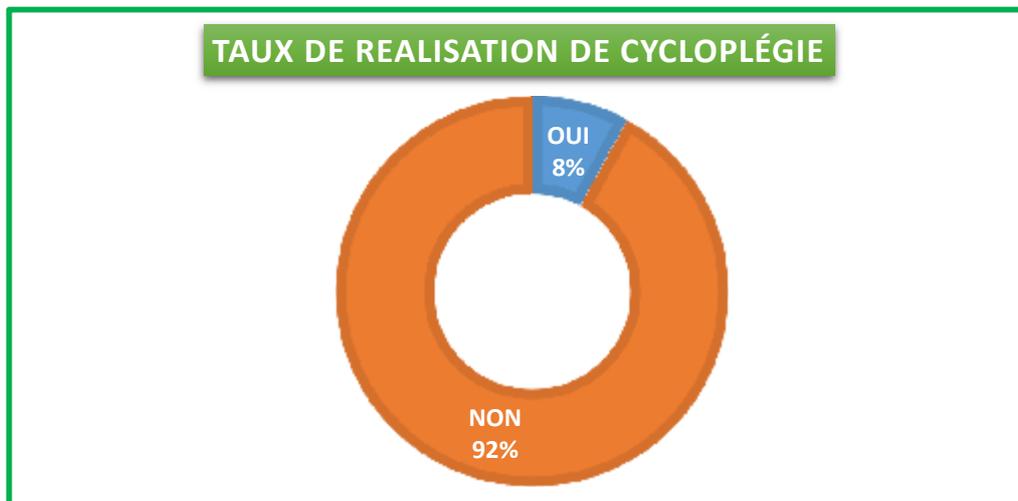
L'astigmatisme était corrigé dans 14% des malades porteurs de correction optique ; et il s'agissait essentiellement des bienvoyants : 20% contre 10% des malvoyants ;

Une prescription de verres neutres était remarquée chez 20% des bienvoyants.



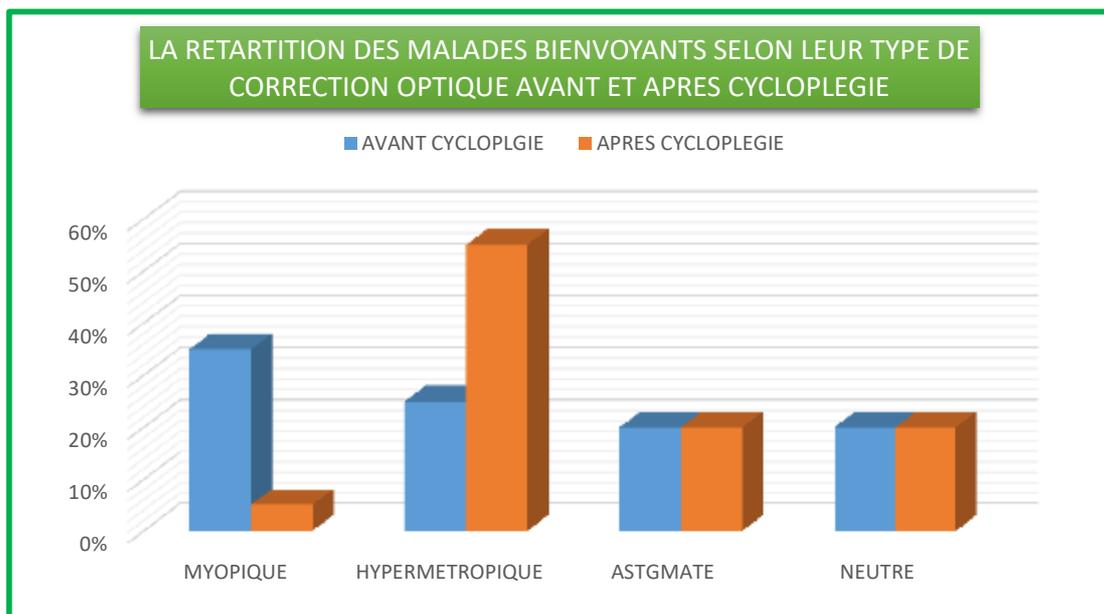
d. La cycloplégie :

La vérification de la réfraction après cycloplégie n'a été réalisée que chez 7 malades ; ce qui correspond à un taux de 8%.



Parmi ces malades :

- 3 avaient une baisse d'acuité visuelle non corrigible traduisant une amblyopie.
- 4 étaient bien voyants avec et sans correction ; mais la reprise des signes fonctionnels de l'insuffisance de convergence à inciter la cycloplégie tout au long du suivi orthoptique. La cycloplégie a permis de rectifier leur correction myopique en une autre correction hypermétropique.



IX. LES DONNÉES BIOMICROSCOPIQUES :

L'examen ophtalmologique à la lampe à fente ne trouvait aucune anomalie à signaler chez tous ces malades d'après leur dossier orthoptique.

X. LES DONNÉES ORTHOPTIQUES :

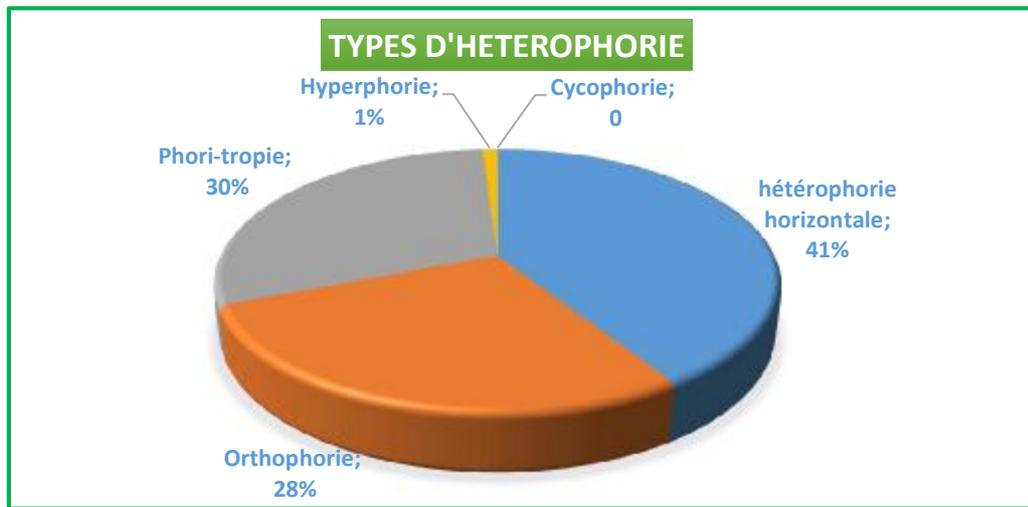
6) Types de « phorie » :

Les orthophories :

28% des malades (au nombre de 24) sont orthophoriques.

✚ **Les phorie-tropies :**

26 malades de notre série (30%) sont en phorie-tropie.



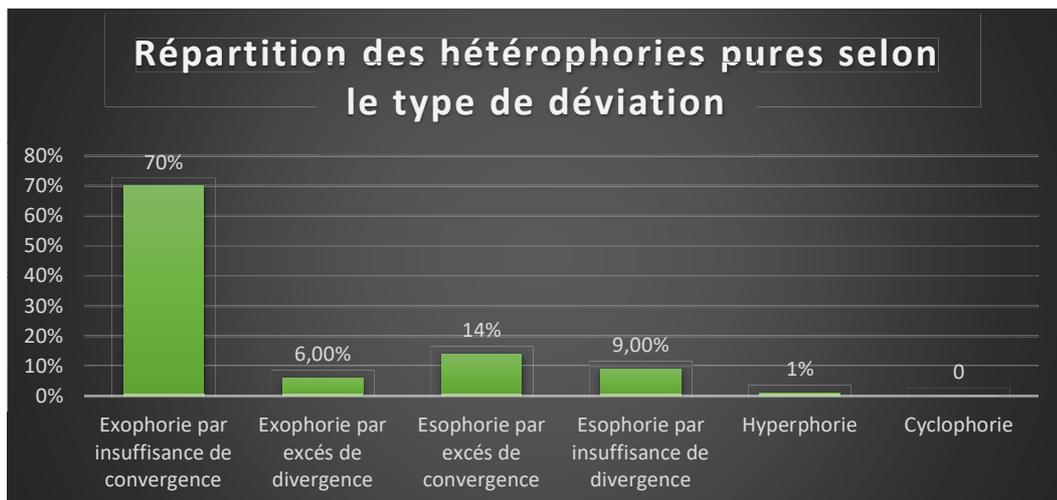
✚ **Les hétérophories pures :**

Dans le groupe des hétérophories pures fait de 36 malades (42%) ;

/aucun malade ne présente de cyclophorie.

/1 seul malade présente une hyperphorie gauche en vision de près de 6Δ.

/35 malades présentent une hétérophorie horizontale essentiellement de type EXOPHORIE (76%)



✚ **Evaluation du degré d'hétérophorie :**

La baguette de Maddox n'était utilisé que dans 16% des cas ; pour dépister et quantifier l'hétérophorie.

7) La vision binoculaire :

- ✚ **La correspondance rétinienne** était normale dans tous les cas.
- ✚ La fusion binoculaire était la règle chez 80 malades (93%) ; alors que la neutralisation était notée chez les 6 malades restant (7%) seulement.



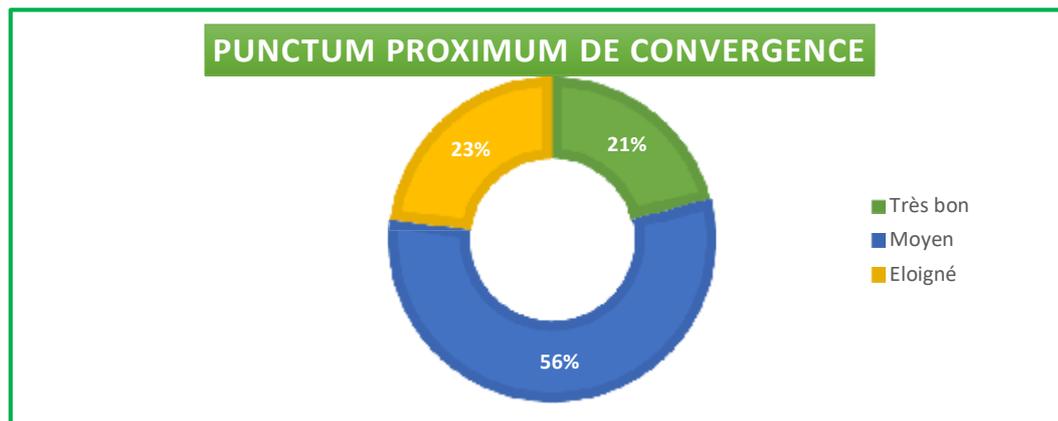
8) La vision stéréoscopique :

Une déficience de la vision stéréoscopique était relevée chez un seul malade (1,2%) avec une acuité stéréoscopique limitée à 30 degrés d'arc. Sinon ; tous les malades restants avaient une bonne vision stéréoscopique ; supérieure ou égale à 40 degrés d'arc.



9) Le Punctum Proximum de Convergence (PPC) :

Le punctum proximum de convergence est moyen entre 7 et 10 cm chez un peu plus de la moitié des malades (56%) ; et éloigné au-delà de 10cm chez presque le quart des malades (23%) ; et chez les 21% restants ; le PCC est très bon ; entre 3 et 6cm.



10) L'amplitude de fusion :

i. Dans l'espace :

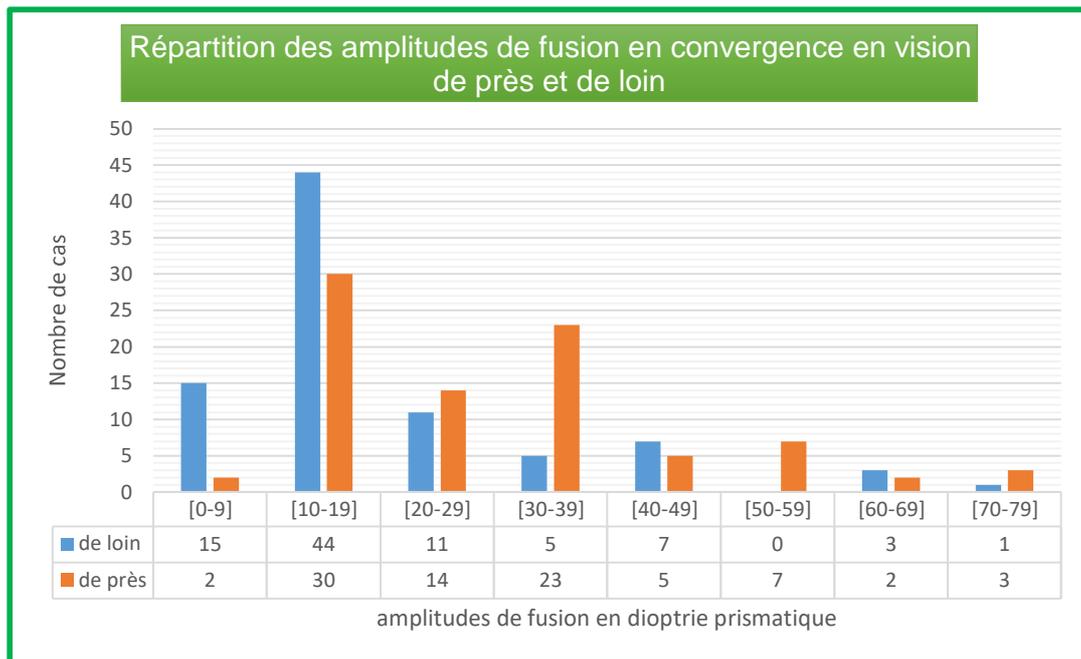
La mesure de l'amplitude de fusion aux prismes était réalisée chez tous les malades ; en divergence puis en convergence ; en vision de loin et en vision de près ; les résultats étaient comme suit :

La convergence de loin variait entre +2 et +80 dioptries ; avec :

- Un peu plus de la moitié des cas (51,16%) ont une convergence de +10 à +20 dioptries ;
- suivie de 17,44% des cas ayant une convergence de moins de + 10 dioptries ;
- et pour 12,8% ; la convergence est entre +20 et +30.

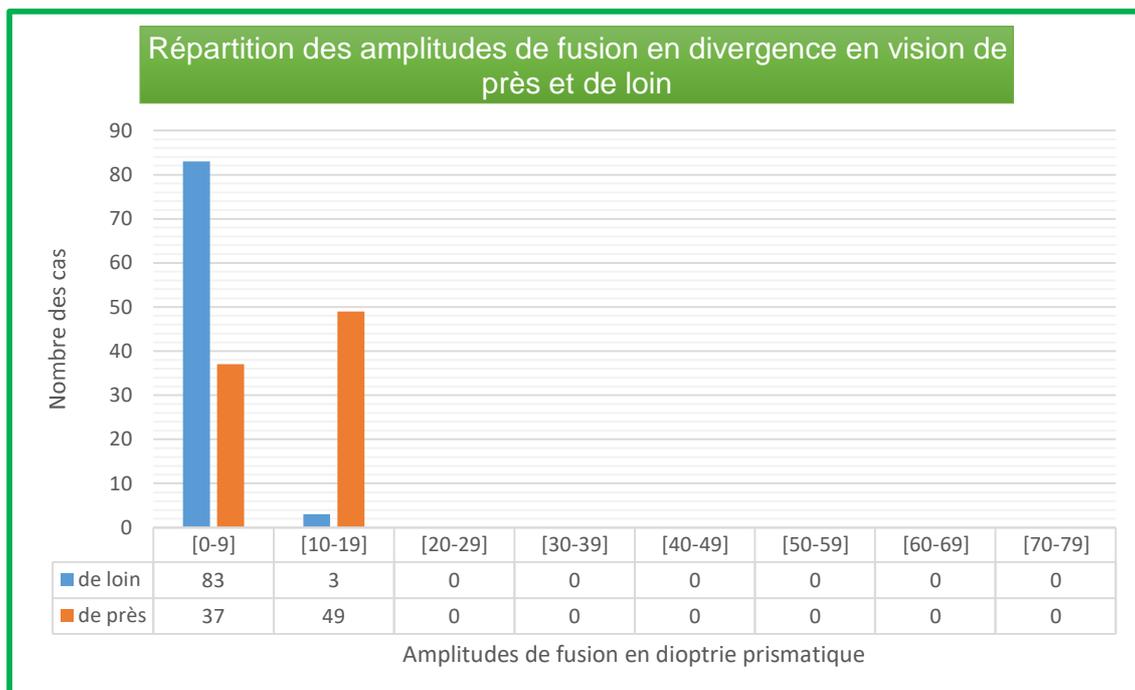
La convergence de près varie elle aussi entre +2 et +80 dioptries ; avec trois groupes majoritaires ; qui sont :

- Ayants une convergence entre +10 et +20 : 35% des patients
- Ayants une convergence entre +30 et +40 : 26,74%
- Ayants une convergence entre +20 et +30 : 16,28%.



La divergence de loin mesurée au prisme est inférieure à -9 dioptries chez presque la quasi-totalité des malades (96,5%) ; il n'y a que 3 malades qui ont une amplitude de divergence au-delà de -10 dioptries sans dépasser -19 dioptries.

De près ; les amplitudes de divergence sont réparties sans nette prédominance ; avec 57% des cas ayants entre -10 et -20 dioptries ; et 43% ayant moins de -10 dioptries.

