

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Université Oran 1, Ahmed Ben Bella

Institut des Sciences et Techniques Appliquées

Projet de Fin d'Etudes

Présenté par :

- **FRIOUI Norhane Sarah**
- **NACHI Maroua**

En vue de l'obtention du diplôme de

Master Professionnel

Spécialité : Optométrie

Thème :

« Intérêt clinique du rapport AC/A dans l'excès de
convergence »

Soutenu le 15 juin 2026 devant le jury composé de :

Dr OUZZANI MHAMED Institut des sciences techniques et appliquées **Président**

Université Oran 1

Dr MESRI Khadidja Faculté De Médecine Université d'Oran 1 **Examinatrice**

Dr BOULEZAZEN Assia Institut des sciences techniques et appliquées **Encadreur**

Université Oran 1

Année universitaire 2025-2026

REMERCIEMENT

Je rends grâce à Dieu, le Tout-Puissant, pour m'avoir donné la santé, la force et la persévérance nécessaires à l'accomplissement de ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon encadrante, Docteur BOULEZAZEN, pour son accompagnement tout au long de ce mémoire, mais également au cours de mes années d'études. J'ai énormément appris à ses côtés, tant sur le plan théorique que clinique. Je lui suis sincèrement reconnaissante pour sa disponibilité, ses précieux conseils.

J'adresse également mes plus sincères remerciements à ma famille, en particulier à mes parents, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices, leur soutien constant et leurs encouragements tout au long de mon parcours. Je remercie aussi mes frères et sœurs, mes grands-parents ainsi que l'ensemble des membres de ma famille pour leur présence, leur affection et leur confiance. Je tiens également à rendre hommage à mon grand-père, qui nous a quittés mais dont la présence continue de m'accompagner. Il a toujours été une source de sagesse et d'encouragement. Ses mots, « quand on veut, on peut », résonnent encore aujourd'hui et m'ont accompagnée tout au long de mon parcours.

Mes remerciements vont également à toutes mes amies, qui ont partagé avec moi les joies comme les difficultés de ce parcours universitaire. Une pensée particulière est adressée à Farah, Feriel et Batoul, pour leur amitié sincère, leur soutien, leur écoute et tous les précieux moments partagés.

À une personne qui a occupé une place particulière tout au long de cette aventure. Merci pour tes encouragements et pour avoir cru en moi, même lorsque je doutais. Ta présence a compté bien plus que tu ne l'imagines. Je tiens également à remercier mon binôme et amie, Marwa, avec qui j'ai partagé cette expérience académique et humaine. Merci pour la collaboration, l'entraide, les efforts communs et tous les moments de travail.

Je remercie également toute l'équipe de la clinique Hammou Boutelilis, qui m'a accueillie durant mon stage pour leur bienveillance et accueil chaleureux.

Enfin, je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à mon parcours en optique visuelle et en optométrie. Chaque conseil, chaque encouragement et chaque soutien ont participé à mon évolution tant sur le plan académique que personnel, et ont contribué à faire de ces années d'études une expérience riche et formatrice.

FRIOUI SARAH NORHANE

Remerciement

"الحمد لله على ما وهب و تفضل و أنعم و جاد و أكرم. حمداً كثيراً"

➤ À moi-même,

Pour n'avoir jamais abandonné, même lorsque le chemin semblait difficile. Pour avoir trouvé la force de continuer malgré les obstacles, les nuits de travail et les moments d'incertitude. Je me remercie pour ma patience, ma résilience et ma détermination qui m'ont permis d'atteindre cette étape importante de mon parcours académique.

➤ A mes chers parents

Je les remercie sincèrement pour leur amour, leur patience, leurs sacrifices et leur soutien indéfectible tout au long de mes études.

➤ A mon binôme

Merci pour chaque éclat de rire, chaque mot d'encouragement, chaque moment de doute surmonté ensemble. Tu as rendu ce parcours plus léger, plus beau et plus mémorable. Je suis heureuse et fière d'avoir partagé cette aventure avec toi, et je garderai toujours en mémoire tout ce que nous avons vécu ensemble

➤ A mes chers amis

Je les remercie pour leur soutien, leur écoute et leur présence dans les moments de joie comme dans les périodes plus difficiles.

➤ À mes enseignants,

Je leur adresse mes sincères remerciements pour la qualité de leur enseignement, leurs précieux conseils et leur accompagnement tout au long de mon parcours académique.

NACHI Maroua

Résumé

Les dysfonctionnements binoculaires sont parmi les causes les plus fréquentes d'inconfort visuel chez les jeunes adultes en particulier lors des activités quotidiennes en vision de près, notamment l'excès de convergence qui se caractérise par une ésophorie plus marquée en vision rapprochée, souvent liée à une anomalie du rapport convergence accommodative/accommodation (AC/A).

Cette étude prospective menée auprès de 27 étudiants âgés de 19 à 29 ans visait à évaluer la vision binoculaire, déterminer les types de dysfonctionnement accommodatif et vergentiel au sein de cet échantillon, et analyser l'intérêt clinique du rapport AC/A. Chaque participant a bénéficié d'un examen visuel complet incluant l'évaluation des phories, des réserves fusionnelles, de l'accommodation et du rapport AC/A.

Les résultats ont révélé une fréquence élevée des troubles binoculaires, les anomalies accommodatives étant les plus fréquentes. L'insuffisance de convergence représentait le principal trouble vergentiel observé, tandis qu'un seul cas d'excès de convergence a été identifié. L'analyse du rapport AC/A s'est révélée utile pour mieux comprendre les mécanismes impliqués et orienter la prise en charge thérapeutique de ce dernier.

Cette étude souligne l'importance du bilan binoculaire dans l'évaluation des symptômes liés à la vision de près et confirme l'intérêt du rapport AC/A comme outil pertinent pour le diagnostic et la prise en charge des dysfonctionnements binoculaires.

Mots-clés : Dysfonctionnements binoculaires, asthénopie, excès de convergence, AC/A, accommodation, vergence,

Abstract

Binocular dysfunctions are among the most common causes of visual discomfort in young adults, particularly during daily near-vision activities. This includes convergence excess, which is characterized by more pronounced esophoria in near vision and is often associated with an abnormality in the (AC/A) ratio.

This prospective study of 27 students aged 19 to 29 aimed to assess binocular vision, determine the types of accommodative and vergence dysfunction within this sample, and analyze the clinical significance of the AC/A ratio. Each participant underwent a comprehensive eye examination, including assessment of phorias, fusional reserves, accommodation, and the AC/A ratio.

The results revealed a high prevalence of binocular disorders, with accommodative abnormalities being the most common. Convergence insufficiency was the primary vergence disorder observed, while only one case of convergence excess was identified. Analysis of the AC/A ratio proved useful for better understanding the mechanisms involved and guiding the therapeutic management of this condition.

This study highlights the importance of binocular assessment in evaluating symptoms related to near vision and confirms the value of the AC/A ratio as a relevant tool for the diagnosis and management of binocular dysfunction.

Keywords : Binocular vision dysfunctions, asthenopia , convergence excess, accommodative convergence/accommodation (AC/A) ratio, accommodation, vergence,

الملخص

تُعد اضطرابات الرؤية الثنائية من المشكلات الوظيفية الشائعة التي تؤثر في الراحة البصرية والأداء البصري، خاصة لدى الشباب أثناء الأنشطة التي تتطلب استخدام الرؤية القريبة لفترات طويلة. ويُعد فرط التقارب أحد اضطرابات الفرجنس، إذ يتميز بزيادة الإيزوفوريا عند الرؤية القريبة، ويرتبط غالبًا بارتفاع نسبة التقارب التكيفي إلى التكيف، مما قد يؤدي إلى ظهور أعراض الإجهاد البصري وانخفاض الكفاءة البصرية (AC/A)

هدفت هذه الدراسة المستقبلية إلى تقييم وظائف الرؤية الثنائية لدى عينة مكونة من 27 طالبًا تتراوح أعمارهم بين 19 و29 سنة، مع تحديد اضطرابات التكيف والفرجنس الأكثر شيوعًا، ودراسة الأهمية السريرية لنسبة التقارب التكيفي إلى AC/A في تشخيص اضطرابات الرؤية الثنائية. وقد خضع جميع المشاركون لفحص بصري شامل شمل تقييم (AC/A) التكيف AC/A الفوريا، والاحتياطات الاندماجية، ووظائف التكيف، بالإضافة إلى قياس نسبة

أظهرت النتائج ارتفاعًا في معدل اضطرابات الرؤية الثنائية لدى أفراد العينة، وكانت اضطرابات التكيف هي الأكثر شيوعًا، في حين مثل قصور التقارب أكثر اضطرابات الفرجنس انتشارًا، بينما سُجلت حالة واحدة فقط لفرط التقارب. كما دورها في تفسير الآليات الفيزيولوجية المرتبطة بفرط التقارب، مما يعزز أهميتها في AC/A بين تحليل نسبة التشخيص السريري وتوجيه الخطة العلاجية

وتؤكد هذه الدراسة أن التقييم الشامل للرؤية الثنائية يُعد عنصرًا أساسيًا في تشخيص الاضطرابات المرتبطة بالرؤية بوصفها مؤشرًا سريريًا ذا قيمة في تحسين دقة التشخيص، وفهم طبيعة AC/A القريبة، كما تبرز أهمية نسبة اضطرابات الفرجنس، واختيار التدخل العلاجي الأكثر ملاءمة، بما يساهم في تحسين الأداء البصري وجودة حياة المرضى

الكلمات المفتاحية : اضطرابات الرؤية الثنائية، الإجهاد البصري، فرط التقارب، نسبة التقارب التكيفي إلى التكيف

Table des matières

Remerciement	3
Résumé	4
Introduction générale	9
Partie Théorique	11
Chapitre I	12
Rappel théorique en vision binoculaire	12
I. Les phories	13
II. Réserves fusionnelles et critères de compensation	14
III. Accommodation	14
IV. Vergences	15
IV.1. La vergence tonique	15
IV.2. La vergence fusionnelle	15
IV.3. La convergence proximale	15
IV.4. La convergence accommodative	15
IV.5 Vieillesse et dynamique des réponses de vergence	16
Chapitre II	17
Dysfonctionnements binoculaires, en particulier l'excès de convergence	17
I. Classification des dysfonctionnements binoculaires	18
I.1 Classification des anomalies d'accommodations	19
I.2 Classification des anomalies de vergences	20
I.2.1. Insuffisance de convergence	20
I.2.2. Excès de convergence	21
I.2.3. Insuffisance de divergence	21
I.2.4. Excès de divergence	21
I.2.5. Ésoptorie basique	22
I.2.6. Exoptorie basique	22
I.2.7. Dysfonction des vergences fusionnelles	22
II. ésoptorie d'excès de convergence	23
Chapitre III	25
Intérêt du rapport AC/A dans l'excès de convergence	25
II. Rapports entre accommodation et convergence	27
III. Intérêt clinique du rapport AC/A	29
Partie pratique	34
I. Objectif de l'étude	35

II. Protocole.....	35
II.1 Population étudiée	35
II.2 Critères d'inclusion.....	35
II.3 Critères d'exclusion	36
III. Matériel et méthodes	36
III.1 Déroulement de l'étude	36
III.1.1 Phase 1 : Pré-tests	36
III.1.2 Phase 2 : Évaluation motrice (vergence).....	40
III.1.3 Phase 3 : Évaluation accommodative.....	44
IV. Résultats.....	49
IV.1 Répartition des dysfonctionnements binoculaires.....	53
IV.2 Répartition des sujets ayant un dysfonctionnement présentant une symptomatologie	54
IV.3 Répartition des dysfonctionnements de vergence	55
IV.4 Répartition des phories.....	56
IV.2 Analyse conjointe des phories et des réserves fusionnelles.....	57
IV.3 Répartition des valeurs de AC/A	59
V. Cas clinique d'excès de convergence.....	60
VI . Discussion	64
Conclusion générale	68
Tables des figures	69
Table des tableaux	70
Table des graphes	71
Références.....	72
Les annexes	74

Introduction générale

L'optométrie occupe une place essentielle dans le dépistage et la prise en charge des troubles de la vision binoculaire, grâce à leur formation clinique et leur proximité avec les patients, les optométristes sont généralement les premiers professionnels de santé visuelle à identifier des dysfonctionnements accommodatifs et vergentiels.

Ces anomalies de la vision binoculaire sont souvent responsables de symptômes fonctionnels, nécessitent une détection précoce afin d'assurer une prise en charge adaptée et de préserver le confort visuel du patient.

Vu que les yeux sont constamment sollicités pour s'adapter aux différentes exigences visuelles du quotidien, en particulier lors des activités de vision de près, il n'est pas surprenant que les troubles de la convergence soient de plus en plus rencontrés en pratique clinique.

Parmi ces dysfonctionnements, l'excès de convergence demeure une entité moins fréquemment décrite, mais présentant un intérêt clinique particulier. C'est dans ce cadre que vient s'inscrire notre étude, qui vise à mieux comprendre ce phénomène et à explorer ses caractéristiques au sein d'une population étudiante.

Un élément fondamental dans la compréhension, le dépistage et la prise en charge de l'excès de convergence est le rapport (AC/A). Ce dernier décrit la relation étroite entre l'accommodation et la convergence, deux mécanismes visuels complémentaires impliqués dans le bon fonctionnement de la vision binoculaire.

L'analyse de ce rapport permet ainsi de mieux appréhender le comportement du système visuel, et constitue un outil essentiel dans l'évaluation des déséquilibres vergentiels.

Dans ce contexte, notre étude s'intéresse aux dysfonctionnements de la vision binoculaire dans leur ensemble, et plus particulièrement à l'excès de convergence, ainsi qu'à l'intérêt clinique du rapport AC/A dans la compréhension et l'évaluation de ce trouble, ainsi que sa prise en charge.

Dans ce mémoire, le travail est structuré en trois chapitres dans une partie théorique. Le premier chapitre propose un rappel des bases de la vision binoculaire, Le deuxième chapitre est consacré aux principaux dysfonctionnements binoculaires, avec un intérêt particulier pour l'excès de convergence et ses caractéristiques cliniques. Enfin, le troisième chapitre s'intéresse au rapport AC/A, à son intérêt dans l'évaluation des déséquilibres binoculaires notamment l'excès de convergence.

Une partie pratique sera également présentée, détaillant les différentes étapes du bilan binoculaire réalisé au cours de notre étude, ainsi que l'analyse des différents dysfonctionnements accommodatifs et vergentiels retrouvés au sein de notre échantillon de jeune universitaire. Cette partie inclura également l'étude d'un cas clinique d'excès de convergence, depuis son diagnostic jusqu'à sa prise en charge, en mettant en évidence l'intérêt du rapport AC/A.

Partie Théorique

Chapitre I

Rappel théorique en vision binoculaire

Chapitre I : Rappel théorique en vision binoculaire

La vision binoculaire permet d'obtenir une image unique, nette et en relief grâce à la coordination des deux yeux. Elle repose sur un équilibre entre plusieurs mécanismes ; les réserves fusionnelles, l'accommodation et les vergences.[1]

I. Les phories

• I.1 Définitions

• Orthophorie :

- L'orthophorie est définie comme absence de mouvement de refixation quand la fusion est interrompue. [2]

• Hétérophorie :

- En présence de fusion (vision binoculaire normale), les axes des yeux restent bien alignés sur le point de fixation, car le cerveau compense la petite déviation par le mécanisme de fusion. Dès que la fusion est interrompue, un œil dévie, ce qui révèle la phorie. [3]

• I.2 Classification des phories

- La classification des phories « **selon ou contre la règle** » se fait en fonction de la **cohérence entre l'amétropie** (myopie / hypermétropie) et le **type de phorie** associée, en vision

- **1. Hétérophorie « selon la règle »**

On dit que la phorie est « selon la règle » quand le déséquilibre latent **s'explique** classiquement par le trouble réfractif

- **2. Hétérophorie « contre la règle »**

On parle de **phorie « contre la règle »** quand la correction réfractive **n'atténue pas** la phorie, voire **l'aggrave** :

- **Myope corrigé** qui présente une **ésophorie** importante (plutôt qu'une exophorie attendue).
- **Hypermétrope corrigé** qui présente une **exophorie** importante (plutôt qu'une ésophorie attendue). [4]

II. Réserves fusionnelles et critères de compensation

• II.1 Définition et rôle des réserves fusionnelles :

- Les **réserves fusionnelles** est l'**excès de capacité** que le système visuel binoculaire possède pour maintenir la fusion lorsque les axes visuels sont légèrement déplacés, soit en convergence, soit en divergence, par rapport à une position de fixation donnée
- Les réserves fusionnelles compensent les phories :

Plus elles sont importantes, mieux le sujet tolère une petite déviation latente des axes sans que cela se traduise par diplopie ou fatigue.

