

**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 :

**KHATEM BATOUL
BENTCHOUK FERIEL**

En vue de l'obtention du diplôme de

Master Professionnel

Spécialité : Optométrie

Thème :

**«Influence de l'usage intensif des écrans sur la fonction
accommodative chez les jeunes étudiants »**

Soutenu le 21 juin 2026 devant le jury composé de :

Dr LARBI DAHO nadjat Institut des Sciences et Techniques Appliquées Président

Université Oran 1

Dr HABANI Sawsan Institut des Sciences et Techniques Appliquées Examineur

Université Oran 1

Dr BOULEZAZEN Assia Institut des Sciences et Techniques Appliquées Encadreur

Université Oran 1

Année universitaire 2025-2026

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu le Tout-Puissant de nous avoir accordé la santé, la force, la patience et la persévérance nécessaires à l'accomplissement de ce travail.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à notre encadrante DR **BOULEZAZEN Assia**, pour son accompagnement, sa disponibilité, ses conseils avisés et son soutien tout au long de la réalisation de ce mémoire. Nous exprimons également notre gratitude aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer notre travail et de lui consacrer leur temps et leur attention.

Nos remerciements s'adressent aussi à l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation et nous ont transmis leurs connaissances tout au long de notre cursus universitaire.

Nous tenons à remercier chaleureusement toutes les personnes ayant participé à cette étude, ainsi que celles qui nous ont aidées, conseillées ou encouragées de près ou de loin. Enfin, nous adressons notre profonde reconnaissance à nos familles et à nos proches pour leur soutien moral, leur confiance et leurs encouragements constants tout au long de notre parcours, ainsi nos chers lecteurs.

Dédicaces

Nous dédions ce mémoire :

À nos chers parents, pour leur amour, leur soutien indéfectible,
leurs sacrifices et leurs encouragements tout au long de notre parcours universitaire.

À nos familles, pour leur présence, leur confiance et leur soutien constant.

À nos amis et à toutes les personnes qui nous ont accompagnées, encouragées et
soutenues durant la réalisation de ce travail.

À tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce mémoire

Résumé :

Ce mémoire porte sur l'influence de l'usage intensif des écrans numériques sur la fonction accommodative chez les étudiants. L'objectif était d'évaluer les modifications du comportement accommodatif liées à une exposition prolongée aux écrans et d'identifier les dysfonctionnements accommodatifs associés.

Une étude prospective a été réalisée auprès de 26 étudiants âgés de 18 à 29 ans. Différents tests optométriques ont permis d'évaluer l'amplitude accommodative, la facilité accommodative, le positionnement accommodatif ainsi que les accommodations relatives.

Les résultats ont révélé qu'une grande majorité des participants utilisait les écrans plus de six heures par jour et que 80,7 % présentaient un dysfonctionnement accommodatif. L'excès accommodatif constituait l'anomalie la plus fréquente (73,07 %), tandis que l'insuffisance accommodative était moins représentée (7,7 %). Malgré une amplitude accommodative généralement conservée, plusieurs sujets présentaient des difficultés de relâchement accommodatif et une diminution de la facilité accommodative.

Cette étude met en évidence une association entre l'exposition prolongée aux écrans numériques et l'apparition de troubles accommodatifs, principalement l'excès accommodatif et la fatigue visuelle. Ces résultats soulignent l'importance de la prévention, du dépistage précoce et du suivi optométrique chez les jeunes utilisateurs intensifs d'écrans.

Table des matières

Remerciements	I
Dédicaces	III
Introduction	1
Partie théorique	2
Chapitre I : Développement de l’accommodation	3
Introduction :	4
I.1.L’accommodation :	4
I.1.1. Définition :	4
I.1.2. Mécanismes accommodatifs :	4
I.2. Développement de l’accommodation :	5
Conclusion :	6
Chapitre II : Les anomalies de l’accommodation et leurs méthodes d’évaluation	7
Introduction :	8
II.1. Classification des anomalies accommodatives :	8
II.1.1. Excès accommodatif :	8
II.1.2 spasme accommodatif :	9
II.1.3 Inertie accommodative :	9
II.1.4 Paralysie accommodative :	10
II.1.5 Insuffisance accommodative :	10
II.1.6 Fatigue accommodative :	11
II.2. La prise en charge des anomalies de l’accommodation :	13
II.2.1. Correction optique par addition en vision de près	13
II.2.2. Détermination à partir du lag accommodatif	14
II.2.3 Rééducation visuelle des anomalies accommodatives	15
II.2.4. Exercices de flexibilité accommodative (rock accommodatif)	15
II.2.5. Sauts de fixation loin–près	16

Conclusion :	17
Chapitre III : Effets de l'usage intensif des écrans sur l'accommodation	18
Introduction :	19
III.1. Les comportements visuels à l'ère numérique :	19
III.1.1. Transition du support papier vers les écrans :	19
III.1.2 Augmentation du temps d'exposition aux écrans (Statistiques mondiales) :	20
III.2. Contraintes spécifiques des dispositifs numériques :	22
III.2.1. Vision à courte distance :	22
III.2.2 Demande accommodative constante :	23
III.2.3. Instabilité accommodative induite par le contenu numérique :	26
III.3. Impact physiologique des écrans sur l'accommodation :	27
III.3.1 Fatigue accommodative :	27
III.3.2 Déséquilibre accommodation–vergence :	28
III.4. Manifestations cliniques chez les étudiants :	31
Conclusion :	32
Partie pratique	33
I. Introduction :	34
II. Objectif de l'étude :	34
III. Protocole	35
III.1. Type et déroulement de l'étude	35
III.2. Critère d'inclusion	35
III.3. Critères d'exclusion :	35
IV. Matériels et méthodes	35
IV.1. Les tests préliminaires :	36
IV.2. Évaluation de la fonction accommodative :	40
V. Résultats :	45
V.1. Tableau récapitulatif des résultats de l'étude :	46

V.2. La répartition selon les dysfonctionnements accommodatifs :	51
V.3. La répartition selon le taux d'exposition aux écrans :	52
V.4. La répartition de l'amplitude d'accommodation selon valeur théorique et la mesure pratique :	53
V.5. La répartition selon la facilité accommodative :	54
V.6. Etude relative aux réponses des accommodations relatives :	57
V.7. Etude du comportement accommodatif :	58
V.8. La corrélation entre le temps d'écran et les anomalies accommodatives :	60
V.9. Les résultats de la fonction accommodative avant et après 30min de l'utilisation des Smartphone :	62
VI. Discussion	62
VII. Les limites de l'étude.....	67
Conclusion :	68
Conclusion générale.....	69
Références Bibliographiques	71
Annexes.....	75

Liste des figures

Figure 1 : Dysfonctionnements accommodatifs du non-presbyte – résumé des résultats typiques et traitement recommandés.....	16
Figure 2 : histogramme de la distribution des anomalies accommodatives au sein de l'échantillon	51
Figure 3 : le taux d'exposition des participants aux écrans.	52
Figure 4 : graphe comparatif de l'amplitude accommodative binoculaire mesurée et minimale attendue calculée selon l'âge.....	53
Figure 5 : répartition selon les résultats de la facilité accommodative.....	54
Figure 6 : histogramme des résultats de la facilité accommodative des excès d'accommodation (bloque +).....	55
Figure 7 : histogramme des résultats de la facilité accommodative des insuffisances d'accommodation (bloque -).....	56
Figure 8 : Etude relative aux réponses des accommodations relatives.....	57
Figure 9 : La répartition selon le positionnement accommodatif.....	58
Figure 10 : nuage représentatif des valeurs de neutralisation obtenues par la méthode de MEM.	59
Figure 11 : relation entre le temps d'écran et les anomalies accommodatifs.	60
Figure 12 : bilan accommodatif des 3 cas avant et après 30min de l'utilisation des écrans	62

Liste des Tableaux

Tableau 1 : anomalies accommodatives	12
Tableau 2 : résultat du bilan.....	50

Liste des abbreviations

Amp : Amplitude d'accommodation .

Cpm : Cycles par minute.

D : Dioptrie .

Lag/Lead : Accommodative lag ou lead .

MEM : methode d'estimation monoculaire.

ARN: accommodation relative negative.

ARP: accommodation relative positive

Introduction

La santé visuelle repose sur une évaluation fine et précoce des déséquilibres fonctionnels pouvant affecter la vision binoculaire et le confort visuel au quotidien. Pour cela, les professionnels de la vision jouent un rôle central dans l'identification des anomalies fonctionnelles qui peuvent passer inaperçues lors d'un examen réfractif car la vision constitue un système complexe reposant sur l'interaction fine entre plusieurs mécanismes sensoriels et moteurs assurant une perception nette et stable de l'environnement. Parmi ces mécanismes, l'accommodation, qui évolue tout au long de la vie joue un rôle central dans l'adaptation de l'œil aux variations de distance, en particulier lors des activités de vision de près.

Dans ce contexte, les yeux sont soumis à une sollicitation accommodative prolongée, notamment lors des activités en vision de près. Cette évolution des habitudes visuelles s'accompagne d'une augmentation des plaintes visuelles, des difficultés fonctionnelles dans les tâches quotidiennes et d'une fréquence accrue des troubles accommodatifs observés en pratique clinique telles que l'excès accommodatif, l'insuffisance accommodative, le spasme accommodatif ou encore l'inertie accommodative. Ces dysfonctionnements traduisent un déséquilibre du système accommodatif, pouvant altérer la qualité visuelle et le confort en vision de près.

Par ailleurs, l'émergence et la généralisation des dispositifs numériques ont profondément modifié les habitudes visuelles, en particulier chez les étudiants. L'usage intensif des écrans impose une sollicitation accommodative prolongée et constante, susceptible d'entraîner une fatigue visuelle et des modifications du fonctionnement accommodatif. Dans ce contexte, de nombreuses études suggèrent une association entre exposition prolongée aux écrans et apparition de troubles accommodatifs.

C'est dans cette perspective que s'inscrit notre étude, qui vise à évaluer les dysfonctionnements accommodatifs au sein d'une population étudiante exposée de manière intensive aux écrans, et à analyser leur répartition ainsi que leurs caractéristiques cliniques.

Dans ce mémoire, le travail est structuré en une partie théorique et une partie pratique. La partie théorique comprend trois chapitres. Le premier chapitre présente les bases physiologiques de l'accommodation ainsi que son développement. Le deuxième chapitre est consacré aux principales anomalies accommodatives et à leurs prises en charges. Le troisième chapitre aborde les effets de l'usage intensif des écrans sur l'accommodation, en mettant en évidence les modifications fonctionnelles pouvant résulter des sollicitations prolongées en vision de près. La partie pratique présente la méthodologie de l'étude, les caractéristiques de la population étudiée ainsi que les différents tests réalisés pour l'évaluation de la fonction accommodative.

Introduction

Elle expose ensuite les résultats obtenus concernant la fréquence et la répartition des dysfonctionnements accommodatifs observés, en particulier l'excès accommodatif, ainsi que leur relation avec les habitudes d'utilisation des écrans. Ainsi, une discussion des résultats est menée en les confrontant aux données de la littérature.

Enfin, cette étude s'intéresse spécifiquement à l'influence de l'usage intensif des écrans numériques sur la fonction accommodative, afin de mieux comprendre les modifications induites sur le système d'accommodation et d'en améliorer l'évaluation optométrique ainsi que l'interprétation clinique.

Partie théorique

Chapitre I :

Développement de l'accommodation

Introduction :

L'accommodation est un mécanisme visuel essentiel à la mise au point de la vision, qui se modifie progressivement avec l'âge. Ce chapitre présente les mécanismes de l'accommodation ainsi que son développement au cours du vieillissement.

I.1.L'accommodation :**I.1.1. Définition :**

L'accommodation correspond à la capacité d'adaptation de l'œil permettant de maintenir une image nette sur la rétine, quelle que soit la distance d'observation. Dans un œil emmétrope regardant un objet éloigné, les rayons lumineux parallèles sont naturellement focalisés sur la rétine grâce au pouvoir réfractif combiné de la cornée et du cristallin, deux éléments transparents jouant le rôle de lentilles convergentes. (1)

I.1.2. Mécanismes accommodatifs :

Selon la théorie d'Hermann Von Helmholtz, l'accommodation se base sur l'élasticité du cristallin et sur l'action du muscle ciliaire

Chez le sujet jeune, le cristallin est formé d'un matériau souple, enfermé dans une capsule élastique et fixe les fibres zonulaires reliées au corps ciliaire. Naturellement, ce cristallin tend à adopter une forme arrondie, mais cette forme est modifiée par la tension exercée par les fibres de la zonule

En vision de loin, le muscle ciliaire est relâché cela cause une tension des fibres zonulaires, et tirent sur la capsule du cristallin, ce qui l'aplatit et diminue sa puissance optique, à l'inverse, lors de la vision de près, le muscle ciliaire se contracte. Cette contraction réduit le diamètre de l'anneau ciliaire, ce qui diminue la tension exercée sur les fibres zonulaires. Le cristallin peut alors reprendre une forme plus convexe, surtout au niveau de sa face antérieure, ce qui augmente sa puissance et permet la mise au point des objets proches. (2)

Pendant ce processus accommodatif, plusieurs modifications morphologiques se produisent :

- La courbure de la face antérieure du cristallin augmente de manière importante,
- La face postérieure devient légèrement plus bombée,
- L'épaisseur du cristallin augmente,
- Son diamètre équatorial diminue,
- Et il se déplace légèrement vers l'avant.

Ces changements augmentent la puissance optique de l'œil. Par ailleurs, cette augmentation dépend non seulement de la courbure des surfaces, mais aussi de la structure interne du cristallin, dont les différentes couches possèdent des indices de réfraction variables. (2)

I.2. Développement de l'accommodation :

Avec l'âge, les propriétés mécaniques du cristallin se modifient progressivement : sa matière interne se déforme plus difficilement et n'arrive plus à changer de forme comme avant. Quand les fibres qui l'entourent se relâchent, il ne peut plus bien s'adapter pour voir de près. Cette souplesse perdue réduit progressivement l'accommodation, estimée en moyenne à environ 0,3 dioptrie par an dès l'enfance. À terme, vers l'âge de 50 à 55 ans, le cristallin devient quasiment rigide, ce qui rend l'accommodation pratiquement inexistante. Du coup ce n'est pas le muscle ciliaire qui est la cause de la presbytie, puisque celui-ci conserve sa capacité de contraction au cours du vieillissement. L'origine du trouble vient plutôt du cristallin.

Cette rigidité du cristallin s'explique par plusieurs changements : il continue à produire de nouvelles couches en continu, ce qui le rend plus compact. Ainsi une diminution progressive de son hydratation, et une perte d'élasticité de la capsule. Par ailleurs, les transformations internes du cristallin ont également un effet sur ses propriétés optiques. Malgré une augmentation de son épaisseur et de sa courbure avec l'âge, sa puissance optique n'augmente pas. Au contraire, elle tend à diminuer légèrement, ce qui contribue à une évolution vers l'hypermétropie, fréquemment observée après l'âge de 30 ans.

Enfin, la presbytie est surtout due à la perte de la souplesse progressive du cristallin même s'il existe d'autres facteurs qui participent à son apparition qu'ils soient liés au cristallin ou à des structures environnantes. (2)

Conclusion :

L'accommodation est une fonction essentielle de la vision de près. Cependant, cette capacité diminue progressivement avec l'âge à cause des modifications du cristallin, conduisant à la presbytie. La compréhension de ce développement permet d'aborder, dans le chapitre suivant, les anomalies accommodatives et leur évaluation.