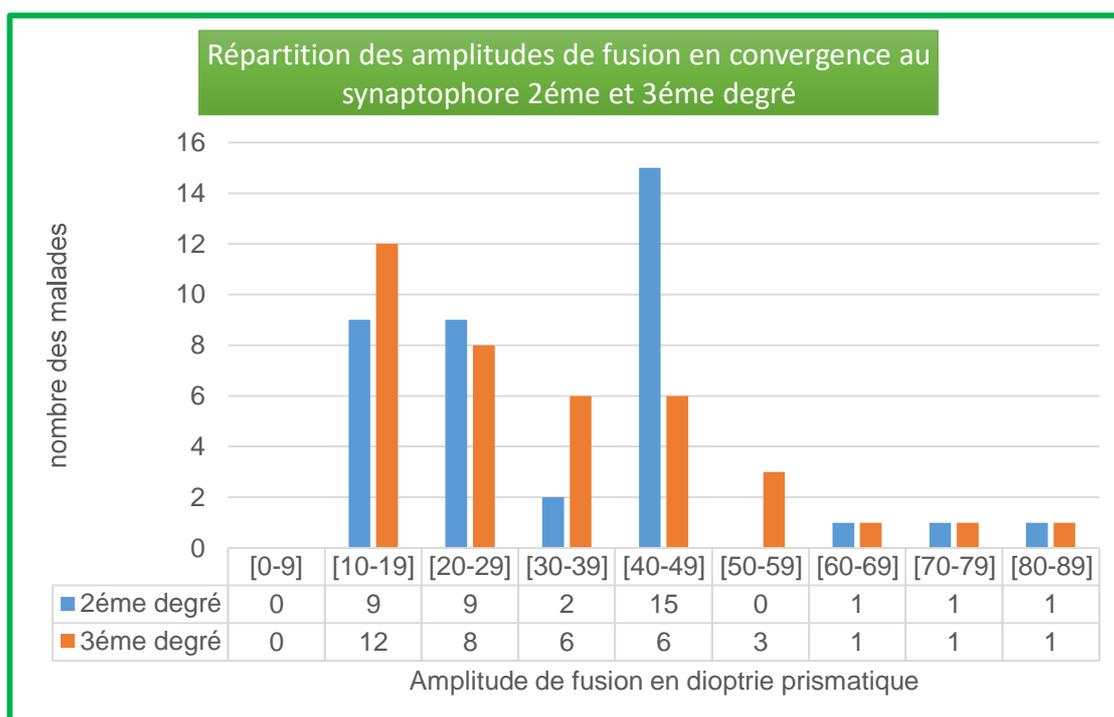


ii. Au synoptophore :

L'utilisation de cette technique pour la mesure des amplitudes de fusion n'était faite que chez 38 malades ; équivalent d'un taux de 44% des malades ; et chez qui on a trouvé les amplitudes suivantes :

En convergence 2ème degré; comme c'est rapporté sur la graphique d'après ; la majorité des malades se répartissent entre +10 et +30 dioptries avec 18 malades parmi les 38 (47,4%) ; et entre +40 et +50 avec 15 malades (39,5%).

De même ; en convergence 3ème degré ; la moitié des malades (52%) ont présenté une amplitude fusionnelle comprise entre +10 et +30 dioptries ; 15% entre +30 et +40 et 15% entre +40 et +50



En divergence ; les résultats retrouvés sont résumés dans le tableau suivant ; montrant la dominance des chiffres entre -2 et -8 dioptries au deuxième degré ; et la dominance des chiffres -1 ; -6 et -4 au 3ème degré.

	Synoptophore second degré	Synoptophore troisième degré
-1	1	12
-2	7	1
-4	7	8
-6	7	10
-8	9	4
-10	3	1
-12	2	1
-14	2	1

XI. LES DONNES THERAPEUTIQUES :

a. Les mesures générales :

- Tous les malades ont reçus des conseils (oralement) sur le mode de vie saine (repos ; calme,...).
- Aucun malade n'a pris un traitement médicamenteux.

b. Les séances orthoptiques :

❖ Données générales :

Après le bilan orthoptique initial ; 28 malades ne sont pas revenu pour leurs séances de rééducation ; ce qui donne un taux de perdus de vue de 32,55%.

Les 58 malades restants sont plus ou moins revenus pour leurs séances orthoptiques ; selon un rythme bihebdomadaire ; réalisant un nombre total des séances égal à 372 séances ; avec une moyenne de 6,42 séances par malade suivi en rééducation.

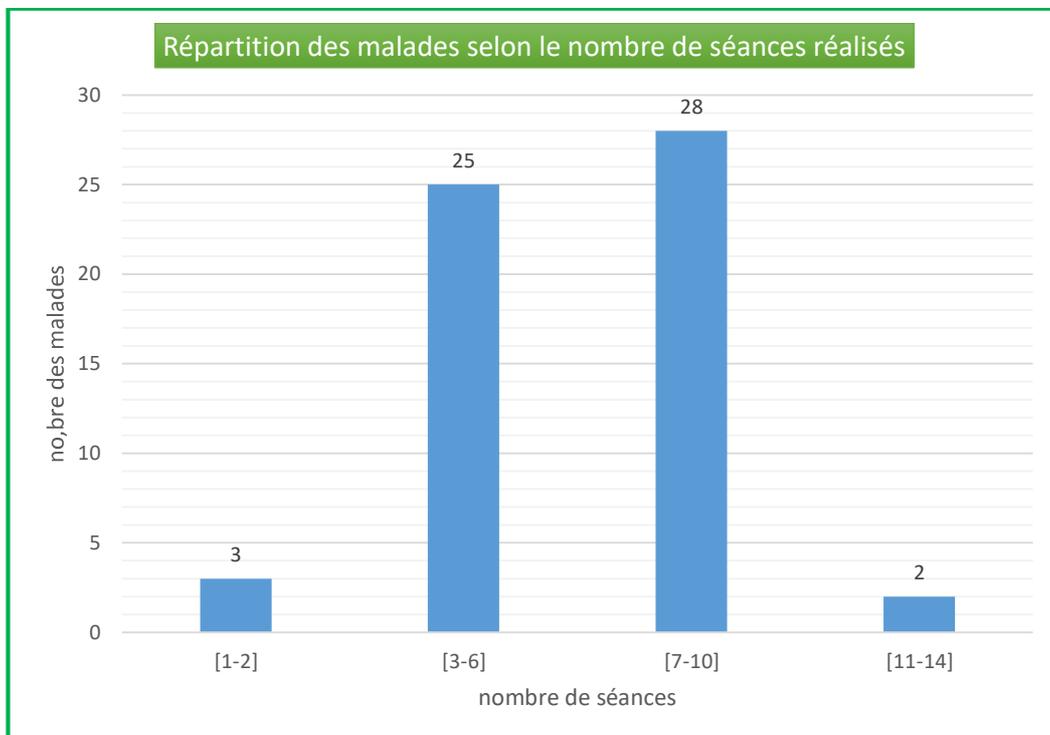


Le délai moyen entre le bilan orthoptique initial et la première séance rééducative était de 3 jours avec des extrêmes entre

❖ **Nombre de séances nécessaires :**

Parmi les 58 malades bénéficiaires de rééducation orthoptique :

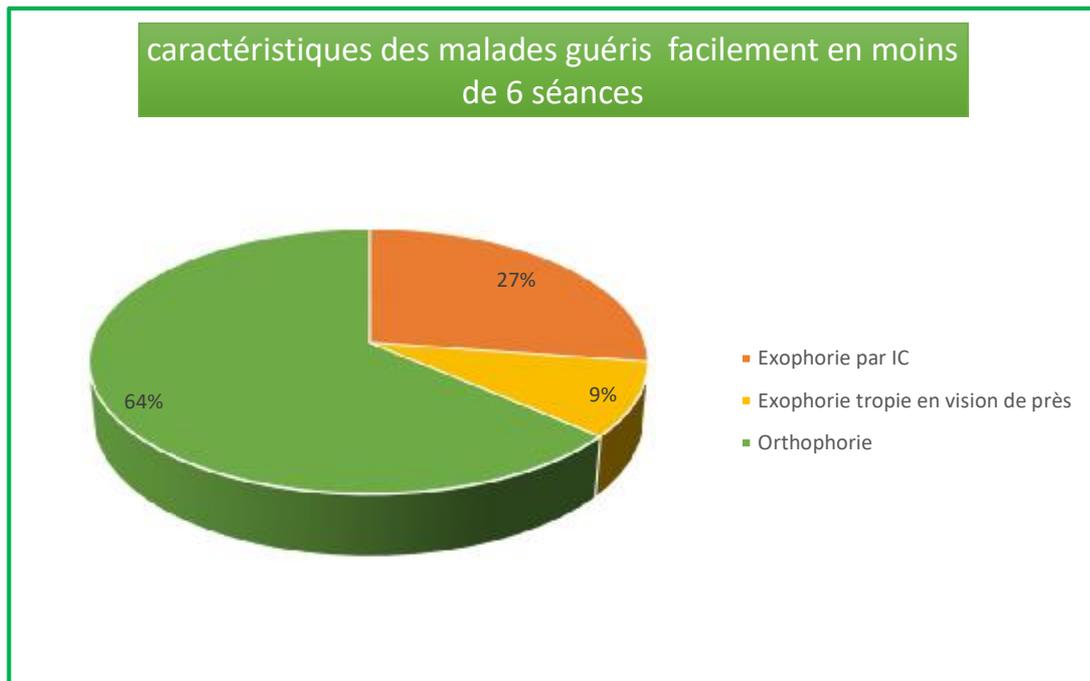
- **3 malades (5,2%)** ont été perdus de vue après la 2^{ème} séance ; avant d'atteindre les amplitudes fusionnelles voulues.
- **25 malades (43%)** n'ont bénéficié que de 3 à 6 séances orthoptiques pour atteindre les résultats escomptés ; en particulier ; en matière d'amplitude de fusion.
- **28 malades (48,3)** ont nécessité plus que la moyenne de séance ; c'est dire entre 6 et 10 séances.
- **2 malades** nécessitaient de prolongées les séances jusqu'aux 14 séances.



❖ **Profil des malades guéris avec moindre séances :**

L'exploration des 25 malades ayant guéris avec des séances moindre que la moyenne ; c'est-à-dire entre 3 et 6 séance ; trouve :

- 15 malades souffrant d'exophorie en vision de près (60%)
- 5 malades porteurs d'exophorie-tropie en vision de près
- 5 malades orthophoriques en vision de près et en vision de loin.



c. Les moyens thérapeutiques :

• **Augmentant l'élasticité accommodation/convergence :**

→Les orthoptistes ont expliqué la réalisation des exercices à domicile type : travail du PPC ; diplopie physiologique ; à tous les malades ; dès la première séance ; complétées ensuite par des exercices de stéréoscopie à l'aide des stéréogrammes imprimés et délivrés aux malades.

→La plaquette de Mawas : cet exercice permettant de travailler la fixation et la convergence selon la distance en vision de près ; était peu fréquemment utilisée ; puisque seuls 18 malades en ont bénéficiée ; donnant un taux de 31% parmi les malades ayant entamé la rééducation (58).

- **Augmentant le pouvoir fusionnel :**

→Les vergences au prisme étaient systématiques durant toutes les séances et pour tous les malades.

→Le travail au synoptophore est entamé à partir de la 3ème séance de rééducation pour tous les patients ayant suivi la rééducation ; et était facilité tout le temps par une vision stéréoscopique préalable.

XII. LES DONNEES EVOLUTIVES :

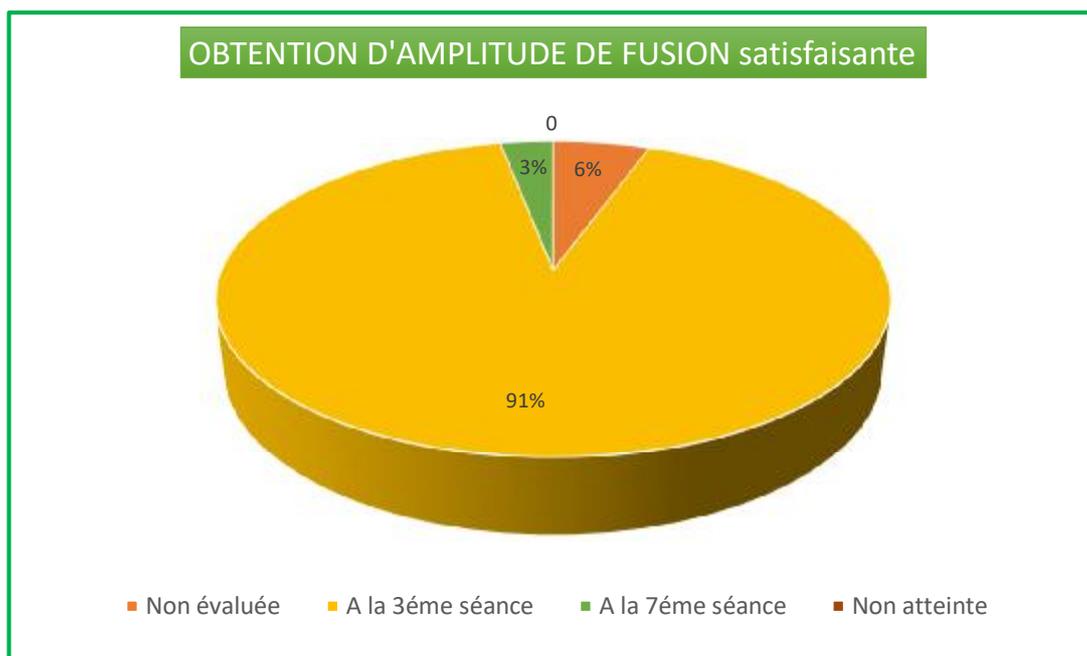
a. Guérison :

L'amplitude de fusion escomptée s'étend de -3 à +40 degré ; elle était :

→Non évaluée chez les 3 malades perdus de vue après les deux premières séances.

→Atteinte à la 3ème séance chez 53 malades (parmi les 58 bénéficiaires d'orthoptie) ce qui représente un taux de 91%.

→Atteinte à la 7ème séance chez 2 malades ; ainsi qualifiés des mauvais répondeurs.



b. Visite de contrôle :

Après la 10^{ème} séance ; une visite de contrôle était préconisée chez 6 malades seulement parmi tous les bénéficiaire de rééducation.

c. Rechute :

2 malades ont fait une rechute ; par réapparition des signes fonctionnels ; le premier après 4 mois de guérison ; l'autre après 7 mois ; nécessitant tous les deux ; 2 séances supplémentaires aboutissant à la guérison.



RAPPELS ANATOMIQUES

La motricité du globe oculaire repose sur des bases anatomo-physiologiques complexes qui permettent de comprendre la physiopathologie de nombreux troubles observés en clinique, entre autre les hétérophories ; en l'occurrence l'insuffisance de convergence ; d'où l'importance de rappeler dans un premier temps l'anatomie des muscles oculomoteurs ; avant de passer au rappel physiologique.

ANATOMIE DES MUSCLES OCULOMOTEURS [25-26]

A. GENERALITES :

Dans chaque orbite, six muscles oculomoteurs permettent la mobilisation du bulbe de l'œil dans les différentes directions du regard : quatre muscles droits et deux muscles obliques.

Chaque muscle est entouré d'un fascia musculaire propre qui s'unit en avant à la gaine du bulbe de l'œil. Des fascias intermusculaires relient des muscles voisins. L'ensemble constitué par le bulbe de l'œil, les muscles oculomoteurs et leurs fascias sont suspendus aux parois de l'orbite par un système de travées et de ligaments aponévrotiques.

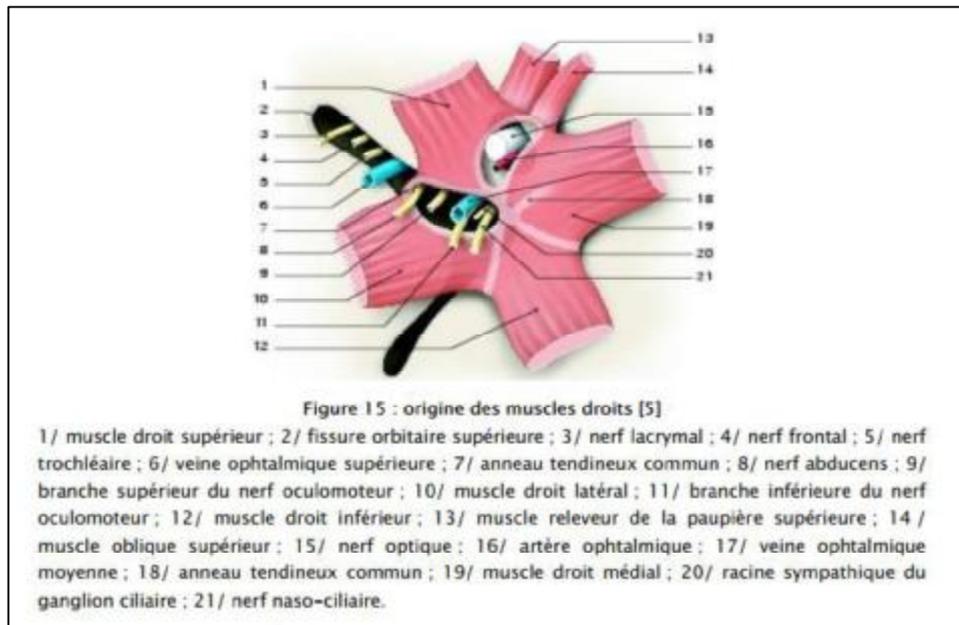
Les quatre muscles droits et leurs fascias limitent en arrière du bulbe de l'œil un espace conique : le cône fascio-musculaire dont le sommet se situe à l'apex orbitaire.

B. LES MUSCLES DROITS :

On distingue quatre muscles droits: supérieur, inférieur, externe et interne. Ils sont étendus du sommet de l'orbite à l'hémisphère antérieur du globe oculaire. Ils mesurent environ 5cm de longueur.