Quand elles sont abaissées, la moindre phorie ou changement de charge visuelle peut provoquer fatigue, maux de tête ou vision double, car la fusion se rompt plus facilement.[5]

• II.2 Critère de Sheard :

- Selon ce critère un inconfort visuel n'est pas dû à un déséquilibre musculaire si la convergence fusionnelle en réserve ou réserve de fusion est égale au moins au double de l'hétérophorie.[6]

III. Accommodation :

• III.1 Définition et mécanisme accommodatif :

- L'accommodation est l'une des fonctions essentielles de la vision permettant une perception nette et confortable des objets situés à différentes distances. Elle correspond à la capacité de l'œil à modifier la puissance réfractive du cristallin afin de focaliser l'image sur la rétine. Son mécanisme repose sur la contraction du muscle ciliaire, la relaxation des zonules et de la capsule du cristallin, entraînant une augmentation de la courbure du cristallin, ainsi qu'une diminution du diamètre pupillaire (myosis).
- L'activité accommodative est associée à une modification coordonnée de l'orientation des axes visuels, appelée convergence, permettant l'alignement des deux yeux sur un objet proche. L'association synkinétique de l'accommodation, du myosis et de la convergence constitue ce que l'on désigne classiquement comme la réponse de près (« near response »), un ensemble de mécanismes indispensables à la vision de près fonctionnelle et confortable. [7]

• III.2 Vieillesse et dynamique de l'accommodation :

L'accommodation présente des modifications progressives avec l'âge ; Une diminution graduelle de l'amplitude accommodative est observée, principalement en raison des changements biomécaniques du cristallin, qui devient progressivement plus rigide et moins élastique.

Cette évolution est liée à plusieurs mécanismes ;

- L'accumulation continue de fibres cristalliniennes.
- La déshydratation progressive du cristallin ainsi qu'une diminution de son élasticité.

Ainsi, la capacité accommodative diminue progressivement jusqu'à devenir presque nulle vers l'âge de 50 à 55 ans, correspondant à l'installation de la presbytie.

Malgré l'augmentation de son épaisseur et de sa courbure avec l'âge, le cristallin tend à perdre légèrement de sa puissance optique, pouvant expliquer la dérive hypermétropique fréquemment observée après l'âge de 30 ans. [8]

IV. Vergences

Les vergences sont des mouvements oculaires disjoints par opposition aux versions dans lesquelles les axes visuels restent parallèles (les axes de regard sont orientés côté nasal). Les vergences rompent le parallélisme des axes visuels et permettent ainsi l'exploration de l'espace fini.

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. Plusieurs mécanismes de convergence interviennent.

IV.1. La vergence tonique :

La vergence tonique ou « tonus oculogyre » est le tonus de base des vergences. Elle fait passer le couple oculaire de sa position anatomique à la position tonique de vergence (dite aussi position de repos physiologique). En l'absence de tout stimulus visuel ou proximal, le couple oculaire converge généralement à une distance intermédiaire, en moyenne entre 1,2 et 2m chez l'adulte. La vergence tonique est variable d'un individu à l'autre et pour un même sujet.

IV.2. La vergence fusionnelle :

La vergence fusionnelle est le mécanisme qui pallie les imperfections de la convergence tonique afin de garder nos yeux en position de fixation binoculaire. En pratique, lors du démasquage après le masquage en unilatéral, par exemple, c'est la vergence fusionnelle qui fait passer le couple oculaire de sa position dissociée à la fixation binoculaire de l'objet. C'est la présence ou l'absence d'une vergence fusionnelle normale et adéquate qui fait la différence entre une phorie et une tropie.

IV.3. La convergence proximale :

La convergence proximale est liée à la prise de conscience de la proximité d'un objet. La quantité de convergence proximale peut varier selon les conditions de test.

IV.4. La convergence accommodative :

Le cerveau nécessite que l'image envoyée par chaque œil soit correctement fusionnée à son homologue afin de retrouver une vision du relief. Ainsi, il y a nécessité absolue de voir simple et net à n'importe quelle distance de fixation. Cette double condition n'est remplie que si l'accommodation et la convergence sont coordonnées. On peut démontrer ici le lien entre ces deux fonctions : un stimulus d'accommodation provoque un stimulus de convergence et inversement : c'est la synergie ou syncinésie accommodation-convergence. La synergie est malléable : pour une valeur donnée d'accommodation, la convergence peut prendre différentes valeurs, de même que pour une même convergence donnée, l'accommodation peut être plus ou moins forte. L'accommodation et la convergence accommodative sont liées par une formule mathématique. [1]

IV.5 Vieillessement et dynamique des réponses de vergence :

La vergence, avec l'avancée en âge, présente des modifications ; en condition de simulation binoculaire, on peut observer des changements, notamment au niveau des réponses rapides de vergence dites transitoires, qui deviennent plus lentes, avec une augmentation du temps de latence ainsi qu'une diminution de la vitesse et de l'accélération, tandis que la composante accommodative semble relativement préservée.

D'autre part, les mécanismes de vergence soutenue, impliqués dans le maintien de la fixation, apparaissent globalement moins affectés par l'âge. Mais on peut observer une légère diminution de la vitesse ainsi qu'un allongement du temps de réponse.

Ainsi, avec le vieillissement, l'impact est plus marqué sur la capacité du système visuel à initier rapidement une réponse de vergence que sur son aptitude à la maintenir dans le temps. Ces observations suggèrent donc l'existence de deux composantes fonctionnelles distinctes du système de vergence : une composante transitoire et une composante soutenue, dont la sensibilité au vieillissement diffère [9]

Si un déséquilibre de ces mécanismes survient cela peut entraîner des troubles visuels, notamment en vision de près, comme la fatigue visuelle ou la diplopie. La compréhension de ces éléments est donc primordiale pour analyser et prendre en charge les anomalies de la vision binoculaire, en particulier l'excès de convergence.[1]

Chapitre II

Dysfonctionnements binoculaires, en particulier l'excès de convergence

Chapitre II : Dysfonctionnements binoculaires, en particulier l'excès de convergence

Dans la société actuelle, les activités visuelles reposent largement sur les tâches de vision rapprochée comme la lecture, et l'utilisation d'écrans numériques. Ces exigences visuelles peuvent parfois dépasser les capacités fonctionnelles du système visuel, entraînant l'apparition d'un inconfort visuel, d'une fatigue oculaire ou d'asthénopie. Dans de nombreux cas, ces symptômes sont liés à une altération du fonctionnement des systèmes d'accommodation et de vergence, conduisant à ce que l'on appelle des dysfonctionnements accommodatifs et des dysfonctionnements binoculaires non strabiques.

Ces anomalies correspondent à une incapacité du système visuel à maintenir une coordination efficace entre les deux yeux et l'accommodation lors des tâches visuelles, en particulier en vision de près. Elles peuvent avoir des répercussions importantes sur les performances visuelles et fonctionnelles, notamment chez les enfants en âge scolaire, chez qui elles peuvent perturber les activités d'apprentissage, ainsi que chez les adultes effectuant un travail prolongé en vision rapprochée. En clinique, ces dysfonctionnements sont fréquemment rencontrés en pratique optométrique et se manifestent par divers symptômes tels que vision floue, difficultés de mise au point, diplopie intermittente, céphalées ou douleurs oculaires. L'ensemble de ces manifestations est généralement regroupé sous le terme d'asthénopie visuelle. Ainsi, l'identification et la prise en charge de ces anomalies revêtent une importance clinique majeure, car elles peuvent altérer la qualité de la vision binoculaire et le confort visuel du patient dans les activités quotidiennes. [10]

Les troubles de la vision binoculaire représentent, chez les enfants, la deuxième affection optométrique la plus fréquente après les erreurs réfractives. Ils peuvent entraîner de nombreux symptômes variés, tels qu'une vision floue, une diplopie, des maux de tête, des nausées liées au mouvement ainsi que des difficultés de concentration. [11]

I. Classification des dysfonctionnements binoculaires

Une vision confortable et efficace en vision de près repose sur une coordination précise et durable des fonctions accommodatives et celle de vergence. Lors du passage vers une fixation rapprochée, les yeux doivent converger de manière synchronisée tandis que le système accommodatif augmente sa puissance optique afin de maintenir une image nette et unique à la fois.

Lorsque cette coordination est altérée ou insuffisante, elle peut entraîner une diminution du confort visuel et l'apparition de divers symptômes tels que la fatigue oculaire, les céphalées, la vision floue, la diplopie ou encore une baisse de la concentration lors des tâches prolongées en vision de près.

Dans ce cas, il devient essentiel d'organiser ces troubles afin de mieux les comprendre et les diagnostiquer. Ainsi, les dysfonctionnements binoculaires peuvent être classés en plusieurs catégories principales, permettant une approche clinique plus structurée et plus précise de ces anomalies. [11]

I.1 Classification des anomalies d'accommodations :

Les anomalies de l'accommodation regroupent un ensemble de troubles affectant la capacité de l'œil à ajuster sa mise au point, notamment lors des activités de vision de près. Elles peuvent se présenter sous plusieurs formes.

- **Excès d'accommodation** : une accommodation excessive, souvent associée à une convergence importante, et plus fréquente chez le sujet jeune.
- **Spasme d'accommodation** : correspond à une contraction prolongée du muscle ciliaire, entraînant un effort accommodatif constant et pouvant induire une pseudomyopie.
- **Insuffisance d'accommodation** : se traduit par une amplitude accommodative inférieure à la normale pour l'âge, parfois assimilée à une presbytie précoce.
- **Accommodation mal soutenue** : l'amplitude est initialement normale mais diminue rapidement lors d'un effort prolongé en vision de près, entraînant une vision floue progressive.
- **Paralysie de l'accommodation** : correspond à une absence d'accommodation, pouvant être d'origine médicamenteuse ou liée à une atteinte neurologique ou musculaire.
- **Inertie de l'accommodation** : se manifeste par une difficulté à passer rapidement de la vision de loin à la vision de près et inversement ; c'est une forme rare.

- Plusieurs symptômes peuvent être associés à ces anomalies, notamment lors du travail de près :

Asthénopie, vision floue transitoire de près, photophobie, fatigue anormale, céphalées, larmoiement, difficulté à maintenir une activité visuelle de près, vertiges, distance de travail anormale et douleurs orbitaires. [12]

Le tableau ci-dessous résume ces différentes anomalies, leurs symptômes ainsi que leurs étiologies :

Condition	Symptômes	Résultat	Étiologie	Traitement oculaire
Fatigue accommodative	Vision floue de près	NPA normal qui diminue lors des tests répétés	Amétropies, médicaments, maladies, causes non spécifiques	Correction optique / exercices de lecture
Défaillance accommodative	Vision floue de près	NPA diminué, hétérophorie	Amétropies, traumatisme oculaire local, médicaments, maladies, causes non spécifiques	Correction optique / exercices de lecture, exercices de fusion
Paralysie accommodative	Vision floue, diplopie	NPA diminué, hétérophorie, tropie	Traumatisme, médicaments, causes neurologiques / médicales	Correction optique / exercices de lecture, prismes base interne (base-in)
Spasme accommodatif	Vision floue fluctuante, diplopie, asthénopie	NPA augmenté, pseudomyopie, ésophorie variable	Causes psychogènes, traumatiques, neurologiques / médicales	Cycloplégiques (ou) myotiques, correction optique / exercices de lecture

Tableau 1 : Certaines anomalies d'accommodation [12]

I.2 Classification des anomalies de vergences :

Les anomalies de vergence peuvent être classées selon une approche diagnostique basée sur des critères cliniques précis, comme illustré ci-dessous, permettant de différencier les différents profils dysfonctionnels de la vision binoculaire de manière plus fonctionnelle et objective. **[11]**

I.2.1. Insuffisance de convergence

Requiert 1 + 2 + 3

1. Exophorie de près $\geq 4\Delta$ supérieure à celle de loin
2. PPC (point proche de convergence) ≥ 6 cm
3. Réserves fusionnelles positives de près diminuées
(break $\leq 15\Delta$ OU échec du critère de Sheard)

I.2.2. Excès de convergence

Requiert 1 + au moins 1 critère parmi 2 ou 3

1. Ésophorie de près $\geq 4\Delta$ supérieure à celle de loin
2. Réserves fusionnelles négatives de près diminuées
(break $\leq 7\Delta$ OU Sheard non respecté)
3. Flexibilité vergentielle de près réduite (≤ 12 cycles/min)

I.2.3. Insuffisance de divergence

Requiert 1 OU 2 + 3

1. Ésophorie de loin $\geq 10\Delta$ supérieure à celle de près
OU
2. Ésophorie de loin $\geq 4\Delta$ supérieure à celle de près
3. Réserves fusionnelles négatives de loin diminuées (break $\leq 4\Delta$ OU Sheard non respecté)

I.2.4. Excès de divergence

Requiert 1 OU 2 + 3

1. Exophorie de loin $\geq 10\Delta$ supérieure à celle de près
OU
2. Exophorie de loin $\geq 4\Delta$ supérieure à celle de près
3. Réserves fusionnelles positives de loin diminuées
(break $\leq 11\Delta$ OU Sheard non respecté)

I.2.5. Ésophorie basique

Requiert 1 + 2 + au moins 1 critère parmi 3 ou 4

1. Différence loin-près $\leq 3\Delta$
2. Ésophorie présente à la fois de loin et de près
3. Réserves fusionnelles négatives diminuées (break près $\leq 7\Delta$ OU loin $\leq 4\Delta$ OU échec Sheard)
4. Flexibilité vergentielle ≤ 12 cycles/min

I.2.6. Exophorie basique

Requiert 1 + 2 + au moins 1 critère parmi 3 à 5

1. Différence loin-près $\leq 3\Delta$
2. Exophorie présente de loin et de près
3. Réserves fusionnelles positives diminuées
(break près $\leq 15\Delta$ OU loin $\leq 11\Delta$ OU Sheard non respecté)
4. PPC ≥ 6 cm
5. Flexibilité vergentielle ≤ 12 cycles/min

I.2.7. Dysfonction des vergences fusionnelles

Requiert 1 + 2 + au moins 1 critère parmi 3 ou 4

1. Phorie faible ou proche de l'orthophorie
(exo $\leq 2\Delta$ de loin ; exo $\leq 5\Delta$ de près)
2. Absence d'autre dysfonction de vergence identifiée
3. Réserves fusionnelles positives ou négatives diminuées
(break PFV $\leq 15\Delta$ OU NFV $\leq 7\Delta$ OU Sheard non respecté)
4. Flexibilité vergentielle ≤ 12 cycles/min

- **PPC** : Point Proche de Convergence
- **PFV** : Positive Fusional Vergence
- **NFV** : Negative Fusional Vergence

II. ésophorie d'excès de convergence

• II.1 définitions

L'excès de convergence se définit par la présence d'une ésophorie peu importante en vision de loin associée à une ésophorie plus élevée en vision de près, traduisant une réponse de convergence excessive lors de la fixation de près.[13]

La cause peut être dû à un effort, accommodatif élevé, une hypermétropie non corrigée, une hypermétropie lente ou bien une presbytie débutante, elle peut être également observée dans des cas de spasme accommodatif ou pseudomyopie.[8]

Le plus souvent lié à un effort accommodatif excessif, qui constitue son principal facteur étiologique. Cette sollicitation accommodative entraîne une convergence excessive en vision de près. Elle peut être secondaire à une hypermétropie non corrigée ou latente, à une presbytie débutante, à un spasme de l'accommodation ou de la triade du regard rapproché, ainsi qu'à une pseudomyopie. Un travail prolongé à une distance de près très rapprochée peut également augmenter la demande accommodative et favoriser l'apparition d'un excès de convergence.