Chapitre II :

Les anomalies de l'accommodation et leurs prise en charge .

Introduction :

Ce chapitre va s'intéresser aux différentes anomalies de l'accommodation, en détaillant leurs étiologies, leurs signes cliniques, les méthodes d'exploration.

De manière générale, ces anomalies peuvent être classées en deux catégories : celles où l'accommodation est excessive par rapport à la demande visuelle (excès d'accommodation spasmes accommodatifs,) et celles où elle est insuffisante pour assurer un bon fonctionnement visuel (Insuffisance accommodative, Fatigue accommodative, Paralysie accommodative, Inertie accommodative).

II.1. Classification des anomalies accommodatives :**II.1.1. Excès accommodatif :**

L'**excès accommodatif** est une anomalie fonctionnelle du système accommodatif caractérisée par une **augmentation** trop importante et prolongée **du tonus accommodatif**, liée à une hyperactivité du muscle ciliaire. Il se traduit par une difficulté à relâcher l'accommodation lors du passage de la vision de près à la vision de loin, pouvant induire un **spasme accommodatif partiel ou transitoire**. Cette dysfonction entraîne une instabilité de la réfraction et peut s'intégrer dans le cadre des troubles de la vision binoculaire.

La symptomatologie : de l'excès accommodatif s'inscrit dans le cadre des manifestations d'**asthénopie accommodative**, sans être toujours spécifiques. Ils incluent notamment une baisse fluctuante de la performance visuelle, des céphalées, une fatigue oculaire, des sensations de tension ou de douleur périorbitaire, des larmoiements, ainsi qu'une photophobie., une diminution de l'efficacité en vision de près et des difficultés de concentration. Ces manifestations apparaissent surtout lors d'activités sollicitant la vision de près, comme la lecture ou le travail sur écran.

- Dans le cadre d'un **excès accommodatif**, les performances sont altérées lors des tests nécessitant un **relâchement de l'accommodation**
- **Accommodation relative négative (ARN)** : elle est généralement diminuée, bien qu'elle puisse parfois se situer dans les limites de la normale, en fonction du degré d'implication du trouble.
- **Facilité accommodative** : elle est le plus souvent réduite. Le patient présente typiquement des difficultés à relâcher l'accommodation lors du passage à travers des lentilles positives (convexes), avec un temps de réponse allongé ou une incapacité à clarifier la cible.

Sur le plan clinique :

- Au test duochrome en vision de près, une préférence pour le rouge peut être observée
- En skiascopie dynamique, on peut noter un mouvement inverse. (3)

II.1.2 spasme accommodatif :

Le spasme accommodatif est défini de manière variable selon les auteurs. Certains utilisent ce terme pour tout excès d'accommodation, tandis que d'autres le réservent aux formes sévères. Une autre approche le définit comme une accommodation excessive intermittente, donc instable

À l'examen : les signes ressemblent à ceux d'un excès d'accommodation, mais le spasme se distingue par une accommodation instable avec des résultats variables, Par exemple, lors de la skiascopie, le mouvement du reflet n'est pas constant, et au test duochrome, le patient fournit des réponses fluctuantes. (4)

II.1.3 Inertie accommodative :

L'**inertie accommodative** correspond à une difficulté à **modifier** rapidement et précisément le niveau d'accommodation. L'amplitude est généralement normale, c'est l'aspect dynamique de la réponse accommodative qui est anormal, avec une latence augmentée et une vitesse diminuée

L'origine est le plus souvent **fonctionnelle**, liée notamment à un travail prolongé de près, au stress ou à la fatigue. Elle peut aussi être associée à un **trouble des vergences fusionnelles**.

La symptomatologie : Les signes sont proches de ceux de l'asthénopie accommodative (fatigue oculaire, céphalées, vision floue).

Le symptôme le plus caractéristique : est une **difficulté à passer du loin au près et vice versa** avec un **flou temporaire**. Une **diplopie intermittente** peut apparaître en cas de déséquilibre oculomoteur associé.

Sur le plan clinique :

- La flexibilité accommodative est faible en monoculaire et binoculaire et une difficulté avec les verres convexes et concaves
- ARN et ARP faibles
- Amplitude et retard accommodatif généralement normaux

Pour que le diagnostic d'inertie accommodative soit correctement établi, il faut que le sujet ait du mal à relâcher et à mettre en jeu rapidement l'accommodation. (5)

II.1.4 Paralysie accommodative :

La paralysie de l'accommodation est une affection rare, le plus souvent causée par une maladie ou par l'action de certains médicaments.

L'atteinte peut se situer à différents niveaux :

- Au niveau du système nerveux central,
- Sur la voie parasympathique du nerf oculomoteur (III),
- Ou directement au niveau du muscle ciliaire.

Sur le plan clinique :

- Amplitude d'accommodation très diminuée ou absente, d'un œil ou des deux
- Mydriase fréquente avec des réflexes pupillaires faibles ou absents
 - En cas d'atteinte asymétrique : anisocorie
 - Possibles signes associés d'atteinte du III :
- Ptôsis (chute de la paupière)
- Exotropie (déviation de l'œil vers l'extérieur)
- Diminution de la motilité oculaire. (4)

II.1.5 Insuffisance accommodative :

Selon Duke-Elder l'insuffisance accommodative correspond à une diminution de la capacité d'accommodation, liée soit à une sclérose prématurée du cristallin, soit à une faiblesse du muscle ciliaire, entraînant une amplitude accommodative instable.

Sur le plan clinique :

- L'amplitude d'accommodation est inférieure à la normale pour l'âge
- L'accommodation relative positive est diminuée, tandis que l'accommodation relative négative reste normale
- La flexibilité accommodative peut être réduite, notamment si le sujet a du mal à accommoder avec des verres concaves
- Les tests de positionnement accommodatif révèlent un retard supérieur aux valeurs normales
- D'autres signes peuvent inclure une ésophorie, voire une ésoptropie en vision de près, un effort accommodatif important et un rapport AC/A élevé. (5)

II.1.6 Fatigue accommodative :

La fatigue accommodative correspond à la difficulté de maintenir l'accommodation à un niveau constant sur une longue durée, ou uniquement au prix d'un effort important, ce qui peut provoquer une asthénopie. Elle représente une forme légère d'insuffisance accommodative

Les principaux symptômes : un flou intermittent en vision de près, survenant plus fréquemment en état de fatigue, ces manifestations sont aggravées en présence d'une hyperopie latente ou d'une presbytie débutante. En cas d'hyperopie latente, le patient peut également rapporter un flou intermittent en vision de loin, notamment lors de périodes de fatigue

À l'examen, les signes ressemblent à ceux de l'insuffisance accommodative, mais n'apparaissent qu'en cas de fatigue.

- L'amplitude d'accommodation est initialement normale ou légèrement réduite, mais décroît lors de tests répétés.
- La flexibilité accommodative peut également être normale au départ, mais diminue au cours du test ou après répétition.
- Le retard accommodatif est souvent normal au début, mais augmente avec la fatigue ou après un effort prolongé en vision de près.
- L'accommodation relative positive se situe entre normale et faible. (4)

Anomalie accommodative	Définition	Principaux symptômes	Caractéristiques cliniques
Excès accommodatif	Réponse accommodative excessive ou difficulté à relâcher l'accommodation.	Céphalées, fatigue visuelle, vision floue intermittente de loin après un travail de près.	Céphalées, fatigue visuelle, vision floue intermittente de loin après un travail de près.
Spasme accommodatif	Contraction involontaire et persistante du muscle ciliaire.	Vision floue, inconfort visuel, pseudo-myopie, céphalées.	Réponse accommodative excessive et involontaire, pouvant entraîner une myopie transitoire.
Insuffisance accommodative	Incapacité à fournir l'effort accommodatif attendu pour l'âge.	Difficulté en vision de près, fatigue visuelle, vision floue, baisse de concentration à la lecture.	Amplitude accommodative réduite d'au moins 2 D par rapport à la valeur attendue selon la formule d'Hofstetter. ARP faible.
Fatigue accommodative	Accommodation initialement normale mais qui diminue lors d'un effort prolongé en vision de près.	Vision fluctuante, fatigue oculaire, inconfort après la lecture prolongée.	Dégradation progressive des performances accommodatives avec le temps ou l'effort.
Inertie accommodative	Retard dans l'activation ou le relâchement de l'accommodation lors des changements de fixation.	Flou temporaire lors du passage de la vision de loin à la vision de près (ou	Amplitude accommodative normale, mais réponse accommodative lente. ARN et ARP souvent diminuées
Paralysie accommodative	Perte partielle ou totale de la capacité accommodative.	Vision de près très floue, incapacité à faire la mise au point de près.	Amplitude accommodative très faible ou nulle. Souvent associée à des causes neurologiques, traumatiques ou pharmacologiques.

Tableau 1 : anomalies accommodatives

II.2. La prise en charge des anomalies de l'accommodation :

La prise en charge des dysfonctionnements accommodatifs repose sur une démarche structurée qui débute par l'élimination d'une éventuelle origine organique ou pathologique. Lorsque cela est nécessaire, une correction étiologique peut être envisagée afin de réduire ou de supprimer les facteurs responsables du trouble. Dans la majorité des cas, la stratégie thérapeutique associe une correction optique par addition de près et/ou une rééducation visuelle.

II.2.1. Correction optique par addition en vision de près

L'utilisation d'une addition convexe en vision de près est principalement indiquée dans les situations d'insuffisance accommodative ou de fatigue accommodative. En revanche, elle n'est généralement pas recommandée en cas d'inflexibilité accommodative ou d'excès accommodatif, où elle pourrait aggraver le déséquilibre accommodatif.

Le choix de la puissance de l'addition repose sur l'évaluation des réserves accommodatives relatives. L'objectif est d'atteindre un équilibre fonctionnel entre l'ARN et l'ARP. En cas de doute entre deux valeurs d'addition, il est préférable de privilégier une configuration dans laquelle l'ARP reste légèrement supérieur à l'ARN, afin d'assurer une meilleure stabilité accommodative. (6)

➤ Exemple d'interprétation clinique :

- Sans addition, une dissociation entre ARN et ARP peut traduire une insuffisance de compensation accommodative.
- Une faible addition positive peut améliorer l'équilibre entre les deux mesures.
- Une addition trop élevée peut, au contraire, perturber la balance accommodative et réduire la flexibilité du système
- Avec la correction de loin :
ARN = +2.50
ARP = -1.25
→ Addition insuffisante

- Avec une addition de +0.50 :

$$\text{ARN} = +2.00$$

$$\text{ARP} = -1.75$$

→ Addition satisfaisante

- Avec une addition de +0.75 :

$$\text{ARN} = +1.75$$

$$\text{ARP} = -2.00$$

→ Addition trop forte

- Avec une addition de +1.00 :

$$\text{ARN} = +1.50$$

$$\text{ARP} = -2.25 \quad (4)$$

II.2.2. Détermination à partir du lag accommodatif

L'addition peut également être définie en fonction du retard accommodatif mesuré.

II.2.2.1. Mesures directes du lag (MEM / skiascopie hétérodynamique)

Lorsque le lag accommodatif dépasse environ 0,75 D, certains auteurs proposent de déduire une partie de cette valeur pour déterminer l'addition. Deux approches existent :

- Une approche plus conservatrice, visant à ramener le patient dans les valeurs normatives.
- Une approche plus prudente, qui limite la correction afin d'éviter une surcompensation. (6)

II.2.2.2. Mesures indirectes du lag (skiascopie isodynamique, duochrome, cylindres croisés)

Dans ces cas, l'addition est ajustée de manière à rapprocher le patient des valeurs physiologiques attendues. Par exemple, lorsque plusieurs dioptries sont nécessaires pour atteindre l'équilibre en skiascopie, une réduction partielle peut être appliquée lors de la prescription finale.

Validation clinique :

Dans tous les cas, il est essentiel de procéder à un test en conditions réelles à l'aide de verres d'essai. Cette étape permet :

- D'évaluer la tolérance du patient,
- D'observer la réponse subjective,
- Et d'adapter précisément la puissance finale de l'addition. (6)

II.2.3 Rééducation visuelle des anomalies accommodatives

La thérapie visuelle constitue l'axe principal de prise en charge, en particulier dans les cas d'inflexibilité accommodative ou d'excès accommodatif. Elle peut également être associée à une correction optique dans les insuffisances accommodatives.

Parmi les exercices les plus utilisés figurent les techniques de flexibilité accommodative, qui s'appliquent à plusieurs types de dysfonctionnements :

- Insuffisance accommodative
- Fatigue accommodative
- Inertie accommodative
- Spasme accommodatif. (6)

II.2.4. Exercices de flexibilité accommodative (rock accommodatif)

Le « rock accommodatif » a pour objectif de développer la rapidité et la souplesse de la réponse accommodative. Il consiste à alterner des stimulations positives et négatives de manière répétée, selon un principe similaire aux tests de flexibilité accommodative.

Lorsque la capacité initiale est relativement préservée, l'exercice est réalisé en vision binoculaire avec des puissances standards. En cas de déficit plus marqué, une adaptation progressive de la difficulté est nécessaire, soit en réduisant la puissance des lentilles, soit en débutant en monoculaire.

L'objectif thérapeutique est d'atteindre une performance fonctionnelle proche de la norme clinique, avec une exécution fluide et automatisée des cycles accommodatifs. La pratique régulière, sur plusieurs semaines, permet une amélioration progressive, avec des résultats souvent perceptibles dès les premières semaines de traitement. (4)

II.2.5. Sauts de fixation loin-près

Cet exercice vise à renforcer la capacité d'adaptation accommodative lors de changements rapides de distance de fixation. Il est particulièrement utile dans les cas d'inertie accommodative, mais peut également améliorer :

- L'amplitude accommodative en cas d'insuffisance,
- L'endurance accommodative en cas de fatigue,
- Et la flexibilité globale du système accommodatif.

Le principe repose sur une alternance contrôlée entre une cible éloignée et une cible rapprochée, en maintenant une stimulation visuelle précise et adaptée. L'utilisation de petites cibles permet de solliciter efficacement le système accommodatif. (4)

Tableau 13-2 Dysfonctionnements accommodatifs du non-presbyte – résumé des résultats typiques et traitements recommandés.

	Excès d'accommodation¹	Insuffisance accommodative²	Paralyse accommodative	Inertie accommodative
Amplitude d'accommodation	normale	inférieure à la valeur minimum attendue pour l'âge	très faible à nulle	normale
Retard accommodatif	faible ou nul ou avance de l'accommodation	élevé	très élevé	normal
Accommodations relatives	ARN faible ARP normale	ARP faible ARN normale	non approprié	ARN et ARP faibles
Facilité accommodative	difficultés à relâcher l'accommodation (avec +2.00D ou passage VP/VL)	difficultés à augmenter l'accommodation (avec -2.00D ou passage VL/VP)	non approprié	faible monoculairement; difficile de relâcher et d'augmenter l'accommodation
Autres résultats	- myosis - forte exophorie possible - esophorie possible	pseudo-insuffisance de convergence possible	- souvent asymétrique - mydriase et réflexes pupillaires très faibles	flou temporaire quand change de distance de fixation
Traitement de 1ère intention	- entraînement à relâcher l'accommodation + éventuellement réserves fusionnelles positives	- addition convexe + éventuellement entraînement à accommoder	- référer si nouveau - soulager avec addition convexe si ancien	entraînement de la flexibilité accommodative

Figure 1 : Dysfonctionnements accommodatifs du non-presbyte – résumé des résultats typiques et traitement recommandés

Conclusion :

Les anomalies de l'accommodation concernent différents troubles qui peuvent affecter la vision de près et le confort visuel. Leur diagnostic se base sur des signes cliniques et des tests spécifiques permettant d'évaluer le fonctionnement accommodatif. Ces éléments servent de base pour aborder dans le chapitre suivant les effets de l'usage intensif des écrans sur l'accommodation.