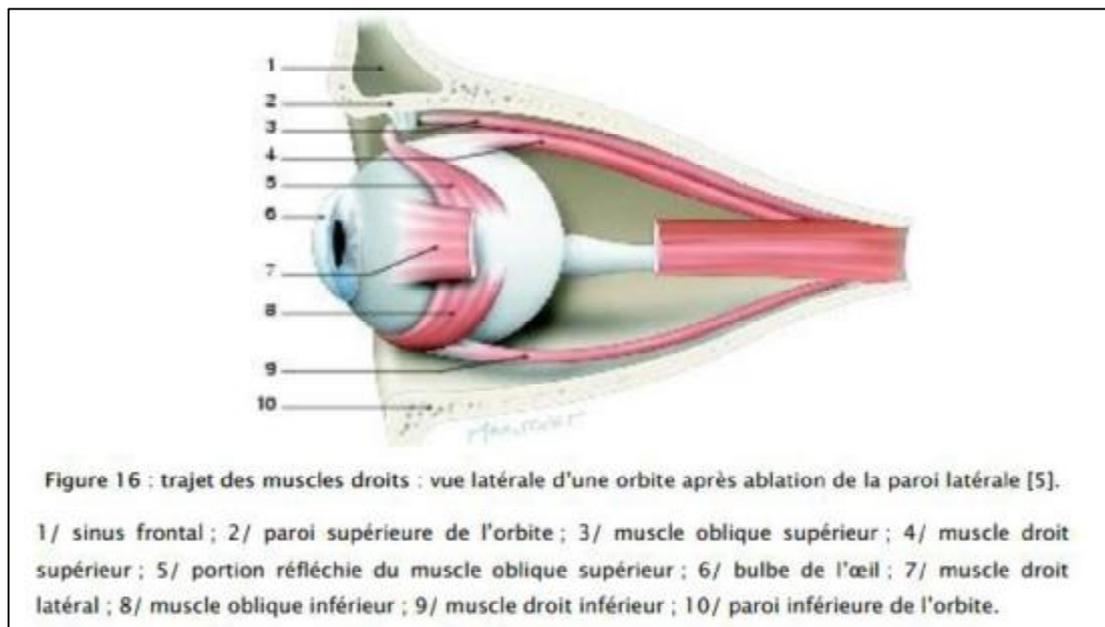
1) L'origine des muscles droits:

Ils s'insèrent au sommet de l'orbite, sur la partie interne de la fente sphénoïdale en dessous du canal optique, par un tendon commun: le tendon de Zinn, qui se porte en avant en se divisant en quatre. Chaque muscle droit, naît directement du tendon de Zinn.



2) Le trajet des muscles droits:

De l'insertion orbitaire, les muscles droits, tout en s'élargissant se portent en avant. Au niveau de l'équateur du globe, ils s'enroulent sur l'hémisphère antérieur avant d'atteindre leur insertion. Il faut noter les rapports importants entre la face supérieure du droit supérieur et la face inférieure du releveur de la paupière supérieure. En effet, leurs gaines musculaires étroitement liées, deviennent communes à la moitié postérieure de l'orbite.

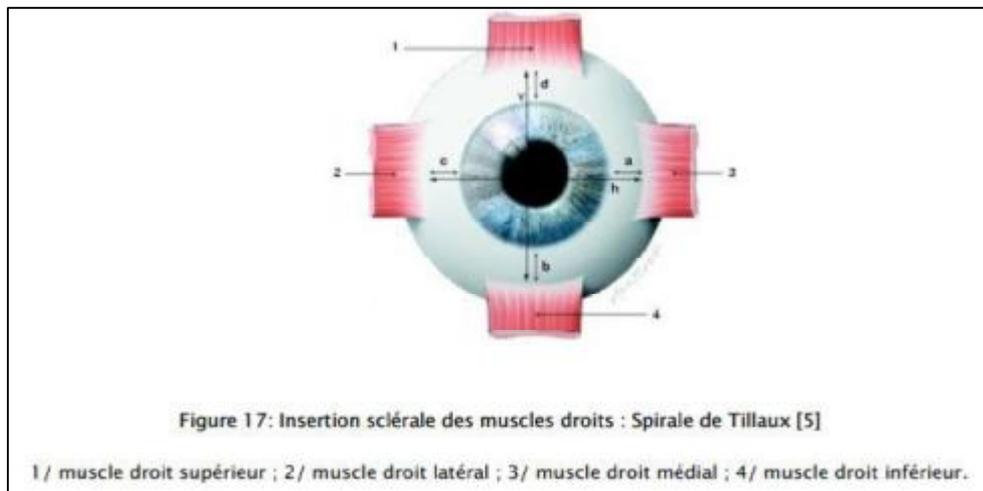


3) La terminaison des muscles droits:

Elle se fait par un tendon de longueur inégale pour chaque muscle: droit interne: 3,7 mm, droit inférieur: 5,5mm, droit externe: 8,8 mm, droit supérieur: 5,8mm.

La distance du milieu de l'insertion des muscles droits au limbe est inégale ; elle détermine la spirale de Tillaux: celle-ci est formée par l'insertion du muscle droit interne distante de 5,5mm, du droit inférieur de 6,5mm, du droit externe de 6,9mm et du droit supérieur de 7,7mm.

La connaissance de ces valeurs par le chirurgien est indispensable lors de la chirurgie du strabisme.



4) Rapports :

❖ **Rapports du muscle droit interne.**

- La face latérale de ce muscle est tournée vers le cône, en rapport avec les éléments intra-coniques, séparée d'eux par la graisse orbitaire.
- La face médiale du muscle est en rapport avec la paroi médiale de l'orbite et tapissée par le périoste orbitaire.
- Le bord supérieur est longé sur toute sa longueur par le bord inférieur du muscle oblique supérieur.
- Le bord inférieur répond à la graisse orbitaire.

❖ **Rapports du muscle droit supérieur.**

- La face inférieure répond aux éléments intra-coniques supérieurs.
- La face supérieure du muscle droit supérieur est en rapport avec les éléments contenus dans l'espace extra-conique supérieur.
- Le muscle releveur de la paupière supérieure recouvre le droit supérieur.

❖ **Rapports du muscle droit inférieur.**

- La face supérieure est tournée vers le cône, elle est en rapport avec les éléments situés dans la partie inférieure du cône sous le nerf optique.
- La face inférieure est en rapport avec le corps adipeux extra-conique, le muscle oblique inférieur qui croise de dedans en dehors la partie terminale du muscle.
- Le bord latéral est en rapport avec les parties terminales de la branche inférieure du nerf oculomoteur et l'artère musculaire inférieure.
- Le bord médial répond à la graisse orbitaire et muscle oblique inférieur.

❖ **Rapports du muscle droit latéral.**

- La face médiale est tournée vers le cône et répond à la graisse orbitaire.
- La face latérale est en rapport avec la graisse extra-conique et la paroi latérale de l'orbite tapissée par le périoste.
- Le bord supérieur est longé par le pédicule lacrymal.
- Le bord inférieur est en rapport avec le corps adipeux de l'orbite.

C. LES MUSCLES OBLIQUES :

Ils sont au nombre de deux: le muscle grand oblique ou oblique supérieur et le muscle petit oblique ou oblique inférieur.

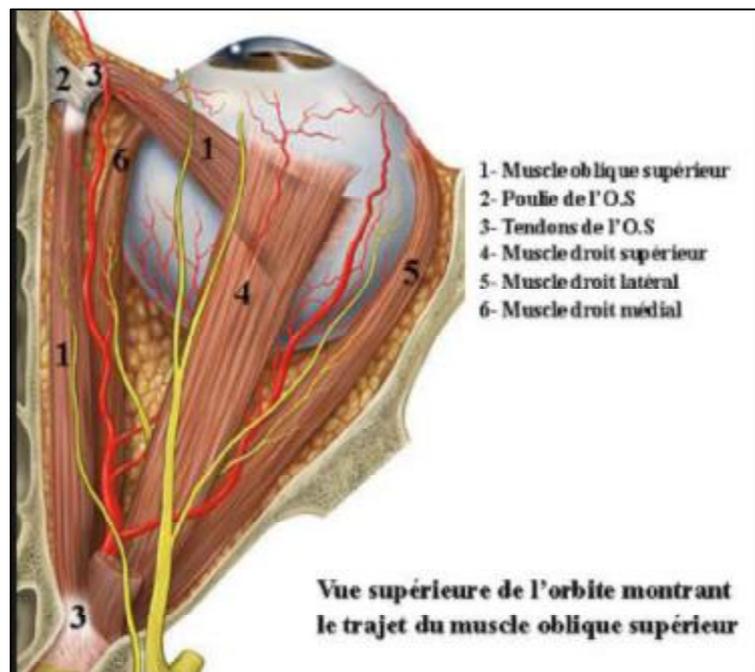
1) Le muscle grand oblique:

- C'est le plus long des muscles oculomoteurs.
- **Son origine** se fait par un tendon court qui s'insère sur la partie supérieure du tendon de Zinn entre le muscle droit supérieur et le muscle droit interne.

- **Son corps** musculaire devient tendineux à l'angle supéro-interne de l'orbite où il s'engage dans la poulie de réflexion (ou trochlée). A sa sortie de cette poulie, le tendon se réfléchit à angle aigu en dehors, en bas et en arrière.

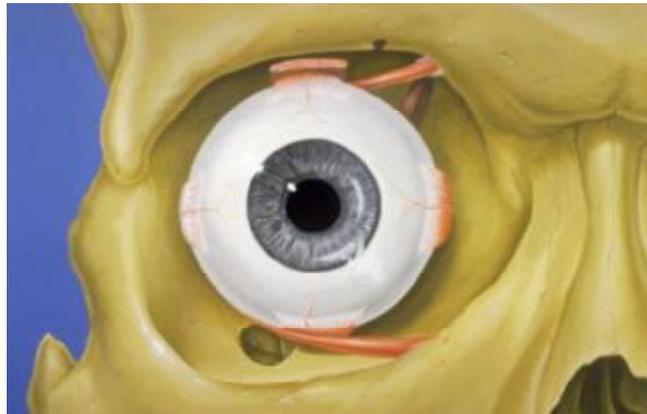
- **Sa terminaison** se fait au niveau du quadrant supéro-latéral et postérieur de la sclère, en arrière de l'équateur.

- **Ses rapports** sont comme suit :
 - ✓ Dans sa portion directe : il longe le bord supéro-médial de l'orbite. En arrière, il est en rapport avec le muscle releveur de la paupière supérieure situé en dehors.
 - ✓ Portion trochléaire : La partie terminale de l'artère ophtalmique passe au-dessous de la trochlée, accompagnée par le nerf infra-trochléaire.
 - ✓ Le tendon réfléchi : passe sous le muscle droit supérieur. Proche de sa terminaison, se trouve l'émergence de la veine vortiqueuse supéro-latérale.



2) Le muscle petit oblique:

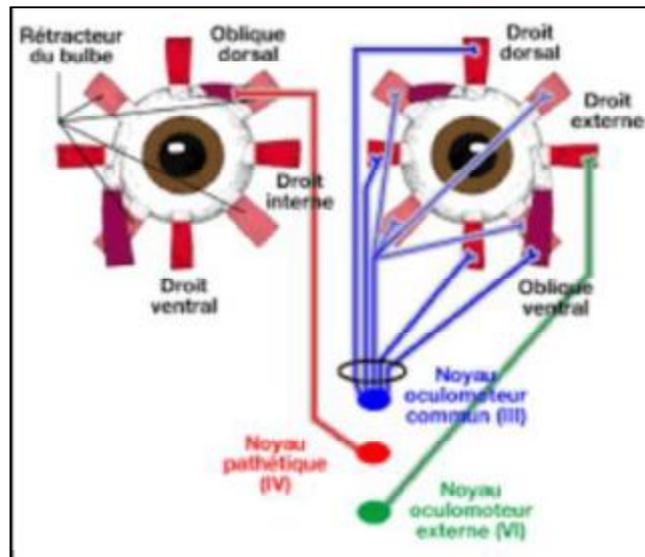
- C'est le plus court des muscles oculomoteurs de l'œil.
- **Son origine** s'insère à l'angle inféro-interne de la base de l'orbite en dehors de l'orifice supérieur du canal lacrymo-nasal.
- Ce muscle se dirige en arrière et en dehors en s'aplatissant et en s'élargissant. Il croise la face inférieure du droit inférieur puis s'insère au-dessous du droit externe.
- **Sa terminaison** est située dans le quadrant postéro-temporal du globe oculaire.
- **Ses rapports :**
 - ✓ A son origine il est proche de la fosse du sac lacrymal.
 - ✓ La face supérieure : croise la face inférieure du muscle droit inférieur.
 - ✓ La face inférieure en rapport avec le corps adipeux dans sa partie extra conique.
 - ✓ Le tendon terminal est recouvert en partie par le muscle droit latéral. La veine vortiqueuse inféro-latérale est proche de cette insertion.



D. INNERVATION DES MUSCLES OCULOMOTEURS : ^[27]

- L'innervation des muscles oculomoteurs est assurée par trois paires crâniennes : le nerf oculomoteur (III), pathétique (IV) et l'abducens (VI), mais de façon très inégale :
 - Le VI n'innerve que le muscle droit externe.
 - Le IV n'innerve que le muscle grand oblique.
 - Le III innerve les autres muscles : droit interne, droit supérieur, droit inférieur ainsi que le releveur de la paupière supérieure et la musculature intrinsèque de l'œil (muscle ciliaire régissant l'accommodation et le sphincter de l'iris).

- Ces nerfs ont leur origine réelle dans les noyaux sous corticaux, situés à la partie dorsale du tronc cérébral puis les racines issues de ces noyaux traversent le tronc cérébral, en sortant pour franchir les espaces arachnoïdiens, ensuite ils pénètrent dans la loge caverneuse d'où elles sortent par la fente sphénoïdale, après quoi leur trajet est orbitaire.



E. LES VOIES OCULOGYRES : [28-29]

-Les noyaux oculomoteurs doivent recevoir des ordres des centres hiérarchiquement plus hauts placés et qui varient suivant qu'il s'agit de mouvement oculaire volontaire ou réflexe.

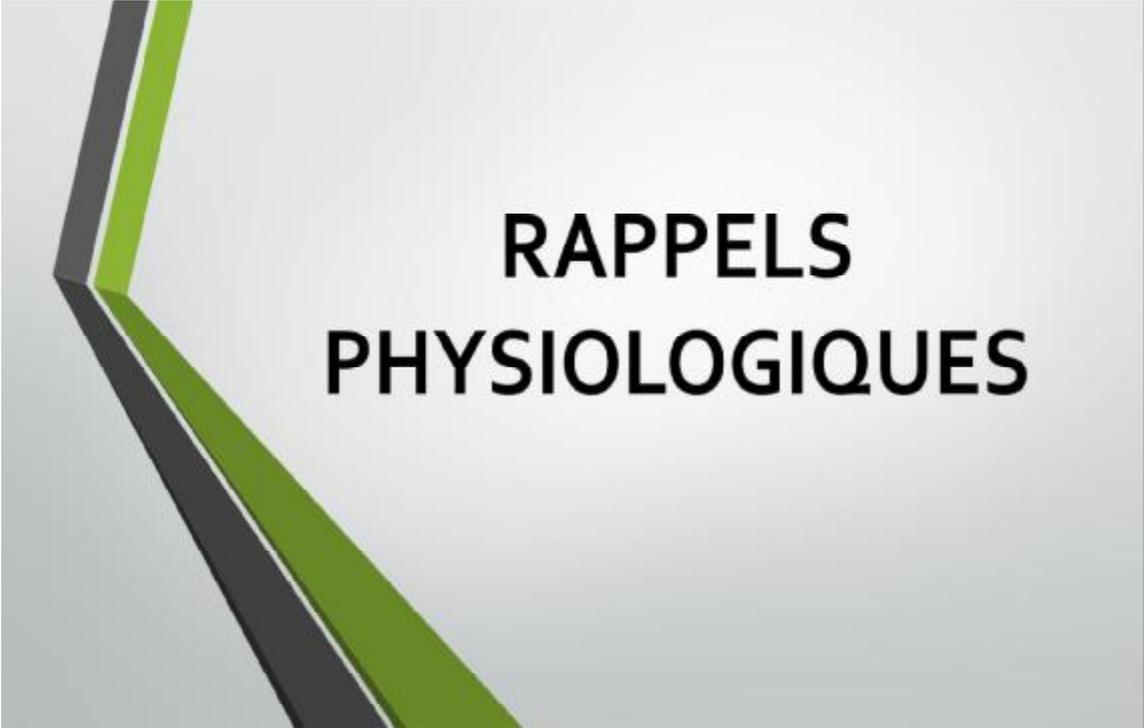
- Les voies des mouvements volontaires : le centre de ces mouvements siège au niveau de la deuxième circonvolution frontale, les fibres qui en sortent arrivent au niveau du tronc cérébral et se mettent en rapport avec les centres supra nucléaires.

- Les voies des réflexes psycho-optiques : le centre de ces réflexes est le lobe occipital. Il s'agit des réflexes de la fixation, de refixation, de fusion, de convergence et d'accommodation. La voie afférente des arrive jusqu'à la scissure calcarine.

- La voie efférente quant à elle reste un peu hypothétique, elle atteindrait les noyaux oculomoteurs, les centres supra-nucléaires et les noyaux vestibulaires.

- Les voies des réflexes courts : les noyaux oculomoteurs sont sous la dépendance d'excitations très nombreuses, comme le système vestibulaire et incitations proprioceptives venues des muscles du cou.

- Les centres supra-nucléaires : ce sont des centres de relais entre les centres corticaux et les noyaux oculomoteurs, ce sont le centre de verticalité, le centre de latéralité et le centre de convergence.



RAPPELS PHYSIOLOGIQUES

GENERALITES

Pour l'exploration de l'espace; le système visuel réagit physiologiquement par des mouvements oculaires. On distingue les versions dans lesquels les axes visuels restent parallèles des vergences qui sont des mouvements oculaires disjoints rompant ce parallélisme.

Les mouvements de vergence (convergence et divergence) ont pour rôle de maintenir les images vues par chaque œil sur les fovéas, lorsque la distance de l'objet se modifie ; ce qui est à l'origine des réflexes de fusion, qui conditionnent la vision binoculaire.

Les réactions du système visuel lors de la vision dans un espace fini, ou syncinésie de la vision de près, comportent une triade de réactions physiologiques :

- d'une part un réflexe d'accommodation,
- d'autre part une convergence des axes visuels ;
- et enfin un myosis.

Ainsi ; ce sont surtout les convergences qui nous intéressent, permettant de passer du parallélisme des axes visuels en vision à l'infini, à un rapprochement de ceux-ci pour la vision de près.