Un rapport AC/A élevé représente une autre cause majeure de l'excès de convergence. Le rapport AC/A exprime la variation de la convergence induite par une variation de l'accommodation. Sa valeur normale est d'environ 4 Δ /D. Lorsqu'il est augmenté, toute accommodation, notamment en vision de près, provoque une réponse de convergence disproportionnée, responsable d'une ésophorie de près marquée.

Plus rarement, l'excès de convergence peut être associé à une réaction de conversion visuelle, à une presbytie débutante nécessitant un effort accommodatif important, ou encore à une convergence proximale excessive, liée à une forte sensibilité au stimulus de proximité. [13]

• II.2 Symptômes cliniques

Les symptômes apparaissent généralement lors d'une utilisation prolongée de la vision de près. Dans certains cas, ils peuvent être si intenses que le travail de près devient impossible à maintenir plus que quelques minutes.

Les signes les plus fréquents comprennent des céphalées frontales, une fatigue oculaire et une vision floue de près. Après un effort prolongé en vision de près, il peut également être difficile de refocaliser correctement les yeux pour la vision de loin [13]

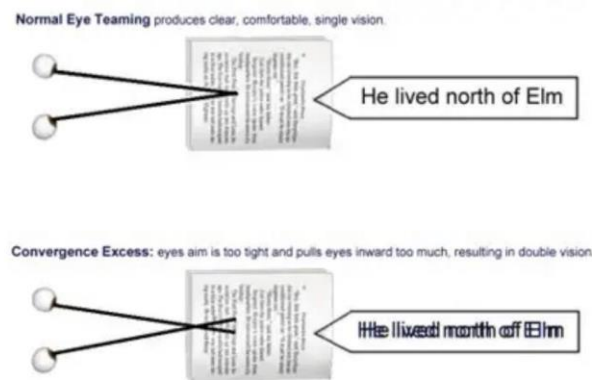


Figure 1 : Focalisation chez un cas d'excès de convergence [14]

• II.3 Interaction avec l'accommodation et les troubles de réfraction

Selon Schor et Horner, l'excès de convergence résulte d'un déséquilibre adaptatif entre les systèmes d'accommodation et de vergence : une faible adaptabilité accommodative combinée à une adaptabilité de vergence relativement forte entraîne un rapport AC/A élevé, ce qui provoque une convergence excessive en vision de près. [15]

Chapitre III

Intérêt du rapport AC/A dans l'excès de convergence

Chapitre III : Intérêt du rapport AC/A dans l'excès de convergence

L'étude du rapport AC/A occupe une place centrale dans la compréhension et la prise en charge des déséquilibres oculomoteurs. Elle permet d'analyser la relation entre accommodation et convergence, d'en évaluer les normes, et d'en préciser l'intérêt dans différents tableaux cliniques.

• I. Rappel du rapport AC/A et rôle dans la vision binoculaire

C'est le rapport de la variation de la convergence accommodative par une dioptrie d'accommodation., c'est caractéristique sont les suivantes :

- défini pour chaque personne.
- non prédéterminé génétiquement.
- association acquise dans les premiers mois de vie.
- La relation entre la quantité de convergence accommodative provoquée par 1 dioptrie d'accommodation est une droite à 45° sur les diagrammes de Donders, si CA est exprimée en am (angle métrique). Une accommodation de 1 δ (dioptrie) provoque une convergence de 1 am de chaque œil.

AC/A = :1 dans ce système d'unité peu utilisé en clinique.

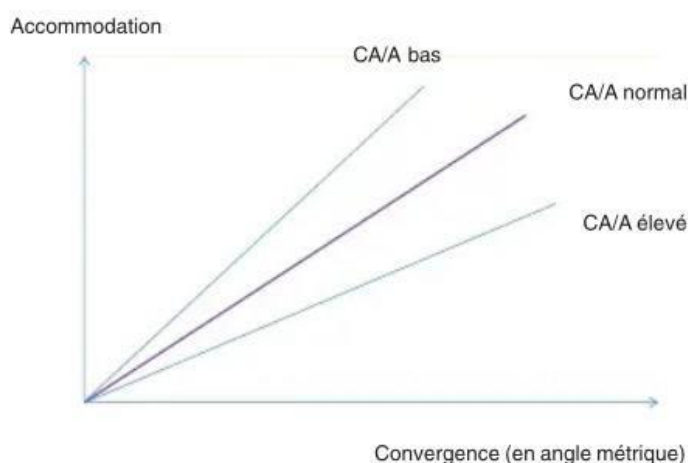


Figure 2 : AC/A sur le diagramme de Donders [16]

- Quand l'équilibre oculomoteurs est normal, la convergence liée au passage de la vision de loin à la vision de près est calibrée, et il n'y a pas de convergence accommodative excessive en vision de près qu'en vision de loin

- S'il y a trop de convergence accommodative pour une quantité donnée d'accommodation, le rapport AC/A est élevé. Si la convergence est insuffisante pour une quantité d'accommodation, le rapport AC/A est à l'inverse bas. [16]

II. Rapports entre accommodation et convergence

• II.1 Relations physiologiques

L'accommodation correspond à la capacité du cristallin à modifier sa courbure afin de focaliser les rayons lumineux sur la rétine, tandis que la convergence permet aux deux yeux de rester alignés sur une cible proche. Ces deux fonctions se développent ensemble pour assurer une vision simple et nette. Cependant, la convergence ne dépend pas uniquement de l'accommodation. Plusieurs facteurs interviennent, notamment la convergence accommodative (liée à l'effort d'accommodation), la convergence tonique), la convergence proximale et la convergence fusionnelle. La convergence est généralement mesurée en angles métriques, qui varient selon la distance interpupillaire : plus celle-ci est grande, plus l'effort de convergence nécessaire est important. [17]

La relation entre l'accommodation et la convergence fait partie de ce qu'on appelle la triade de vision de près, qui comprend aussi le myosis pupillaire. Ce mécanisme neuromusculaire permet de maintenir une image nette sur la rétine et une fixation binoculaire stable lorsque la distance de fixation change. Lorsque l'œil accommode pour voir net de près, il y a simultanément une convergence des axes visuels : on parle alors de synkinésie accommodation-convergence. Cette interaction est souvent quantifiée par le rapport AC/A. Une anomalie de ce rapport peut entraîner des troubles visuels, notamment une ésoptropie plus marquée en vision de près, mais aussi d'autres difficultés liées à la vision binoculaire. [18]

Cette coordination est assurée par le noyau d'Edinger-Westphal, qui envoie simultanément des commandes aux muscles ciliaires pour l'accommodation, aux muscles responsables de la convergence ainsi qu'au myosis, permettant une vision de près nette et simple. [16]



Figure 3 : Triade de près ; accommodation/ convergence / myosis [16]

• II.2 Variation du rapport AC/A en fonction de l'âge :

Le rapport AC/A tend à augmenter avec l'âge, notamment entre 20 et 40 ans. Cette évolution est liée à une modification progressive de l'activité du muscle ciliaire donc des mécanismes accommodatifs, avec une contraction musculaire pouvant devenir plus importante pour une même réponse accommodative. Elle s'associe également à une variation de l'adaptabilité du

système accommodation–vergence. Et c'est ces changements qui s'inscrivent dans les mécanismes physiologiques impliqués dans l'évolution de la presbytie.[19]

• II.3 Méthodes de calcul et valeurs normales

Pour évaluer le rapport AC/A, plusieurs méthodes de mesure sont utilisées en pratique clinique, chacune reposant sur des principes différents mais complémentaires. Parmi les plus courantes, on retrouve notamment la méthode du gradient, qui permet d'estimer la quantité de convergence induite par une variation de l'accommodation, ainsi que la méthode clinique des hétérophories, basée sur la comparaison de la déviation oculaire entre la vision de loin et de près. Bien que ces approches soient souvent utilisées de manière interchangeable, elles explorent en réalité des aspects distincts de la relation accommodation-convergence. Leur utilisation est particulièrement intéressante dans l'analyse de certaines situations cliniques, notamment lorsque la convergence en vision de près est plus importante, comme dans les cas d'excès de convergence. Dans ce travail, nous nous intéresserons principalement à la méthode du gradient et à la méthode des hétérophories, qui restent les plus utilisées en pratique optométrique. [18]

Par la méthode de l'hétérophorie :

Les mesures sont effectuées sur un patient emmétrope ou emmétropisé par sa correction optique.

On mesure l'hétérophorie à deux distances :

5 à 6 mètres pour l'hétérophorie de loin (HL).

40 cm pour l'hétérophorie de près (HP).

Donc le rapport AC/A se base sur la formule suivante :

$$\frac{AC}{A} = EP + \frac{HP - HL}{Acc}$$

EP : l'écart pupillaire

HP et HL sont positifs si ésoptropie, négatifs si exoptropie

ACC : la variation correspondante de l'accommodation.

[16]

Par la méthode gradient :

La méthode du gradient permet de mesurer directement le rapport AC/A en analysant la variation de la phorie induite par une modification de l'accommodation. En pratique, la phorie de près est d'abord mesurée avec la correction de loin, puis à nouveau après introduction d'une addition sphérique binoculaire (positive ou négative) qui modifie la réponse accommodative. La différence observée entre ces deux mesures correspond à la variation de la convergence accommodative, ce qui permet de calculer le rapport AC/A par dioptrie d'accommodation. Dans certains cas, plusieurs valeurs d'addition peuvent être utilisées afin d'obtenir une estimation plus fiable du rapport AC/A, qui est globalement considéré comme linéaire. [1]

- En considérant les résultats de plusieurs études, on peut retenir que le rapport AC/A gradient est, en moyenne, entre 3 et $4\Delta/D$. Comme avec le rapport AC/A calculé, on peut considérer comme normales des valeurs comprises entre 2 et $6\Delta/D$. [1]

III. Intérêt clinique du rapport AC/A

Dans l'analyse et la pratique orthoptique le rapport AC/A (accommodation, convergence) est un des indicateurs les plus importants dans l'évaluation des troubles binoculaires, il permet de cerner le type de décompensation, de poser le bon diagnostic et ensuite de guider une bonne prise en charge thérapeutique.[20]

• III.1 Diagnostic :

Le rapport AC/A permet de déterminer le rôle de la convergence accommodative dans le problème de vision binoculaire et de classer les différents troubles de vergences, selon la classification de Duane –White.

Cette classification a un intérêt diagnostique et donc académique et pédagogique. Elle tient compte de la vergence accommodative, Au début, c'est une classification qui s'appliquait uniquement au strabisme, mais elle a été modifiée de telle sorte à être appliquée aux hétérophories, c'est pour ça qu'elle est également appelée la classification étendue et classe six catégories (syndrome) comme suit : [1]

Catégorie (syndrome)	Déviation	AC/A
Insuffisance de convergence	exo plus important au près	faible < 6
Excès de divergence	exo plus important au loin	élevé > 6
Déviation exo basique	exo similaire au loin et au près	≈ 6
Insuffisance de divergence	éso plus importante au loin	faible < 6
Excès de convergence	éso plus importante au près	élevé > 6
Déviation éso basique	Eso similaire au près et au loin	≈ 6

Tableau 2 : La classification de Duane-White [1]

Au-delà des hétérophories, le rapport AC/A présente également un intérêt diagnostique dans certaines tropies, notamment les ésootropies accommodatives.

Un rapport AC/A élevé est fréquemment associé à une déviation en vision de près importante, traduisant un excès de convergence lié à l'effort accommodatif. L'étude du rapport AC/A permet ainsi de mieux classer les strabismes accommodatifs, et de différencier les formes pures des formes partielles et donc d'orienter la prise en charge thérapeutique, notamment concernant la correction optique et l'éventuelle addition de près.[16]

• III.2 Interprétation pratique et implications thérapeutiques :

La connaissance du rapport AC/A est utile pour évaluer l'intérêt d'une addition ou d'une modification de la composante sphérique de la correction optique dans la prise en charge du déséquilibre oculomoteur, plus ce rapport est élevé plus l'effet de la modification sera important.

- En présence d'un fort rapport AC/A, une modification de la sphère peut entraîner une variation importante de la convergence. Les additions convexes peuvent ainsi être utilisées dans les déviations ésoptoriques de près notamment les cas d'excès de convergence, tandis qu'une addition concave peut être envisagée dans certaines déviations exoptoriques.
- À l'inverse, lorsqu'un rapport AC/A est faible, les additions sphériques influencent peu la convergence et leur effet sur l'équilibre binoculaire reste limité. Dans ce cas, une compensation prismatique ou un entraînement visuel sont généralement davantage indiqués. [1]

• III.3 Prise en charge thérapeutique de l'excès de convergence :

La prise en charge de l'excès de convergence nécessite avant tout de s'assurer que le patient possède une correction optique optimale. Il est important de prescrire le maximum convexe accepté par le patient et de voir son comportement accommodatif.

Vérifier également les conditions de travail en vision de près, notamment la distance de travail. Une distance comprise entre 35 et 40 cm est généralement recommandée, correspondant à la distance de Harmon, (longueur de l'avant-bras quand les extrémités du pouce et de l'index se touchent).

III.3.1. Par additions :

Lorsque l'ésophorie de près reste décompensée malgré la correction optimale prescrite en vision de loin, une addition convexe est envisagée en vision de près.

C'est là que l'intérêt du calcul du rapport AC/A entre en jeu, puisque cette addition est principalement indiquée dans les cas de rapport AC/A élevé. Cela concerne notamment les patients présentant une faible ésophorie de loin devenant beaucoup plus importante en vision de près.

L'addition prescrite correspond généralement à l'addition minimale qui nous permet d'obtenir une phorie compensée, une meilleure stabilité binoculaire ou une diminution des symptômes du patient.

Mais des tests accommodatifs en vision de près doivent être pris en considérations, comme le MEM et l'ARN/ARP, il aide à trouver une addition plus adaptée. [8]

Vu qu'une addition convexe est également prescrite dans les cas d'insuffisance accommodative et de fatigue accommodative, et qu'un excès de convergence peut souvent être associé à un trouble accommodatif, il faut toujours prendre en compte les deux systèmes.

C'est pour ça qu'on ne se base pas uniquement sur la vergence, mais aussi sur les résultats de l'accommodation, il faut chercher un équilibre entre les deux, pour améliorer le confort en vision de près.

Il est généralement préférable de conserver une ARP légèrement supérieure à l'ARN dans le calcul de l'addition. Elle est également prescrite en fonction du Lag accommodatifs (retard).[1]

- Les cas d'excès de convergence répondent généralement bien à un traitement par verres multifocaux, car ces derniers permettent d'intégrer à la fois la correction optimale en vision de loin et une addition en vision de près, afin d'améliorer l'équilibre accommodatif et binoculaire.[13]

III.3.1. Thérapie visuelle :

Lorsque la correction optique maximale, associée si nécessaire à une addition, ne suffit pas à supprimer les symptômes, une prise en charge en thérapie peut être envisagée. Dans ce contexte, la thérapie visuelle constitue une approche complémentaire importante dans la gestion de des dysfonctionnement binoculaires en particulier l'excès de convergence.[8]

L'entraînement visuel est globalement efficace dans les troubles de la vergence, mais son succès dépend du type et de l'importance de l'hétérophorie.

La convergence est en général plus facile à rééduquer que la divergence, ce qui rend les insuffisances de convergence et les exophories plus réactives que les ésophories et les excès de convergence.

Les résultats dépendent aussi des réserves fusionnelles : lorsqu'elles sont diminuées et que le déséquilibre est modéré, la thérapie visuelle est souvent suffisante, tandis qu'en cas d'hétérophorie importante ou mal compensée malgré de bonnes réserves, une correction prismatique peut être prescrite. [8]

Elle à améliorer les vergences fusionnelles ainsi que la flexibilité accommodative et la coordination des deux (accommodation-vergence) afin de réduire les symptômes et améliorer le confort visuel en vision de près. [21]

La thérapie visuelle, lorsqu'elle est indiquée, vise à réduire les symptômes liés au déséquilibre accommodatif et vergentiel et à améliorer le confort visuel. Elle repose sur des exercices ciblés permettant de renforcer les capacités de vergence et d'accommodation et don d'améliorer la stabilité binoculaire.