Chapitre III :

Effets de l'usage intensif des écrans sur l'accommodation

Introduction :

L'usage des écrans occupe aujourd'hui une place importante dans la vie quotidienne, notamment chez les étudiants. Cette évolution a modifié les comportements visuels et les habitudes de travail en vision de près. Ce chapitre traite des effets de l'usage intensif des écrans sur l'accommodation.

III.1. Les comportements visuels à l'ère numérique :**III.1.1. Transition du support papier vers les écrans :**

Aujourd'hui, les technologies numériques occupent une place très importante dans la vie quotidienne. La majorité de nos activités se fait à l'aide d'outils matériels. Avec le développement du numérique, ces outils ont beaucoup évolué, notamment avec l'apparition des écrans. Les smartphones, par exemple, sont devenus presque indispensables et accompagnent les utilisateurs dans la plupart de leurs activités. Ils servent à communiquer, à faire des achats en ligne, à rechercher des informations ou encore à se déplacer grâce aux applications numériques. (7)

Par ailleurs, dans le domaine scolaire, l'usage des outils numériques est aussi de plus en plus fréquent, même si leur utilisation optimale pour améliorer les résultats des élèves reste un défi. Avec le développement de l'apprentissage numérique, plusieurs systèmes éducatifs ont déjà intégré ces technologies dans leurs méthodes d'enseignement, et certains envisagent même des classes entièrement numériques. (8)

Cette évolution a profondément changé les façons d'apprendre et d'évaluer les élèves. Désormais, les élèves utilisent les écrans pour plusieurs activités : lire des documents en ligne, accéder à des plateformes éducatives comme Moodle, communiquer avec leurs enseignants et échanger avec leurs camarades. La pandémie de COVID-19 a accentué cette tendance, puisque l'enseignement s'est fait principalement à distance, à travers des outils numériques comme Zoom ou Microsoft Teams. Cela a obligé les enseignants à repenser leurs méthodes pédagogiques. Ainsi, il devient nécessaire de mieux comprendre les différences entre l'apprentissage sur écran et sur papier. (8)

Ainsi que, la lecture est l'un des domaines les plus touchés par ces changements. Les habitudes ont évolué, et les élèves lisent de plus en plus sur des supports numériques plutôt que sur papier. Cette transformation est aussi visible dans les évaluations internationales, comme l'étude PIRLS, qui propose désormais des tests en version numérique. Par exemple, en 2016, les élèves pouvaient passer l'évaluation soit sur papier soit sur ordinateur, ce qui permettait de comparer les deux formats. Cependant, dans les versions plus récentes, les tests sont principalement numériques, ce qui rend les comparaisons plus difficiles. Même si que depuis plusieurs années déjà, les chercheurs observent que les habitudes de lecture changent, surtout chez les jeunes qui ont grandi avec les technologies numériques, appelés souvent « natifs du numérique ». Aujourd'hui, la lecture sur écran est devenue une pratique courante et incontournable dans le système éducatif. Cependant, cela ne signifie pas forcément que le numérique est toujours plus efficace. Dans certains cas, la lecture sur papier peut être plus favorable à une meilleure compréhension. (8)

Enfin, les écrans sont intégrés dans plusieurs appareils électroniques et donnent accès aux contenus numériques. Avec les progrès technologiques, un même appareil peut aujourd'hui remplir plusieurs fonctions. Un ordinateur, une tablette ou une télévision connectée permet par exemple de naviguer sur Internet, de regarder des vidéos ou de communiquer. Même si un seul appareil peut réaliser différentes tâches, les personnes utilisent généralement plusieurs écrans au cours de la journée. Chaque appareil possède souvent un usage particulier selon les besoins de l'utilisateur. Ainsi, les écrans fonctionnent ensemble dans la vie quotidienne et participent à l'organisation des activités, du travail, des loisirs et des échanges sociaux. (7)

Le développement des écrans a donc profondément modifié les habitudes de vie et les modes de communication. Leur utilisation est devenue fréquente dans différents domaines, ce qui explique leur place centrale dans la société actuelle. (7)

III.1.2 Augmentation du temps d'exposition aux écrans (Statistiques mondiales) :

Dans ce contexte, il est important d'étudier les données récentes relatives au temps d'écran, ainsi que les différences observées selon les pays et les tranches d'âge.

À l'échelle mondiale, le temps moyen passé devant un écran atteint 33 heures et 13 minutes par semaine, soit environ 4 heures et 45 minutes par jour et surtout, les internautes âgés de plus de 16 ans passaient en moyenne 33 heures et 13 minutes par semaine à utiliser des médias en ligne au quatrième trimestre 2025, ce qui correspond à environ 4 heures et 45 minutes par jour.

Ces données proviennent du GWI, qui a récemment modifié sa méthodologie d'enquête concernant le temps d'écran. Par conséquent, les résultats actuels ne peuvent pas être directement comparés aux données des années précédentes

Toutefois, cette moyenne varie considérablement d'un pays à l'autre. Par exemple, aux États-Unis, les utilisateurs consacrent en moyenne 43 heures et 55 minutes par semaine aux médias en ligne Au quatrième trimestre 2025 tandis que ce chiffre s'élève à 55 heures et 24 minutes aux Philippines. À l'inverse, le Japon affiche un temps d'écran nettement plus faible, avec seulement 15 heures et 9 minutes par semaine

Aux États-Unis, les données les plus récentes indiquent un temps moyen quotidien de 6 heures et 40 minutes sur les appareils connectés, légèrement supérieur à la moyenne mondiale estimée à 6 heures et 38 minutes. Par ailleurs, une légère diminution a été observée depuis 2021, où le temps atteignait 7 heures et 4 minutes par jour. Selon Nielsen (2023), si l'on considère l'ensemble des médias (télévision, smartphones et tablettes), les adultes américains passent en moyenne 59 heures et 56 minutes par semaine, soit 8 heures et 34 minutes par jour.

Dans le détail, la télévision représente la part la plus importante avec 32 heures et 18 minutes hebdomadaires. Elle est suivie par l'utilisation des applications et sites web sur smartphone (16 heures et 24 minutes), puis par Internet et la vidéo sur ordinateur, ainsi que l'usage des tablettes

L'âge constitue également un facteur déterminant dans le temps d'exposition aux écrans. Les jeunes adultes sont les plus concernés : les 16–24 ans passent entre environ 42 heures et 53 minutes par semaine chez les femmes et 39h et 15 minutes chez les hommes sur des appareils connectés. À l'inverse, les personnes âgées de 65 ans et plus y consacrent nettement moins de temps, avec environ 19 heures hebdomadaires.

De manière générale, une diminution progressive du temps d'écran est observée avec l'avancée en âge. Les 25–34 ans passent environ 36 heures par semaine devant les écrans, contre un peu plus de 32 heures pour les 35–44 ans, puis environ 29 à 30 heures pour les 45–54 ans.

Chez les enfants et les adolescents, l'exposition aux écrans commence très tôt et reste élevée. D'ici 2026, près de 98 % des enfants de deux ans seront exposés quotidiennement aux écrans. En 2024, les enfants âgés de 5 à 8 ans passent en moyenne 3 heures et 28 minutes par jour devant un écran, contre 2 heures et 8 minutes pour les 2–4 ans, et environ 1 heure pour les moins de 2 ans.

Le temps d'écran à des fins de divertissement comprend diverses activités telles que la télévision, les vidéos en ligne, les réseaux sociaux, la navigation web, la lecture numérique ou encore la création de contenu.

Par ailleurs, une augmentation notable a été observée chez les préadolescents (8–12 ans), avec un passage de 4 heures et 36 minutes en 2015 à 5 heures et 33 minutes en 2021. Cette tendance est encore plus marquée chez les adolescents (13–18 ans), dont le temps d'écran est passé de 7 heures et 22 minutes en 2019 à 8 heures et 39 minutes en 2021, contre 6 heures et 40 minutes en 2015. (9)

III.2. Contraintes spécifiques des dispositifs numériques :

III.2.1. Vision à courte distance :

Les études ont mis en évidence l'importance de la distance écran-œil dans la sollicitation du système visuel lors de l'utilisation des écrans numériques. Ces travaux montrent que les utilisateurs adoptent spontanément des distances de travail relativement courtes, ce qui entraîne une augmentation de la demande accommodative et favorise l'apparition de symptômes de fatigue visuelle.

Dans une étude sur l'utilisation des smartphones, les chercheurs ont analysé la distance réelle de lecture chez de jeunes adultes durant une tâche continue de lecture sur smartphone pendant 60 minutes. Les mesures ont été réalisées à différents moments de l'expérience afin d'évaluer l'évolution de la distance œil-écran au cours du temps. Les résultats ont montré que les participants utilisaient leur smartphone à une distance moyenne d'environ 29 cm, avec certaines distances pouvant atteindre près de 20 cm chez certains sujets.

Les auteurs ont observé que cette distance restait relativement stable pendant toute la durée de la tâche, indiquant que les utilisateurs maintenaient une vision rapprochée continue sans périodes importantes d'éloignement visuel. Les chercheurs ont également constaté que les sujets utilisant leur smartphone à des distances plus courtes rapportaient davantage de symptômes de fatigue visuelle, notamment une sensation de tension oculaire, une fatigue des yeux et un inconfort visuel après l'utilisation prolongée du téléphone. Les auteurs soulignent que cette courte distance de travail impose une demande accommodative élevée et continue afin de maintenir la netteté de l'image rétinienne pendant toute la durée de la tâche visuelle. (10)

La seconde étude a évalué l'effet de différentes distances de travail sur l'accommodation oculaire, les symptômes visuels et la posture lors du travail sur ordinateur. Les participants réalisaient des tâches informatiques continues pendant deux heures à trois distances différentes : environ 52 cm, 73 cm et 85 cm. Les chercheurs ont analysé la réponse accommodative, les symptômes de fatigue visuelle ainsi que les modifications posturales observées durant l'expérience. Les résultats montrent que la distance la plus courte, proche de 52 cm, entraînait une sollicitation accommodative plus importante et une augmentation des symptômes visuels tels que la fatigue oculaire, l'inconfort visuel et la sensation de tension des yeux. Les auteurs ont également observé que lorsque la distance écran-œil augmentait, les participants avaient tendance à avancer spontanément la tête et le tronc afin de réduire la distance de visualisation. Cette adaptation traduisait une recherche de confort visuel permettant de maintenir une perception plus nette de l'image affichée sur l'écran. (11)

Les deux études mettent donc en évidence une tendance générale des utilisateurs d'écrans numériques à travailler à courte distance, que ce soit sur smartphone ou sur ordinateur. Les résultats montrent également que cette proximité visuelle impose une sollicitation accommodative soutenue et prolongée, nécessitant une contraction continue du muscle ciliaire afin de maintenir une image nette. Les auteurs soulignent que cette situation favorise l'apparition progressive de fatigue visuelle et d'inconfort oculaire lors d'une exposition prolongée aux écrans numériques.

III.2.2 Demande accommodative constante :

L'utilisation prolongée des écrans numériques impose une sollicitation continue du système accommodatif. En vision de près, l'œil doit maintenir une focalisation constante afin d'assurer la netteté de l'image rétinienne. Cette demande accommodative dépend directement de la distance de travail selon la relation ($A = 1/d$), où (A) représente l'accommodation en

dioptries et (d) la distance de fixation en mètres. Ainsi, un écran situé à 50 cm nécessite environ 2 dioptries d'accommodation, tandis qu'un smartphone placé à 33 cm impose près de 3 dioptries. Contrairement à la vision de loin, où l'accommodation est minimale, l'utilisation des écrans oblige le muscle ciliaire à rester contracté de manière prolongée, ce qui entraîne une fatigue progressive du système visuel.

Une première étude avait pour objectif d'évaluer le comportement du système accommodatif et de la convergence lors d'un travail prolongé sur ordinateur. Les chercheurs ont recruté de jeunes adultes ne présentant aucune pathologie oculaire ni anomalie binoculaire. Les participants devaient effectuer une tâche continue de lecture et de travail sur écran pendant environ 30 minutes à une distance fixe d'environ 50 cm. Durant toute l'expérience, les chercheurs mesuraient régulièrement la réponse accommodative et la convergence afin d'analyser leur stabilité au cours du temps.

Les résultats ont montré que l'accommodation restait maintenue de manière presque constante pendant toute la durée de la tâche visuelle. La réponse accommodative correspondait approximativement à la demande imposée par la distance de travail, soit près de 2 dioptries pour un écran situé à 50 cm. Les auteurs ont observé très peu de périodes de relaxation accommodative spontanée, ce qui signifie que le muscle ciliaire demeurait continuellement contracté afin de maintenir la netteté de l'image. Avec la progression du temps de travail, les sujets présentaient également une augmentation progressive de l'inconfort visuel ainsi qu'une légère instabilité accommodative.

Les chercheurs ont conclu que le travail sur écran impose une accommodation soutenue et continue, responsable d'un stress accommodatif pouvant contribuer au développement de la fatigue visuelle numérique et du syndrome visuel informatique. (12)

Dans le même sens une étude avait pour objectif d'analyser les microfluctuations accommodatives pendant un travail prolongé et d'évaluer leur relation avec la fatigue visuelle. Les chercheurs ont inclus des enfants et adolescents répartis en deux groupes : des sujets myopes et des sujets emmétropes. Les participants devaient réaliser une activité de vision rapprochée prolongée simulant les conditions habituelles d'utilisation des écrans numériques.

Pendant cette tâche, les auteurs ont enregistré les variations de la réponse accommodative afin d'étudier la stabilité du système accommodatif au cours du temps.

Les résultats ont montré que la réponse accommodative restait maintenue de façon continue durant toute la période de travail visuel. Cependant, les auteurs ont observé une augmentation progressive des microfluctuations accommodatives avec la durée d'exposition. Ces microfluctuations correspondent à de petites oscillations physiologiques de l'accommodation autour d'une valeur moyenne constante. Leur augmentation traduit une instabilité croissante du système accommodatif et un effort permanent du muscle ciliaire pour maintenir une image nette sur la rétine. L'étude a également révélé que les sujets myopes présentaient des fluctuations accommodatives plus importantes que les sujets emmétropes, indiquant une susceptibilité plus élevée à la fatigue accommodative. Les chercheurs concluent que le travail prolongé de près maintient le système accommodatif continuellement actif et favorise une augmentation du stress accommodatif susceptible de participer au développement de la fatigue visuelle et de la progression myopique. (13)

Dans une autre étude qu'avait l'objectif d'étudier les effets d'une demande accommodative constante et prolongée sur le confort visuel et les performances du système accommodatif. Les chercheurs ont soumis les participants à une tâche visuelle imposant une demande accommodative fixe de 3 dioptries pendant une durée de deux heures. Cette demande correspond approximativement à une distance de fixation de 33 cm, similaire à celle observée lors de l'utilisation d'un smartphone ou d'une tablette. Au cours de l'expérience, plusieurs paramètres ont été mesurés, notamment la stabilité accommodative, la vitesse de réponse accommodative ainsi que les symptômes subjectifs de fatigue visuelle.