De cette introduction ; on peut déduire l'importance de rappeler des notions physiologiques sur :

- Les mouvements oculaires ;
- La vision binoculaire ;
- La convergence
- L'accommodation

PHYSIOLOGIE DES MOUVEMENTS OCULAIRES [30-34]

Les deux yeux ne forment en réalité qu'un seul organe ; puisque les mouvements oculaires sont toujours binoculaires.

A. LES POSITIONS DE REPOS ET DE FIXATION :

- **La position de repos anatomique ou absolue** : C'est la position post mortem, elle n'a pas d'intérêt clinique.
- **La position de repos physiologique**, celle du sommeil profond. Elle est souvent en divergence.
- **La position de repos dissocié** : C'est la position fondamentale en clinique. Elle s'obtient par interruption de la vision binoculaire, par exemple à l'écran et dans ce cas, s'il persiste un parallélisme complet des axes visuels, le sujet est dit orthophorique.
- **La position de fixation** : C'est la position de fonction normale des yeux regardant un objet quelconque. On cite :
 - La position primaire, qui sert de référence pour l'examen des mouvements oculaires. Les yeux fixent à l'infini, droit devant, un objet situé à leur hauteur. La tête est verticale et immobile et les épaules sont en rectitude. Normalement les axes visuels sont parallèles.
 - Les six positions diagnostiques du regard : Chaque muscle a un champ d'action déterminé. Par ailleurs, il y a différentes positions diagnostiques qui seront étudiées.

1. Analyse des mouvements oculaires : Centre et axes de rotation :

- ❖ **Le centre de rotation de l'œil** est un point théorique qui se trouve sur le diamètre antéro-postérieur du globe à 13,5 millimètres du pôle postérieur de la cornée et à 10,5 millimètres du pôle postérieur (chez l'emmetrope).
- ❖ **Le plan frontal** passant par le centre de rotation de l'œil quand celui-ci en position primaire est appelé plan de Listing et par rapport à lui on considère trois axes principaux : [Figure 20]
 - ✓ **L'axe XX' horizontal** : autour de cet axe, l'œil exécute les mouvements d'élévation et d'abaissement.

- ✓ **L'axe YY' vertical** : autour de cet axe, l'œil exécute les mouvements d'abduction (en dehors) et d'adduction (en dedans).
- ✓ **L'axe ZZ' antéro-postérieur** : perpendiculaire au plan de Listing. Autour de cet axe, l'œil exécute les mouvements de torsion : l'extorsion et l'intorsion.

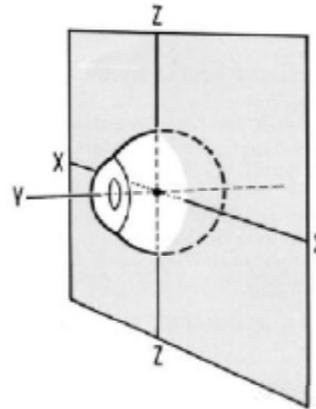
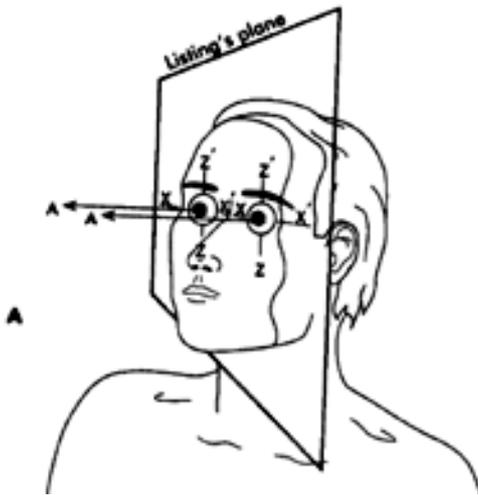


Figure 20 : les axes de Fick et les plans de Listing. [18]

2. Les mouvements oculaires volontaires:

En physiologie, les mouvements oculaires sont toujours binoculaires.

❖ Les ductions:

A partir de la position primaire, le globe peut prendre :

- Quatre positions secondaires : Elévation - abaissement - Abduction - adduction.
- Quatre positions tertiaires : En haut et en dehors, en haut et en dedans, en bas et en dehors, en bas et en dedans.

❖ Les versions:

- Elles sont définies comme des mouvements binoculaires tout en ayant des axes visuels parallèles quel que soit la direction du regard.
- En dehors de la position primaire, il y a huit positions: En haut, en bas, en dehors, en dedans, en haut à droite, en bas à droite, en haut à gauche et en bas à gauche.

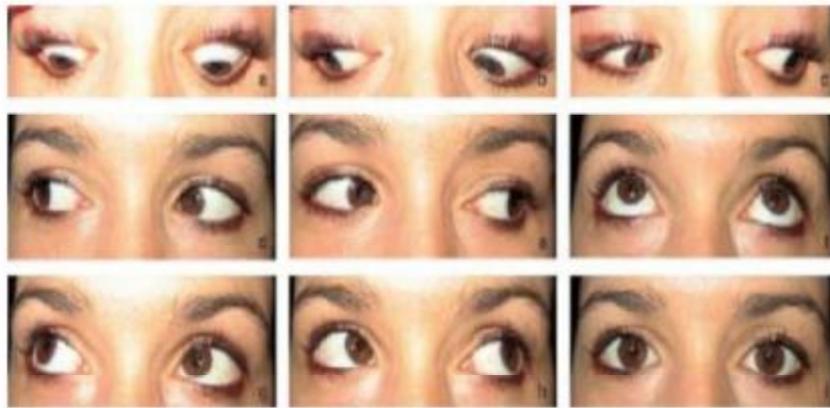


Figure 21 Actions des muscles oculomoteurs : 9 positions du regard. [22]

- a. Regard vers le bas ; b. regard en bas et à droite ; c. regard en bas et à gauche ; d. regard à droite ;
- e. regard à gauche ; f. regard en haut ; g. regard en haut et à droite ; h. regard en haut et à gauche ;
- i. regard de face

❖ Les vergences :

Ce sont des mouvements binoculaires de sens opposés, dans ce cas, il y a un angle formé entre les axes visuels.

→ La convergence : L'angle formé entre les axes visuels est aigu. Elle peut être volontaire ou réflexe.

→ La divergence: Mouvement contraire de la convergence. Il ne peut pas être volontaire.

3. Les mouvements oculaires réflexes:

- **Les réflexes psycho-optiques**, ils nécessitent la conservation d'une partie de la vision et un minimum d'attention, ce sont les réflexes de fixation, de vision et de la synergie accommodation - convergence.

- **Les réflexes posturaux**, ils sont purs et la vision ne joue aucun rôle. Ce sont le réflexe statique et le réflexe statokinétique.

4. Les couples musculaires : (THEORIE DE JULOU)

La stabilité oculaire; indispensable de la binocularité ; est liée à l'équilibre des couples oculomoteurs ; en matière des vergences ; c'est le couple musculaire droit interne-droit externe qui est important à connaître ; en fait ; il s'agit d'un couple fonctionnellement asymétrique : Les forces passives seules laisseraient les yeux en divergence, il faut que les deux muscles droits internes fournissent un surcroît de tension d'origine innervationnelle pour assurer l'alignement des axes visuels. C'est ce surcroît de tension active des droits internes qu'on appelle « la vergence tonique ». C'est elle qui règle le parallélisme de base des axes visuels et c'est elle qui est responsable de la déviation de base lorsqu'elle est inadéquate : de l'ésodéviaton si elle est excessive, ou de l'exodéviaton si elle est insuffisante.

5. Mécanisme musculaire des mouvements oculaires :

❖ Mécanisme d'action d'un muscle :

- L'action de chaque muscle dépend de sa ligne et de son plan d'action, de la position de l'axe visuel par rapport à ce dernier et de la situation de l'insertion oculaire par rapport au centre de rotation.
- Sa ligne d'action est tendue de son origine osseuse à son insertion sur le globe, mais avant de s'insérer sur la sclère, le muscle oculaire marque un enroulement, appelé l'arc de contact.
- Le plan d'action d'un muscle est le plan défini par le centre de rotation, le milieu de son insertion orbitaire et le milieu de son insertion oculaire.
- L'axe de rotation du muscle est perpendiculaire à son plan d'action. Ainsi le plan d'un muscle horizontal (droit interne par exemple) est le plan horizontal. Il est mobile autour de l'axe vertical Z.
- Le plan des muscles droits horizontaux est confondu avec le plan horizontal, le plan des muscles verticaux fait un angle de 23 degrés avec l'axe visuel.
- Le plan des muscles obliques fait un angle de 51 degrés avec l'axe visuel.

❖ L'action des muscles oculomoteurs :

- Le muscle droit interne est uniquement adducteur.
- Le muscle droit externe est uniquement abducteur.

- Le muscle droit supérieur a une ligne d'action oblique en arrière et en dedans, son plan d'action fait, avec l'axe visuel, un angle de 23° . En position primaire, ce muscle est élévateur, adducteur et intorteur. Si le globe est en abduction de 23° , le droit supérieur est uniquement élévateur.

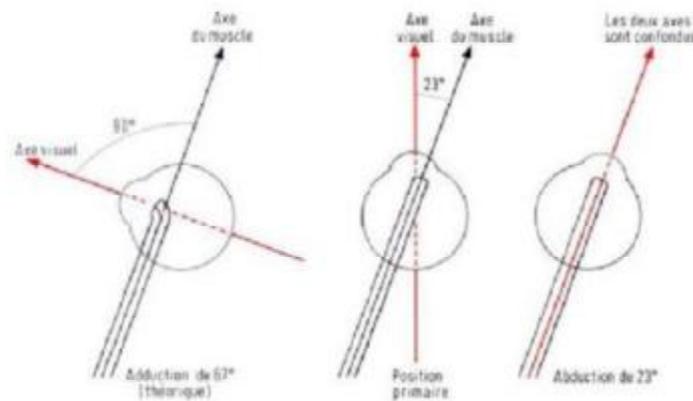


Figure 24 : Les actions classiques du muscle Droit supérieur : à la fois élévateur et intorteur en position primaire, élévateur pur en abduction, intorteur pur en adduction. [18]

- Le droit inférieur, comme le droit supérieur, a une ligne d'action oblique en dedans, son plan d'action fait avec l'axe visuel un angle de 23° . En position primaire, il est abaisseur, adducteur et extorteur. Si le globe est en abduction de 23° , le droit inférieur est uniquement abaisseur.

- Le muscle grand oblique possède un plan d'action qui fait 51° avec l'axe visuel. En position primaire, il est abaisseur, abducteur et intorteur. Si le muscle est en adduction de 51° , il est uniquement abaisseur.

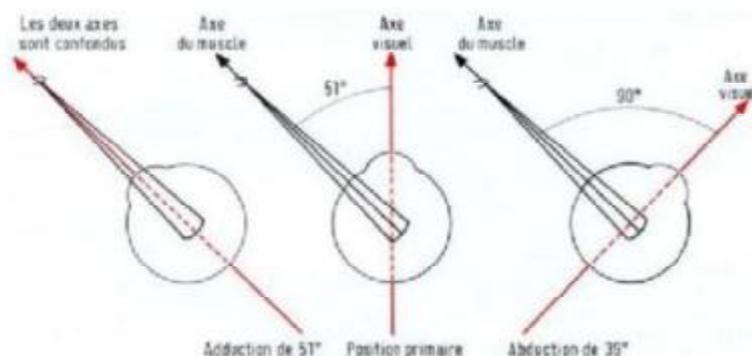


Figure 23: Les actions classiques du muscle grand Oblique à la fois abaisseur et intorteur en position primaire, intorteur pur en abduction, abaisseur pur en adduction. [18]

- Le muscle petit oblique fait avec l'axe visuel un angle que l'on admet le même que le grand oblique. En position primaire, il est élévateur, abducteur et extorteur. Si le muscle en adduction de 51°, le muscle est élévateur.

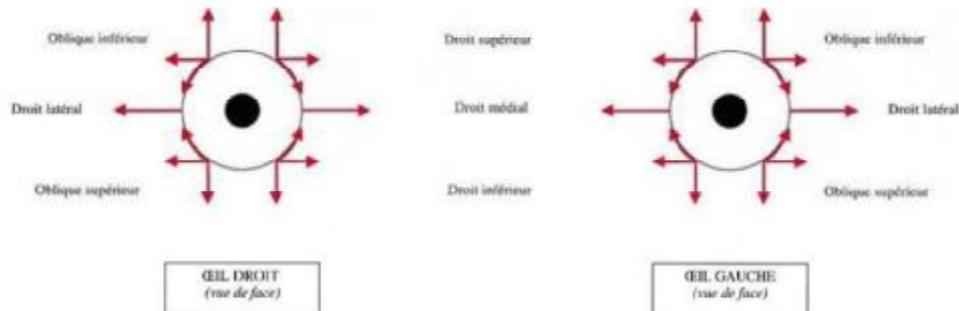


Figure 22 : Schéma rappelant les actions des muscles oculomoteurs. La position des deux muscles obliques et verticaux ne correspond pas à leur insertion sur le globe, afin de faciliter la mémorisation de leurs actions. Les droits horizontaux ont une action uniquement dans le plan horizontal, alors que les autres muscles ont une triple action. Par exemple, conformément à ce schéma, l'oblique supérieur est abaisseur, intorteur et abducteur. [23]

❖ Le champ d'action des muscles : [Figure 25]

Il est important d'étudier, en clinique, chaque muscle dans son champ d'action principal:

- Le muscle droit supérieur (D.S): le regard en haut et en dehors.
- Le muscle droit inférieur (D.I): le regard en bas et en dedans.
- Le muscle grand oblique (G.O): le regard en bas et en dedans.
- Le muscle petit oblique (P.O): le regard en haut et en dedans.
- Le muscle droit externe (D.E): le regard en dehors.
- Le muscle droit interne (D.I): le regard en dedans.

La cycloversion pose beaucoup de problèmes diagnostiques, ce qui a amené récemment une équipe à Munich à utiliser le Scanning Laser Ophtalmoscope (SLO) pour évaluer le degré objectif de cyclo-torsion avant et après récession du muscle petit oblique pour une déviation verticale dissociée (DVD).

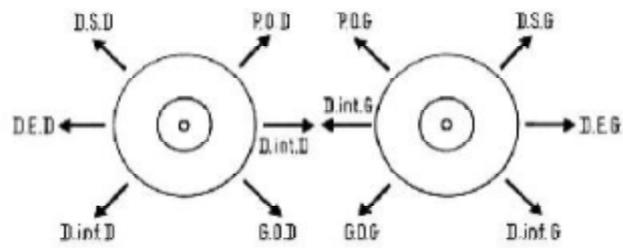


Figure 25 : Champs d'action des muscles.

Les flèches indiquent la position dans laquelle on étudie le muscle dans son champ d'action. [21]

❖ **Les muscles synergiques et antagonistes:**

L'étude de l'action des différents muscles montre la complexité des mouvements oculaires. En effet :

- Certains muscles ont une action coordonnée dans le même sens, ils sont dits synergiques. D'autres ont une action en sens opposé, ils sont dits antagonistes.
- Si l'étude porte sur un seul œil, les muscles sont synergiques ou antagonistes homolatéraux. Si elle porte sur les deux yeux, ils sont synergiques ou antagonistes controlatéraux.

Tableau 15 illustre les antagonistes et les synergiques de chaque muscle. [21]

Muscle	Synergique controlatéral	Synergique homolatéral	Antagoniste controlatéral	Antagoniste homolatéral
Droit externe	Droit interne	Grand oblique Petit oblique	Droit externe	Droit interne
Droit interne	Droit externe	Droit supérieur Droit inférieur	Droit interne	Droit externe
Droit supérieur	Petit oblique	Petit oblique	Grand oblique	Droit inférieur
Droit inférieur	Grand oblique	Grand oblique	Petit oblique	Droit supérieur
Grand oblique	Droit inférieur	Droit inférieur	Droit supérieur	Petit oblique
Petit oblique	Droit supérieur	Droit supérieur	Droit inférieur	Grand oblique

❖ **Les lois des mouvements oculaires :**

Normalement, tout mouvement oculaire est binoculaire. Il entraîne la mise en jeu de tous les muscles oculomoteurs selon deux lois capitales à connaître.

- **La loi de SHERRINGTON** : « quand les synergiques se contractent, les antagonistes se relâchent et inversement ».
- **La loi de HERING** : Dans tous les mouvements binoculaires, l'influx nerveux est envoyé en quantité égale aux muscles des deux yeux.

❖ **L'angle alpha :** ^[35]

- vu que l'axe optique géométrique n'aboutit pas à la macula exactement, il forme avec l'axe visuel (ligne réunissant la macula et le point fixé), un angle alpha.

- L'angle gamma est formé par l'axe visuel et l'axe de fixation.
- L'angle kappa est formé par l'axe visuel et la ligne pupillaire centrale.
- L'angle alpha n'étant pas mesurable on lui assimile, l'angle kappa.
- Ces trois angles peuvent être égaux et on parle souvent d'angle alpha.
- L'angle alpha a une importance dans l'état esthétique, dû à une déviation oculaire quelconque. En effet, si les axes visuels sont parallèles et l'angle alpha positif de cinq degrés à chaque œil, les axes optiques divergent réellement de dix degrés. Chez ce sujet, si les axes optiques sont parallèles, il existe réellement un strabisme convergent de dix degrés.

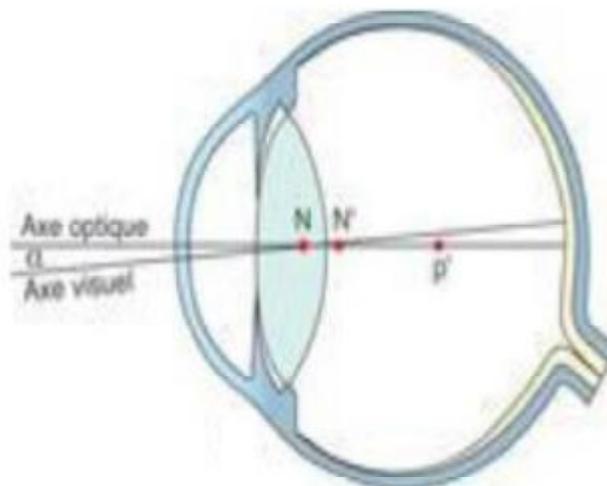


Figure 26 : l'angle alpha. [24]

PHYSIOLOGIE DE LA VISION BINOCULAIRE

A. DEFINITION : [36]

La vision binoculaire (VB) est un phénomène fondamental de la vision humaine qui se développe dans les premiers mois de vie.