Dans le cas spécifique de l'excès de convergence, les stratégies thérapeutiques peuvent inclure un travail de divergence ainsi qu'une stimulation accommodative contrôlée. L'objectif est d'améliorer les capacités de compensation en vision de près et de réduire l'ésophorie fonctionnelle. [22]

En optométrie clinique, le rapport AC/A constitue un indicateur simple et rapide à mesurer, par différentes méthodes. Il représente un outil essentiel dans l'évaluation des déséquilibres oculomoteurs, permettant de mieux situer le patient et de préciser la nature et l'étiologie du trouble. Ainsi, une analyse pertinente du rapport AC/A contribue à établir un diagnostic plus précis, condition indispensable à une prise en charge adaptée et personnalisée des troubles binoculaires.

Partie pratique

Introduction

Cette étude a été réalisée au sein du laboratoire de recherche LPCMME de l'université d'Oran 1 – Ahmed Ben Bella, qui représentait un cadre de travail bien organisé, où nous avons été bien encadrés tout au long de l'étude, avec le matériel nécessaire en vision binoculaire pour effectuer les différentes tâches et mesures prévues dans notre protocole.

Il s'agissait d'une étude prospective, descriptive, quantitative et observationnelle, nous avons réalisé une évaluation visuelle complète de nos patients à travers plusieurs examens préliminaires, moteurs et accommodatifs, pour l'analyse de leur fonctions binoculaire.

L'étude a été réalisée avec la coopération d'étudiants de l'institut, ayant accepté de participer en tant que volontaires aux bilans effectués. L'ensemble du protocole a été mené de manière structurée, en suivant différentes étapes.

I. Objectif de l'étude

Notre étude avait pour objectif de :

- Évaluer l'état de la vision binoculaire
- Estimer la fréquence ainsi que les types de dysfonctionnements de vergence et d'accommodation au sein de la population étudiée.
- Utiliser les résultats du rapport AC/A afin d'orienter le diagnostic, et lorsque cela est nécessaire, le choix de l'addition.

II. Protocole

II.1 Population étudiée

Notre population étudiée était composée d'un échantillon de 30 patients âgés entre 19 et 29 ans, majoritairement des étudiants de notre institut. Les patients ont été recrutés durant la période de l'étude afin de participer aux différents examens et évaluations réalisés dans le cadre de cette étude.

II.2 Critères d'inclusion

- Patients appartenant à une tranche d'âge jeune (entre 19 et 29)
- Patients se plaignant de difficultés ou de gênes en vision de près
- Patients utilisant de façon importante la vision de près, notamment les écrans
- Patients présentant une bonne acuité visuelle, brute ou corrigée ; donc correctement compensés sur le plan visuel

II.3 Critères d'exclusion

- Patients avec un strabisme manifeste
- Présence d'une pathologie oculaire organique
- Antécédents oculaires, neurologiques ou autres pouvant influencer les résultats de l'étude
- Patients présentant une mauvaise coopération lors des examens
- Sujets âgés ou presbytes

III. Matériel et méthodes

III.1 Déroulement de l'étude

Notre étude s'est déroulée en plusieurs étapes. Les patients étaient accueillis un par un après identification et recueil des informations personnelles. Une anamnèse était ensuite réalisée afin de connaître les antécédents personnels et familiaux du patient, de cerner ses besoins visuels ainsi que les différentes gênes ressenties.

- Avant d'entamer les examens, nous nous assurons toujours que la correction optique du patient était exacte et bien compensée. En cas de sous-correction ou de sur-correction, une nouvelle correction optique était réalisée afin d'éviter toute influence sur les résultats de l'étude. Les patients étaient ensuite invités à porter leur nouvelle correction pendant un certain temps avant de revenir poursuivre les examens. Ainsi que pour les patients non corrigés ou se considérant emmétropes, nous vérifions également l'absence d'une anomalie réfractive non détectée avant de poursuivre l'évaluation.

Une fois l'étape de correction réalisée, nous pouvions débiter le protocole de l'étude. Celui-ci était structuré en trois étapes principales : les tests préliminaires, l'évaluation motrice des vergences et enfin l'évaluation de l'accommodation, qui seront détaillées séparément par la suite.

III.1.1 Phase 1 : Pré-tests

Nous sommes passés par une série de tests préliminaires afin d'évaluer rapidement le fonctionnement visuel habituel du patient, de relever une éventuelle anomalie significative et d'orienter la suite de l'examen. Ces examens préliminaires nous permettaient également d'exclure certains patients présentant des anomalies ou des antécédents pouvant influencer les résultats de notre étude, ainsi que de mieux orienter notre prise en charge et notre évaluation clinique.

III.1.1.1 Acuité visuelle

Matériel utilisé

- Un cache oculaire.
- Un écran d'acuité visuelle placé à une distance exacte.

Méthode

Nous commençons par cacher l'œil gauche afin de mesurer l'acuité visuelle de l'œil droit, puis inversement. La mesure était réalisée en vision brute puis en vision corrigée lorsque le patient portait une correction optique.

L'acuité visuelle binoculaire était également évaluée et l'ensemble des résultats était noté.

III.1.1.2 Réflexes pupillaires, motilité oculaire et test de Hirschberg

Matériel utilisé

Un stylo-lampe.

Méthode

➤ Test de Hirschberg

Nous dirigeons la lumière du stylo-lampe droit vers les yeux du patient puis nous observons le reflet cornéen. Lorsque le reflet était centré de façon symétrique, cela indiquait l'absence de déviation manifeste. En revanche, un reflet décentré pouvait orienter vers une déviation oculaire de type ésoptropie ou exotropie.

➤ Réflexes pupillaires

Nous dirigeons la lumière dans un œil afin d'observer le myosis pupillaire de cet œil, correspondant au réflexe photomoteur direct. Nous observons ensuite la contraction pupillaire de l'œil controlatéral afin de vérifier le réflexe consensuel.

Lorsque les réflexes étaient normaux, nous notions **PERRLA** pour indiquer que les pupilles étaient égales, rondes et réactives à la lumière ainsi qu'à l'accommodation.

➤ Motilité oculaire

Nous demandions au patient de suivre la lumière du stylo-lampe ou une cible non lumineuse sans bouger la tête, dans les neuf positions du regard. Cet examen permettait de rechercher une éventuelle hyperaction, hypoaction ou paralysie oculomotrice.

III.1.1.3 Worth Test

Matériel utilisé

- Un Worth Test.
- Des lunettes rouge-vert.

Méthode

- Le Worth Test est un examen permettant d'évaluer la vision binoculaire, la fusion sensorielle ainsi que la présence d'une éventuelle suppression ou diplopie.
- Le patient portait les lunettes rouge-vert puis fixait les quatre points lumineux du test.
- Nous nous assurons qu'il percevait correctement les quatre éléments, soit deux points verts, un point rouge ainsi qu'un point blanc fusionné. La perception de quatre points traduisait une fusion binoculaire normale.
- En revanche, la perception de deux, trois ou cinq points pouvait orienter respectivement vers une suppression ou une diplopie.
- Ce test nous permettait également d'avoir une idée sur la dominance sensorielle du patient et sur la qualité de sa fusion binoculaire.

III.1.1.4 Test de stéréoscopie

Matériel utilisé

- Un carnet de tests de stéréoscopie ;
- Des lunettes polarisées.

Méthode

- Le test de stéréoscopie permet d'évaluer la perception de la profondeur et la qualité de la vision binoculaire fine.
- Le patient portait les lunettes polarisées puis devait identifier les images perçues en relief parmi une série de figures proposées dans le carnet de tests.
- Nous lui demandions d'indiquer systématiquement l'image qui lui semblait en relief, et nous notions son score de stéréoscopie obtenu.

III.1.1.5 Cover test

Matériel utilisé

- Un cache oculaire.

Méthode

- Le cover test est un examen permettant de dépister la présence d'un strabisme et de mettre en évidence une éventuelle hétérophorie.
- Le principe de cet examen repose sur la rupture de la vision binoculaire afin d'observer le comportement des yeux en situation de dissociation.
- Nous avons d'abord réalisé le cover test unilatéral afin d'éliminer la présence d'une tropie manifeste.
- Nous avons ensuite réalisé le cover test alterné afin de mettre en évidence une éventuelle phorie.
- Le cache était déplacé de manière alternée d'un œil à l'autre afin de rompre la fusion binoculaire et d'observer les mouvements de refixation, permettant ainsi d'évaluer l'équilibre oculomoteur.

III.1.1.6 PPC (Punctum Proximum de Convergence)

Le PPC constituait l'un des examens préliminaires les plus importants, car il permettait d'évaluer la capacité de convergence du patient en vision de près. Il donnait ainsi une indication sur la présence éventuelle d'une insuffisance ou d'un excès de convergence.

Matériel utilisé

- Une cible de fixation (stylo ou stylo-lampe) ;
- Un mètre ruban pour la mesure de la distance en centimètres.

Méthode

- Le mètre était placé au niveau du patient afin de mesurer précisément la distance de convergence, avec un repère positionné au niveau de l'apex.
- Le patient portait sa correction optimale et fixait une cible placée initialement à environ 40 cm.
- Nous rapprochions ensuite la cible de façon progressive et continue vers le patient, tout en lui demandant de maintenir la fixation sans bouger la tête.
- Dès l'apparition d'un double, nous relevions la distance correspondant au point de bris.

- Puis, la cible était éloignée progressivement jusqu'au retour à une vision simple. Cette distance correspondait au point de recouvrement.
- Normes du PPC :

III.1.2 Phase 2 : Évaluation motrice (vergence)

Dans cette partie, nous avons évalué les phories de loin et de près de nos patients, ainsi que la mesure de leur écart pupillaire afin de pouvoir calculer le rapport AC/A. Nous avons également mesuré l'AC/A gradient et enfin calculé les réserves fusionnelles de loin et de près afin de comparer l'ensemble des résultats et de mettre en évidence une éventuelle décompensation phorique.

III.1.2.1 Évaluation des phories

Matériel

- Un cylindre de Maddox.
- Un tableau de Thorington modifié avec source lumineuse centrale.
- Une source lumineuse pour la vision de loin.
- Des barres de prismes.



Figure 4: Tableau de Thorington modifié et cylindre de maddox

Méthodes

- Nous avons réalisé le test à une distance de 40 cm à l'aide du tableau de Thorington modifié, en nous assurant que le patient portait sa correction optimale sur une lunette d'essai.

- Le cylindre de Maddox était placé devant l'œil du patient et les conditions de luminosité étaient adaptées à la bonne réalisation du test.
- Le cylindre était placé à l'horizontale afin d'évaluer les déviations horizontales et à la verticale pour les déviations verticales.
- Lorsque le cylindre était placé à l'horizontale, le sujet percevait une ligne verticale. Nous lui demandions alors de situer cette ligne par rapport au point lumineux afin de déterminer la présence d'une orthophorie, d'une ésophorie ou d'une exophorie.
- Par convention, lorsque l'œil droit percevait la ligne lumineuse à droite du point lumineux, cela traduisait une déviation vers la gauche correspondant à une ésophorie.
- À l'inverse, lorsque la ligne était perçue à gauche du point lumineux, cela correspondait à une déviation vers la droite, traduisant une exophorie.
- L'amplitude de la phorie de près était directement déterminée à l'aide de l'échelle graduée du tableau de Thorington.
- Pour la vision de loin, la mesure était réalisée à l'aide de source lumineuse et de barres de prismes.

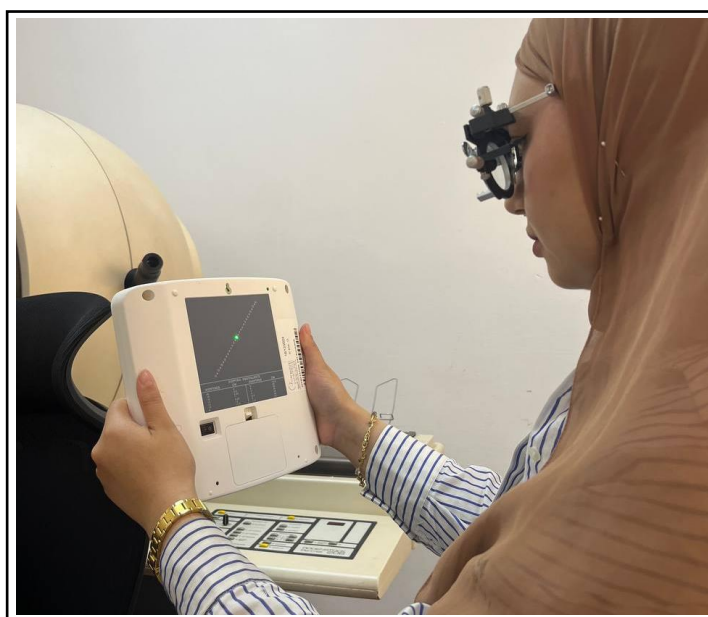


Figure 5 : Calcul de la phorie de près

III.1.2.2 Calcul du rapport AC/A

Le rapport AC/A a été évalué à la fois par la méthode calculée et par la méthode du gradient. La différence entre ces deux méthodes repose principalement sur la prise en compte de la convergence proximale, la convergence proximale n'est pas prise en compte dans le calcul du rapport AC/A calculé, alors qu'elle intervient dans la position de phorie de près utilisée pour le rapport AC/A gradient.

Ainsi, le rapport AC/A mesuré par la méthode du gradient était généralement légèrement plus faible que le rapport AC/A calculé.

Matériel

- Un pupillomètre.
- Les résultats des phories de loin et de près.
- Des verres convexes et concaves binoculaires ($\pm 1,00$ D et $-2,00$ D).
- Le tableau de Thorington modifié.
- Un cylindre de Maddox.

Méthode

➤ AC/A calculé

Nous avons d'abord mesuré l'écart interpupillaire du patient en centimètres. Nous avons ensuite repris les valeurs de phorie de loin et de près calculées précédemment et nous les avons intégrées dans la formule de calcul du rapport AC/A. [1]

$$\frac{AC}{A} = EP + \frac{HP - HL}{Acc}$$

Eso : +

Exo : -

➤ AC/A gradient

Pour le calcul du AC/A gradient, le patient était remplacé dans les mêmes conditions que lors de la mesure de la phorie de près.

Nous introduisons ensuite des additions binoculaires convexes ou concaves et nous demandions au patient de nous indiquer le moment où sa phorie changeait, c'est-à-dire le déplacement du trait. Par exemple :

Si la phorie de départ est de 6Δ d'ésophorie en vision de près, et qu'après l'introduction binoculaire d'une addition de $-1,00$ D, la phorie devient de 9Δ d'ésophorie, cela signifie que la phorie a augmenté de 3Δ suite à une variation de stimulation accommodative de 1 D.

Ainsi, le rapport AC/A gradient est égal à $3 \Delta/D$.

III.1.2.3 Réserves fusionnelles

Les réserves fusionnelles correspondent à la quantité de vergence que le système visuel peut induire avant que la fusion binoculaire ne soit rompue, entraînant une vision floue ou double. [22]

Matériel

- Des barres de prismes horizontaux et verticaux.
- Des cibles de fixation de loin et de près.
- Un cache oculaire.



Figure 6 : Barres des prismes horizontaux et verticaux

Ce test nécessitait une explication claire et précise au patient, sa bonne compréhension étant essentielle à la fiabilité des résultats obtenus.

Méthode

- Dans notre étude, les réserves fusionnelles horizontales et verticales ont été évaluées.
- Nous avons d'abord mesuré les réserves horizontales, comprenant les réserves de divergence et de convergence.
- Les prismes étaient introduits en base out pour les réserves de convergence et en base in pour les réserves de divergence.
- La puissance prismatique était augmentée progressivement jusqu'à l'apparition de trois valeurs successives : le point de flou, le point de rupture (double) et le point de recouvrement correspondant au retour à une vision simple et nette.
- Les valeurs étaient relevées et notées à chaque étape.
- La même procédure était ensuite réalisée en vision de loin.