Les résultats ont montré qu'une exposition prolongée à une demande accommodative constante entraînait une augmentation significative de la fatigue visuelle. Les auteurs ont observé une diminution de la stabilité accommodative ainsi qu'un ralentissement de la réponse du système accommodatif après la tâche prolongée. Les participants rapportaient également des symptômes importants tels que des céphalées, une lourdeur oculaire, une sensation de tension visuelle et une vision floue transitoire.

L'étude a démontré que le maintien continu d'une accommodation fixe provoque une surcharge fonctionnelle du muscle ciliaire et du système visuel dans son ensemble. Les chercheurs concluent que l'exposition prolongée aux écrans numériques, qui impose une demande accommodative stable et soutenue, constitue un facteur majeur dans l'apparition du syndrome visuel numérique et de la fatigue accommodative. (14)

Les études analysées montrent que l'utilisation prolongée des écrans numériques impose une accommodation soutenue et quasi constante, avec peu de phases de relaxation accommodative. Cette sollicitation continue entraîne une augmentation des microfluctuations, une instabilité du système accommodatif et l'apparition progressive de symptômes de fatigue visuelle. Ainsi, le maintien prolongé de l'accommodation lors du travail sur écran constitue un facteur central dans le développement du syndrome visuel numérique.

III.2.3. Instabilité accommodative induite par le contenu numérique :

Le contenu numérique peut provoquer une instabilité accommodative à cause des changements permanents de luminosité, de contraste et de résolution des écrans. Une étude réalisée sur différents types d'affichage montre que la résolution des images influence les microfluctuations accommodatives pendant l'utilisation des écrans numériques. Les auteurs expliquent que les variations de qualité d'image obligent le système accommodatif à faire des ajustements continus pour garder une image nette. Cette activité accommodative permanente augmente les microfluctuations accommodatives et diminue la stabilité de la réponse accommodative. L'étude montre aussi que cette instabilité devient plus importante lors d'une exposition prolongée aux contenus numériques. Les chercheurs rapportent également que l'augmentation des microfluctuations accommodatives est associée à une fatigue visuelle et à une diminution du confort oculaire pendant l'utilisation des écrans. (15)

Les études sur la fatigue visuelle numérique montrent aussi que l'utilisation prolongée des écrans augmente la variabilité accommodative et réduit la stabilité de la réponse accommodative. Les auteurs expliquent que les contenus numériques dynamiques sollicitent continuellement le système accommodatif, parce que l'œil doit maintenir une focalisation permanente pendant toute la durée d'utilisation des écrans. Cette sollicitation continue entraîne une augmentation des fluctuations accommodatives pendant le travail de près. L'étude montre également que l'utilisation prolongée des dispositifs numériques favorise l'apparition d'une fatigue accommodative et d'une instabilité du système visuel.

Les chercheurs ont observé une diminution du confort visuel ainsi qu'une augmentation des symptômes de fatigue oculaire après une exposition continue aux écrans numériques. Les résultats indiquent aussi que les pauses visuelles peuvent avoir un effet sur la stabilité accommodative pendant le travail prolongé sur écran. (16)

III.3. Impact physiologique des écrans sur l'accommodation :**III.3.1 Fatigue accommodative :**

L'utilisation des dispositifs numériques ces dernières années, comme les ordinateurs fixes, les ordinateurs portables, les tablettes, les liseuses électroniques et les smartphones est devenue intensive pour tout le monde. Et cela dans de nombreux domaines car ça a permis d'améliorer la productivité et de faire facilement les différentes tâches quotidiennes. Toutefois, cette évolution technologique a causé de risques pour la santé, en provoquant divers troubles, mais surtout sur la vision particulièrement chez les personnes qui utilisent ces écrans fréquemment et en longue durée .et d'après plusieurs études montrent que même une utilisation un peu plus modérée, d'environ trois heures par jour, peut causer quand même plusieurs problèmes de santé (visuel). Parmi eux syndrome **de vision informatique**, les **douleurs lombaires**, les **céphalées de tension**, ainsi que le **stress psychologique**.

Dans le milieu éducatif actuel, l'utilisation des écrans est de plus en plus importante, les étudiants universitaires sont les plus exposée à une fatigue oculaire numérique due à leurs utilisations excessives. Le passage rapide des méthodes d'enseignement vers des supports numériques a beaucoup augmenté le temps passé devant les écrans, c'est pour cela il est important d'étudier les effets possibles de cette exposition prolongée sur la santé visuelle des étudiants.

Cette situation a fait entrer le syndrome de vision informatique comme un problème de santé publique d'origine ophtalmologique de plus en plus fréquent, nécessitant une attention particulière. Malgré les nombreux avantages offerts par les technologies numériques, notamment l'accès rapide et étendu à l'information et aux ressources éducatives, leurs effets à long terme sur la santé oculaire restent encore insuffisamment explorés dans la littérature scientifique.

Dans ce cadre, une étude a été réalisée dans le but d'évaluer la fréquence et les caractéristiques de la fatigue oculaire numérique chez des étudiants universitaires à Hyderabad, en Inde. **D'après cette étude**, la fatigue oculaire numérique, également dites **Digital Eye Strain (DES)** ou **Computer Vision Syndrome (CVS)**, devient un problème de santé publique qui augmente, en particulier chez les étudiants où l'utilisation des appareils numériques est intensive.

Les résultats obtenus dans cette étude indiquent que l'ensemble des participants (100 %) possédaient un smartphone, tandis que 60,7 % déclaraient posséder un ordinateur

portable. L'âge moyen des participants était estimé à $22,3 \pm 2,5$ ans, et une majorité d'entre eux, soit 65,2 %, étaient de sexe féminin. Par ailleurs, **d'après les observations réalisées**, les symptômes les plus fréquemment signalés par les étudiants comprenaient les **maux de tête**, rapportés par 75,0 % des participants, suivis d'une **sensation de brûlure ou de démangeaison oculaire** chez 50,0 % des participants, ainsi que du **larmolement**, observé chez 49,1 % des étudiants. Les résultats ont également montré une augmentation significative du temps d'exposition aux écrans au cours des trois dernières années.

Enfin, **selon la conclusion de cette étude**, l'effet associé à la fatigue oculaire numérique apparaissent comme très répandues chez les étudiants universitaires, les maux de tête constituant le symptôme le plus fréquemment observé. (17)

III.3.2 Déséquilibre accommodation–vergence :

Selon certaines estimations statistiques, le nombre d'utilisateurs de téléphones mobiles en Inde devait atteindre environ **442 millions en 2022**. À l'échelle mondiale, **l'Inde, la Chine et les États-Unis** font partie des pays qui ont le plus grand nombre d'utilisateurs de smartphones, chacun dépassant largement **100 millions d'utilisateurs**. Une utilisation longue et répétée des téléphones mobiles peut causer des changements dans le fonctionnement de l'accommodation et de la vergence.

Parmi les paramètres visuels qui peuvent être influencés par l'utilisation prolongée des smartphones, on retrouve surtout l'amplitude accommodative, la facilité accommodative, la facilité vergentielle et le rapport AC/A. Plusieurs études ont déjà étudié les changements de l'accommodation et de la vergence après des périodes de lecture sur smartphone ou lors d'activités réalisées à courte distance. Cependant, la plupart de ces études ont analysé un nombre limité de paramètres visuels, ce qui ne permettait pas de savoir tous les effets liés à l'utilisation des smartphones. Dans ce contexte, cette étude a été réalisée pour faire une analyse prospective afin d'observer les changements des paramètres accommodatifs et vergentiel après une période contrôlée d'utilisation d'un smartphone.

Au total, **47 participants** ont été inclus dans l'étude, et ils étaient considérés comme ayant une vision normale. Leur âge variait entre **18 et 30 ans**. Avant de commencer la tâche visuelle, chaque participant a passé un examen oculaire complet. Cet examen comprenait la mesure de l'acuité visuelle de loin et de près à **40 cm**, à l'aide du tableau de Snellen, un examen à la lampe à fente et un examen du fond d'œil après dilatation de la pupille

Pour être inclus dans l'étude, les participants devaient avoir une acuité visuelle corrigée de **6/6**, une vision de près **N6**, un équivalent sphérique inférieur ou égal à **0,5 dioptrie**, et ne pas avoir d'antécédents de fatigue visuelle. Les personnes présentant un strabisme, une amblyopie, une maladie oculaire ou générale, ou ayant déjà subi une chirurgie oculaire ont été exclues de l'étude.

Tous les participants ont été évaluée en mesurant Plusieurs paramètres accommodatifs et vergentiels. Parmi ces paramètres, on retrouve le point proche d'accommodation (NPA), le point proche de convergence (NPC), les vergences fusionnelles positives et négatives, la facilité accommodative, la facilité vergentielle, l'accommodation relative négative et positive, ainsi que la réponse accommodative mesurée par la méthode MEM.

Ils devaient lire le texte à voix haute pendant **30 minutes sans interruption sur un smartphone place à 40cm**. Tous les paramètres visuels ont été mesurés de nouveau dans un délai maximum de **5 minutes après la lecture**.

Concernant les résultats, les **47 participants** comprenaient **17 hommes et 30 femmes**. L'âge moyen était de **21,2 ± 2,06 ans**.

Au niveau des paramètres accommodatifs, la réponse accommodative mesurée par MEM était en moyenne de **0,79 D** avant la lecture. Après **30 minutes de lecture sur smartphone**, cette valeur a augmenté à **1,47 D**, ce qui montre l'apparition d'un retard accommodatif chez environ **86 % des participants**. Cela indique que l'utilisation prolongée du smartphone diminue la précision de l'accommodation.

La facilité accommodative était en moyenne de **11,7 cycles par minute** avant la lecture, puis elle a diminué à **9,41 cycles par minute** après la lecture. Cette diminution montre une fatigue du système accommodatif après une utilisation prolongée du smartphone.

L'accommodation relative négative (NRA) était en moyenne de **2,71 D** avant la lecture et a augmenté à **3,07 D** après la lecture. L'accommodation relative positive (PRA) est passée de **3,0 D** à **3,89 D** après la lecture. Ces changements montrent une augmentation de la demande accommodative après l'utilisation du smartphone. Ils devaient lire le texte à voix haute pendant **30 minutes sans interruption sur un smartphone place à 40cm**. Tous les paramètres visuels ont été mesurés de nouveau dans un délai maximum de **5 minutes après la lecture**.

Concernant les résultats, les **47 participants** comprenaient **17 hommes et 30 femmes**. L'âge moyen était de **21,2 ± 2,06 ans**.

Au niveau des paramètres accommodatifs, la réponse accommodative mesurée par MEM était en moyenne de **0,79 D** avant la lecture. Après **30 minutes de lecture sur smartphone**, cette valeur a augmenté à **1,47 D**, ce qui montre l'apparition d'un retard accommodatif chez environ **86 % des participants**. Cela indique que l'utilisation prolongée du smartphone diminue la précision de l'accommodation.

La facilité accommodative était en moyenne de **11,7 cycles par minute** avant la lecture, puis elle a diminué à **9,41 cycles par minute** après la lecture. Cette diminution montre une fatigue du système accommodatif après une utilisation prolongée du smartphone.

L'accommodation relative négative (NRA) était en moyenne de **2,71 D** avant la lecture et a augmenté à **3,07 D** après la lecture. L'accommodation relative positive (PRA) est passée de **3,0 D** à **3,89 D** après la lecture. Ces changements montrent une augmentation de la demande accommodative après l'utilisation du smartphone.

Cependant, aucun changement significatif n'a été observé pour le point proche d'accommodation (NPA) ni pour le rapport AC/A, ce qui signifie que ces paramètres sont restés stables.

Concernant les paramètres de vergence, le point proche de convergence (NPC) était de **7,7 cm** avant la lecture et est passé à **9,14 cm** après la lecture. Cela veut dire qu'une diminution des capacités de convergence après l'utilisation du smartphone. Une diminution des vergences fusionnelles positives et négatives a aussi été observée, ce qui veut dire une difficulté à maintenir une bonne vision binoculaire après une activité visuelle prolongée.

La facilité vergentielle était de **13,51 cycles par minute** avant la lecture et a diminué à **10,71 cycles par minute** après la lecture, ce qui montre une fatigue du système vergentiel.

Aucune modification importante de l'acuité visuelle n'a été observée après la lecture sur smartphone. Cela signifie la stabilité de la vision globale malgré les changements observés dans l'accommodation et la vergence.

En conclusion, cette étude montre que **30 minutes de lecture continuant sur smartphone** peuvent provoquer des changements importants dans les fonctions visuelles, surtout au niveau des paramètres accommodatifs et vergentiels. Les résultats montrent que le

système de vergence peut être affectée lors des activités prolongées en vision de près. Une utilisation intensive des écrans peut causer une fatigue visuelle et des troubles de la vision binoculaire, surtout chez les jeunes adultes qui utilisent souvent les smartphones. (18)

III.4. Manifestations cliniques chez les étudiants :

Dans le contexte de cet article, montre l'importance d'analyser les mécanismes impliqués ainsi que les effets du temps d'écran sur la santé visuelle, en particulier en ce qui concerne le syndrome de vision informatique (Computer Vision Syndrome, CVS) et la myopie. L'objectif de ce travail est donc de connaître les différents facteurs de risque, les mécanismes physiopathologiques sous-jacents

- Les résultats de cette étude montrent que l'augmentation de l'utilisation des appareils électroniques dans la vie quotidienne cause une hausse significative du temps d'exposition aux écrans, ce qui peut devenir un facteur important des troubles de la santé oculaire. Le syndrome de vision informatique apparaît comme l'une des conséquences les plus fréquentes, se manifestant par une sécheresse oculaire, une fatigue visuelle et une vision floue.
- En parallèle, une exposition excessive aux écrans est également associée à une augmentation de la prévalence de la myopie, en particulier chez les enfants et les adolescents. Plusieurs mécanismes physiopathologiques permettent d'expliquer ces effets. Tout d'abord, en provoquant une diminution de la fréquence de clignement des paupières, ce qui réduit la stabilité du film lacrymal et favorise ainsi la sécheresse oculaire et l'irritation de la surface oculaire. Cette diminution du clignement entraîne une baisse de l'hydratation oculaire, contribuant à l'inconfort visuel.
- De plus, des effets négatifs de la lumière bleue émise par les écrans peuvent être nocifs sur les structures oculaires, notamment en augmentant le stress oxydatif et possible même des dommages au niveau de la rétine. Certaines études suggèrent également qu'une exposition prolongée à cette lumière pourrait être associée à une évolution plus rapide de la dégénérescence maculaire liée à l'âge, affectant la vision centrale.
- La fatigue visuelle liée aux écrans s'explique également par une sollicitation continue des muscles accommodatifs, responsables de la mise au point. Ainsi peut causer aussi une fatigue oculaire et participer à l'aggravation de troubles réfractifs comme la myopie. Plusieurs études ont d'ailleurs montré que les enfants qui utilisent beaucoup les écrans

présentent une prévalence plus élevée de myopie que ceux qui ont une utilisation modérée

- Les enfants et les adolescents sont les plus exposés aux facteurs de risque, à cause de leur vision qui est encore en développement. Une utilisation prolongée des écrans ou une forte sollicitation visuelle à cet âge peut augmenter le risque de myopie. Cette myopie peut ensuite continuer à évoluer et s'aggraver à l'âge adulte si elle n'est pas prise en charge correctement
- Les adultes, notamment ceux qui exerçant des activités professionnelles nécessitant un usage prolongé des écrans, peuvent également présenter des symptômes similaires tels que la fatigue oculaire et les manifestations du CVS, notamment beaucoup de facteurs affectant la situation comme une mauvaise posture, l'absence de pauses régulières ainsi que des périodes prolongées de travail continu sans repos visuel. Les conditions environnementales jouent également un rôle important, comme un éclairage inadéquat, un contraste trop élevé ou mal réglé des écrans, ainsi qu'un mauvais positionnement des dispositifs électroniques, qui contribuent tous à aggraver la fatigue visuelle
- En conclusion, l'utilisation excessive des appareils électroniques forme aujourd'hui un facteur important de troubles visuels, en particulier le syndrome de vision informatique et l'augmentation de la myopie. Les enfants et les adolescents sont particulièrement exposés à ces effets en raison de leur développement du système visuel qui est sensible. Les mécanismes impliqués incluent la lumière bleue, la fatigue accommodative et les conditions liées au confort visuel et postural.
- Enfin, bien que les technologies numériques offrent de nombreux avantages, leur impact sur la santé oculaire nécessite une attention accrue. Des recherches complémentaires ainsi que des politiques de santé adaptées sont indispensables afin de mieux encadrer l'utilisation des écrans et de limiter les effets visuels à long terme. (19)

Conclusion :

L'usage intensif des écrans peut influencer le fonctionnement accommodatif et entraîner différents effets sur la vision. Ces éléments permettent de mieux comprendre l'impact du numérique sur la santé visuelle, avant de passer à la partie pratique de ce travail.