Elle correspond à la vision simultanée par les deux yeux. Il s'agit d'un processus cérébral complexe qu'on décompose en trois éléments simples : la vision simultanée, la fusion et la vision stéréoscopique.

B. DEVELOPPEMENT DE LA VISION BINOCULAIRE : [37-39]

- C'est un mécanisme qui apparaît tardivement dans l'évolution de l'espèce humaine puisqu'il nécessite que les yeux soient situés en position frontale.
- Le nouveau-né possède un potentiel génétique de binocularité en place dès la naissance qui évolue jusqu'à l'âge de 6ème mois environ.
- Ces cellules sont à l'état immature, quand la maturation se termine, surviennent les périodes d'apprentissage qui durent toute la vie.
- Les différentes études situent l'installation de la vision binoculaire et de la vision stéréoscopique entre le 3ème et le 6ème mois, et constatent que l'acuité stéréoscopique se perfectionne progressivement au moins jusqu'à l'âge de 5ans.

C. BASES PHYSIOLOGIQUES DE LA VISION BINOCULAIRE [36]

La VB nécessite que chaque œil ait une acuité visuelle « satisfaisante » témoignant d'une normalité oculaire, des voies visuelles et des structures visuelles corticales. Elle impose également un bon équilibre oculomoteur, permettant un alignement des objets perçus sur des points réiniens correspondants.

1) Les lignes de direction :

- Une ligne peut en effet être tracée entre un objet ponctuel vu dans le champ visuel, le point nodal de l'œil et un point rétinien particulier. Cette ligne est appelée ligne de direction.
- Quand le point rétinien correspond à la fovéa il s'agit de la ligne de direction principale.

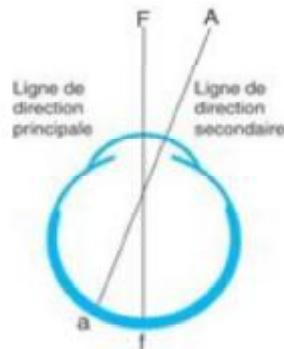


Figure 27 : Vision monoculaire. Ligne de direction principale allant de l'objet F vers la fovéa f et ligne de direction secondaire, allant de l'objet A vers le pont rétinien a. [26]

2) L'œil cyclope de Helmholtz :

- L'œil cyclope défini par Helmholtz est situé à mi-distance entre les deux yeux, avec superposition de chacune des deux rétines.
- En VB, la localisation d'un objet dans l'espace n'est pas établie à partir de l'un ou l'autre des deux yeux mais à partir de l'équivalent de l'œil cyclope situé au milieu de la tête. [40]

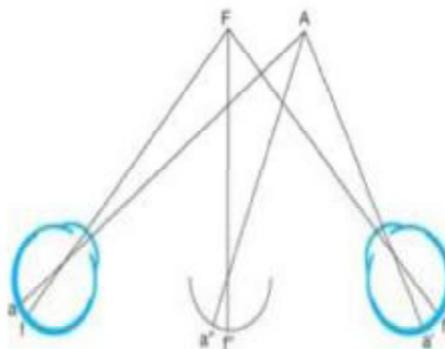


Figure 28 : Œil cyclope. L'image du point F se projette sur les deux fovéas f et f'. Ces deux fovéas sont superposées au point f' où aboutit la ligne de direction principale binoculaire. L'image du point A se projette en rétine temporale de l'œil droit et nasale de l'œil gauche. Celles-ci sont superposées pour l'œil cyclope. [26]

3) Les points réiniens correspondants ou points rétinocorticaux :

- Lorsqu'un objet ponctuel se projette sur deux points réiniens situés à égale distance de la fovéa sur chaque œil, ceux-ci sont appelés « points réiniens correspondants ». Les deux fovéas représentent « les points réiniens correspondants » par excellence.
- Cette correspondance, permettant la vision simple, n'est possible que dans une certaine zone de l'espace autour du point fixé. Cette zone appelée « horoptère » est le lieu géométrique des points stimulants les points correspondants.
- La correspondance réinienne et la synergie fovéolaire sont conditionnées par: la sagittalisation anatomique de l'orbite et la sagittalisation dynamique de convergence divergence qui assure l'équilibre statique entre les deux yeux.

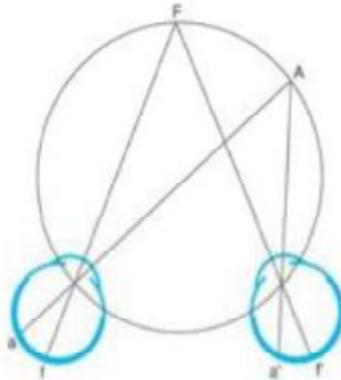


Figure 29 : Schéma de l'horoptère géométrique. Chaque point du champ binoculaire se projette sur un point correspondant de la rétine temporale et nasale des deux yeux. Les couples de points aa' et ff' sont des points correspondants. [26]

-Tout point vu en dehors de l'horoptère est vu en diplopie. Cette diplopie non perçue, sans effort d'attention, est dite «diplopie physiologique». Elle est supprimée par une neutralisation «physiologique ».

4) Les trois degrés de la vision binoculaire : [36]

i. La vision simultanée :

C'est la perception comme une image unique de deux images strictement différentes, perçues chacune par un œil. Elle constitue le premier degré de la VB dans la classification de Worth.

ii. La fusion:

- C'est le but ultime de la coopération binoculaire.
- Elle se définit par la perception comme image unique de deux images perçues par les deux rétines.
- Elle n'est possible que grâce à l'oculomotricité.
- Il existe une zone de disparité horizontale des points réiniens, pour laquelle la fusion est toujours possible, cette zone constitue l'espace de Panum et sa projection sur la rétine « l'aire de fusion de Panum ».
- La véritable fusion est bifovéolaire.

iii. La vision stéréoscopique:

C'est la capacité dont dispose le système visuel pour percevoir le relief et la profondeur à l'aide de la vision binoculaire.

LA PHYSIOLOGIE DE LA CONVERGENCE

A. LE CENTRE DE LA CONVERGENCE :^[40]

Seule la convergence horizontale a donné lieu à quelques études, qui restent toutefois imprécises. On sait que cette activité met en jeu les deux muscles droits internes, on sait aussi que la convergence est altérée lors du Syndrome de Parinaud, mais respectée dans les lésions du Faisceau Longitudinal Médian (F.L.M).

L'existence d'un centre mésencéphalique de la convergence est donc vraisemblable, mais sa localisation reste inconnue : il siègerait dans la formation réticulée du mésencéphale (FRM) à 1-2 mm du noyau oculomoteur (III). Les neurones impliqués dans la génération de la convergence se distinguent de ceux impliqués dans la génération de la divergence dans la partie médiane du mésencéphale, entre les noyaux du III et le F.L.M.

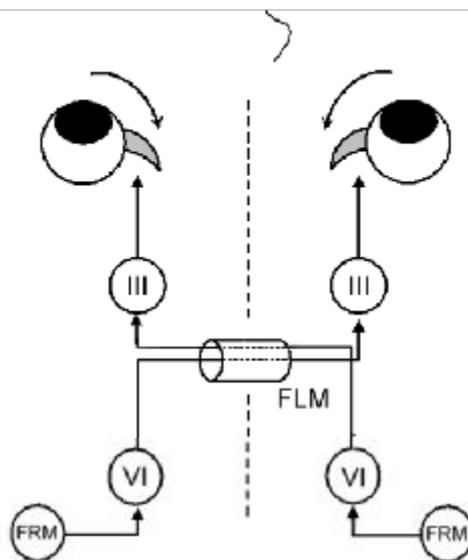


Figure 14 : schéma d'innervation pour la convergence (adapté de Leigh et Zee 2006)

Pour réaliser une convergence, la FRM envoie la commande pré-motrice au noyau abducens (VI). Ce dernier transmet, controlatéralement, la commande vers le noyau oculomoteur (III) via le faisceau longitudinal médian (FLM). Le noyau III envoie la commande motrice vers les droits internes^[41]

B. ORGANISATION DE LA CONVERGENCE :

Le contrôle de la vergence semble impliquer les aires corticales suivantes ; aire 8 ; et surtout la région pariéto-occipitale (aire 19 et 22).

Par exemple, une étude utilisant la tomographie à émission de positrons ^[42] a montré une activation du cortex pariétal inférieur gauche, de la jonction occipito-temporale bilatérale ainsi que le gyrus fusiforme droit avant le déclenchement des mouvements de vergence. Une étude en électroencéphalographie ^[43] a mis en évidence une activation postérieure et centrale des aires corticales avant le déclenchement de la divergence et de la convergence. Enfin, des travaux utilisant la stimulation magnétique transcrânienne ont montré l'implication du cortex pariétal postérieur gauche et droit ^[44-45] et du cortex préfrontal dorsolatéral ^[46] dans l'initiation de la vergence.

Les lois de Hering et de Sherrington perdent en partie leurs droits pour laisser place à un tonus de convergence (innervation réciproque) ; Les mouvements de convergence sont disjoints, rompant le parallélisme des axes visuels.

C. CARACTERISTIQUES DE LA CONVERGENCE :

La convergence se caractérise par :

- Une vitesse lente
- Un mouvement non uniforme, rapidement fatigable
- Le déclenchement automatique d'un réflexe d'accommodation-convergence
- Un déclenchement volontairement sans support visuel
- Une qualité variable en fonction de l'intensité du stimulus.

D. TYPES DE CONVERGENCE :

Plusieurs mécanismes de convergence interviennent. Ces mécanismes physiologiques ont été bien étudiés par Maddox. L'origine des strabismes est toujours liée à une anomalie des vergences.

➤ La convergence tonique

La convergence tonique ou « tonus oculogyre » est le tonus de base des vergences en absence de tout stimulus.

Il varie en fonction de nombreuses afférences d'origine neurologique, vestibulaire, proprioceptive et sensorielle. Il varie aussi avec l'âge, le stress...

→ Son anomalie est responsable des phories, déviations heureusement le plus souvent latentes.

➤ La convergence fusionnelle :

La convergence fusionnelle est le mécanisme qui pallie aux imperfections de la convergence tonique afin de garder nos yeux en position de fixation binoculaire. Elle amène les yeux de la position dissociée à la position de fixation sous l'influence de la fusion.

→ On la mesure par l'amplitude de fusion. C'est elle qui « contient » les à-coups et les déséquilibres des autres vergences.

→ La rupture de la fusion transforme une phorie en tropie.

➤ La convergence accommodative

La convergence accommodative est le mécanisme de convergence couplé à l'accommodation, déclenchée par une « incitation accommodative » et non par l'accommodation elle-même et elle est mise en jeu lors du passage VL-VP. Par exemple, même un aphake peut avoir des troubles de la convergence accommodative lors d'efforts de vision de près.

➤ La convergence proximale

Est liée à la prise de conscience de la proximité d'un objet. Cette convergence peut être responsable de spasmes en convergence d'origine non accommodative.

PHYSIOLOGIE DE L'ACCOMMODATION [47-49]

A. DEFINITION:

L'accommodation désigne la capacité des yeux d'augmenter de façon synchrone leur pouvoir dioptrique de manière à donner l'image la plus nette possible d'un objet situé en deçà de leur punctum remotum, c'est-à-dire de l'infini pour des yeux emmétropes. Cette capacité de « mise au point » dite aussi « réfraction dynamique », assure la netteté permanente de l'image rétinienne quelle que soit la distance de fixation.

L'accommodation commence entre l'âge d'un mois et demi et l'âge de trois mois ; diminue progressivement après l'adolescence ; puis cette progression s'accélère quelque peu entre 35 et 50 ans donnant la presbytie.



B. BASES PHYSIOLOGIQUES DE L'ACCOMMODATION :

-Il s'agit d'un phénomène réflexe qui est déclenchée par le flou des images rétiniennes, d'autres stimuli sensoriels dont les aberrations sphériques et chromatiques, mais aussi par la disparité des images rétiniennes et la sensation de proximité ; afin de conserver toujours une image nette quel que soit la distance à laquelle se trouve l'objet.

- **Le parcours accommodatif** : c'est la distance entre le point le plus éloigné qu'un œil voit net sans accommoder, le punctum remotum (PR), et le point le plus rapproché qu'il voit net en accommodant maximale, le punctum proximum (PP).

- Elle présente deux composantes :

- une composante binoculaire qui permet aux deux yeux de voir net simultanément, même si l'un des deux ne voit pas la cible.
- une composante tonique monoculaire qui permet à chaque œil de s'adapter à une éventuelle anomalie amétropique.

C. MECANISMES DE L'ACCOMMODATION

L'accommodation et la dés-accommodation se font sous l'action du muscle ciliaire.

- Lorsque le muscle ciliaire est relâché, il maintient les fibres radiales de la zonule cristallinienne sous tension. Celles-ci exercent alors une traction centrifuge sur l'équateur et la périphérie de la capsule du cristallin ; elles aplatissent ainsi les courbures de celui-ci, principalement l'antérieure.
- Lorsque, à l'inverse, le muscle ciliaire se contracte, il relâche sa tension sur les fibres radiales de la zonule ; le cristallin n'étant plus soumis à leur traction, peut alors, grâce à son élasticité et en particulier celle de sa capsule, prendre une forme plus sphérique ; il augmente principalement sa courbure antérieure. De l'accommodation relâchée à l'accommodation maxima, ses rayons de courbure (antérieure et postérieure) passent respectivement de 10 à 6 mm et de 6 à 5,5 mm.

Accessoirement la pression que l'iris en myosis exerce sur le cristallin accentue encore sa courbure antérieure. L'augmentation inégale des courbures, nettement plus forte pour la courbure antérieure, déplace le centre optique du cristallin vers l'avant ; l'effet optique de celui-ci s'en trouve augmenté.

A cela s'ajoute qu'en se contractant, le corps ciliaire dont le point fixe est l'éperon scléral, se déplace légèrement vers l'avant ; il entraîne avec lui le cristallin, augmentant encore l'effet optique de celui-ci.

Du fait du relâchement de la zonule, le cristallin subit en outre l'effet de la pesanteur et se déplace très légèrement vers le bas, mais sans que cela ait une répercussion optique. Ces changements de forme et accessoirement de position du cristallin sont désignés du terme d'accommodation externe ; celle-ci représente les 2/3 de l'accommodation.

Mais le pouvoir réfractif du cristallin augmente en même temps du fait de l'augmentation de son indice global de réfraction ; ce changement résulte d'un glissement centripète des fibres cristalliniennes, principalement de celles du cortex antérieur ; l'équateur du cristallin se trouve alors plus en avant que celui de son noyau. L'augmentation de l'indice de réfraction s'ajoute à l'effet, déjà mentionné, de la translation antérieure du centre optique du cristallin, due à l'allongement vers l'avant du diamètre antéro-postérieur de celui-ci. Ces changements internes au cristallin sont désignés du terme d'accommodation interne. L'accommodation interne représente le 1/3 environ de l'accommodation totale.

La désaccommodation se fait par le relâchement du muscle ciliaire, le recul de celui-ci sous l'effet de la tension élastique de son attache postérieure (la membrane élastique), la mise sous tension de fibres zonulaires, l'aplatissement et le recul du cristallin et le glissement vers la périphérie des fibres cristalliniennes.



A. ETIOPATHOGENIE :

L'IC est le plus souvent une affection primaire, qui se manifeste généralement chez les jeunes adultes, et probablement causée par une déficience innée ou un déséquilibre acquis des mouvements oculaires de vergence qui est encore à identifier [50-52]

Les causes secondaires peuvent être classées en 5 causes^[30] :

- **Anatomique ou parétique** : rare ; grande distance inter-pupillaire ; parésie d'un droit interne (myasthénie)
- **Retard de développement** : la convergence est phylogénétiquement une tarde venue ; comme toutes les fonctions de ce genre ; son développement est souvent retardé.
- **Causes oculaires** : dyssynergie accommodation-convergence dans les myopies non corrigées ; l'anisométrie ; l'hypermétrie forte ; astigmatisme important ; ou les presbyopes corrigés pour la première fois ; amblyopie ou cécité unilatérale (l'évolution peut alors se faire vers un strabisme divergent constant).
- **Causes physiques générales** : intoxications ; endocrinopathie (insuffisance de convergence dans les exophtalmies de la maladie de Basedow).
- **Causes psychiques** : anxiété ; névropathie ;...

D'autres causes dues ou associées à l'insuffisance de convergence ont été décrites ; notamment un traumatisme crânien,⁵³⁻⁵⁹ maladies neurodégénératives⁶⁰⁻⁶², ischémie⁶³⁻⁶⁵, ophtalmopathie thyroïdienne,⁶⁶ myasthénie grave, toxicité agents ou médicaments,^{60,67} infection ou l'inflammation,^{60,68} ou la maladie de décompression⁶⁹.

B. PHYSIOPATHOGENIE :

Lors des insuffisances de convergence, comme lors des hétérophories ; il y a une dysfonction oculomotrice; les axes visuels ne sont pas rigoureusement parallèles; les images se forment sur des points rétiens non correspondants, il y a un risque de diplopie, sans le secours du réflexe de fusion. En effet ; le ou les muscles défaillants fournissent constamment un travail supplémentaire pour y remédier et maintenir un équilibre ; ce qui explique que la plupart des patients sont asymptomatiques ; jusqu'à ce que les muscles commencent à se fatiguer ; et ne peuvent plus surmonter le déséquilibre oculomoteur ; que l'hétérophorie est décompensée en hétérotopie ou strabisme patent.