- Enfin, les réserves verticales étaient évaluées à l'aide de prismes en base up et en base down.

III.1.3 Phase 3 : Évaluation accommodative

Nous avons évalué la fonction accommodative à travers quatre tests essentiels : le punctum proximum d'accommodation (PPA), la facilité accommodative, les accommodations relatives positives et négatives (ARP/ARN) ainsi que le positionnement accommodatif.

Tous les tests ont été réalisés dans un éclairage normal afin de :

- Ne pas diminuer la stimulation accommodative avec un éclairage trop faible.
- Éviter un myosis provoqué par un éclairage trop fort.

III.1.3.1 Punctum proximum d'accommodation (PPA) :

Matériel : Pour la réalisation du punctum proximum d'accommodation (PPA), nous avons utilisé :

- Un cache oculaire.
- Une unité de tests de vision de près.

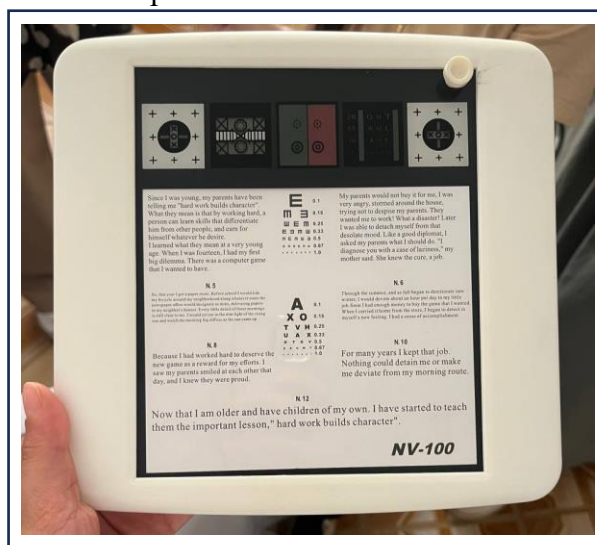


Figure 7 : Unités des tests de vision de près

Méthodes :

- Pour calculer le punctum proximum d'accommodation (PPA) de nos patients, nous leur faisons porter leur correction optimale de loin. Nous commençons toujours par la mesure monoculaire en cachant l'œil gauche afin de tester l'œil droit, puis inversement et ensuite en binoculaire.
- Nous présentons ensuite la ligne de texte la plus lisible pour le patient à une distance de 40 cm, puis nous rapprochons lentement la carte vers lui tout en lui demandant de

maintenir la fixation. Dès l'apparition d'un flou constant, nous notions la distance d , exprimée en centimètres.

L'amplitude d'accommodation était calculée selon la formule suivante :

$$AA = 1/d \text{ (D)}$$

- Elle était ensuite comparée aux normes établies par les formules de Hofstetter permettant d'estimer les amplitudes accommodatives moyenne, minimale et maximale.
[1]
 - l'amplitude moyenne = $18,5 - 0,3 \times \text{age}$
 - l'amplitude maximale = $25 - 0,4 \times \text{age}$
 - l'amplitude minimale = $15 - 0,25 \times \text{age}$
- Afin d'obtenir des mesures plus précises et plus fiables, nous répétions la mesure trois fois en monoculaire puis trois fois en binoculaire.

III.1.3.2 Facilité accommodative :

La facilité accommodative est un examen permettant d'évaluer la capacité du sujet à modifier rapidement et avec précision son accommodation. Le sujet portait toujours sa correction optimale de loin durant le test.

Matériel

Pour la réalisation du test de facilité accommodative, nous avons utilisé :

- Une unité de tests de vision de près ;
- Un flipper $\pm 2,00$ D.

Méthode

- Nous avons réalisé le test d'abord en monoculaire afin d'évaluer la fonction accommodative de façon isolée, puis en binoculaire avec la convergence mise en jeu.
- Les deux faces du flipper, négative et positive, étaient présentées alternativement en commençant par la face négative.
- Le patient devait fixer le test de près et signaler le moment où la vision redevenait nette. Une fois la vision clarifiée, nous effectuions une rotation du flipper afin de présenter l'autre face.
- Un cycle correspondait au passage de la face négative à la face positive puis au retour vers la face négative.

- Le nombre de cycles réalisés en une minute était ensuite comptabilisé et comparé aux normes afin d'évaluer la performance accommodative du sujet.



Figure 8 : Calcul de la facilité accommodative

Chez l'enfant et l'adulte jeune, les valeurs normales sont : [1]

- En monoculaire : 17 cycles par minute (anormal si < 11 cpm).
- En binoculaire : 13 cycles par minute (anormal si < 8 cpm) ($12\text{cpm} \pm 5$)

III.1.3.3 Accommodations relatives positives et négatives (ARP/ARN)

Les accommodations relatives permettent d'évaluer la capacité du sujet à modifier sa réponse accommodative en vision de près, tout en maintenant une convergence constante. Ce test permet ainsi d'analyser l'équilibre entre accommodation et convergence.

L'accommodation relative négative (ARN) correspond à la capacité du système visuel à diminuer l'accommodation sans rompre la vision binoculaire, tandis que l'accommodation relative positive (ARP) correspond à la capacité d'augmenter l'accommodation dans les mêmes conditions. Les mesures ont été réalisées à une distance de travail de 40 cm.

Matériel utilisé

- Une unité de tests de vision de près.
- Une compilation de verres convexes et concaves allant de $\pm 0,25$ D à $\pm 3,00$ D avec un pas de 0,25 D.

Méthode

- Le sujet portait toujours sa correction optimale de loin durant le test et était positionné face au test de près à une distance de 40 cm.
- Nous lui demandions de fixer les mêmes lettres tout au long de l'examen.
- Pour la mesure de l'ARN, nous ajoutions progressivement des lentilles positives (convexes) par un pas de +0,25 D jusqu'à l'apparition d'un flou constant sans récupération de la netteté.
- Nous retenions alors la dernière valeur convexe précédant cette vision floue.
- Nous réalisions ensuite le même procédé avec des lentilles négatives (concaves) pour la mesure de l'ARP. Les verres étaient ajoutés progressivement par un pas de -0,25 D jusqu'à l'apparition d'un flou constant, puis nous retenions la dernière valeur concave précédant cette vision floue.

Chez l'enfant et l'adulte jeune, les valeurs normales sont : [1]

- **ARN : +2.00 à +2.25**
- **ARP : -2.25 à -2.5**

III.1.3.4 Positionnement accommodatif

Le positionnement accommodatif, également appelé méthode d'estimation monoculaire (MEM), est une technique de skiascopie dynamique permettant de mesurer le retard ou l'excès accommodatif, également appelés lag et lead accommodatif.

Matériel utilisé :

- Une unité de tests de vision de près ;
- Un skiascope (rétinoscope) ;
- Une compilation de verres positifs et négatifs par pas de 0,25 D afin de neutraliser le mouvement observé.



Figure 9 : Skiascope (rétinoscope)

Méthode

- Le patient tenait sa cible à une distance de 40 cm tout en portant sa correction optimale. L'examen était réalisé en monoculaire.
- Nous éclairions la pupille à l'aide d'un skiascope puis nous observions le mouvement rétinien comme lors d'un examen de skiascopie classique.
- Lorsque le mouvement observé était direct, c'est-à-dire dans le même sens, cela indiquait un retard accommodatif (insuffisance accommodative). À l'inverse, un mouvement en sens inverse traduisait une accommodation excessive.
- Nous placions ensuite des verres positifs ou négatifs afin de neutraliser le mouvement observé : des verres positifs dans le cas d'un mouvement direct et des verres négatifs dans le cas d'un mouvement inverse.
- Le verre permettant la neutralisation du mouvement correspondait alors à la valeur de l'erreur accommodative.

IV. Résultats

Notre étude sur un échantillon de 27 étudiants en suivant notre protocole. Et après analyse des résultats obtenus, 85 % ont un dysfonctionnement binoculaire

Les différents résultats recueillis ont été regroupés et analysés à l'aide de tableaux et de représentations graphiques pour mieux visualiser la répartition des anomalies retrouvées.

Parmi les dysfonctionnements de vergence observés, l'insuffisance de convergence représentait la forme la plus fréquentes chez nos patients. Concernant l'excès de convergence, qui constituait le sujet principal de notre étude, nous avons retrouvé un seul cas répondant aux critères retenus, qui sera détaillé et analysé par la suite.

Les résultats obtenus ont mis en évidence une fréquence relativement importante des déséquilibres binoculaires au sein de cette population étudiante. La majorité rapportaient également des plaintes fonctionnelles, notamment une asthénopie, une fatigue visuelle ou une gêne en vision de près, montrant ainsi l'impact de ces anomalies sur le confort visuel et les activités de près quotidiennes.

Pré-test					Evaluation motrice								Evaluation de l'accommodation					
Cas	Age	Asthénopie	Réfraction	AVC	COVER	WORTH	PPC (cm)	Phorie de loin	Phorie de prés	AC/A Calculé	AC/A Gradient	Reserve de convergence	Reserve de divergence	Amplitude accommodatif	Facilité (cpm) (block)	Positionnement (δ)	Arn (δ)	Arp (δ)
1	23	-	Emmétrope	Od : 12 Og : 12 Bino :12	Ortho	Fusion normal	7/13	Ortho	2 X	5,25	2,66	12/30/20	12/14/10	Od : 10,5 Og : 10,5 Bino : 9,5	Od : 8 + Og : 11 + Bino :9,5+	-0,75	+1,75	-3,00
2	25	+	Od : -4,50 (- 1,50) 4° Og : -4,50 (- -1,00) 4°	Od : 12 Og : 12 Bino :12	X'	Fusion normal	4,5/12	Ortho	5 X	4,15	2,00	x/08/04	x/35/30	Od : 6,1 Og : 5,8 Bino : 7,1	Od : 2 - Og : 2,5 - Bino : 3-	+1,50	+3,00	-1,75
3	20	-	Emmétrope	Od : 12 Og : 12 Bino :12	X'	Fusion normal	7/12	Ortho	12 X	1,70	3,30	10/12/06	08/12/06	Od : 9,7 Og : 10,3 Bino : 9,5	Od : 2 + Og : 2 + Bino :7 +	-0,50	+2,00	-3,50
4	21	-	Od : -2,75 Og : -2,75	Od : 10 Og : 10 Bino :10	Ortho	Fusion normal	5/10,5	Ortho	Ortho	5,90	2,00	x/18/10	x/08/04	Od : 9,6 Og : 10,5 Bino : 10,1	Od : 17 Og : 18 Bino : 17	+0,50	+2,00	-2,50
5	23	+	Emmétrope	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	Ortho	Fusion normal	7/14	4 E	1 E	4,85	5,00	x/08/01	08/18/14	Od : 9,5 Og : 9,2 Bino : 9,5	Od : 4 + Og : 3,5 + Bino : 4 +	-0,75	+2,00	>-3,50
6	22	-	Emmétrope	Od : 10 Og : 12 Bino : 12	Ortho	Fusion normal	7/12	2 E	Ortho	5,85	1,30	12/18/14	08/12/06	Od : 10,1 Og : 10,3 Bino : 10	Od : 11 + Og : 11 + Bino : 12	+0,75	+2,25	-2,25
7	21	+	Od : -0,50 Og : -0,50	Od : 10 Og : 10 Bino : 12	X'	Fusion normal	7/13	Ortho	2 X	5,20	2,40	x/08/04	10/12/08	Od : 10 Og : 10 Bino : 10,1	Od : 0 + Og : 0 + Bino :4,5+	-0,75	+1,75	>-3,50
8	29	+	Od : +1,50 Og : +1,50	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	E'	Fusion normal	4,5/17	5 E	12 E	8,70	7,8	x/40/35	x/08/04	Od : 5,08 Og : 5,2 Bino : 5,35	Od : 1 - Og : 14 - Bino : 3-	+2,00	>+3,50	-1,50
9	22	-	Emmétrope	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	Ortho	Fusion normal	7/13	1 X	10 X	2,65	1,00	12/x/x	16/18/16	Od : 9,6 Og : 9,6 Bino : 9,5	Od : 0,5 + Og : 1,5 + Bino :4,5+	-0,75	+1,75	>-3,50
10	22	-	Emmétrope	Od : 10 Og : 10 Bino : 12	X'	Fusion normal	9/18	2X	12 X	2,00	4,00	18/25/18	x/16/10	Od : 9 Og : 9,3 Bino : 9,3	Od : 3 + Og : 3,5 + Bino : 4 +	-0,25	+1,75	>-3,50
11	21	+	Od : -3,25 (- 1,25) 160° Og : -3,25 (- 1,00) 180°	Od : 10 Og : 10 Bino : 10	Ortho	Fusion normal	6/12	Ortho	9 X	2,15	6,30	18/25/10	10/14/08	Od : 9,6 Og : 9,8 Bino : 9,5	Od : 9,5 + Og : 8,5 + Bino : 4 +	-0,75	+2,25	>-3,50
12	22	+	Od : plan (- 0,25) 180° Og : plan (- 0,25) 15°	Od : 10 Og : 10 Bino : 10	Ortho	Fusion normal	8/17	8 E	2 E	4,20	3,30	x/70/60	x/12/10	Od : 9,25 Og : 9,00 Bino : 9,6	Od : 9 + Og : 9 + Bino : 2 +	-1,25	+2,25	>-3,50

13	23	+	Od : -1,75 - 0,25) 120° Og : -1,75 (-0,50) 20°	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	X'	Fusion normal	8/16	1 X	8 X	2,50	3,00	x/20/16	14/18/16	Od : 9,4 Og : 9,6 Bino : 9,3	Od : 9 + Og : 9,5 + Bino : 10+	-0,50	+3,00	>-3,50
14	20	+	Emmétrape	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	X'	Fusion normal	7,5/14	Ortho	3 X	5,05	1,5	20/25/20	12/16/10	Od : 9,5 Og : 9,2 Bino : 10,1	Od : 14,5 Og : 14 Bino : 12	+0,50	+3,00	>-3,50
15	20	+	Emmétrape	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	X'	Fusion normal	9,5/16	1 X	10 X	2,40	2,10	x/18/16	x/12/10	Od : 9,5 Og : 9,8 Bino : 9,6	Od : 7,5 + Og : 5,5 + Bino : 3,5+	-0,25	+3,25	>-3,50
16	20	-	Emmétrape	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	Ortho	Fusion normal	10/17	1 X	5 X	4,16	1,83	02/04/06	08/14/06	Od : 10,5 Og : 10,1 Bino : 9,8	Od : 2,5 + Og : 6 + Bino : 8,5+	-0,25	+2,50	>-3,50
17	23	+	Od : -0,25 Og : -0,25	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	Ortho	Fusion normal	5/12	Ortho	2 X	4,95	1,60	x/12/08	x/14/10	Od : 9,3 Og : 9,6 Bino : 9,5	Od : 12 Og : 11 Bino : 10,5	+0,75	>+3,50	>-3,50
18	21	+	Emmétrape	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	Ortho	Fusion normal	9/16	6 E	2 X	2,42	2,60	18/30/20	x/14/12	Od : 9,00 Og : 9,3 Bino : 10,3	Od : 12 Og : 11 Bino : 12	+0,50	+3,00	>-3,50
19	23	-	Od : -2,50 Og : -0,50	Od : 10 Og : 10 Bino : 12	Ortho	Fusion normal	9/17	Ortho	2 X	5,35	1,80	01/02/00	04/12/08	Od : 10 Og : 9,5 Bino : 9,09	Od : 9 + Og : 5,5 + Bino : 7 +	-0,75	+1,75	-2,25
20	22	-	Od : -0,75 (-3,00) 10° Og : -0,50 (-3,00) 15°	Od : 10 Og : 07 Bino : 10	X'	Fusion normal	10/17	2 E	2 E	6,1	4,30	10/14/12	08/12/10	Od : 10 Og : 9,8 Bino : 9,3	Od : 0 + Og : 0 + Bino : 3 +	-0,50	+2,00	-2,75
21	23	+	Od : -0,25 (-0,50) 180° Og : -0,25 (-2,75) 175°	Od : 12 Og : 09 Bino : 12	Ortho	Fusion normal	5/10	1 X	4 X	5,15	5,30	x/18/14	16/18/12	Od : 9,3 Og : 9 Bino : 9,3	Od : 2 + Og : 1 + Bino : 3 +	-1,25	+2,00	>-3,50
22	23	+	Od : -2,75 (-1,25) 170° Og : -2,25 (-1,50) 180°	Od : 10 Og : 10 Bino : 12	Ortho	Fusion normal	9/17	1 E	Ortho	5,15	5,60	02/04/01	12/16/10	Od : 9,3 Og : 9,5 Bino : 9	Od : 0 + Og : 0 + Bino : 0 +	-1,25	+2,00	-2,50
23	23	-	Emmétrape	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	Ortho	Fusion normal	10/16	1 E	4 X	3,95	2,00	12/16/12	x/10/08	Od : 10,1 Og : 9,2 Bino : 9,2	Od : 2,5 + Og : 5 + Bino : 7,5+	-0,75	+2,25	>-3,50
24	23	+	Emmétrape	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	Ortho	Fusion normal	5/10,5	Ortho	2 E	4,1	3,60	x/14/12	x/08/04	Od : 10 Og : 9,6 Bino : 9,5	Od : 3,5 + Og : 2,5 + Bino : 3 +	-0,50	+1,75	>-3,50
25	19	-	Emmétrape	Od : 12 Og : 10 Bino : 12	Ortho	Fusion normal	7,5/14	3 E	1 E	5,00	1,30	x/20/08	x/10/08	Od : 9,8 Og : 10 Bino : 9,5	Od : 0,5 + Og : 0,5 + Bino : 2,5+	-1,00	+1,75	>-3,50