Partie pratique

I. Introduction :

Après avoir présenté dans la partie théorique les effets de l'utilisation des écrans sur l'accommodation, une étude pratique a été réalisée afin d'évaluer les différents paramètres accommodatifs chez les sujets exposés aux écrans. Cette partie permet de mettre en application les notions théoriques à travers différents examens cliniques effectués dans des conditions adaptées.

Cette partie repose sur une étude réalisée au laboratoire LPCME de l'université Oran 1 dans des conditions d'examen adaptées. Elle comprend plusieurs étapes organisées selon un protocole précis, allant de la sélection des participants jusqu'à la réalisation des différents examens visuels. Des critères d'inclusion et d'exclusion ont été définis afin d'assurer une meilleure fiabilité des résultats obtenus.

L'évaluation clinique comprend d'abord des tests préliminaires permettant de vérifier l'état général du système visuel et de la vision binoculaire. Ensuite, plusieurs examens accommodatifs sont réalisés afin d'explorer le fonctionnement de l'accommodation à travers différents paramètres, comme l'amplitude accommodative, la facilité accommodative, le positionnement accommodatif et les accommodations relatives.

Les données recueillies au cours de cette étude seront présentées sous forme de résultats puis analysées et discutées afin de mieux interpréter les observations obtenues lors des examens réalisés

II. Objectif de l'étude :

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'impact de l'utilisation intensive des écrans sur le système accommodatif chez des étudiants. Elle s'intéresse aux modifications des principaux paramètres accommodatifs ainsi qu'à l'apparition éventuelle d'anomalies de la réponse accommodative liées à cette exposition prolongée.

Elle permet ainsi de mieux comprendre les effets de l'usage des écrans sur le fonctionnement visuel.

III. Protocole

III.1. Type et déroulement de l'étude

Nous avons réalisé une étude prospective, réalisée au laboratoire de recherche LPCME de l'université Oran 1 – Ahmed Ben Bella où l'environnement de travail était bien organisé, offrant des conditions adaptées à la réalisation des examens cliniques. Tout au long du protocole, nous avons disposé du matériel nécessaire et d'un encadrement permettant le bon déroulement des différentes étapes de l'évaluation auprès de 26 étudiants âgés de 18 à 29 ans, Les sujets inclus dans cette étude étaient majoritairement des étudiants de notre institut. Leur recrutement a été effectué durant toute la période de collecte des données. Chaque participant a bénéficié d'un ensemble d'examens et de tests destinés à évaluer les performances accommodatives. Cette étude avait pour objectif d'explorer les effets de l'exposition aux écrans numériques sur l'accommodation visuelle chez les jeunes adultes.

III.2. Critère d'inclusion

- Sujet bien corrigé
- Antécédents de fatigue visuelle
- Forte utilisation d'écran
- Age défini selon l'étude

III.3. Critères d'exclusion :

- Présence d'un strabisme
- Présence d'une amblyopie
- Présence d'une pathologie oculaire
- Antécédents de chirurgie oculaire

IV. Matériels et méthodes

Chaque participant a bénéficié d'un examen optométrique complet, comprenant un dépistage initial et une évaluation détaillée de la vision binoculaire. Le protocole de dépistage initial incluait d'abord une anamnèse qui était réalisée sur nos patients afin de recueillir leurs antécédents personnels et familiaux, ainsi que de mieux comprendre leurs besoins visuels et les éventuelles gênes qu'ils ressentaient.

Avant de commencer les examens, nous vérifions systématiquement la correction optique de chaque participant. Lorsque celle-ci était insuffisante ou inadaptée, une nouvelle correction était prescrite afin d'éviter toute influence sur les résultats des tests. Aussi pour les sujets se déclarant emmétropes ou ne portant pas de correction, un contrôle de la réfraction était également réalisé afin d'exclure toute anomalie réfractive non détectée.

Le cas où une nouvelle correction était prescrite, les participants portaient la nouvelle prescription pendant quelques jours afin de s'y habituer. Ils revenaient ensuite poursuivre les examens avec cette correction adaptée, ce qui permettait d'assurer des mesures plus fiables et plus représentatives de leur état visuel réel.

Ensuite, le protocole de l'étude était lancé. Il comprenait deux parties principales : les tests préliminaires, puis l'exploration des fonctions accommodatives, qui seront détaillées dans les sections suivantes.

IV.1. Les tests préliminaires :

Avant de commencer l'évaluation accommodative, plusieurs examens préliminaires ont été réalisés pour vérifier l'état général du système visuel et de la vision binoculaire des participants. Ces tests permettaient de détecter d'éventuelles anomalies visuelles pouvant influencer les résultats de l'étude, mais aussi d'assurer une meilleure orientation de l'examen clinique.

IV.1.1. Acuité visuelle

- **Matériel utilisé :**

- Un écran d'acuité visuelle ;
- Un cache oculaire.

- **Méthode**

L'évaluation de l'acuité visuelle a été réalisée en monoculaire puis en vision binoculaire. L'œil non testé était occlus à l'aide d'un cache oculaire.

Nous avons d'abord mesuré sans correction optique lorsque cela était nécessaire, puis avec la correction habituelle du patient. Les mesures ont été réalisées en vision de loin puis en vision de près, et les meilleures valeurs obtenues étaient notées pour chaque sujet.

IV.1.2. Test de Hirschberg :

- **Matériels :**

- Un stylo-lampe.
- Pièce légèrement sombre

- **Méthodes :**

Nous avons fait refléter un stylo-lampe sur les yeux du patient. Le patient devait fixer la lumière du stylo-lampe dirigée vers les yeux. Le reflet lumineux observé au niveau de la cornée nous permettait de voir l'alignement oculaire. Si un reflet symétrique était vu cela voulait dire généralement une absence de déviation manifeste, alors qu'un décentrement voulait dire une existence de déviation oculaire (esotropie ou exotropie).

IV.1.3. Réflexes pupillaires

- **Matériels**

- Lampe stylo
- Salle semi-obscur

- **Méthodes**

Nous avons fait projeter de la lumière avec un stylo-lampe successivement dans chaque œil pour observer la réaction pupillaire. Quand nous observions une constriction (myosis) de la pupille stimulée qui correspondait au réflexe direct, et la réaction de l'œil opposé permettait d'évaluer le réflexe consensuel.

Lorsque les réactions pupillaires étaient normales, les pupilles étaient considérées comme égales, rondes et réactives à la lumière et à l'accommodation et nous notions PERRLA

IV.1.4. Motilité oculaire

- **Matériels**

- Stylo lumineux ou cible accommodative
- Salle bien éclairée

- **Méthodes :**

Nous faisons projetées de la lumière dans différente direction du regard et e patient suivait la lumière du stylo-lampe sans bouger la tête dans les différentes directions du regard. Cet examen nous permettait d'évaluer les mouvements oculaires et de rechercher une éventuelle limitation ou anomalie oculomotrice.

Ce test nous permettait de savoir si une hyperaction, hypoaction ou paralysie oculomotrice existe

IV.1.5. Cover test

- **Matériels :**

- Cache-œil (occluteur)
- Stylo lamp

- **Méthode :**

D'abord, nous avons effectué un cover test unilatéral pour savoir si une tropie manifeste existe. Ensuite, nous avons réalisé un cover test alterné pour savoir la présence d'une phorie en rompant la fusion binoculaire. Nous faisons déplacé le cache oculaire alternativement devant chaque œil afin d'observer les mouvements de refixation et d'apprécier l'équilibre oculomoteur du patient.

Nous avons réalisé le cover test afin de rechercher la présence d'un strabisme ou d'une éventuelle hétérophorie.

IV.1.6. Worth Test

- **Matériels**

- Un test de Worth ;
- Des lunettes rouge-vert.

- **Méthode :**

Nous plaçons le test de Worth en face du patient et le patient portait des lunettes rouge-vert puis fixait les quatre points lumineux du test : deux points verts, un point rouge ainsi qu'un point blanc fusionné. Si le patient observait les quatre points nous notion t une fusion binoculaire correcte, mais s'il observait un nombre différent de points par exemple deux, trois ou cinq points pouvaient orienter respectivement vers une suppression ou une diplopie.

Cet examen nous permettait d'évaluer la qualité de la vision binoculaire et de la fusion sensorielle et donnait aussi des informations sur la dominance sensorielle et la stabilité de la fusion binoculaire.

IV.1.7. PPC (Punctum Proximum de Convergence)

- **Matériels**

- Petite cible de fixation
- Règle graduée

- **Méthodes :**

Nous avons placé une cible à 40 cm et nous avons demandé au patient de porter sa correction habituelle et de fixer cette cible, Nous avons ensuite rapproché progressivement la cible vers le nez du patient tout en maintenant sa fixation. Dès l'apparition d'un dédoublement ou d'une rupture de convergence, nous avons mesuré la distance correspondante : elle représentait le point de bris.

Enfin, nous avons éloigné la cible progressivement jusqu'au retour à une vision simple, ce qui nous a permis de déterminer le point de recouvrement.

Ce test nous permettait d'évaluer les capacités de convergence en vision de près et de rechercher un éventuel trouble de convergence.

IV.1.8. Test de stéréoscopie

- **Matériels :**

- Un carnet de stéréotests ;
- Des lunettes polarisées.

- **Méthode**

Nous demandions au patient de porter les lunettes polarisées puis d'observer les différentes figures proposées dans le carnet de stéréoscopie et d'identifier les images perçues en relief pour évaluer la perception de profondeur et la qualité de la vision binoculaire fine. Le score obtenu était ensuite relevé et noté pour chaque participant.

IV.2. Évaluation de la fonction accommodative :

IV.2.1. Amplitude d'accommodation :

- **Matériels**

- Carte de lecture ou cible accommodative
- Règle graduée / règle RAF

- **Méthodes :**

- Le sujet porte sa correction optimale de loin.
- Pour la mesure monoculaire, on cache l'œil gauche afin de tester l'œil droit (et inversement par la suite).
- L'examen doit se faire sous un éclairage normal :
 - Un éclairage faible diminue la stimulation accommodative.
 - Un éclairage trop fort provoque un myosis
- Nous avons présente une carte test en vision de près. Le sujet doit fixer la plus petite ligne/texte lisible selon son acuité.
- Consignes au sujet : fixer la plus petite ligne ou le plus petit texte et signaler dès que l'image devient floue de façon persistante pendant le rapprochement.
- Rapprocher lentement la carte test vers le sujet
- Noter la distance (d) au moment où le flou est perçu et vérifier qu'il persiste.
 - L'amplitude d'accommodation = $1/d$ (en dioptries).
 - Pour plus de précision, répéter la mesure 3 fois.
- Répéter la même procédure pour l'œil gauche.
- Effectuer ensuite la mesure en vision binoculaire.
- Notation des résultats : Noter les valeurs pour OD (œil droit), OG (œil gauche) et ODG (binoculaire).



Nous avons réalisé le test avec la correction optimale de loin du sujet. La mesure est effectuée en monoculaire puis en binoculaire sous un éclairage normal. Nous avons rapproché progressivement une cible de près jusqu'à l'apparition d'un flou persistant. La distance obtenue permet de calculer l'amplitude d'accommodation.

$$A = \frac{1}{d} - \frac{1}{D} \quad A = d1$$

Les résultats sont notés pour l'œil droit, l'œil gauche et en binoculaire.

IV.2.2. Facilité accommodative :

- **Matériels**

- Flippers accommodatifs : ± 2.00 D
- Carte de lecture près (40 cm)
- Chronomètre
- Cache-œil

- **Méthodes**

- Le patient porte sa correction optimale habituelle
- Une **cible de près** est placée à une distance de **40 cm** le sujet doit fixer la plus petite ligne/texte lisible selon son acuité.
- Le test est réalisé en monoculaire (un œil occlus) puis en binoculaire
- Nous avons présentée alternativement les faces +2,00 D et -2,00 D du flipper, et le patient doit signaler dès que la vision redevient nette après chaque inversion.
- Un cycle correspond au passage complet de +2,00 D à -2,00 D avec une réponse nette pour chaque face.

Partie pratique

- Le nombre de cycles réalisés en une minute est alors compté et comparé aux normes afin d'évaluer la performance accommodative.

Nous avons placé une cible de près à 40 cm et le sujet porte sa correction habituelle. Le test est réalisé en monoculaire puis en binoculaire à l'aide d'un flipper accommodatif $\pm 2,00$ D. nous avons comptabilisé le nombre de cycles réalisés en une minute afin d'évaluer la performance accommodative.



IV.2.3. Positionnement accommodatif (Lag / Lead)

- **Matériels :**

- Rétinoscope
- Barre de lentilles positive ou négative
- Carte de lecture
- Monture d'essai

- **Méthodes de MEM :**

- Le patient tient une cible à environ 40 cm
- L'examen se fait monoculaire ment
- L'éclairage est modéré pour maintenir une accommodation naturelle
- Nous avons éclairé la pupille avec la skiascopie et observe le mouvement du reflet rétinien :

Partie pratique

- **Mouvement dans le même sens** : indique un retard accommodatif (l'œil n'accommode pas assez)
- **Mouvement en sens inverse** : indique une avance accommodative (accommodation excessive)
- Nous plaçons des verres devant l'œil pour neutraliser le mouvement :
 - Si retard accommodatif : on ajoute des verres positifs (+)
 - Si avance accommodative : on ajoute des verres négatifs (-)
- Le verre qui neutralise le mouvement correspond à la valeur de l'erreur accommodative.

Valeur normale :

- **+0,50 D à +0,75 D** (léger retard physiologique)
- **Retard élevé (> +0,75 D) :**
 - Insuffisance accommodative
 - Fatigue visuelle
- **Avance accommodative (valeurs négatives) :**
 - Spasme accommodatif
 - Excès d'accommodation

Nous avons réalisé le test en monoculaire avec une cible placée à environ 40 cm. À l'aide d'un radioscope, on observe le mouvement du reflet rétinien afin d'évaluer un retard ou une avance accommodative. Nous avons utilisé ensuite des lentilles positives ou négatives pour neutraliser le mouvement et déterminer la valeur de l'erreur accommodative.