DISCUSSION

I. DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES :

Les troubles de la convergence peuvent se manifester à n'importe quel âge ; mais ils sont plus fréquents dans la population des jeunes adultes. Son incidence dans la population générale est de 0,1 % à 0,2 % [70]

Notre série reflète très bien cette prédominance ; puisque on note une grande fréquence de cette pathologie chez les adolescents et les jeunes actifs qui représentent ensemble un pourcentage de 78% de toute la série; et avec un âge moyen de 29 ans.

Les signes des anomalies de convergence sont liés à des situations visuellement exigeantes, prolongées, centrées sur des tâches réalisées en vision de près (lecture, ordinateur...) ; or ; en aucun cas ; on n'a noté la profession ou les loisirs de nos malades sur leurs dossiers ; mais notre étude a permis de constater une nette dominance des consultations féminines par rapport à celle masculines ; avec un pourcentage de 84% ; cela pourrait s'expliquer par la nature de travail des femmes qui sollicitent trop fréquemment la vision de près (secrétaire ; couturière ; ...).

II. L'EXAMEN OPHTALMOLOGIQUE :

a. Interrogatoire : recherche les signes fonctionnels et leurs caractéristiques

Les troubles visuels sont provoqués par la mise au point de plus en plus difficile de l'œil sous l'effet de la fatigue surtout en fin de journée après une lecture prolongée. Le patient décrit le plus souvent une vision trouble mais parfois aussi double. La vision d'un interlocuteur à faible distance peut être inconfortable. La fatigue visuelle se manifeste surtout en **fin de journée** car la vision de près est sollicitée en permanence par des efforts d'accommodation dans le travail comme dans les loisirs avec en particuliers les écrans d'ordinateur, de téléphone portable, de télévision, de consoles de jeux.

Les troubles oculaires qui traduisent une fatigue visuelle se manifestent, par une sensation d'inconfort, de **tension**, de lourdeur dans la région des yeux, des orbites ou des paupières. Ce peut être aussi des sensations d'**irritation**, de **brûlures**, de

picotements, de démangeaisons avec parfois les **yeux rouges**, larmoiement ou irritation du bord des paupières, de **sécheresse** oculaire. Le sujet peut ressentir des **douleurs** le plus souvent sourdes et peu intenses mais pouvant devenir aigües se situant généralement derrière les yeux. Les globes oculaires sont douloureux à la pression à travers la paupière supérieure et aux mouvements du regard^[71].

Dans notre série ; la quasi-totalité des malades suivis en orthoptie était symptomatique avec un taux de 93%; ceci pourrait être logique du faite que la rééducation orthoptique n'est indiquée que si les troubles de convergence sont symptomatiques.

b. LA REFRACTION :

Une étude soigneuse de la réfraction et de l'acuité visuelle est indispensable ; car la prescription des verres joue un rôle important non seulement dans l'obtention d'une acuité visuelle optimale ; mais aussi dans le déclenchement ou le soulagement des phénomènes d'accommodation ; donc de convergence ; qui peuvent contribuer à compenser ou au contraire à décompenser une hétérophorie.

La mesure de l'acuité visuelle ne pose souvent pas de gros problème puisque il s'agit souvent d'adolescents ou d'adultes. Mais il ne faut pas oublier de mesurer l'acuité binoculaire ; qui doit normalement être au moins égale ou légèrement supérieure à l'acuité du meilleur œil. Chez l'hétérophorique ; au contraire ; elle est souvent plus basse ou même inférieure à l'acuité de l'œil le moins bon ; cela est dû à ce que la compensation de la déviation nécessite la mise en jeu du réflexe d'accommodation-convergence ; ce qui perturbe la netteté de la vision.

c. EXAMEN OPHTALMOLOGIQUE BIOMICROSCOPIQUE :

Il doit être conduit comme tout examen ophtalmologique ; complet ; méthodique ; bilatéral et comparatif. On s'acharne à éliminer une lésion organique qui pourrait expliquer les symptômes ; et éliminer les diagnostics différentiels.

III. L'EXAMEN ORTHOPTIQUE [72]

A. BUTS :

Cet examen a pour but :

→ **Dépister une hétérophorie** jusque-là latente ; c'est-à-dire totalement asymptomatique ; et découverte fortuitement lors d'un examen systématique de routine; ou notamment lors d'une visite d'embauche ou de contrôle.

→ **D'évaluer les réactions de défense** que le sujet tient en réserve pour combattre une hétérophorie en voie de décompensation ; et dont les symptômes l'amènent en consultation. Ces réactions en pratique sont la puissance de fusion ; et la qualité de la synergie accommodation/convergence.

B. TECHNIQUES D'EXAMEN :

i. Confirmer l'hétérophorie et son type :

• **Examen sous écran :**

C'est l'examen de base pour tout déséquilibre oculomoteur dont les hétérophories; car il permet la rupture de la fusion. Il est pratiqué de la même façon que lors des strabismes :

Le sujet est assis ; tête en position primaire ; face à un point de fixation (point lumineux non éblouissant) ; et on note la position des reflets cornéens normalement symétriques aux deux yeux.

Le test à l'écran se fait de loin (5m) et de près (30cm) ; avec et sans correction ; en utilisant une cache ; de préférence une palette à manche ; facile à manipuler.

La méthode passe par 2 temps successifs :

-Test de l'écran unilatéral « COVER-TEST » :

On cache un œil (le droit par exemple) puis ; au moment où on enlève la cache ; on observe le mouvement effectué par l'autre œil (le gauche dans le cas présent)

-Test de l'écran alterné « UNCONVER-TEST » :

On cache alternativement un œil puis l'autre afin qu'ils ne soient jamais découverts ensemble ; tout en observant le mouvement de l'œil que l'on découvre.



Manœuvre de l'écran unilatéral ou cover-uncover test.

En cas d'hétérophorie ; le mouvement de l'œil ; au moment où l'écran est retiré ; confirme le diagnostic ; et le sens de du mouvement détermine sont type :

- de dehors en dedans : EXOPHORIE (désignée par X de loin et X' de près)
- de dedans en dehors : ESOPHORIE (désignée par E de loin et E' de près)
- de haut en bas : HYPERPHORIE (droite ou gauche ; désignée HD ou HG)
- de bas en haut : HYPOPHORIE (on parle d'hypertropie de l'autre coté)
- pas de mouvement observé : ORTHOPHORIE

L'intérêt du « cover test unilatéral » est de rechercher une déviation strabique associée ; définissant UNE PHORIE-TROPIE.

- **L'examen à la baguette de Maddox :**

C'est le mode d'examen le plus habituellement employé pour dépistage; car il révèle les plus légers d'hétérophorie et permet même de les mesurer.



La baguette est munie un verre cylindrique ; si on le place devant un œil et on regarde au travers une source lumineuse, celle-ci est vue comme une strie lumineuse perpendiculaire à l'axe du cylindre; ainsi, pour rechercher :

→**Une hétérophorie horizontale** : la baguette doit être placée horizontalement ; pour que la strie lumineuse paraisse verticale ; alors que l'autre œil fixe et voit un simple point lumineux ; on demande au malade ce qu'il voit :

- ✓ Si la raie croise la lumière ; il y a ORTHOPHORIE.
- ✓ Si la raie est dévié par rapport au spot lumineux du côté de la baguette ; à droite si la baguette est devant l'œil droit ; on dit que le test est vu homonyme ; ceci veut dire qu'il y est ESOPHORIE.
- ✓ Si la raie est vu du côté opposé ; on dit que le test est vu croisé ; ceci veut dire qu'il y a EXOPHORIE.

→**Une hétérophorie verticale** : la baguette est placée verticalement ; pour que la malade perçoive cette fois une raie lumineuse horizontale. Si la baguette est placée devant l'œil droit ; c'est l'œil gauche qui fixe un le spot lumineux :

- ✓ En cas d'HYPERPHORIE droite; la raie lumineuse est vue horizontale au-dessous de la lumière.
- ✓ En cas D'HYPOPHORIE droite ; la raie lumineuse est au contraire vue au-dessus de la lumière ; éventualité en fait ; rarement observée.
- ✓ En cas de CYCLOPHORIE ; l'œil atteint voit l'image inclinée.

ii. **Mesure de l'hétérophorie :**

- **Lors de l'examen sous écran :**

On mesure la déviation à l'aide de la barre de prisme couplée au test de l'écran alterné ; la barre est montée jusqu'à disparition des mouvements de restitution (base temporale en cas d'exophorie ; nasale en cas d'exophorie ; inférieure en cas d'hyperphorie ; supérieure en cas d'hypophorie)



- **Avec la baguette de Maddox**

Elle est faite en cherchant la puissance de prisme qui permet de ramener la raie sur la lumière. Ce prisme est à base temporale en cas d'esophorie ; nasale pour l'exophorie ; inférieure pour l'hyperphorie).

Dans notre série ; le recours à la baguette de Maddox pour mesurer l'hétérophorie est vraiment minime ; elle est utilisée seulement dans 16% des cas ; au profit de l'utilisation des prismes lors de l'examen sous écran.

- **La cyclophorie :**

L'étude de la cyclophorie est assez subjective ; vue l'absence de repère objectif permettant à l'observateur de fixer l'emplacement du méridien vertical de la cornée ; contrairement aux déviations horizontale ou verticale.

Ainsi ; on place deux baguettes de Maddox ; une blanche ; l'autre rouge ; placées à 0° dans la monture d'essai réalisant ce test ; On procède par la rotation du verre placé devant l'œil cyclophore (qui perçoit une raie inclinée) jusqu' à ce que le trait paraisse vertical (parallèle à la strie lumineuse perçue par l'autre œil).

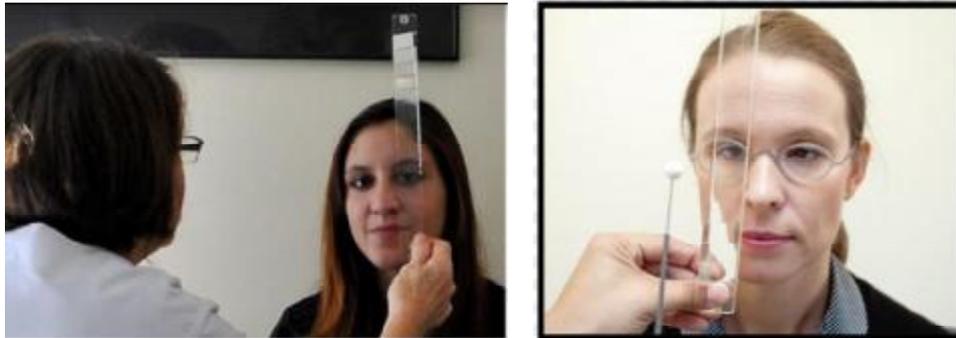
L'angle dont il aura tourné permet de connaître l'angle de la cyclophorie.

iii. Etude des vergences/amplitude de fusion :

La puissance de fusion peut être étudiée soit dans l'espace à l'aide des prismes ; soit au synoptophore.

- **Mesure aux prismes :**

Le principe est de chercher ; en interposant des prismes de puissance progressive ; quel est l'angle de divergence puis de convergence induits par ces derniers ; qui ne sera plus compensé par la fusion ; ceci ; en vision de loin et de près.



Il est préférable d'étudier la divergence avant la convergence ; puisque cette dernière risque de déclencher un spasme de convergence qui fausserait ensuite la mesure de la puissance de divergence.

Malade fixant un point lumineux à 5 mètres ; pour étudier la divergence ; on place devant l'un des deux yeux la barre de prismes à base nasale ; jusqu'à ce que la malade accuse une diplopie : la valeur du prisme indique alors l'amplitude de fusion de loin en divergence ; désigné « D ».

On recommence ensuite la manœuvre en interposant la barre de prisme, cette fois-ci ; à base temporale ; on se rend compte que la valeur du prisme qui déclenche la diplopie mesure l'amplitude de fusion de loin en convergence ; désigné « C ».

Ensuite ; un bon moment de repos est indispensable pour soulager le spasme d'accommodation ; avant de reprendre les mêmes procédures en vision de près ; chez un malade qui fixe un point lumineux à 30cm ; afin de déterminer les amplitudes de fusion de près en convergence (désigné « C' ») et en divergence (désigné « D' »).

Les valeurs théoriques normales sont différentes selon les écoles :

→ Pour Hugonnier : C=20-25 ; D=7-8 ; C' =35-40 ; et D'= 10-15.

→ Pour Jeanrot : C 20 ; D ' 4 ; et C' 25 ; D' 6

- **Au synoptophore :**

Il s'agit d'un stéréoscope perfectionné qui met le sujet dans des conditions de vision au loin ; ainsi, elle étudie l'amplitude de fusion en vision de loin.

On place deux mires de second degré (de fusion) ; les maisons par exemple ; l'une ayant un sapin à droite de la porte, l'autre à gauche ; les bras de synoptophore placés dans l'angle objectif (c'est-à-dire dans laquelle le malade fusionne les deux images et ne perçoit qu'une seule maison ; avec sapin de chaque côté de la porte) ; cet angle objectif est noté.

Par la suite, on donne aux bras du synoptophore un mouvement de divergence ; les 2 yeux divergent de quelques degrés ; chaque œil suit une image tout en conservant la fusion ; puis les images se dédoublent ; on note l'angle auquel la fusion est rompue ; c'est l'amplitude de fusion en divergence.



On replace le sujet à l'angle de fusion en rapprochant les bras du synoptophore ; puis on fait converger le malade jusqu'à rupture de la fusion ; dont l'angle correspondant représente l'amplitude de fusion en convergence.

Chez un sujet normal ; on admet que l'amplitude de fusion au synoptophore est de -8° en divergence ; et $+60$ en convergence ; mais il est fréquent que la vision devienne floue d'une image unique aux environs de 30° (la convergence suscite un effort accommodatif important).

Il est parfois utile d'utiliser des mires de fusion de 3^{ème} degré ; ce sont des mise de vision stéréoscopique ; les plus classiques étant celle des cercles qui ; fusionnés ; donnent l'impression d'un abat-jour.

iv. Recherche du Punctum Proximum de Convergence (PPC) :

On peut déterminer objectivement le PPC en faisant fixer des 2 yeux la pointe d'un crayon placé bien de face ; et en notant à quelle distance de la base du nez ; un œil cesse de suivre le mouvement normal de convergence. A signaler qu'il n'est pas toujours facile de juger à quel moment un œil perd son alignement normal.



Chez le sujet hétérophorique ; une confirmation subjective peut être obtenue en demandant au sujet de signaler lorsque l'objet se dédouble.

Le punctum proximum est exprimé en centimètres ; il est normalement aux alentours de 4 cm.

Ce test n'a vraiment d'intérêt que pour objectiver une importante insuffisance de convergence. En fait ; on a retenu ce diagnostic malgré que le PPC était très bon (entre 3 et 6 cm) chez 21%; vue que leurs capacités de vergence étaient altérées.

v. Recherche d'une neutralisation :

Lorsqu'une hétérophorie se décompense ; un petit scotome de neutralisation fovéolaire sur l'œil le plus souvent dévié est le premier signe d'atteinte de la vision binoculaire. Avant de procéder au développement de la fusion lors de la rééducation; il est indispensable de lever ce scotome fovéolaire lorsqu'il existe :

IV. LES FORMES CLINIQUES :

5) Esophorie :

C'est une déviation latente en convergence ; on retrouve au test de l'écran unilatéral un déplacement de l'œil de dedans en dehors lors du levé de l'écran; On distingue :

- Les esophories par insuffisance de divergence où la déviation est plus importante de loin que de près [73]
- Les esophories par excès de convergence où la déviation est plus importante de près que de loin.

Après correction optique si besoin ; un traitement orthoptique par la rééducation est nécessaire ; mais il s'avère qu'il donne de moins bons résultats que dans les exophories. Ainsi ; le traitement prismatique constitue une bonne indication si la valeur du prisme est inférieure à 12 dioptries ; sinon ; un traitement chirurgical serait indispensable.

6) Exophorie :

C'est une déviation latente en divergence ; et l'examen sous écran met en évidence un mouvement de l'extérieur vers l'intérieur lors de la désocclusion. On distingue également :

- Les exophories par insuffisance de convergence avec une déviation de près supérieure à celle de loin.
- Les exophories par excès de divergence avec une déviation plus importante de loin que de près.

Le traitement optique (si nécessaire) associé à la rééducation orthoptique avec les exercices à domicile sont généralement suffisants pour avoir la disparition des doléances du malade et la récupération fonctionnelle.

Le traitement prismatique trouve comme même sa place ; provisoirement ; lors des diplopies intermittentes fréquentes dans cette forme.

Par contre ; le traitement chirurgical est rarement envisagé ; il est réservé aux déviations trop importante au-delà de 12 dioptries. [74]

7) Phories verticales :

L'hyperphorie est une déviation verticale latente vers le haut, l'hypophorie est une déviation latente vers le bas ; mais ce terme est peu utilisé. Elles peuvent être d'origine orbitaire ou secondaire à une paralysie oculomotrice.

L'examen sous écran trouve une déviation de haut vers le bas lors de levée de l'écran ; une déviation horizontale est souvent associée. [30] Il faut faire attention pour ne pas confondre une hyperphorie avec la Déviation Verticale Dissociée des strabismes précoces, sans vision binoculaire. [75]

La rééducation orthoptique est peu bénéfique; et souvent le recours aux prismes est nécessaire pour soulager les hyperphories verticales isolées. Si échec ; il faut envisager un traitement chirurgical.

8) Cyclophorie

Les cyclophories vraies sont rares ; il s'agit principalement d'atteinte parétique des muscles obliques ; ou d'origine post-traumatique. Les signes fonctionnels sont frustes et mal systématisés ; et il faut évoquer ce diagnostic chez un patient aux antécédents de traumatisme crânien.

La cyclotorsion ne peut être mise en évidence par l'examen sous écran. Elle sera objectivée à la baguette de Maddox ; au synaptophore et au coordimétrie.