26	18	-	Emmétrope	Od : 10 Og : 10 Bino : 12	X'	Fusion normal	6,5/12	1 E	4 X	3,6	3,00	x/16/10	14/16/14	Od : 10,2 Og : 10,2 Bino : 10,2	Od : 4 + Og : 3,5 + Bino : 1,5+	-0,25	+2,00	>-3,50
27	21	+	Od : +4,00 (+1,00) 90° Og : +4,00 (+2,00) 75°	Od : 10 Og : 10 Bino : 12	E'	Fusion normal	4/12	4 E	6 E	6,00	4,30	16/16/10	12/18/14	Od : 6,97 Og : 6,97 Bino : 9,09	Od : 8 Og : 11 + Bino : 9,5	-0,75	+1,00	-2,25

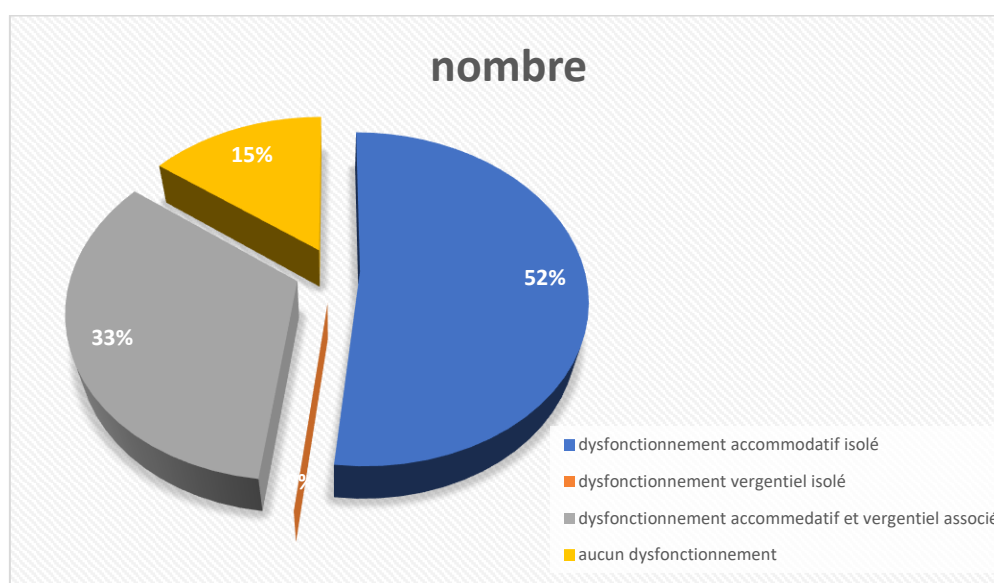
Tableau 3 : Résultats

IV.1 Répartition des dysfonctionnements binoculaires

Les sujets de l'étude ont été répartis selon les anomalies accommodatives et vergentiellles mises en évidence lors de l'examen. Le tableau suivant illustre la distribution des différents profils observés

Type de cas	Nombre
Dysfonctionnement accommodatif isolé	14
Dysfonctionnement vergentiel isolé	0
Dysfonctionnement accommodatif et vergentiel associé	9
Aucun dysfonctionnement	4

Tableau 4 : Répartition des dysfonctionnements binoculaires



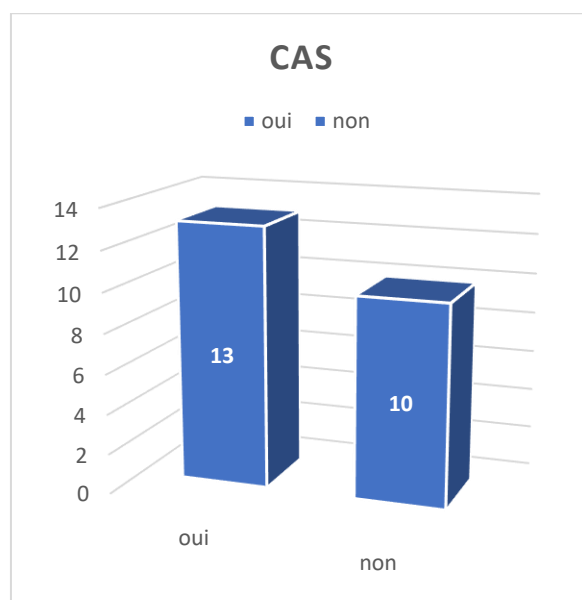
Graphe 1 : Répartition des dysfonctionnements binoculaires

La répartition des sujets selon le type de dysfonctionnement montre que le dysfonctionnement accommodatif isolé est le plus fréquent, représentant 52 % des cas. Les dysfonctionnements accommodatif et vergentiel associés occupent la deuxième place avec 33 % des cas, tandis que les sujets ne présentant aucun dysfonctionnement représentent 15 % de l'échantillon. Ces résultats suggèrent une prédominance des anomalies accommodatives, seules ou associées à un dysfonctionnement vergentiel, au sein de la population étudiée

IV.2 Répartition des sujets ayant un dysfonctionnement présentant une symptomatologie:

Présence de symptômes	Cas
Oui	13
Non	10

Tableau 5 : Répartition des sujets ayant un dysfonctionnement présentant une symptomatologie



Graph 2 : Répartition des sujets ayant un dysfonctionnement présentant une symptomatologie

Le dernier graphique illustre la répartition des sujets symptomatiques et asymptomatiques au sein des patients présentant un dysfonctionnement accommodatif et/ou vergentiel. On observe une majorité de sujets rapportant des symptômes d'asthénopie par rapport aux sujets asymptomatiques.

Ce résultat met en évidence la fréquence importante des plaintes visuelles au sein de notre échantillon.

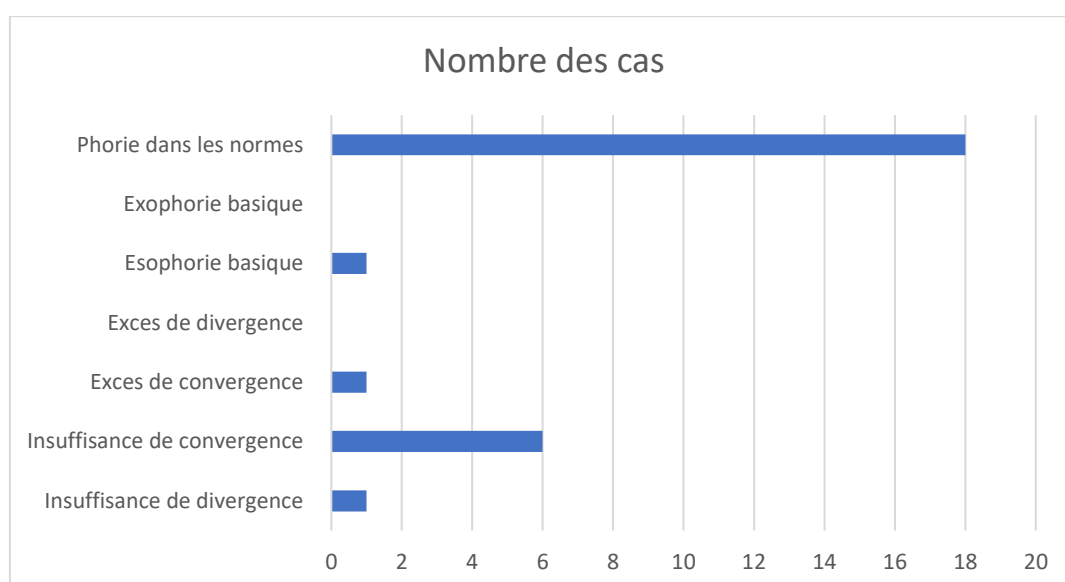
La présence de sujets asymptomatiques malgré un dysfonctionnement s'explique par plusieurs mécanismes, comme quand le sujet présente un trouble de faible amplitude ne générant pas de plainte fonctionnelle, des réserves fusionnelles suffisamment importantes permettant une compensation efficace et c'est le cas de la majorité de nos patients asymptomatique, ou encore la mise en place d'une suppression limitant l'expression des symptômes.

IV.3 Répartition des dysfonctionnements de vergence :

Afin d'identifier les anomalies de vergence les plus fréquentes au sein de notre population d'étude, nous avons analysé la répartition des différents dysfonctionnements de vergences retrouvés chez les 27 étudiants examinés

Dysfonctionnements de vergence	Nombre des cas
Insuffisance de divergence	1
Insuffisance de convergence	6
Exces de convergence	1
Exces de divergence	0
Esophorie basique	1
Exophorie basique	0
Phorie dans les normes	18

Tableau 6 : Répartition des dysfonctionnements de vergence



Graphe 3 : Répartition des dysfonctionnements de vergence

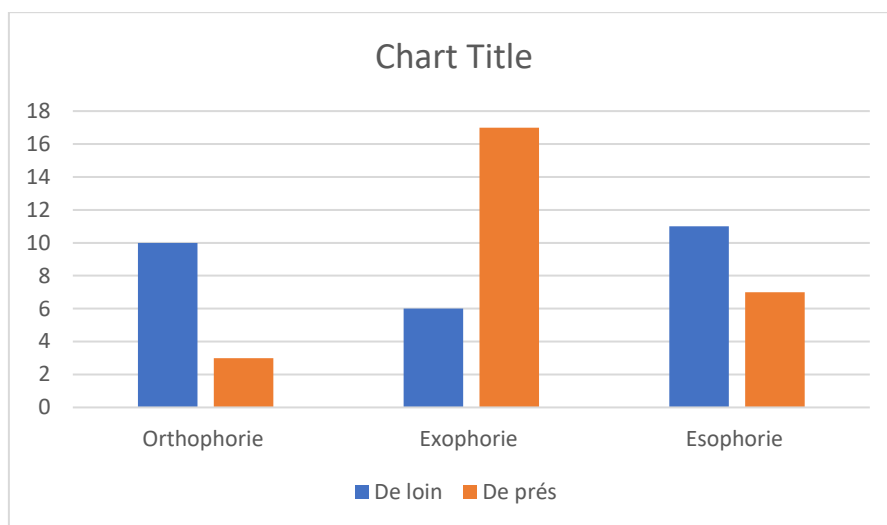
Les résultats montrent qu'un grand nombre des sujets présente des dysfonctionnements binoculaires. Parmi les troubles observés, l'insuffisance de convergence est la plus fréquente, suivie de l'insuffisance de divergence, tandis que les autres anomalies sont beaucoup moins représentées.

IV.4 Répartition des phories :

L'étude des phories a permis d'évaluer l'équilibre oculomoteur des sujets en vision de près et de loin

Type de phorie	De loin	De près
Orthophorie	10	3
Exophorie	6	17
Esophorie	11	7

Tableau 7 : Répartition des phories



Graphe 4 : Répartition des phories

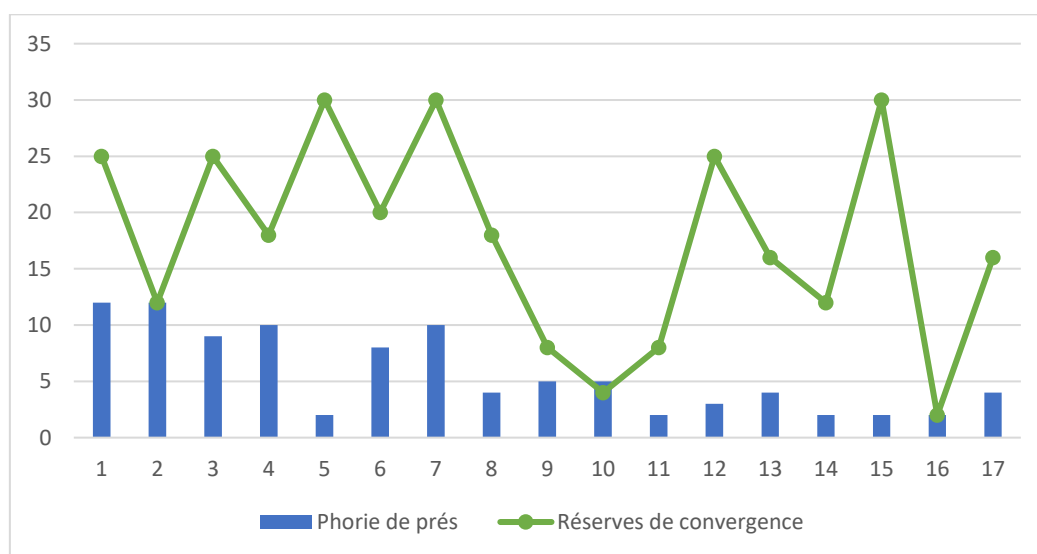
Les résultats montrent que, de loin, l'orthophorie et l'ésophorie sont les phories les plus fréquentes. En revanche, de près, l'exophorie devient la plus représentée. Cette augmentation de l'exophorie en vision rapprochée peut être liée aux activités de près excessifs

IV.2 Analyse conjointe des phories et des réserves fusionnelles :

L'analyse conjointe des phories et des réserves fusionnelles permet d'apprécier l'équilibre de la vision binoculaire ainsi que les capacités compensatoires du système vergentiel. Les résultats obtenus sont présentés dans le graphique suivant

Phorie de près (exophorie)	12	12	9	10	2	8	10	4	5	5	2	3	4	2	2	2	4
Réserves de convergence	25	12	25	18	30	20	30	18	8	4	8	25	16	12	30	2	16