IV.2.4. Les accommodations relatives

- **Matériels**

- **ARN (Accommodation Relative Négative)**

- Lentilles positives
 - Acuité de près
 - Flippers accommodatifs

- **ARP (Accommodation Relative Positive)**

- Lentilles négatives
 - Cible de près
 - Flippers accommodatifs

- **Méthodes :**

- La correction de référence est mise en place : chez un sujet non presbyte, il s'agit de la correction optimale de loin.
- La cible est positionnée à 40 cm, et le sujet doit à fixer les plus petites lettres qu'il peut identifier.
- Le test est en vision binoculaire, avec un éclairage normal.
- Nous avons ajouté progressivement des lentilles convexes (+) en binoculaire.
- Poursuivre jusqu'à ce que les lettres deviennent floues de manière persistante, sans récupération de netteté après quelques secondes.
- Noter la **dernière valeur convexe** permettant une vision flou constante
- Revenir à la formule optique initiale (de référence)
- Nous avons ajoute progressivement des **lentilles concaves (-)** en binoculaire.
- Continuer jusqu'à l'apparition d'un **flou constant**, non réversible après quelques secondes.
- Retenir la **dernière valeur concave** qui précède l'embrouillement constant.

- **ARN** : quantité de **convexe (+)** ajoutée à la correction de référence juste avant l'embrouillement constant.
- **ARP** : quantité de **concave (-)** ajoutée dans les mêmes conditions.

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

- **ARN** : +2.00 à +2.25
- **ARP** : -2.25 à -2.50

Nous avons réalisé le test en vision binoculaire avec une cible placée à 40 cm. Nous ajoutons progressivement des lentilles positives pour mesurer l'ARN jusqu'à l'apparition d'un flou constant. Après retour à la correction initiale, nous avons ajouté progressivement des lentilles négatives afin de mesurer l'ARP

V. Résultats :

Notre étude réalisée sur un échantillon de 26 étudiants, a été défini selon un protocole, afin d'évaluer les dysfonctionnements accommodatifs potentiellement associés à l'exposition aux écrans. Les données recueillies ont été organisées et analysées à l'aide de tableaux et de représentations graphiques, permettant une meilleure visualisation de la distribution des anomalies accommodatives au sein de la population étudiée.

Partie pratique

V.1. Tableau récapitulatif des résultats de l'étude :

	Pré-test							Evaluation de l'accommodation				
Cas	Age	Asthénopie	Réfraction	AVC	COVER	WORTH	PPC (Cm)	Amplitude accommodatif	Facilité (Cpm) (Block)	Positionnement (δ)	Arn (δ)	Arp (δ)
1	23	-	Emmétrope	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	Ortho	Fusion normal		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		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		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		Od : 9,6 Og : 10,5 Bino : 10,1	Od : 17 Og : 18 Bino : 17	+0,50	+2,00	-2,50

Partie pratique

5	23	+	Emmétrope	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	Ortho	Fusion normal		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		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		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		Od : 5,08 Og : 5,2 Bino : 5,35	Od : 1 - Og : 14 - Bino : 3-	+2,00	>+3,5 0	-1,50
9	22	-	Emmétrope	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	Ortho	Fusion normal		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		Od : 9 Og : 9,3 Bino : 9,3	Od : 3 + Og : 3,5 + Bino : 4 +	-0,25	+1,75	>-3,50

Partie pratique

11	21	+	Od : -3,25 (-1,25) 160° Og : -3,25 (-1,00) 180°	Od : 10 Og : 10 Bino : 10	Ortho	Fusion normal		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		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		Od : 9,4 Og : 9,6 Bino : 9,3	Od : 9 + Og : 9,5 + Bino : 10+	-0,50	+3,00	>-3,50
14	20	+	Emmétrope	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	X'	Fusion normal		Od : 9,5 Og : 9,2 Bino : 10,1	Od : 14,5 Og : 14 Bino : 12	+0,50	+3,00	>-3,50
15	20	+	Emmétrope	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	X'	Fusion normal		Od : 9,5 Og : 9,8 Bino : 9,6	Od : 7,5 + Og : 5,5 + Bino : 3,5+	-0,25	+3,25	>-3,50

Partie pratique

16	20	-	Emmétrope	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	Ortho	Fusion normal		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		Od : 9,3 Og : 9,6 Bino : 9,5	Od : 12 Og : 11 Bino : 10,5	+0,75	>+3,5 0	>-3,50
18	21	+	Emmétrope	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	Ortho	Fusion normal		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		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		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) 75°	Od : 12 Og : 09 Bino : 12	Ortho	Fusion normal		Od : 9,3 Og : 9 Bino : 9,3	Od : 2 + Og : 1 + Bino : 3 +	-1,25	+2,00	>-3,50

Partie pratique

22	23	+	Od : -2,75 (-1,25) 170° Og : -2,25 (-1,50) 80°	Od : 10 Og : 10 Bino : 12	Ortho	Fusion normal		Od : 9,3 Og : 9,5 Bino : 9	Od : 0 + Og : 0 + Bino : 0 +	-1,25	+2,00	-2,50
23	23	-	Emmétrlope	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	Ortho	Fusion normal		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	+	Emmétrlope	Od : 12 Og : 12 Bino : 12	Ortho	Fusion normal		Od : 10 Og : 9,6 Bino : 9,5	Od : 3,5 + Og : 2,5 + Bino : 3 +	-0,50	+1,75	>-3,50
25	19	-	Emmétrlope	Od : 12 Og : 10 Bino : 12	Ortho	Fusion normal		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	-	Emmétrlope	Od : 10 Og : 10 Bino : 12	X'	Fusion normal		Od : 10,2 Og : 10,2 Bino : 10,2	Od : 4 + Og : 3,5 + Bino : 1,5+	-0,25	+2,00	>-3,50

Tableau 2 : résultat du bilan

V.2. La répartition selon les dysfonctionnements accommodatifs :

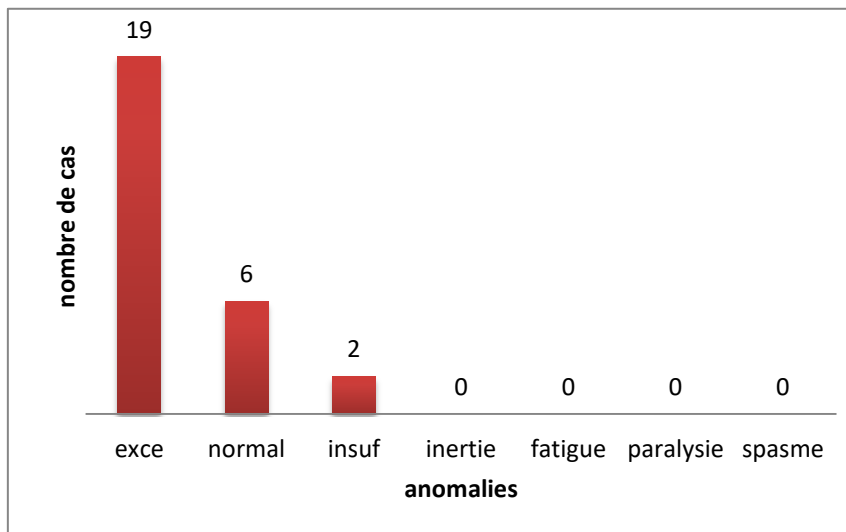


Figure 2 : histogramme de la distribution des anomalies accommodatives au sein de l'échantillon

Le premier histogramme montre :

- Excès accommodatif : 19 cas
- Normaux : 5 cas
- Insuffisance accommodative : 2 cas
- Inertie, fatigue, paralysie et spasme : 0 cas

Sur un total de 26 sujets (d'après le graphique), cela représente environ :

- **Excès accommodatif : 19 cas → 73,07 %**
- **Normaux : 5 cas → 19,2 %**
- **Insuffisance accommodative : 2 cas → 7,7 %**

L'excès accommodatif constitue de loin l'anomalie la plus fréquemment observée dans l'échantillon étudié. Plus de deux tiers des étudiants présentent des signes compatibles avec une avance accommodative, tandis que l'insuffisance accommodative reste peu représentée avec une absence des autres anomalies dans notre étude.

Cette prédominance pourrait être liée aux sollicitations prolongées en vision de près induites par l'utilisation intensive des écrans numériques, nécessitant un effort accommodatif continu.

V.3. La répartition selon le taux d'exposition aux écrans :

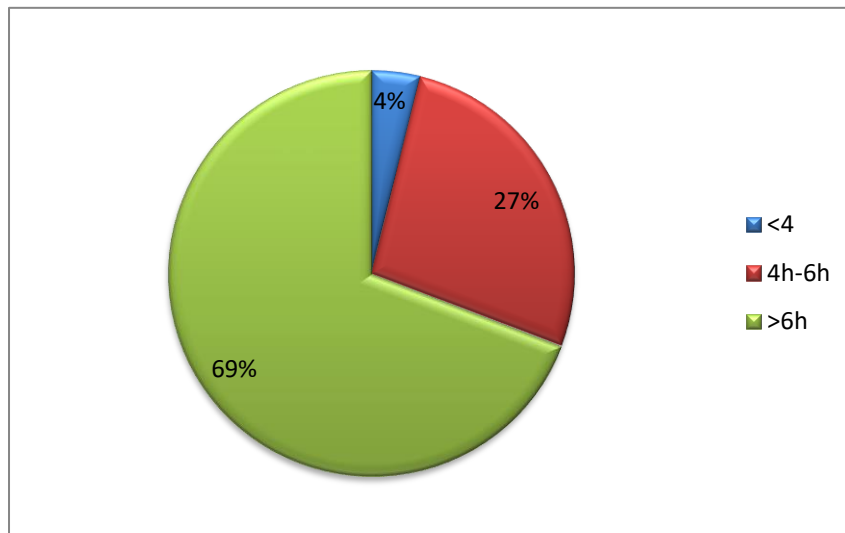


Figure 3 : le taux d'exposition des participants aux écrans.

Ce camembert met en évidence la répartition du temps quotidien passé sur smartphone au sein de la population étudiée (N = 26). Après conversion des pourcentages en effectifs, on observe que :

- **Utilisation élevée (> 6 h/jour) :** 81 % ($\approx$ 21 étudiants)
- **Utilisation modérée (4–6 h/jour) :** 15 % ($\approx$ 4 étudiants)
- **Utilisation faible (< 4 h/jour) :** 4 % ($\approx$ 1 étudiant)

Ces résultats montrent qu'une très grande majorité des étudiants présentent une utilisation intensive du smartphone, avec plus de quatre étudiants sur cinq exposés aux écrans pendant plus de 6 heures par jour. À l'inverse, seuls 4 % des participants rapportent une utilisation inférieure à 4 heures quotidiennes.

V.4. La répartition de l'amplitude d'accommodation selon valeur théorique et la mesure pratique :

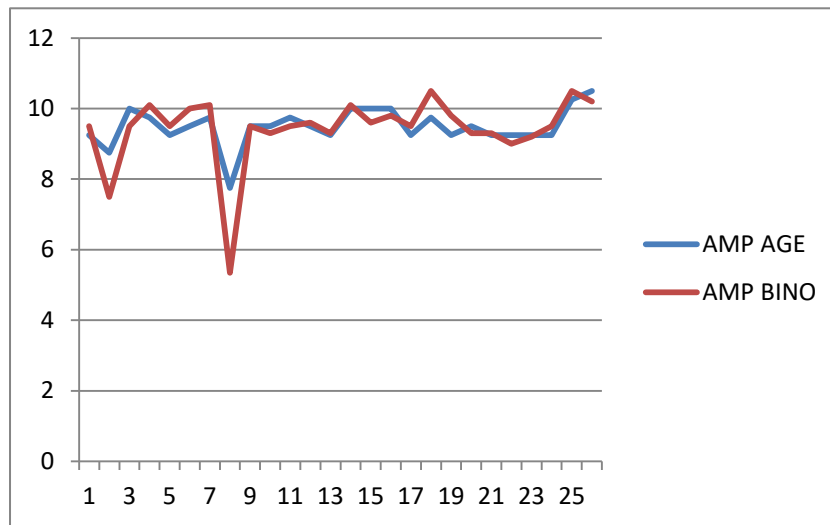


Figure 4 : graphe comparatif de l'amplitude accommodative binoculaire mesurée et minimale attendue calculée selon l'âge.

Nous observons que les deux courbes sont globalement très proches. La majorité des sujets présente une amplitude accommodative comprise dans les normes physiologiques attendues pour leur tranche d'âge. Quelques participants montrent toutefois une légère diminution de cette amplitude, et un cas particulier (cas 8) présente une valeur nettement inférieure à la norme, avoisinant 5,5 D.

Dans l'ensemble, les amplitudes accommodatives mesurées restent conformes aux valeurs théoriques attendues chez des sujets âgés de 18 à 29 ans, ce qui suggère que la capacité accommodative maximale est globalement préservée chez la majorité des participants.

Ce résultat est particulièrement intéressant dans la mesure où il montre que l'excès accommodatif observé dans l'étude ne s'accompagne pas d'une diminution de l'amplitude accommodative, suggérant ainsi que les anomalies mises en évidence relèvent davantage d'un dysfonctionnement fonctionnel que d'une limitation de la capacité accommodative maximale.

Les sujets accommodent suffisamment, voire excessivement, mais rencontrent principalement des difficultés à relâcher leur accommodation. C'est une caractéristique classique de l'excès accommodatif.

V.5. La répartition selon la facilité accommodative :

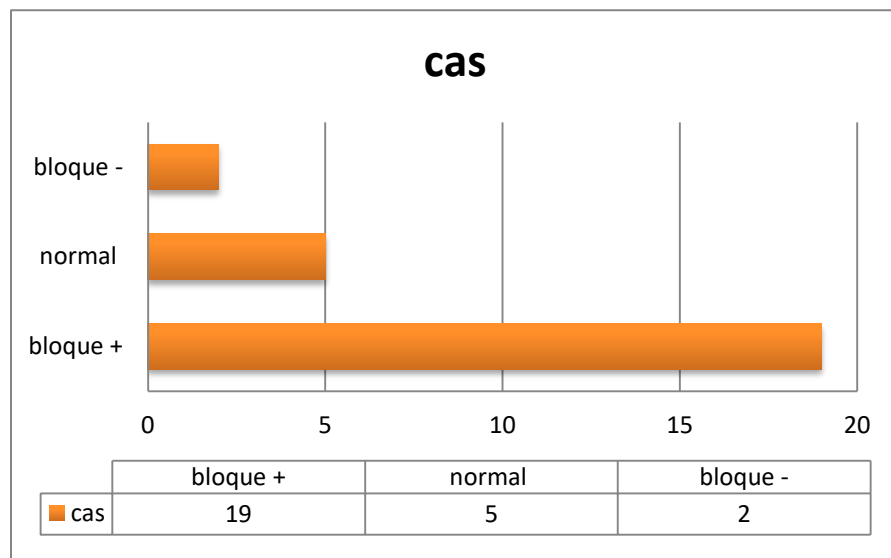


Figure 5 : répartition selon les résultats de la facilité accommodative

Sur un échantillon total de $N = 26$ étudiants universitaires âgés de 18 à 29 ans, la répartition des comportements observés lors du test de facilité accommodative met en évidence trois profils cliniques distincts.