Le traitement est essentiellement chirurgical [76]

V. LES DIAGNOSTICS DIFFERENTIELS :

➤ **Microstrabisme :**

Il faudra éliminer un microstrabisme dont la déviation est minime mais constante avec une correspondance rétinienne anormale et une amblyopie fréquente.

➤ **Strabisme par paralysie incomplète :** présence d'une limitation des mouvements oculaires dans le champ d'action du ou des muscles paralysés.

VI. LA PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE :

La stratégie thérapeutique se base sur 5 volets : les mesures générales, un traitement optique ; un traitement orthoptique ; un traitement prismatique ; et un traitement chirurgical ; sans qu'il y est de consensus dans la stratégie thérapeutique.

VOLET I : LES MESURES GENERALES

Parmi les facteurs favorisants ; considérés pour certains comme facteurs étiopathogéniques ; on trouve l'anxiété ; la névropathie et les intoxications ; d'où l'intérêt de proposer aux malades :

- Un mode de vie sain ; calme ; serein et paisible ;
- Un repos dans la mesure du possible ; loin de tout surmenage oculaire ;
- D'éviter le tabac ; l'alcool et les veilles.

Dans le même cadre ; on peut être amené ; dans certains cas ; à prescrire un traitement médicamenteux adjuvant à base d'anxiolytiques ; tranquillisants ; ou de la vitaminothérapie (B1 ; B2 ; D) qui sont d'un grand apport sur l'amélioration des signes fonctionnels.

Dans notre série ; tous les malades ont reçu ces conseils d'hygiène de vie ; par contre ; aucun patient de notre étude n'a reçu de traitement médical.

VOLET II : LE TRAITEMENT OPTIQUE

Une amétropie mal corrigée peut donner des symptômes analogues à ceux de l'hétérophorie, D'autre part ; une légère amétropie peut être mal supportée par un hétérophorique ; il convient donc de faire un examen minutieux de la réfraction pour éventuel traitement optique.

1) En cas d'hypermétropie :

Un malade hypermétrope accommode même de loin ; ainsi ; la prescription des verres correcteurs convexes soulage son accommodation ; mais aussi sa convergence ; vue l'étroite relation entre accommodation et convergence.

Ainsi ;

→L'hypermétropie d'un sujet ésophorique devra être totalement corrigée.

→L'hypermétropie chez un sujet exophorique ; il y aura 2 situations :

- Sujet jeune ou faible hypermétropie (moins de 2-3D) : l'accommodation mise en jeu à cause de son hypermétropie participe forcément à la diminution de son exophorie ; dans ce cas ; la correction peut ne pas être totale.
- Sujet de plus de 40 ans ou forte hypermétropie : ne pouvant plus accommoder pour voir nettement ; une prescription de correction optique optimale est très intéressante ; sans laquelle ; le malade présenterait des spasmes de convergence ; ou abandonnerait l'effort accommodatif aggravant son exophorie.

2) En cas de presbytie :

Chez le presbyte ; la mauvaise vision de près aggrave les troubles liés à l'hétérophorie ; d'où l'intérêt d'une correction optique adapté. Une surcorrection de presbyte exophorique est à éviter ; comme précité.

3) En cas de myopie :

On sait bien qu'un sujet myope ; de façon variable ; suivant l'importance de sa myopie et de son âge ; peut être au point de près sans accommoder sans converger.

De loin ; par contre ; une correction optique est toujours indispensable pour une vision nette ;

- En cas d'exophorie ; le malade peut garder ses verres en vision de près. La convergence accommodative ainsi sollicitée facilitera la convergence fusionnelle.
- En cas d'esophorie ; selon l'importance de la myopie et les conditions du confort du malade ; prescrire la correction optique de loin ; et éviter de le faire porter de près.

4) En cas d'astigmatisme :

L'astigmatisme doit toujours être corrigé de façon optimale. En cas de cyclophorie ; cette seule correction suffit parfois à entraîner la guérison. Elle est toujours une aide en cas d'exo ou d'esophorie ; car la fusion est d'autant meilleure qu'elle se fait sur des images nettes.

VOLET III : LE TRAITEMENT ORTHOPTIQUE

A. INTRODUCTION :

L'insuffisance de convergence a été décrite pour la première fois par Von Graefe en 1855, qui a recommandé des exercices pour améliorer les amplitudes de convergence⁷⁷ et depuis ; les recherches expérimentales se sont intéressées de plus en plus aux mouvements oculaires afin de quantifier plus précisément ce qui est normal et d'anormal dans la vergence et l'accommodation.

Ces études ont pu montrer la possibilité d'adapter les caractéristiques des vergences par des exercices ; et depuis ; les exercices continuent d'être le pilier de traitement jusqu'à nos jours.

Une grande variété des exercices orthoptiques au bureau et à domicile ont été conçus pour réduire les symptômes de l'IC. Il a été émise l'hypothèse que ces exercices fonctionnent parce qu'ils améliorent la convergence fusionnelle et / ou modifient la convergence accommodative pour permettre de la vision binoculaire de près. Beaucoup de patients ont trouvé un soulagement temporaire avec ces méthodes, si les signes cliniques ou les mesures se sont améliorés de manière significative. ^[78, 79]

Cependant, l'amélioration spontanée des symptômes ont également été signalés [80,81,82] et on ne peut pas ignorer le potentiel d'un effet placebo, en particulier si le principal critère de jugement est l'amélioration des symptômes, comme c'est souvent le cas.

Dans notre série ; l'efficacité des exercices est manifeste ; puisque l'amélioration objective par la récupération des amplitudes fusionnelles est retrouvé déjà à partir de la 3ème séance de rééducation chez 43% des malades rééduquée. De même ; 3 malades n'ont pas continué leur séances de rééducation même si ils n'ont pas récupérer les amplitudes fusionnelles normales ; ceci suggère une éventuelle amélioration de leur symptomatologies par les exercices à domicile.

B. LES INDICATIONS DU TRAITEMENT ORTOPTIQUES :

Ils se fondent sur les éléments suivants :

- D'une insuffisance de convergence pure ou associée à une hétérophorie.
- Présence de signes fonctionnels : pas de plainte, pas de traitement
- Présence de lien entre les signes fonctionnels et l'hétérophorie ; qui ne doit pas endossée la responsabilité d'un autre trouble asthénopique.
- Pronostic de la rééducation orthoptique : les exophories sont réputées facile à rééduquer que les ésophories ; et qu'une déviation de près est plus facile à traiter qu'une déviation de loin.

Dans notre série ; presque la totalité des malades (93%) était symptomatique ; par contre ; la cycloplégie pour éliminer une hypermétropie latente/spasme accommodatif qui expliquerait les symptômes était rarement utilisée ; et réservée au cas amblyopes ; ou l'absence d'amélioration durable avec la rééducation orthoptique ; ceci pourrait être expliqué par l'habitude des ophtalmologistes de la région qui croiront que la cycloplégie n'est indispensable que chez les enfants ; or ; 93% de nos malades sont âgés de plus de 10ans.

C. PLAN GENERAL DE LA REEDUCATION ORTHOPTIQUE :

On propose généralement une séance hebdomadaire avec des exercices quotidiens à la maison ou au bureau ; Sept à dix séances ; donc sept à 10 semaines de traitement ; sont suffisantes si le malade est bien coopérant et adhère correctement au schéma thérapeutique proposée.

Si la coopération n'est pas excellente ; que le travail à la maison ne soit guère possible ; on peut pratiquer des séances trois fois par semaine ; ou même tous les jours durant 15 jours.

Après l'arrêt de la rééducation ; une visite de contrôle est programmée après un mois pour réévaluer et maintenir les acquis.

Dans notre série ; le rythme bihebdomadaire suivi dans notre formation paraît astreignant pour les malades ; dont les séances de rééducation coïncident souvent avec les horaires de leur travail ; imposant des fois l'absentéisme ; chose qui entrave la réalisation des séances dans notre formation ; et les oblige à partir probablement au secteur privé. Ce qui expliquerait ; peut-être ; le taux des perdus de vue après le bilan orthoptique initial ; qui est comme élevé ; il avoisine 33% des patients.

Par ailleurs ; le délai de prise en charge reste encourageant ; puisqu'il est ; de 3 jours ; en moyenne.

D. LES MOYENS ORTHOPTIQUES

Le but de la rééducation de la vision binoculaire est de redonner un confort visuel en éliminant les signes fonctionnels. Il faut agir à trois niveaux :

1) Eliminer la neutralisation :

→ Le synoptophore est très utile dans ce cas ; en utilisant les mires de perception simultanée. On débute par des mires maculaires (qui sont de plus grande taille que les mires fovéolaires). Si le sujet ne voit pas l'une des deux mires, c'est qu'il neutralise. Pour l'aider à prendre conscience de cette image, on doit le stimuler soit en augmentant l'intensité lumineuse du côté où il neutralise, soit en effectuant un examen sous écran. Une fois les deux images obtenues, on diminue la taille des mires en passant aux mires fovéolaires.

→ **Exécution des exercices préliminaires** (avant la première séance) à la maison durant 8 jours ; qui consistent à la lecture avec occlusion de l'œil directeur ; durant 30 à 60 minutes par jour ; technique pénible au début ; mais donne de bons résultats en matière de lutte contre la neutralisation.

2) Augmenter l'élasticité accommodation/convergence

L'élasticité accommodation-convergence se travaille en utilisant différents exercices :

❖ **Punctum Proximum de Convergence :**

Le patient fixe un objet qui se trouve à 40 cm de son nez, il doit continuer de bien le fixer et pendant ce temps l'orthoptiste rapproche cet objet. Le but est d'obtenir un mouvement lisse jusqu'au nez. Lorsque le patient rompt, bien s'assurer qu'il ne neutralise pas.

❖ **Diplopie Physiologique :**

La convergence relative consiste à fixer un crayon tenu en bout de bras et voir double la lumière qui se trouve derrière à 5 mètres. Le sujet doit arriver à rapprocher le crayon jusqu'au nez. Cet exercice permet d'apprendre à faire attention à ce qui se passe autour, cela augmente le confort visuel et permet d'avoir une meilleure perception des objets en mouvement.

La divergence relative consiste cette fois - ci à fixer la lumière qui se trouve à 5 mètres et à voir en double le crayon qui est tenu en bout de bras. Le sujet doit alors prendre conscience de la diplopie et la conserver tout en rapprochant le crayon du nez.

❖ **Stéréogramme :**

Ce test se présente sous la forme d'un carton de la taille d'une carte postale où sont représentés deux dessins en miroir. De la même façon que la diplopie physiologique, cet exercice se réalise en convergence et en divergence.

En convergence, pour aider le patient on lui demande de placer un crayon entre lui et le stéréogramme. Le sujet doit converger sur le crayon et voir apparaître un

troisième dessin au milieu des 2 autres sur la carte. Celui-ci est la fusion des deux autres. Le patient doit apprendre à voir les trois dessins nets et en relief sans utiliser le crayon. (Pour cela, il doit apprendre à rapprocher progressivement le crayon du nez tout en gardant les 3 images).

En divergence, pour relâcher les muscles, on demande à l'enfant de tendre la carte et de regarder au loin en passant juste au - dessus de cette dernière. Il doit ainsi voir les trois dessins nets et en relief.



❖ **Plaquette de Mawas :**

La plaquette est posée sur le nez du patient, l'orthoptiste y place un aimant sur la ligne blanche centrale. Le praticien rapproche doucement cet aimant d'arrière en avant vers le nez du patient qui doit le fixer et observer deux lignes blanches se croisant au niveau de l'objet. Cet exercice permet de travailler la fixation et la convergence selon la distance en vision de près.



Dans notre série ; on a appris à tous les malades ; surtout que leur âge le permettait ; comment faire à domicile le travail de PPC ; les exercices de diplopie physiologique ; complétées secondairement par des exercices de stéréoscopie à l'aide de stéréogrammes.

Les orthoptistes ont l'habitude de consacrer les 10 premières minutes de chaque séance pour vérifier les exercices faits à domicile ; et indiquer les suivants.

3) Augmenter le pouvoir de Fusion :

La fusion se rééduque en utilisant deux exercices, les vergences aux prismes et le synoptophore. Leurs but est d'augmenter la capacité à fusionner.

❖ Les Vergences aux prismes :

On utilise la barre de prisme de Berens. Le patient doit fixer un point de fixation et on fait monter la barre de prisme arête interne devant l'œil droit ou l'œil gauche. Le patient doit alors apprendre à converger sans voir double. L'orthoptiste lui, observe l'œil du patient qui lâchera lorsqu'il verra double. On le fait de loin à 5m, et de près à 40cm. En vision de près on peut rapprocher le point de fixation du nez afin de compliquer l'exercice.

Contrairement au traitement d'insuffisance de convergence classique, en posturologie l'on souhaite atteindre une valeur de 70 dioptries prismatique de convergence.

L'exercice en divergence s'effectue de la même façon mais avec la barre de prisme arête externe.

Ce qu'il faut proscrire absolument ; c'est le développement de la convergence volontaire sur un objet que l'on approche le plus possible des yeux. En effet la convergence volontaire n'intervient pas dans les actes de la vie courante ; en particulier dans la lecture ou la vision panoramique. Cet exercice n'a de valeur pour développer la fusion que s'il est arrêté lorsque l'objet est vu flou ou se dédouble.

L'expérience montre également que souvent un des deux yeux lâche alors que l'autre suit encore l'objet ; sans qu'apparaisse la diplopie. Dans ces cas ; loin d'améliorer la fusion ; on favorise la neutralisation ; l'utilisation du verre rouge ou des verres striés de BAGOLINE est importante non seulement pour mettre en évidence une bonne amplitude de fusion ; mais aussi pour lever la neutralisation.

❖ **Synoptophore :**

On commence avec les mires de perception simultanée, on doit alors obtenir des valeurs stables sans variations d'angles ni neutralisation. Ensuite on passe aux mires de Fusion, on essaye d'obtenir une fusion proche de 0° puis on travaille l'amplitude de fusion en commençant par la convergence. Pour aider le patient on lui demande de fixer un détail de l'image ensuite le praticien déplace le bras du synoptophore en convergence et le patient doit forcer pour garder 1 image unique nette et lorsqu'il rompt la fusion cela doit se faire en diplopie et non en neutralisation. Le but de cette action est d'obtenir une convergence physiologique, sans spasme ni neutralisation.

On continue l'exercice de fusion avec de la divergence afin de relâcher les muscles, pendant que l'orthoptiste écarte le bras du synoptophore afin de faire diverger le patient, on lui demande de fixer le contour de l'image pour l'aider à maintenir une image unique. Que ce soit au synoptophore ou dans l'espace avec la barre de prisme, on fait en moyenne un exercice de divergence pour 3 exercices de convergence.

❖ **Autres :**

Lors du travail au synoptophore ; pour parvenir aux résultats escomptés ; on peut céder à certaines manœuvres :

→Pour faciliter l'adduction :

/employer au début des tests maculaires qui éliminent la neutralisation ;
des tests de la vision stéréoscopiques avant de passer à des tests plus fins à contrôles centraux.

/Faire des stimulations à oscillations courtes et rapides ; diminuer peu à peu les stimulations ;...

/Employer les verres concaves -3 qui font accommoder et solliciter la convergence.

→Pour faciliter l'abduction :

/Employer de même des tests paramaculaires ou de vision stéréoscopiques au début.

/Les stimulations seront plus amples et plus lentes ; et les mouvements de divergence imprimés au bras du synaptophore seront plus lents également.

E. LES RESULTATS ATTENDUS :

Les résultats escomptés sont à la fois subjectifs et objectifs :

→Disparition des signes fonctionnels

→Une excellente amplitude de fusion sans neutralisation :

-une amplitude de fusion très satisfaisante s'étend de -3 à +40 degré environ ; et ceci quel que soit le type d'hétérophorie.

-une image vue nette lorsque la fusion est obtenue à des amplitudes entre -3 et +15 degré ; au-delà (entre +15 et +40 degrés) ; il est normal que l'image soit trouble.

-L'absence de neutralisation dont le seul juge fiable est le synoptophore avec ses tests fovéaux.

VOLET IV : TRAITEMENT PRISMATIQUE

1) Indications :

Il faut utiliser les prismes à titre thérapeutique dans trois cas :

- Après échec des thérapeutiques classiques : verres correcteurs, traitement orthoptique, traitement médicamenteux.
- Quand le traitement orthoptique est impossible en raison de facteurs sociaux (éloignement, obligations professionnelles ou familiales), de la mauvaise coopération du sujet, de l'âge trop avancé.
- Quand le traitement orthoptique est contre indiqué ou peu efficace : hyperphorie isolée, étiologie particulière de l'hétérophorie (traumatisme crano-cervical, presbytie).

Il faut signaler que les cyclophories et les hétérophories trop importantes ne sont pas justiciables d'un traitement prismatique et restent du domaine de la chirurgie.

2) Techniques :

Avant toute prescription prismatique, il convient de corriger exactement l'amétropie éventuelle en pratiquant une réfraction correcte. Il existe deux types de techniques prismatiques différentes :

a- Le prisme s'oppose à la déviation latente :

On prescrit un prisme base inverse, c'est-à-dire base temporale dans les exophories, base nasale dans les ésophories ; par ce moyen, on provoque une divergence chez l'ésophorique, une convergence chez l'exophorique. La puissance du prisme est toujours faible : 1 à 2 dioptries aux deux yeux.

Le port du prisme peut être constant ou intermittent (quelques heures par jour). Il s'agit toujours d'un traitement transitoire.

b- Le prisme compense la déviation latente :

C'est l'utilisation habituelle du prisme dans les hétérophories. Le prisme est placé base temporale dans les ésophories, nasale dans les exophories, base inférieure sur l'œil en hyperphorie. La puissance du prisme est fonction du type d'hétérophorie et donc du sens de la déviation :

/Dans les ésophories et les hyperphories, la déviation est corrigée en totalité.

/Dans les exophories : la déviation est partiellement corrigée (1/3 ou 1/2 de la déviation) ; dans l'insuffisance de convergence, le prisme est seulement mis en vision de près.