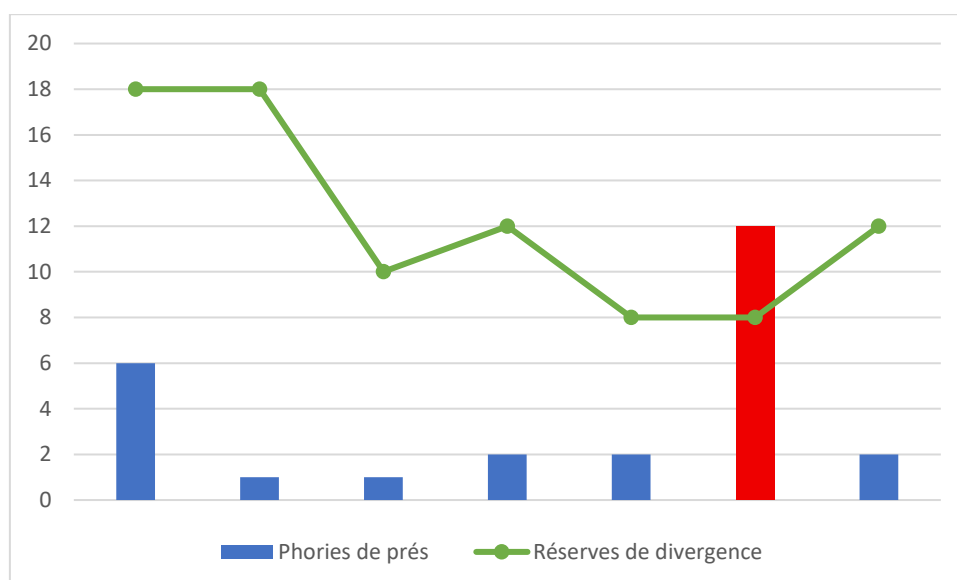
Tableau 8 : Répartition des exophories et des réserves fusionnelles de convergence



Graphe 5 : Répartition des exophories et des réserves fusionnelles de convergence

Phories de près (ésophorie)	6	1	1	2	2	12	2
Réserves de divergence	18	18	12	10	8	8	12

Tableau 9 : Répartition des ésophories et des réserves fusionnelles de divergence



Graph 6 : Répartition des ésophories et des réserves fusionnelles de divergence

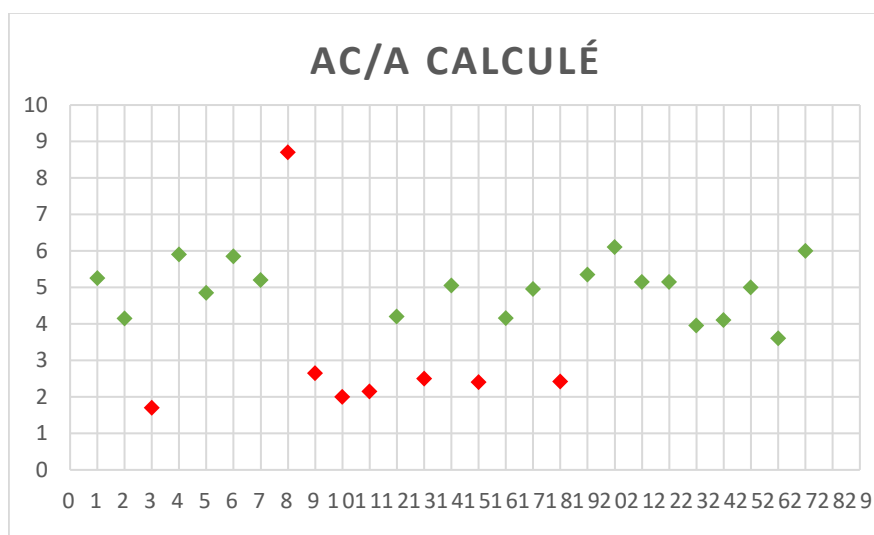
Le premier graphe représente les exophories associées aux réserves fusionnelles de convergence, et le second illustre les ésophories en relation avec les réserves fusionnelles de divergences, afin d'évaluer la compensation des phorie.

Dans le premier graphe, qui représente les exophories associées aux réserves fusionnelles de convergence, on peut observer que dans certains cas les réserves fusionnelles sont diminuées et ne permettent pas une compensation suffisante de la phorie. Cette situation est retrouvée principalement chez les sujets présentant une insuffisance de convergence.

Dans le deuxième graphe, le cas d'excès de convergence a été mis en évidence, car il s'agit d'un seul sujet présentant une réserve fusionnelle insuffisante par rapport à sa phorie. En effet, une phorie de 12Δ était associée à une réserve de 8Δ , ce qui montre que la réserve opposée est inférieure à la valeur attendue selon le critère de Sheard. Ainsi, ce résultat met en évidence une non-compensation de la phorie chez ce sujet, indiquant que le critère de Sheard n'était pas respecté.

IV.3 Répartition des valeurs de AC/A :

Cas	AC/A calculé
1	5,25 :1
2	4,15 :1
3	1,7 :1
4	5,9 :1
5	4,85 :1
6	5,85 :1
7	5,2 :1
8	8,7 :1
9	2,65 :1
10	2 :1
11	2,15 :1
12	4,2 :1
13	2,5 :1
14	5,05 :1
15	2,4 :1
16	4,16 :1
17	4,95 :1
18	2,42 :1
19	5,35 :1
20	6,1 :1
21	5,15 :1
22	5,15 :1
23	3,95 :1
24	4,1 :1
25	5 :1
26	3,6 :1
27	6 :1



Graphe 7 : Répartition des valeurs de AC/A

Tableau 10 : Répartition des valeurs de AC/A

Ce graphe représente les rapports AC/A calculés pour l'ensemble de notre échantillon de 27 patients. On observe globalement des valeurs plutôt faibles pour les cas d'insuffisance de convergence ainsi que pour les insuffisances de divergence. À l'inverse, notre cas d'excès de convergence présente un rapport AC/A nettement plus élevé, estimé à 8,7, et se situe au-dessus

des valeurs observées chez les autres sujets, comme le montre clairement la représentation graphique.

V. Cas clinique d'excès de convergence :

Parmi les 26 sujets inclus dans notre étude, un seul présentait un excès de convergence répondant aux critères retenus. Ce sujet, âgé de 29 ans, rapportait une asthénopie importante en vision de près. Une analyse détaillée de ses données cliniques a été réalisée afin d'étudier le rôle du rapport AC/A dans ce dysfonctionnement binoculaire

Paramètre	Résultat
Réfraction	+1.50 ODG
Asthénopie	Céphalées, fatigue visuelle en vision de près, gêne à la lecture prolongée, vision floue intermittente et difficultés de concentration.
Stereoscopie	40''
Cover Test	E'
PPC (cm)	15 \4.5\ 17
Acuité visuelle corrigé	OD:12\10 OG:12\10 Bino: 12\10
Phorie de loin	5 E
Phorie de près	12 E'
Mallet	Eso disparité
Réserves fusionels divergences (Dp)	X\ 8\ 4
Réserves fusionels convergences (Dp)	X\ 40\ 20
AC/A calculé	8.7
AC/A gradient	7.8
PPA (δ)	Od: 5.08\ Og: 5.2\ Bino: 5.3 Age: 7.75
Facilité accommodative (cpm)	Od: 1cpm (-) Og: 14cpm Bino: 3cpm (-)
ARN (δ)	+3.50

ARP (δ)	-1.50
Positionnement accommodatifs (δ)	Lag +2.00

Tableau 11 : Tableau clinique - Cas d'excès de convergence

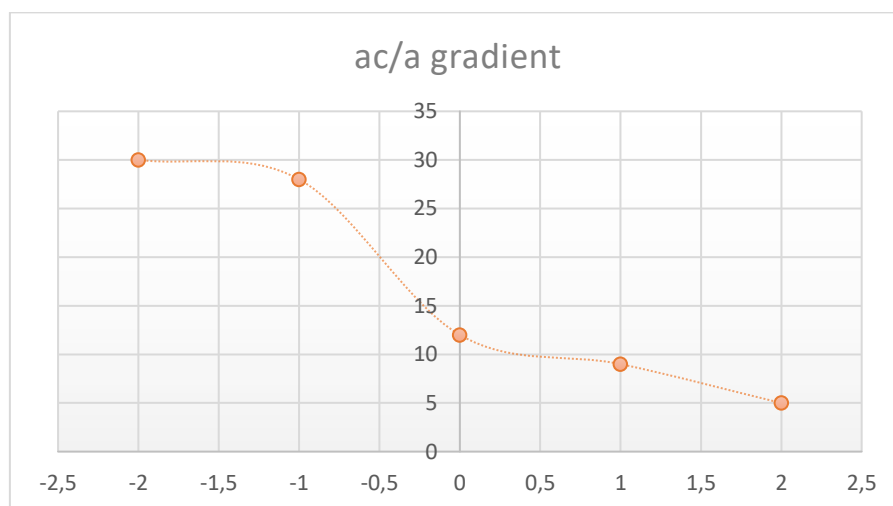
E : Esophorie de loin

E' : Esophorie de près

PPA : Punctum proximum d'accommodation

Cpm : Cycle par minutes

Le rapport AC/A a été également évalué par la méthode du gradient afin d'analyser la relation accommodation-convergence du sujet étudié. Le graphique suivant présente la valeur obtenue par cette méthode.

**Graphe 8 : Valeurs des AC/A gradient**

Les phories diminuent progressivement lorsque l'addition positive augmente.

Les résultats montrent que ce sujet présente une ésophorie de loin (5 Δ) et de près (12 Δ), plus importante en vision rapprochée. Le test de Mallett met également en évidence une ésodisparité.

Les réserves fusionnelles ont mis en évidence des amplitudes de convergence élevées, tandis que les réserves de divergence étaient insuffisantes. Cette constatation est cohérente avec l'importante ésophorie de près observée chez cette patiente. Le critère de Sheard n'est donc pas respecté, celui-ci stipulant que la réserve fusionnelle opposée doit être au moins égale au double de la phorie afin d'assurer une compensation.

Le rapport AC/A est élevé, avec une valeur de 8,7 par la méthode calculée et de 7,8 par la méthode du gradient. Les tests accommodatifs révèlent une diminution des capacités accommodatives, notamment une faible facilité accommodative, un lag accommodatif de +2,00 D et un point proche d'accommodation éloigné pour l'âge du sujet.

L'ensemble de ces résultats est en faveur d'un excès de convergence associé à une insuffisance accommodative.

Prise en charge :

L'ensemble de ces résultats orientait la prise en charge vers la prescription d'une addition convexe en vision de près. Le choix de cette addition ne devait pas uniquement tenir compte de la réduction de l'ésophorie de près, mais également de l'équilibre accommodatif du sujet.

Le choix de l'addition a donc été guidé par plusieurs paramètres cliniques, notamment la variation des phories de près sous addition ainsi que les résultats des accommodations relatives positives et négatives (ARN\ARP) tous les paramètres en était pris en considération afin d'éviter de créer un déséquilibre accommodatif de garder un retard (Lag) accommodatif résiduel, ou de créer un excès (Lead) avec une addition trop forte.

Trois additions convexes ont été testées afin d'optimiser l'équilibre entre la réduction de l'ésophorie de près et le maintien d'un bon fonctionnement accommodatif, en commençant par de faibles additions pour ajuster progressivement l'équilibre.

Une addition de +1,00 D permettait une diminution de l'ésophorie de près à environ, 5Δ d'ésophorie, tout en conservant un équilibre satisfaisant entre les accommodations relatives avec une ARP légèrement supérieure à l'ARN. Cette correction induisait un lag accommodatif modéré, estimé à environ +0,50 D, considéré dans les normes.

Avec une addition de +1,25 D, l'ésophorie de près était davantage réduite 4Δ d'ésophorie. Cependant, l'analyse du comportement accommodatif suggère une dérive vers un excès accommodatif.

Enfin, Une addition de +2,50 D a également été testée, car il s'agissait d'une correction déjà portée antérieurement par la patiente. Cette addition permettait effectivement de neutraliser totalement l'ésophorie de près, conduisant à une orthophorie. Cependant, cette correction s'accompagnait de l'apparition d'un lead accommodatif significatif ainsi que d'un déséquilibre accommodatif net, avec une réponse inverse marquée lors de l'évaluation objective du positionnement accommodatif, ce qui expliquait sa mauvaise tolérance.

Au vu de l'ensemble de ces éléments, l'addition de +1,00 D a été retenue, celle-ci offrant le meilleur compromis entre équilibre de vergence et stabilité accommodative, tout en étant mieux tolérée par la patiente en vision de près.

Après avoir déterminé l'addition, et compte tenu du jeune âge de la patiente, lui recommander deux paires de lunettes distinctes, l'une pour la vision de loin et l'autre pour la vision de près, n'est pas la solution la plus appropriée. En effet, cela aurait pu la gêner dans son quotidien et l'amener à privilégier une seule des deux corrections, ce qui n'aurait pas permis de répondre efficacement à l'ensemble de ses besoins visuels.

Nous nous sommes donc orientés vers un équipement en verres progressifs, permettant d'intégrer dans une seule monture sa correction de loin, ainsi qu'une vision intermédiaire et l'addition retenue pour la vision de près.

La réalisation d'un verre progressif nécessite une prise de mesures rigoureuse ; l'écart pupillaire, les hauteurs de centrage ainsi que les mesures liées à la position habituelle de port de la monture.

Une fois l'équipement réalisé et porté par la patiente, nous lui avons expliqué son fonctionnement ainsi que la manière d'utiliser les différentes zones du verre. Des conseils lui ont également été donnés concernant la période d'adaptation et la façon de passer de la vision de loin à la vision intermédiaire puis à la vision de près, d'autant plus qu'il s'agissait d'une jeune porteuse des verres progressifs.

Si on parle des résultats sur un plan symptomatologique ; dès les premiers essais avec son nouvel équipement, la patiente a rapporté une nette amélioration de son confort visuel en vision de près. Elle se sentait plus à l'aise lors de la lecture et ne décrivait plus les difficultés rencontrées auparavant lors des tâches prolongées de près elle lisait à la bonne distance sans zoomer les textes. La vision lui paraissait plus confortable et moins fatigante, ce qui lui permettait de maintenir sa concentration plus facilement lors des activités de près.

VI . Discussion

Nos résultats mettent en évidence la présence non négligeable de dysfonctionnements accommodatifs et vergentiels au sein de la population étudiée de jeunes universitaires. Cette observation rejoint plusieurs données de la littérature, qui montrent que les troubles binoculaires non strabiques et non presbytes, tels que les dysfonctionnements accommodatifs et les anomalies de vergence hétérophorique, sont particulièrement fréquents chez les étudiants universitaires, notamment en raison de l'importance du travail en vision de près.

Une étude réalisée par Moravej et al. a montré que les dysfonctionnements binoculaires et les erreurs réfractives sont fréquents chez les étudiants universitaires et qu'ils ont un impact significatif sur le confort visuel ainsi que sur la qualité de vie liée à la vision.

Ils soulignent que ces dysfonctionnements sont fréquemment associés à des symptômes fonctionnels tels que l'asthénopie, l'inconfort visuel en vision de près, les céphalées ou encore la sensation de flou lors des activités prolongées de lecture. Les déséquilibres phoriques décompensés peuvent également entraîner une fatigue oculaire, une baisse de concentration et une diminution progressive du confort et des performances visuelles. Ces symptômes ont un impact direct sur les activités des individus.[23]

Notre pourcentage global de 85.19% de l'échantillon avec un dysfonctionnement binoculaire (accommodatif\ vergentiels\ ou combinaisons des deux), ce pourcentage apparaît supérieur à ceux rapportés dans certaines études réalisées auprès d'étudiants universitaires, avec des valeurs allant de quelques pourcents jusqu'à plus de 10 % selon les types de troubles étudiés. D'autres travaux ont même retrouvé des prévalences globales pouvant atteindre environ 13 % chez les étudiants.

Notre échantillon étant nettement plus restreint. En effet, avec un faible effectif, chaque cas identifié exerce une influence plus importante sur le pourcentage final, ce qui peut majorer les variations observées. Les résultats retrouvés demeurent comparables et confirment que les dysfonctionnements accommodatifs et binoculaires constituent une problématique fréquente chez les étudiants.

Cette fréquence relativement élevée est souvent expliquée par l'augmentation des activités sollicitant la vision de près, que ce soit lecture, écran ou autre. [23]

Nos résultats s'inscrivent globalement dans le même sens que ceux rapportés dans différents articles, confirmant que les populations étudiantes constituent un groupe particulièrement exposé aux dysfonctionnements accommodatifs et binoculaires.