Le blocage au convexe (réponse +) constitue le profil largement majoritaire, observé chez 19 participants (73,07 %) de l'échantillon. Ce résultat présente un blocage sélectif aux verres convexes, traduit une difficulté prédominante à relâcher l'accommodation lors de l'introduction de verres positifs. Ce profil est compatible avec une tendance à un excès accommodatif fonctionnel.

Un comportement accommodatif considéré comme normal et équilibré est retrouvé chez 5 participants (19,2 %), correspondant à moins d'un quart de la population étudiée. Ces sujets présentent une flexibilité accommodative compatible avec les normes attendues chez les jeunes adultes, indiquant que seule une fraction limitée de l'échantillon conserve une flexibilité accommodative dans les normes

Enfin, le blocage au concave (réponse -) reste minime, avec seulement 2 cas (7,7 %), indiquant une difficulté à stimuler l'accommodation dans une proportion très faible de l'échantillon, ce qui suggère une insuffisance accommodative peu représentée dans cette population.

Dans l'ensemble, ces résultats décrivent un déséquilibre fonctionnel de la dynamique accommodative, caractérisé par une altération prédominante de la capacité de relaxation du système accommodatif dans cet échantillon d'étudiants fortement exposés aux écrans, du coup La répartition globale des comportements cliniques suggère une prédominance nette d'un profil de dysfonction accommodative orienté vers la difficulté de relâchement accommodatif.

V.5.1. L'étude de la facilité accommodative dans les cas d'excès d'accommodation :

19 sujets (73,1 %) présentaient un blocage au verre positif lors de l'évaluation de la facilité accommodative. Le graphique présente les performances monoculaires et binoculaires de ces sujets

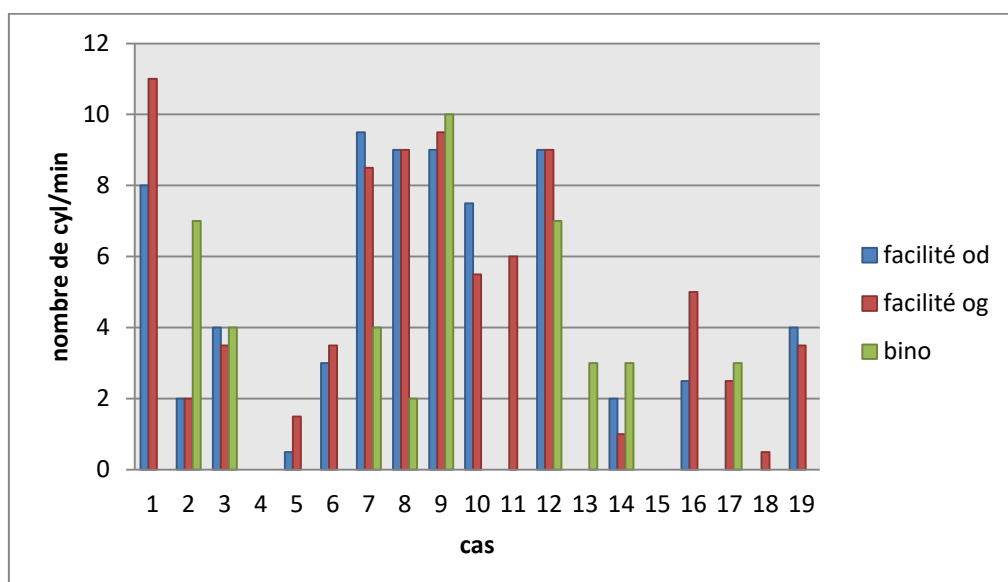


Figure 6 : histogramme des résultats de la facilité accommodative des excès d'accommodation (bloque +)

Les résultats montrent que la majorité des participants présentent des valeurs inférieures aux normes cliniques de référence, fixées à ≥ 11 cpm en monoculaire et ≥ 8 cpm en binoculaire.

En monoculaire, les performances de l'œil droit et de l'œil gauche sont généralement comprises entre 2 et 9 cpm. Aucun sujet n'atteint de manière franche la norme attendue de 11 cpm, traduisant une diminution globale de la flexibilité accommodative.

En binoculaire, les performances apparaissent encore plus altérées. Plusieurs participants présentent des valeurs comprises entre 1 et 4 cpm, très inférieures à la norme de 8 cpm. Cette diminution reflète une difficulté importante à modifier rapidement la réponse accommodative.

Le fait que ces 19 sujets soient spécifiquement bloqués au verre positif est un résultat majeur. Lors du test de facilité accommodative, le verre positif exige un relâchement de l'accommodation. Le blocage observé indique donc que les participants rencontrent des difficultés à diminuer leur réponse accommodative.

Cette réaction constitue l'un des signes cliniques les plus caractéristiques de l'excès accommodatif.

V.5.2. L'étude de la facilité accommodative dans les cas d'insuffisance d'accommodation :

2 sujets (7,7 %) présentaient un blocage au verre négatif lors de l'évaluation de la facilité accommodative. Le graphique présente les performances monoculaires et binoculaires de ces sujets.

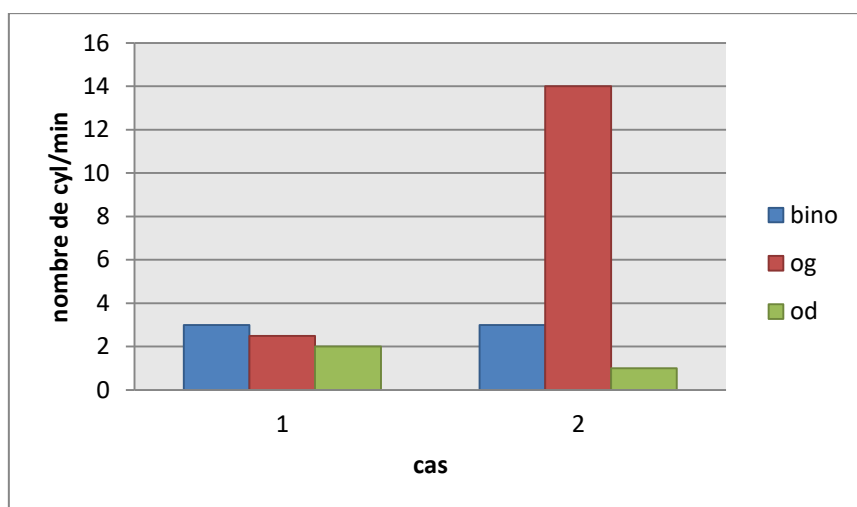


Figure 7 : histogramme des résultats de la facilité accommodative des insuffisances d'accommodation (bloque -)

Les résultats obtenus sont inférieurs aux normes cliniques de référence, traduisant une diminution de la flexibilité accommodative.

Le blocage observé au verre négatif, qui nécessite une stimulation de l'accommodation, indique une difficulté à augmenter la réponse accommodative, signe caractéristique de l'insuffisance accommodative. Ces résultats suggèrent que, bien que moins fréquente que l'excès accommodatif dans notre population, l'insuffisance accommodative est également présente chez certains étudiants.

V.6. Etude relative aux réponses des accommodations relatives :

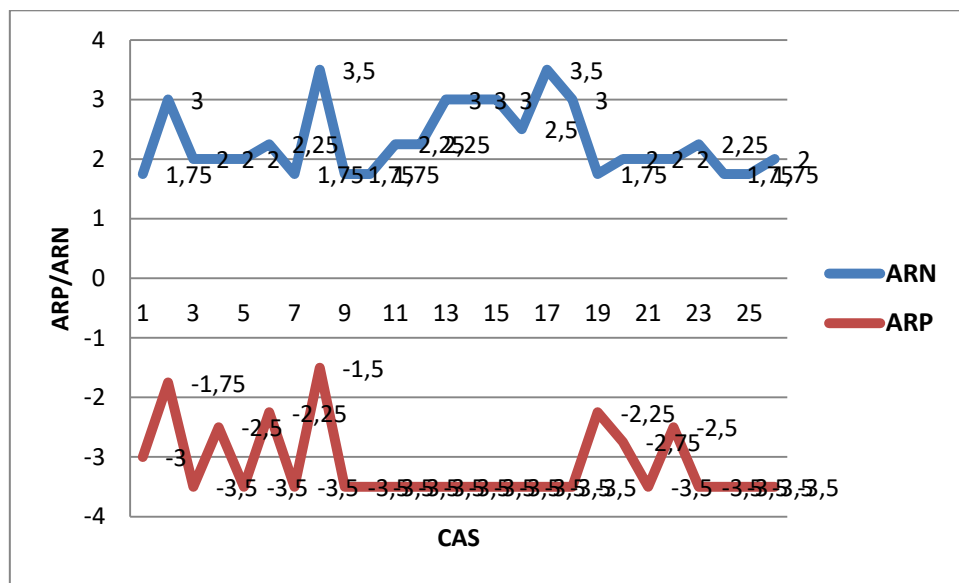


Figure 8 : Etude relative aux réponses des accommodations relatives

Le graphique de l'ARN et de l'ARP montre que la majorité des participants présentent une diminution de l'ARN (entre +1,75 D et +2,50 D), associée à une augmentation de l'ARP par (entre -3,00 D et -3,50 D) rapport aux normes cliniques. Ce profil est caractéristique d'un excès accommodatif, indiquant une difficulté à relâcher l'accommodation tout en conservant une forte capacité à la stimuler.

Deux participants (cas n°2 et n°8) présentent au contraire une ARN augmentée et une ARP diminuée, ce qui correspond à une insuffisance accommodative. Par ailleurs, quelques sujets possèdent des valeurs d'ARN et d'ARP situées dans les limites normales, témoignant d'une fonction accommodative normale.

Dans l'ensemble, ces résultats mettent en évidence une prédominance de l'excès accommodatif au sein de l'échantillon étudié, tandis que l'insuffisance accommodative reste peu fréquente. Cette tendance pourrait être liée à l'importance des activités prolongées en vision de près et à l'utilisation intensive des écrans numériques.

V.7. Etude du comportement accommodatif :

V.7.1. La répartition selon le positionnement accommodatif :

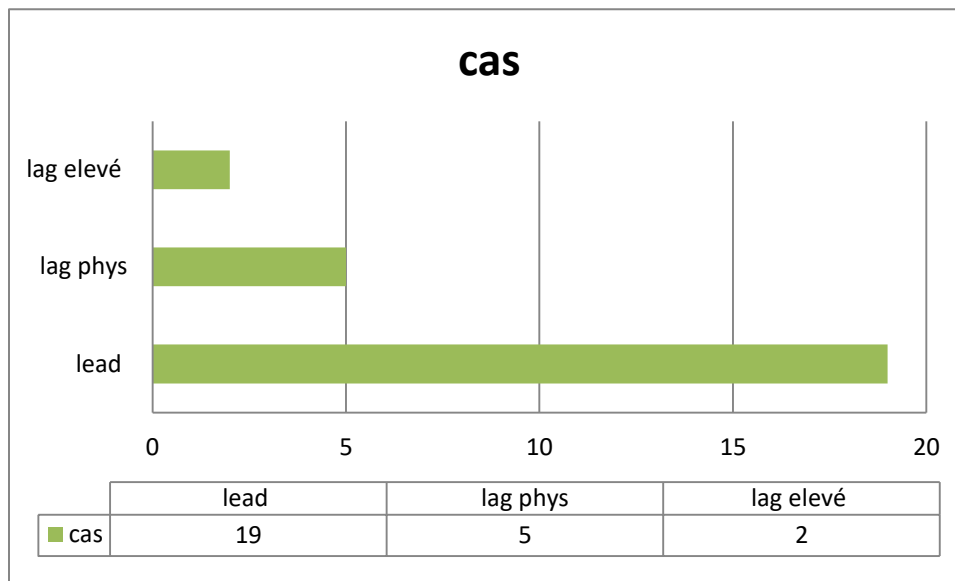


Figure 9 : La répartition selon le positionnement accommodatif

Cet histogramme présente la répartition des **26 cas de dysfonctionnement accommodatif** selon la réponse accommodative mesurée par le **MEM** :

- **Lead accommodatif** : 19 cas (73,07 %)
- **Lag physiologique** : 5 cas (19,2 %)
- **Lag accommodatif élevé** : 2 cas (7,7 %)

Les résultats montrent une nette prédominance du **lead accommodatif**, qui représente près des trois quarts des cas observés. Cette situation traduit une réponse accommodative supérieure à la demande accommodative théorique, suggérant une tendance à la **suraccommodation** ou à un **excès accommodatif** au sein de la population étudiée.

À l'inverse, le **lag accommodatif physiologique** est retrouvé chez seulement 19,2 % des sujets. Ces valeurs correspondent à une réponse accommodative considérée comme normale et compatible avec le fonctionnement habituel du système accommodatif.

Enfin, seuls 7,7 % des participants présentent un **lag accommodatif élevé**, pouvant traduire une réponse accommodative insuffisante par rapport à la demande visuelle de près. La faible proportion de ces cas suggère que l'insuffisance accommodative est moins fréquente dans cet échantillon que les phénomènes de suraccommodation.

La prédominance du lead accommodatif est fortement liée à l'importante sollicitation de la vision de près chez les étudiants, notamment lors de l'utilisation prolongée des écrans numériques. Du coup les, tâches prolongées en vision rapprochée peuvent induire une augmentation du tonus accommodatif, voire un excès accommodatif transitoire, se traduisant par une réponse accommodative plus importante que celle attendue. Cette tendance pourrait expliquer la fréquence élevée du lead accommodatif observée dans notre étude.

V.7.2. La répartition selon des valeurs de neutralisation par MEM

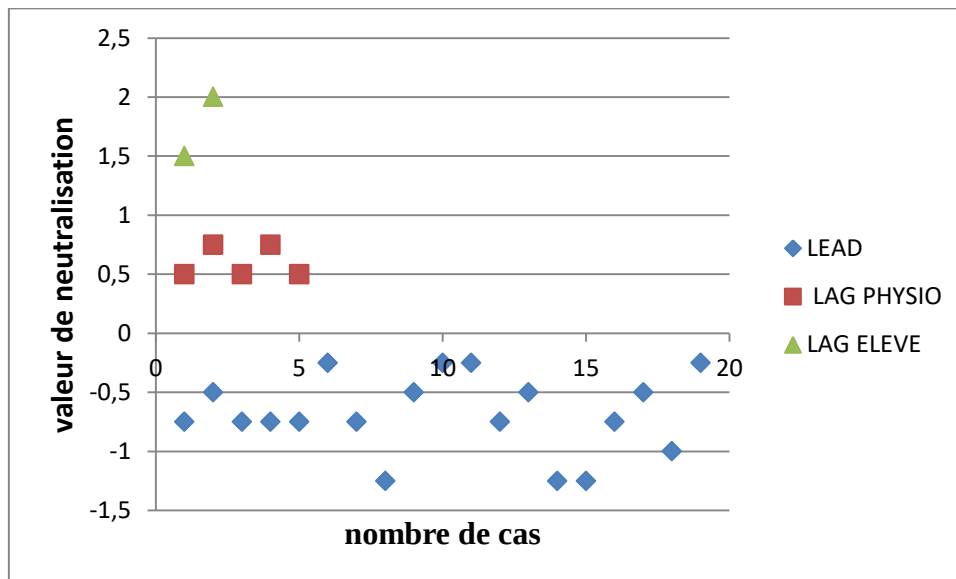


Figure 10 : nuage représentatif des valeurs de neutralisation obtenues par la méthode de MEM.