/Dans les déviations mixtes (verticales et horizontales) associées, il est conseillé de corriger d'abord la totalité de la déviation verticale ; selon le résultat ; la déviation horizontale est ou non corrigée par un prisme horizontal.

En pratique, la puissance du prisme est déterminée en fonction de l'amélioration des signes subjectifs ; des contrôles successifs sont nécessaires.

Quand les déviations de loin et de près sont très inégales, des prismes différents sont prescrits de loin et de près ; les verres bifocaux ou les prismes membranes permettent de réaliser la prescription.

Les prismes sont portés en permanence ; la prescription peut être définitive ou transitoire selon la gravité de la décompensation. Il faut toujours essayer de diminuer progressivement la puissance du prisme après quelques semaines de port, notamment dans les fortes puissances.

c- Critique de la méthode :

Les prismes ont été accusés d'aggraver les hétérophories. Cette aggravation peut se voir dans 3 circonstances :

- Quand le prisme est prescrit en l'absence de troubles fonctionnels.
- Quand le prisme prescrit est trop puissant.
- Quand l'hétérophorie est trop décompensée.

d- Résultats :

C'est dans les exophories surtout du type insuffisance de convergence et les hyperphories que les meilleurs résultats sont obtenus.

VOLET V : TRAITEMENT CHIRURGICAL

Il est tout à fait exceptionnel dans les hétérophories que l'on se décide immédiatement à l'opération sans avoir essayé de traitement non chirurgical. Plusieurs remarques s'imposent :

- Un traitement chirurgical de l'hétérophorie n'est envisagé qu'après échec du traitement médical et en particulier le traitement orthoptique et prismatique.
- Le traitement chirurgical ne pose un problème que pour l'adolescent et l'adulte où c'est l'asthénopie et non la déviation angulaire qui fait discuter la chirurgie. Au contraire, dans les formes de l'enfant sans asthénopie. C'est en premier lieu la déviation variable et mal compensée qui amène à opérer.
- La cyclophorie est un type d'hétérophorie qui est à part : son traitement est toujours chirurgical, quand les traitements optique et orthoptique ne permettent pas d'obtenir le confort binoculaire.

1- L'Esophorie :

Il faut, dans les ésophories, distinguer le type basique avec déviation égale de loin et de près, le type excès de convergence avec déviation plus importante de près, le type insuffisance de divergence avec déviation plus grande de loin.

a- Le type basique :

L'indication opératoire est d'autant plus large que le sujet est plus jeune et que la puissance du prisme compensateur est plus grande. Pour VON NOORDEN et BURIAN, il faut opérer sur l'angle maximum révélé par le port de prisme ; DUKE-ELDER, GAFNER conseillent une intervention de recul/résection

b- Le type excès de convergence :

En cas d'opération, il faut donner de préférence à une intervention de recul des deux droits internes

c- Le type insuffisance de divergence :

C'est une forme rare

2- L'Exophorie :

Il faut, dans les exophories distinguer le type basique avec déviation égale de loin et de près, le type excès de convergence avec déviation plus grande de loin que de près, insuffisance de convergence où la déviation est présente seulement de près ou plus importante de près.

a- Les types basiques ou pseudo-excès de divergence :

Ils entrent dans le cadre des strabismes divergents intermittents

b- Le type excès de divergence :

Il est très rare et essentiellement justiciable d'un recul des deux droits externes

c- Le type insuffisance de convergence :

Il est en fait, le seul qui pose un problème, il s'accompagne de signes d'asthénopie souvent intense. Les formes qui succèdent à une maladie infectieuse ou à un traumatisme cranio-cervical sont particulièrement rebelles au traitement médical, notamment à l'orthoptie et aux prismes ; il peut y avoir en même temps diminution de la puissance d'accommodation et interaction avec une presbytie débutante. Si le traitement médical est inefficace, il faut opérer ; pour BROWN et JAMPOLSKY, il n'y a indication que si l'exophorie de loin atteint 10 dioptries. L'opération consiste en une résection de 4 à 6 mm des deux muscles droits internes.

3- L'hyperphorie :

Il n'y a jamais indication chirurgicale : la thérapeutique prismatique est la meilleure.

4- La cyclophorie :

La cyclophorie optique est isolée ; la thérapeutique est toujours médicale et consiste à corriger l'astigmatisme oblique ou à rectifier l'axe d'une correction antérieure.

La cyclophorie essentielle est la seule qui justifie une intervention chirurgicale.



CONCLUSION

L'insuffisance de convergence est le trouble oculomoteur le plus fréquent des hétérophories ; qui correspondent à un strabisme maintenu latent par la fusion ; les symptômes les plus courants comprennent l'asthénopie, les céphalées et la vision floue ; habituellement associée à des activités nécessitant une vision rapprochée ; ce qui explique l'impact de l'Insuffisance de Convergence sur la performance d'un individu à l'école, au travail et donc sur la qualité de la vie ;

Les signes cliniques comprennent généralement une exophorie plus importante en vision de près qu'en vision de loin, avec un punctum proximum de convergence éloigné ; et des capacités de vergence fusionnelle réduites.

Quant à la prise en charge; il n'y a pas de consensus concernant le traitement le plus approprié ; mais le but est toujours de soulager les patients de leurs signes fonctionnels en améliorant leurs capacités fusionnelles et en rétablissant dans la mesure du possible le parallélisme oculaire (orthoporie).

Les mesures générales associé au traitement orthoptique s'avère très efficace dans cette affection ; vu le taux élevé de guérison ; la rareté des rechutes ; et l'absence de recours à la prismation ou à la chirurgie. Toutefois ; des solutions pour faciliter l'accès aux soins et éviter les perdus de vus s'avèrent nécessaires.

BIBLIOGRAPHIE

1. Letourneau JE, Lapierre N, Lamont A. The relationship between convergence insufficiency and school achievement. *Am J Optom Physiol Opt.* 1979;56:18-22.
2. Letourneau JE, Ducic S. Prevalence of convergence insufficiency among elementary school children. *Can J Optom.* 1988; 50:194-197.
3. Porcar E, Martinez-Palomera A. Prevalence of general binocular dysfunctions in a population of university students. *Optom Vis Sci.* 1997;74:111-113.
4. Rouse MW, Borsting E, Hyman L, et al. Frequency of convergence insufficiency among fifth and sixth graders. *Optom Vis Sci.* 1999;76:643-649.
5. Daum KM. Convergence insufficiency. *Am J Optom Physiol Opt.* 1984;61:16-22.
6. Cooper J, Duckman R. Convergence insufficiency: incidence, diagnosis, and treatment. *J Am Optom Assoc.* 1978;49:673-680.
7. Kent PR, Steeve JH. Convergence insufficiency: incidence among military personnel and relief by orthoptic methods. *Mil Surg.* 1953;112:202-205.
8. Poynter HL, Schor C, Haynes HM, Hirsch J. Oculomotor functions in reading disability. *Am J Optom Physiol Opt.* 1982;59:116-127.
9. Mazow M. The convergence insufficiency syndrome. *J Pediatr Ophthalmol.* 1971; 8:243-244.
10. Duke-Elder S, Wybar K. Ocular motility and strabismus. In: Duke-Elder S, ed. *System of Ophthalmology.* St Louis, Mo: Mosby; 1973:547-551.
11. Pickwell LD, Hampshire R. The significance of inadequate convergence. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1981;1:13-18.
12. Scheiman M, Gallaway M. The long-term effectiveness of vision therapy for the treatment of convergence insufficiency. *Optom Vis Sci.* 1997;74:S167
13. Duane A. A new classification of the motor anomalies of the eye based upon physiological principles; together with their symptoms, diagnosis and treatment. *Ann Ophthalmol Otolaryngol.* 1896;6:969.
14. White JW, Brown HW. Occurrence of vertical anomalies associated with convergent and divergent anomalies: a clinical study. *Arch Ophthalmol.* 1939;21: 999-1009.

15. von Noorden GK. *Binocular Vision and Ocular Motility: Theory and Management of Strabismus*. 5th ed. St Louis, Mo: Mosby-Year Book; 1996.
16. Abrams D. *Duke-Elder's Practice of Refraction*. 10th ed. Edinburgh, Scotland: Churchill-Livingstone; 1993.
17. Cibis G, Tongue A, Stass-Isern M. *Decision Making in Pediatric Ophthalmology*. St Louis, Mo: Mosby-Year Book; 1993.
18. Pratt-Johnson JA, Tillson G. *Management of Strabismus and Amblyopia*. 2nd ed. New York, NY: Thieme Medical Publishers; 2001.
19. von Noorden G, Helveston E. *Strabismus: A Decision Making Approach*. St Louis, Mo: Mosby-Year Book; 1994.
20. Griffin JR, Grisham JD. *Binocular Anomalies: Diagnosis and Vision Therapy*. 4th ed. Boston, Mass: Butterworth-Heinemann; 2002.
21. Press LJ. *Applied Concepts in Vision Therapy*. St Louis, Mo: Mosby-Year Book; 1997.
22. Scheiman M, Wick B. *Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative and Eye Movement Disorders*. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.
23. Hugonnier R, Clayette-Hugonnier C. *Strabismus, Heterophoria and Ocular Motor Paralysis*. St Louis, Mo: CV Mosby; 1969.
24. Gallaway M, Scheiman M, Malhotra K. Effectiveness of pencil pushups treatment for convergence insufficiency: a pilot study. *Optom Vis Sci*. 2002;79: 265-267.
25. Ducasse A., Roth A., De Gottrau P. Anatomie des muscles oculomoteurs. EMC, Ophtalmologie, 21-005-A-10,1999.
26. Saraux H., Anatomie des muscles oculomoteurs. Anatomie et histologie de l'œil. Ed. Masson 1983.
27. Saraux H., Anatomie et histologie de l'œil, Ed. Masson, 335- 355, 1983
28. Larmande A., Larmande P., Les paralysies du regard. EMC, ophtalmologie 21-505-A-10. 1983.

29. Hugonnier R, Hugonnier S : strabismes : Hétérophories, paralysies oculomotrices, Ed. Masson, 33 – 36, 1981.
30. Hugonnier R, Hugonnier S : strabismes : Hétérophories, paralysies oculomotrices, Ed. Masson, 37- 60, 1981.
31. Goddé D.J., Physiologie des muscles oculomoteurs. EMC, ophtalmologie, 21 026-A-10, 1983.
32. Saraux H., Biais B., Physiologie oculaire, Ed. Masson, 336 – 338. 1983.
33. Larmande A., Larmande J., physiologie de la motricité oculaire conjuguée. EMC, ophtalmologie, 21-026-A-12, 1984.
34. Jeanrot N., Jeanrot F., Manuel de strabologie : aspects cliniques et thérapeutiques, Ed. Masson, 10 –18, 2003.
35. Wary P., Réfraction oculaire. EMC, ophtalmologie, 21-070-A-10, 2007.
36. Orssaud C., Vision binoculaire. EMC, ophtalmologie, 21-545-A-25, 2006.
37. Birch EE., Gwiazda J, Held R.. The developpement of vergence does not account for the onset of stereopsis, perception; 12: 331 – 6, 1983.
38. Lalloway S.L., A clinical of random dot stereo acuity cards in infants. Eye; 15: 629 – 634, 2001
39. Birch E.E., Salomão S., Infant random dot stereoacuity cards. Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus: 35, 2: 86 – 90, 1998.
40. Mays LE (1984) Neural control of vergence eye movements: convergence and divergence neurons in midbrain. J Neurophysiol, 51: 1091-1108.
41. Leigh RJ, Zee DS (2006) In: Leigh RJ, Zee DS (eds) The neurology of eye movements (fourth edition). Oxford University Press, New-York Oxford
42. Hasebe H, Oyamada H, Kinomura S, Kawashima R, Ouchi Y, Nobezawa S, Tsukada H, Yoshikawa E, Ukai K, Takada R, Takagi M, Abe H, Fukuda H, Bando T (1999) Human cortical areas activated in relation to vergence eye movements-a PET study. Neuroimage, 10: 200-208

43. Tzelepi A, Lutz A, Kapoula Z (2004) EEG activity related to preparation and suppression of eye movements in three-dimensional space. *Exp Brain Res*, 155: 439-449
44. Yang Q, Kapoula Z (2004) TMS over the left posterior parietal cortex prolongs latency of contralateral saccades and convergence. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 45: 2231-2239
45. Yang Q, Kapoula Z (2006a) Aging does not affect the accuracy of vertical saccades nor the quality of their binocular coordination: A study of special elderly group. *Neurobiol Aging*,
46. Coubard OA, Kapoula Z (2006) Dorsolateral prefrontal cortex prevents short-latency saccade and vergence: a TMS study. *Cereb Cortex*, 16: 425-436.
47. Roth A., L'accommodation et la triade de la vision de près : rappel de quelques notions de bas, *Journal Français d'orthoptie*. 31 : 55 – 61, 1999.
48. Péchereau A., Physiologie de l'accommodation : la réfraction. Cahiers de sensorio-motricité. Formation nantaise et recherche en ophtalmologie XXVème colloques de Nantes. Décembre 2000.
49. Corbé J.P. Menu G., *Traité d'optique physiologique et clinique*. Ed. Doin. 1993.
50. Bartiss MJ: Convergence insufficiency. www.emedicine.com. 2005.
51. von Noorden GK, Campos EC. *Binocular Vision and Ocular Motility*. 6th ed. St. Louis: Mosby; 2002. pp. 502–504.
52. Wright KW. *Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. St. Louis: Mosby; 1995. pp. 199–200
53. Al-Qurainy IA: Convergence insufficiency and failure of accommodation following midfacial trauma. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1995; 33:71–75.
54. Buncic JR: Systemic and pharmacological effects on near vision. *Am Orthopt J* 1999; 49: 2–6.
55. Cohen M, Groswasser Z, Barchadski R, Appel A: Convergence insufficiency in brain-injured patients. *Brain Inj* 1989; 3: 187–191.

56. Kowal L: Ophthalmic manifestations of head injury. *Aust N Z J Ophthalmol* 1992; 20: 35–40.
57. Krohel GB, Kristan RW, Simon JW, Barrows NA: Posttraumatic convergence insufficiency. *Ann Ophthalmol* 1986; 18: 101–102.
58. Lepore FE: Disorders of ocular motility following head trauma. *Arch Neurol* 1995; 52: 924–926.
59. Spierer A, Huna R, Rechtman C, Lapidot D: Convergence insufficiency secondary to subdural hematoma. *Am J Ophthalmol* 1995; 120: 258–260.
60. Brown B: The convergence insufficiency masquerade. *Am Orthopt J* 1990; 40: 94–97.
61. Biousse V, Skibell BC, Watts RL, Loupe DN, Drews-Botsch C, Newman NJ: Ophthalmologic features of Parkinson's disease. *Neurology* 2004;62: 177–180.
62. Racette BA, Gokden MS, Tychsens L, Perlmutter JS: Convergence insufficiency in idiopathic Parkinson's disease responsive to levodopa. *Strabismus* 1999;
63. Burde RM, Savino PJ, Trobe JD. *Clinical Decisions in Neuro-Ophthalmology*. St. Louis: Mosby; 1985. pp. 170–171.
64. Ohtsuka K, Maekawa H, Takeda M, Uede N, Chiba S: Accommodation and convergence insufficiency with left middle cerebral artery occlusion. *Am J Ophthalmol* 1988; 106: 60–64.
65. Ohtsuka K, Maekawa H, Sawa M: Convergence paralysis after lesions of the cerebellar peduncles. *Ophthalmologica* 1993; 206: 143–148.
66. Bruke JP, Shipman TC, Watts MT: Convergence insufficiency in thyroid eye disease. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1993; 30: 127–129.
67. Tassinari J: Methyldopa-related convergence insufficiency. *J Am Optom Assoc* 1989; 60: 311–314.
68. Pickwell LD, Hampshire R: Convergence insufficiency in patients taking medicines. *Ophthalmic Physiol Opt* 1984; 4: 151–154.
69. Lieppman ME: Accommodation and convergence insufficiency after decompression sickness. *Arch Ophthalmol* 1981; 99: 453–456.

70. Arnoldi K, Reynolds JD. A review of convergence insufficiency: what are we really accomplishing with exercises? *Am Orthopt J*, 2007 ; 57 : 123-130.
71. Scheiman M, Gwiazda J, Li T. Non-surgical interventions for convergence insufficiency. *Cochrane Database Syst Rev*, 2011 ; 3 : CD006768.
72. Orthoptique de A à Z : Martine Urvey ; Marie christine Cornudet.D.G.DL éd 2001.
73. Godts D, Mathysen. Distance esotropia in the elderly. *Br. J Ophtalmo*.2013.
74. Roth A ; chirurgie oculomotrice. Paris ; Elsevier Masson ; 2012.
75. Denq H ; Lish K, Gutmark R. Anwar DS. Fusion can mask the relationships between fundus torsion ; oblique muscle overaction/underaction. And A and V pattern strabismus. *J AAPOS* 2013.
76. Klainguti G, Stickler J, Presset C Surgical treatment of accommodative convergence excess esotropia.
77. von Noorden GK, Campos EC. *Binocular Vision and Ocular Motility*. 6th ed. St. Louis: Mosby; 2002. pp. 502–504.
78. Mazow ML, Musgrove K, Finkelman S: Acute accommodative and convergence insufficiency. *Am Orthopt J* 1991; 41: 102–109.
79. Rawstron JA, Burley CD, Elder MJ: A systematic review of the applicability and efficacy of eye exercises. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2005; 42: 82–88.
80. Scheiman M, Mitchell GL, Cotter S, Cooper J, Kulp M, Rouse M, Borsting E, London R, Wensveen J: A randomized clinical trial of treatments for convergence insufficiency in children. *Arch Ophthalmol* 2005; 123: 14–24.
81. Dragomir M, Trus L, Chirila D, Stingu C: Orthoptic treatment efficiency in convergence insufficiency treatment. *Oftalmologica* 2001; 53: 66–69.
82. Birnbaum MH, Soden R, Cohen AH: Efficacy of vision therapy for convergence insufficiency in an adult male population. *J Am Optom Assoc* 1999; 70: 225–232.