Parmi les dysfonctionnements vergentiels retrouvés, l'insuffisance de convergence représentait l'anomalie la plus fréquente. Ce résultat est en accord avec plusieurs travaux, les données de García-Muñoz et al., qui ont rapporté, sur un échantillon de 175 étudiants, une prédominance de l'insuffisance de convergence (3,43 %) par rapport à l'excès de convergence (2,29 %). [24]

Dans notre études l'insuffisance de convergence était la plus fréquente (22,22 %), L'ésophorie basique, l'insuffisance de divergence et l'excès de convergence étaient chacun retrouvés chez un seul sujet, soit 3,70 % de l'échantillon.

Nos pourcentages sont plus au moins différents, vu que notre échantillon était restreint.

Plusieurs études ont montré un lien entre l'insuffisance de convergence et l'utilisation prolongée des écrans lors des activités de vision de près. Il est notamment rapporté que l'exposition importante aux dispositifs électroniques, dans le cadre des études ou des loisirs, peut être associée à davantage de symptômes visuels et de déséquilibres binoculaires. Ces données viennent appuyer la fréquence plus élevée de l'insuffisance de convergence retrouvée dans notre population d'étudiants. [25]

Bien que l'excès de convergence ait été retrouvé chez un seul sujet de notre échantillon, ce cas présentait un intérêt particulier puisqu'il correspondait précisément à l'objectif principal de notre étude, ce résultat reste cohérent avec certaines données scientifiques., dans une étude réalisée par Ángel García-Muñoz et al, auprès de 175 étudiants universitaires, les auteurs n'ont également identifié qu'un seul cas d'excès de convergence, associé à une insuffisance accommodative.

Cette faible fréquence observée dans les deux études suggère que l'excès de convergence est un dysfonctionnement relativement peu fréquent, contrairement à d'autres anomalies binoculaires telles que l'IC, plus souvent rapportée. [24]

Une étude souligne que tous les patients présentant un excès de convergence ne sont pas nécessairement symptomatiques. Certains développent des mécanismes de suppression, d'autres présentent une forte capacité d'adaptation vergentielle ou un seuil de tolérance élevé (réserves) tandis que certains évitent simplement les activités en vision de près, ce qui peut masquer le trouble et expliquer le sous diagnostic, pour notre cas le patient était

symptomatique et avait d'énorme difficulté en vision de près, et de concentration prolongée. [14]

L'analyse clinique a mis en évidence une ésophorie plus importante en vision de près qu'en vision de loin, associée à un rapport AC/A élevé ≥ 6 . Ces résultats sont cohérents avec les descriptions classiques de l'excès de convergence retrouvées notamment dans la classification étendue de Duane White. [1]

Les résultats obtenus soulignent également l'étroite relation existante entre les systèmes accommodatif et de vergences qui sont deux systèmes distincts avec des finalités différentes mais physiologiquement liées.

Cette interaction justifie la réalisation systématique d'un bilan accommodatif complet lors de l'exploration d'un déséquilibre de vergences car il y a une dépendance. [14]

Et également de prendre en considération les éléments d'accommodations lors d'une prise en charge en addition pour un EC, pour réaliser une bonne balance. [26]

Nos résultats confirment l'importance du rapport AC/A dans l'évaluation des déséquilibres oculomoteurs, il a permis de diagnostiquer et classer tous les dysfonctionnements retrouvés.

Dans notre cas unique, la valeur élevée du rapport AC/A constituait un argument en faveur de la prescription d'une addition convexe en vision de près, conformément aux études préalables ; une addition permet de réduire la demande accommodative et, par conséquent, la convergence accommodative induite. [26]

L'effectif était relativement faible (27 sujets), ce qui nous a donné un échantillon restreint comparé à d'autres études réalisées, où l'effectif dépasse généralement 100 sujets. Cela s'explique par le temps limité dont nous disposions, qui ne nous permettait pas d'inclure davantage de cas. De plus, le bilan binoculaire du temps, ce qui rendait difficile la prise en charge d'un grand nombre de patients par jour

Nous étions limitées principalement aux étudiants universitaires, en raison de leur disponibilité au laboratoire et de la possibilité de les suivre sur plusieurs séances.

Un seul cas d'excès de convergence reste peu pour une analyse et généralisation de résultats, Mais cela reste cohérent avec les résultats observés dans des échantillons à grands effectifs, où les fréquences restent relativement faibles.

Une des limites reste l'absence de suivi à long terme après prise en charge en verres progressifs pour suivre l'évolution ou disparition des symptômes, et sur la variation des réponses cliniques.

Malgré ces limites, cette étude a permis de mettre en évidence l'intérêt clinique du rapport AC/A dans l'évaluation des dysfonctionnements binoculaires le diagnostic de l'excès de convergence et la prise en charge.

Cette étude pratique nous a permis d'évaluer le comportement accommodatif et de vergence au sein de notre échantillon jeune universitaire. Elle nous a permis de développer une démarche complète allant de l'évaluation des dysfonctionnements binoculaires à l'analyse des résultats obtenus, jusqu'à la formulation d'un diagnostic fonctionnel, puis à l'orientation vers une prise en charge adaptée.

Nous avons compris l'importance de ne pas isoler l'analyse des différents systèmes visuels, mais de les considérer de manière globale dans le bilan binoculaire. Et que la qualité de la correction optique doit être optimale pour avoir une base fiable et doit toujours être vérifiée avant toute interprétation fonctionnelle.

Les résultats que nous avons obtenus confirment ainsi l'importance d'une analyse simultanée des composantes accommodatives et vergentielles afin d'optimiser le diagnostic et l'orientation thérapeutique.

Conclusion générale

Cette étude a permis de replacer les dysfonctionnements accommodatifs et vergentiels dans une approche clinique globale, sur une population de jeunes étudiants. Il met en évidence que ces déséquilibres binoculaires ont souvent un retentissement fonctionnel direct sur le confort visuel des individus notamment en vision rapprochée.

Cette étude a également permis de souligner l'intérêt du rapport AC/A dans l'évaluation des déséquilibres binoculaires. Son analyse constitue un outil essentiel dans la compréhension des mécanismes impliqués dans les dysfonctionnements, Elle contribue ainsi à orienter l'interprétation clinique des résultats et à guider l'établissement d'un bon diagnostic.

Parmi les dysfonctionnements étudiés, l'excès de convergence constitue une entité rare mais cliniquement pertinente, nécessitant une analyse fine des interactions accommodatives et vergentielles afin de mettre en place un diagnostic précis, qui conduit à une prise en charge adaptée.

Cette expérience pratique a renforcé l'importance d'une prise en charge individualisée, basée sur une analyse complète du bilan binoculaire, afin d'optimiser le confort visuel des patients.

Enfin, au cours de cette étude, la prise en charge du cas d'excès de convergence a pu être réalisée de manière progressive, depuis le bilan initial jusqu'à l'adaptation de l'addition convexe, permettant de mettre en évidence l'intérêt d'un raisonnement clinique structuré dans l'orientation thérapeutique des déséquilibres accommodatifs et vergentiels

Tables des figures

Figure 1 : Focalisation chez un cas d'excès de convergence [14]	24
Figure 2 : AC/A sur le diagramme de Donders [16]	26
Figure 3 : Triade de près ; accommodation/ convergence / myosis [16]	27
Figure 4: Tableau de Thorington modifié et cylindre de Maddox	40
Figure 5 : Calcul de la phorie de près	41
Figure 6 : Barres des prismes horizontaux et verticaux	43
Figure 7 : Unités des tests de vision de près	44
Figure 8 : Calcul de la facilité accommodative	46
Figure 9 : Skiascope (rétinoscope)	48

Table des tableaux

Tableau 1 : Certaines anomalies d'accommodation [12]	20
Tableau 2 : La classification de Duane-White [1]	30
Tableau 3 : Résultats	52
Tableau 4 : Répartition des dysfonctionnements binoculaires	53
Tableau 5 : Répartition des sujets ayant un dysfonctionnement présentant une symptomatologie	54
Tableau 6 : Répartition des dysfonctionnements de vergence	55
Tableau 7 : Répartition des phories	56
Tableau 8 : Répartition des exophories et des réserves fusionnelles de convergence	57
Tableau 9 : Répartition des ésophories et des réserves fusionnelles de divergence	57
Tableau 10 : Répartition des valeurs de AC/A	59
Tableau 11 : Tableau clinique - Cas d'excès de convergence	61

Table des graphes

Graphe 1 : Répartition des dysfonctionnements binoculaires	53
Graphe 2 : Répartition des sujets ayant un dysfonctionnement présentant une symptomatologie.....	54
Graphe 3 : Répartition des dysfonctionnements de vergence	55
Graphe 4 : Répartition des phories	56
Graphe 5 : Répartition des exophories et des réserves fusionnelles de convergence	57
Graphe 6 : Répartition des ésophories et des réserves fusionnelles de divergence	58
Graphe 7 : Répartition des valeurs de AC/A	59
Graphe 8 : Valeurs des AC/A gradient	61

Références

- [1] J-C Allary O,D, *COURS D'OPTOMETRIE*. in PARIS opto-com. 2003.
- [2] H. Kaufmann et N Gravier, « Troubles de la vision binoculaire », nov. 2022.
- [3] « Classification des anomalies oculaires neuromusculaires | PDF | Œil humain | Ophtalmologie ». Consulté le: 15 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://fr.scribd.com/document/926074587/Chapitre-8-Classification-des-anomalies-neuromusculaires-des-yeux-p-125-133-email>
- [4] « AMETROPIE ET HETEROPHORE "CONTRE LA REGLE": UNE SOLUTION PRISMATIQUE », *Bull. Soc. belge Ophtalmol.*, 284, 9-17, 2002.
- [5] Gunter K. von Noorden, MD et E C Campos, « Binocular vision and ocular motility », *AHarcourtHealthSciencesCompany*.
- [6] « Microsoft Word - BTS AV 2022 corrigé (3) (1).docx ». Consulté le: 15 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.acuite.fr/sites/acuite.fr/files/bts-ol-analyse-vision-2022-corrige-v2.pdf>
- [7] Yogesh Shukla, « Accommodative anomalies in children », vol. 68, août 2020.
- [8] « J.-C. Allary, Réfraction oculaire et vision binoculaire, Tec & Doc (Lavoisier), Paris, 26 janvier 2018. »
- [9] H. Rambold, G. Neumann, T. Sander, et C. Helmchen, « Age-related changes of vergence under natural viewing conditions », *Neurobiol. Aging*, vol. 27, n° 1, p. 163-172, janv. 2006, doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2005.01.002.
- [10] Á. García-Muñoz, S. Carbonell-Bonete, et P. Cacho-Martínez, « Symptomatology associated with accommodative and binocular vision anomalies », *J. Optom.*, vol. 7, n° 4, p. 178-192, oct. 2014, doi: 10.1016/j.optom.2014.06.005.
- [11] M. M.-L. Ma, A. C. H. Yeo, M. Scheiman, et X. Chen, « Vergence and Accommodative Dysfunctions in Emmetropic and Myopic Chinese Young Adults », *J. Ophthalmol.*, vol. 2019, n° 1, p. 5904903, 2019, doi: 10.1155/2019/5904903.
- [12] *Aravind Eye Care System, A Text Book on Optics and Refraction, Ophthalmic Assistant Training Series, Aravind Eye Hospitals, Madurai, India, 2007.*
- [13] *B. J. W. Evans, Pickwell's Binocular Vision Anomalies, 5th ed., Elsevier Butterworth-Heinemann, Edinburgh, UK, 2007.*
- [14] M. Motilal, « Convergence Excess », Optography. Consulté le: 30 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://optography.org/convergence-excess/>
- [15] C. Schor et D. Horner, « Adaptive disorders of accommodation and vergence in binocular dysfunction », *Ophthalmic Physiol. Opt. J. Br. Coll. Ophthalmic Opt.*, vol. 9, n° 3, p. 264-268, juill. 1989, doi: 10.1111/j.1475-1313.1989.tb00904.x.
- [16] « Strabologie 2018 | PDF | Ophtalmologie | Œil humain ». Consulté le: 10 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://fr.scribd.com/document/840217373/Strabologie-2018>
- [17] A. Hughes, « AC/A ratio. », *Br. J. Ophthalmol.*, vol. 51, n° 11, p. 786-787, nov. 1967, doi: 10.1136/bjo.51.11.786.
- [18] J. H. Jackson et K. Arnoldi, « The Gradient AC/A Ratio: What's Really Normal? », *Am. Orthopt. J.*, vol. 54, n° 1, p. 125-132, janv. 2004, doi: 10.3368/aoj.54.1.125.
- [19] Raj Kumar, « The Relationship between AC/A Ratio and Age », *Sci. Set J. Ophthalmol. Eye Care*, oct. 2022.
- [20] E. Masson, « Intérêt du rapport AC/A dans l'évaluation orthoptique », EM-Consulte. Consulté le: 21 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/1780260/interet-du-rapport-aca-dans-l-evaluation-orthoptiq>
- [21] S. Li, A. Tang, B. Yang, J. Wang, et L. Liu, « Virtual reality-based vision therapy versus OBVAT in the treatment of convergence insufficiency, accommodative dysfunction: a pilot randomized controlled trial », *BMC Ophthalmol.*, vol. 22, n° 1, p. 182, avr. 2022, doi: 10.1186/s12886-022-02393-z.
- [22] OPTOMETRIC CLINICAL PRACTICE GUIDELINE, « Care of the Patient with Accommodative and Vergence Dysfunction ». OPTOMETRIC CLINICAL PRACTICE GUIDELINE.

- [23] R. Moravej *et al.*, « Binocular vision disorders and refractive errors on university students' quality of life », *Int. J. Ophthalmol.*, vol. 18, n° 4, p. 707-715, avr. 2025, doi: 10.18240/ijo.2025.04.18.
- [24] Á. García-muñoz, S. Carbonell-bonete, M. Cantó-cerdán, et P. Cacho-martínez, « Accommodative and binocular dysfunctions: prevalence in a randomised sample of university students », *Clin. Exp. Optom.*, vol. 99, n° 4, p. 313-321, juill. 2016, doi: 10.1111/cxo.12376.
- [25] Srivastava Namrata, « Exploring the link between convergence insufficiency and electronic device use ».
- [26] « Convergence Excess: Characteristics and Treatment: American Orthoptic Journal: Vol 49, No 1 ». Consulté le: 31 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0065955X.1999.11982190>

Les annexes

Fiche clinique

Patient

Nom :

prénom :

Date de naissance :

Activité principale :

Tel :

Anamnèse générale

- Plaintes :

.....
.....

Antécédents

Antécédents oculaires :

Porte des lunettes ? Oui ☐ non Porte des ☐ tilles ? Oui non

Dernière consultation : .../.../....

Pathologie\Traitement\Chirurgie ?.....

Antécédents familiaux :

.....

Examen préliminaire

• AV :	OD	OG	Bino
Brute			
Corrigé			

Cover test	Hyshberg	PERRLA	Motilité
Ortho			
XP			
SP			

Worth	Stéréoscopie	Ppc
Fusion normale	Oui	☐ Excès de convergence
Diplopie	Non	☐ Insuffisance de convergence
Supression		

☐ **Evaluation motrice :**

Phories :	H	V	EP
Loin			
Pres			

• AC/A Calculé:	• AC/A gradient:

	Base	Reserve H	Base	Reserve V	Critères de sheard	
VL	Out		Up			
	In		Down			
Vp	Out		Up			
	in		Down			

☐ **Evaluation d'accommodation:**

Amplitude d'accommodation	Mono	OD :	NORMES : Amp min = $15 - 0,25 * \text{âge}$ Amp moy = $18,5 - 0,3 * \text{âge}$ Amp max = $25 - 0,4 * \text{âge}$
		OG :	
	Bino		
la facilité accommodative	Mono	OD : cycle /min	Mono : 17cycle/min Bino 13cycle/min ,(12cycle +/-5)
		OG : cycle /min	
	Bino : cycle /min		Avec norme : ☐ Oui ☐ Non
le positionnement accommodatif	Lag		Avec norme : ☐ Oui ☐ Non
	lead		
les accommodations relatives	ARN		ARN : +2.00 à +2.25 ARP : -2.25 à -2.50
	ARP		
			Avec norme : ☐ Oui ☐ Non