Le graphique présente les valeurs de neutralisation obtenues par la méthode de MEM chez les sujets de l'étude. Les valeurs positives correspondent à un **lag accommodatif**, tandis que les valeurs négatives correspondent à un **lead accommodatif**.

L'analyse montre que la majorité des sujets présentent des valeurs négatives, indiquant une prédominance du **lead accommodatif** au sein de l'échantillon. Les valeurs de lead observées s'étendent approximativement de -0,25 D à -1,25 D, avec une concentration importante autour de -0,75 D. Cette répartition suggère que de nombreux participants accommodent davantage que la demande accommodative réelle lors de la fixation de près.

Concernant les sujets présentant un lag accommodatif, la plupart des valeurs se situent entre +0,25 D et +0,75 D, ce qui correspond à la plage physiologique habituellement admise. Ces résultats indiquent que, chez ces participants, la réponse accommodative demeure proche de la normale malgré la présence d'un retard accommodatif.

Cependant, deux cas se distinguent par des valeurs de neutralisation particulièrement élevées, d'environ +1,50 D et +2,00 D. Ces résultats traduisent un **lag accommodatif important**, largement supérieur aux valeurs physiologiques attendues. Une telle augmentation peut refléter une insuffisance de la réponse accommodative ou une difficulté à maintenir une accommodation adéquate lors du travail de près.

Globalement, le graphique met en évidence une prédominance du lead accommodatif dans l'échantillon étudié, alors que les cas de lag accommodatif sont moins nombreux et généralement situés dans les limites physiologiques. Seuls quelques sujets présentent un retard accommodatif marqué, suggérant une variabilité interindividuelle de la réponse accommodative.

Ces observations semblent indiquer une tendance générale à la sur-accommodation chez les participants de cette étude, tandis que les retards accommodatifs excessifs demeurent relativement rares.

V.8. La corrélation entre le temps d'écran et les anomalies accommodatives :

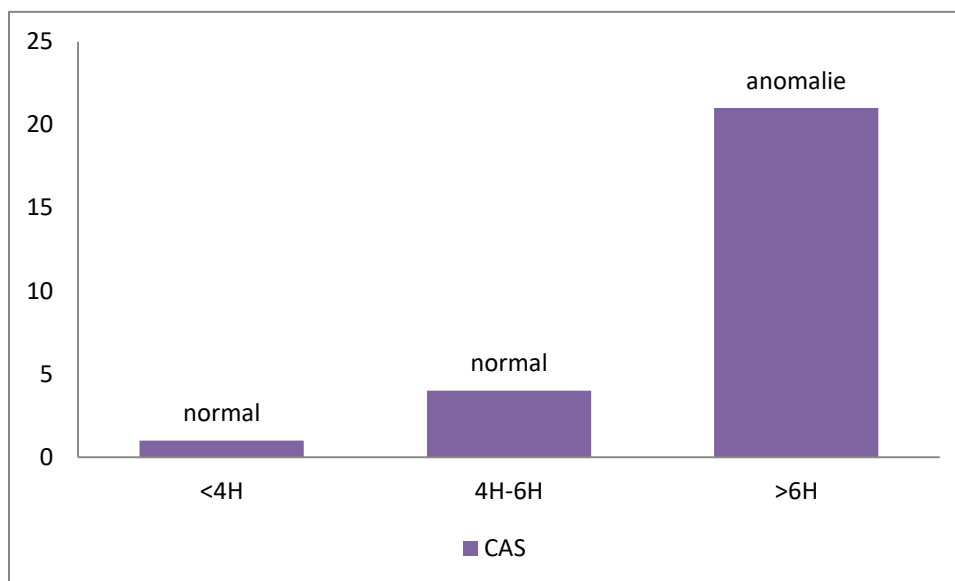


Figure 11 : relation entre le temps d'écran et les anomalies accommodatives.

Cet histogramme met en évidence la répartition des participants en fonction de leur temps d'exposition quotidien aux écrans et de leur statut accommodatif. Parmi les 26 participants étudiés, 1 sujet (3,8 %) présente un fonctionnement accommodatif normal avec un temps d'exposition aux écrans inférieur à 4 heures par jour. Quatre sujets (15,4 %) présentent également un fonctionnement accommodatif normal pour un temps d'écran compris entre 4 et 6 heures par jour. En revanche, 21 sujets (80,8 %) présentent une anomalie accommodative et déclarent un temps d'exposition aux écrans supérieur à 6 heures par jour.

Une différence nette apparaît entre les différentes catégories de temps d'écran. Les participants ayant un fonctionnement accommodatif normal se retrouvent exclusivement dans les groupes présentant une exposition faible ou modérée aux écrans (<4 h et 4–6 h), tandis que la totalité des participants exposés plus de 6 heures par jour présentent une anomalie accommodative. Cette répartition suggère l'existence d'une association entre l'augmentation du temps d'exposition aux écrans et la survenue d'anomalies accommodatives. En effet, plus de quatre cinquièmes de l'échantillon cumulent à la fois une exposition quotidienne supérieure à 6 heures et un dysfonctionnement accommodatif, alors que les sujets présentant une exposition plus limitée conservent un fonctionnement accommodatif normal.

Ces résultats sont compatibles avec l'hypothèse selon laquelle une sollicitation prolongée de la vision de près liée à l'utilisation intensive des écrans peut favoriser l'apparition de troubles accommodatifs.

Ces troubles peuvent se manifester par une diminution de la flexibilité accommodative, une difficulté à relâcher l'accommodation, une insuffisance accommodative ou encore un excès accommodatif, anomalies fréquemment rapportées chez les utilisateurs intensifs d'appareils numériques.

V.9. Les résultats de la fonction accommodative avant et après 30min de l'utilisation des Smartphone :

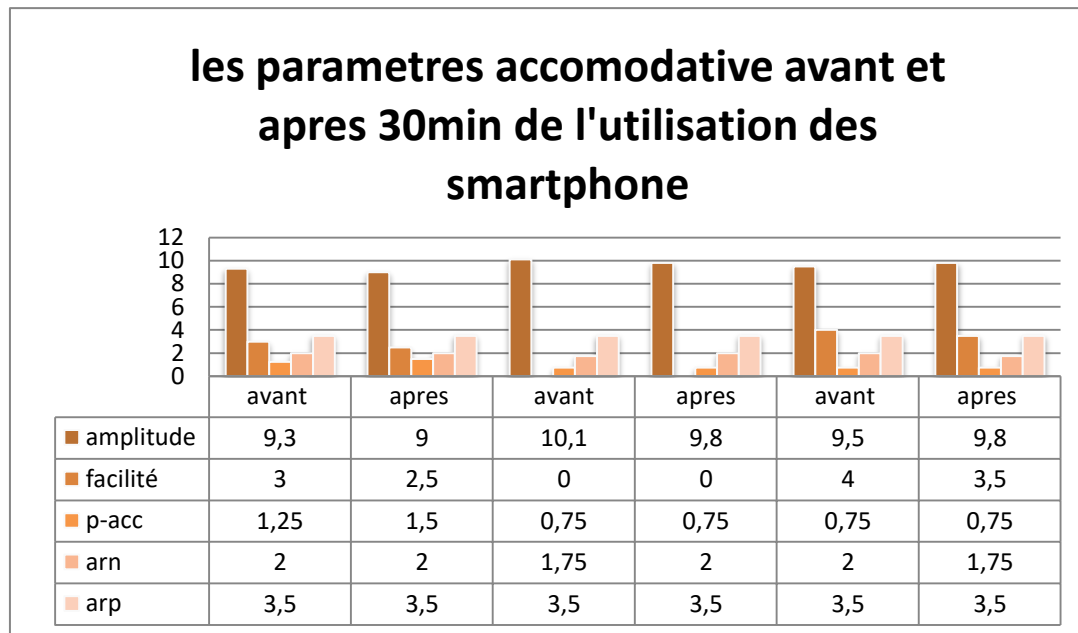


Figure 12 : bilan accommodatif des 3 cas avant et après 30min de l'utilisation des écrans

L'analyse de l'histogramme montre que les trois sujets présentant un excès accommodatif avant l'expérimentation conservent des paramètres accommodatifs globalement identique après 30 minutes d'utilisation du smartphone.

Les variations observées au niveau de l'amplitude et de la facilité accommodatives sont faibles. Les valeurs de l'ARN, de l'ARP et du P-Acc restent pratiquement inchangées. Ces résultats suggèrent qu'une exposition de courte durée (30 minutes) aux écrans de smartphone n'induit pas de modification notable du comportement accommodatif chez des sujets présentant déjà un dysfonctionnement accommodatif de type excès accommodatif. Toutefois, la faible taille de l'échantillon ($n = 3$) limite la généralisation des résultats et nécessite des études complémentaires sur un effectif plus important.

VI. Discussion :

Les résultats de notre étude mettent en évidence une fréquence élevée de dysfonctionnements accommodatifs chez les étudiants universitaires âgés de 18 à 29 ans, fortement exposés aux écrans dans le cadre de leurs activités académiques et quotidiennes.

Ces résultats sont en accord avec la littérature actuelle réalisée par [Jessica Gomes](#), [Sandra Franco](#) qui souligne que l'utilisation excessive de la vision de près est devenue de plus en plus fréquente dans la société moderne en raison de la généralisation des appareils numériques tels que les ordinateurs, les tablettes et les smartphones, utilisés professionnellement et pour les divertissement. (20)

Dans ce contexte, les résultats de notre étude s'inscrivent également dans ces données montrant une prévalence plus élevée des troubles accommodatifs dans les populations utilisant la vision de près de façons importante. (21)

En effet, le milieu universitaire est caractérisé par des tâches prolongées en vision de près, telles que la lecture, l'écriture et l'utilisation intensive des écrans, constituant ainsi un facteur de surcharge accommodative. Une étude antérieure a d'ailleurs montré que les périodes de forte charge académique, notamment les examens universitaires, s'accompagnent de modifications significatives des paramètres accommodatifs, associées à une vision floue, des céphalées et des difficultés de mise au point. (22)

Par ailleurs, plusieurs études menées chez les étudiants universitaires ont rapporté une forte proportion de symptômes visuels, incluant la fatigue oculaire, les difficultés d'accommodation lors des transitions entre vision de loin et de près, ainsi que la vision floue intermittente. (23) (24)

Une autre étude a également mis en évidence une prévalence élevée de fatigue oculaire numérique chez les étudiants, avec des symptômes tels que céphalées, sécheresse oculaire et sensations de brûlure, renforçant l'hypothèse d'un impact fonctionnel de l'exposition prolongée aux écrans. (25)

Alors, l'ensemble des données de la littérature converge vers l'idée que les étudiants constituent une population particulièrement exposée aux troubles visuels fonctionnels en raison du temps important consacré aux activités en vision de près. Cette exposition prolongée pourrait expliquer la fréquence élevée des dysfonctionnements accommodatifs observés dans notre étude, ainsi que la concordance globale avec les résultats rapportés dans les études antérieures.

Concernant l'amplitude d'accommodation, les résultats de notre étude montrent que la majorité des participants (73,1 %) présentaient des valeurs proches des normes, indiquant que la capacité accommodative maximale était globalement préservée.

Ces résultats diffèrent de ceux de certaines études ayant rapporté une diminution de l'amplitude d'accommodation lors de l'utilisation d'appareils portables, suggérant une altération de la fonction accommodative induite par le travail prolongé de près.

La divergence observée pourrait s'expliquer par des différences liées à la population étudiée, à la durée d'exposition aux écrans ou aux méthodes d'évaluation utilisées. Par ailleurs, la préservation de l'amplitude accommodative ne signifie pas nécessairement l'absence de dysfonctionnement accommodatif. En effet, certaines anomalies accommodatives peuvent être présentes malgré une amplitude normale, celle-ci ne reflétant que la capacité accommodative maximale. L'évaluation de la fonction accommodative nécessite donc une analyse globale intégrant d'autres paramètres tels que le positionnement accommodatif, la facilité accommodative ainsi que les accommodations relatives. (26)

Les résultats de notre étude montrent aussi une diminution de la facilité accommodative chez les sujets présentant un usage intensif des écrans numériques, avec un blocage majoritairement observé lors du passage aux lentilles positives. Ces résultats suggèrent que l'exposition prolongée aux écrans pourrait être associée à une altération de la capacité de relaxation accommodative.

Ces observations sont en accord avec les résultats rapportés par Kaliugavaradhan et Ramamurthy, qui ont mis en évidence une diminution significative de la facilité accommodative ainsi qu'un allongement du temps nécessaire au relâchement de l'accommodation après une heure de travail sur ordinateur. Les auteurs ont attribué cette diminution principalement à une difficulté accrue à relâcher l'accommodation, phénomène également retrouvé dans notre étude à travers la prédominance des blocages au niveau des lentilles positives.

Contrairement à cette étude, qui évaluait les performances accommodatives avant et après une tâche visuelle prolongée sur ordinateur, notre travail s'est intéressé à des sujets exposés quotidiennement aux écrans pendant de longues durées, comprises entre 6 et 10 heures par jour. Malgré cette différence méthodologique, les résultats convergent vers une même conclusion : l'exposition prolongée aux écrans numériques semble avoir un impact négatif sur la fonction accommodative, en particulier sur les mécanismes de relaxation de l'accommodation.

Cette difficulté à relâcher l'accommodation pourrait être expliquée par un maintien prolongé de l'effort accommodatif lors des activités de vision de près réalisées sur les écrans. Une sollicitation répétée et prolongée du système accommodatif peut entraîner une tendance au spasme accommodatif ou à l'infacilité accommodative, se traduisant cliniquement par une réduction des performances à la facilité accommodative.

Ainsi, nos résultats renforcent l'hypothèse selon laquelle l'usage intensif des dispositifs numériques constitue un facteur susceptible d'altérer la fonction accommodative chez les jeunes utilisateurs. (27)

Concernant le positionnement accommodatif dans notre étude met en évidence une tendance fréquente au **lead accommodatif**, indiquant que la réponse accommodative des participants était légèrement supérieure à la demande du stimulus visuel. Ce résultat suggère une sur-accommodation lors de la tâche réalisée, traduisant un système accommodatif globalement réactif.

Cependant, ces résultats diffèrent de ceux rapportés par certaines études portant sur l'utilisation prolongée des smartphones (effects of visual display unit on ocular accommodation in young adults). En effet, plusieurs auteurs ont observé un **retard accommodatif (lag accommodatif)** plus important lors de l'utilisation des smartphones, caractérisé par une réponse accommodative insuffisante par rapport à la demande visuelle. Cette différence pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs, notamment les caractéristiques de la population étudiée, la durée d'exposition aux écrans, les conditions d'éclairage, la distance de travail adoptée ou encore les méthodes de mesure utilisées.

L'utilisation intensive des smartphones est souvent associée à une fatigue visuelle et à une diminution de l'efficacité du système accommodatif, favorisant ainsi l'apparition d'un retard accommodatif. À l'inverse, les résultats obtenus dans notre étude pourraient refléter une capacité accommodative préservée chez les participants ou une stratégie visuelle différente conduisant à une légère suraccommodation. Cette divergence souligne l'importance des facteurs individuels et environnementaux dans la réponse accommodative et montre que l'effet des écrans numériques sur le positionnement accommodatif ne semble pas identique d'une population à une autre.

Ainsi, bien que la littérature rapporte fréquemment une augmentation du retard accommodatif lors de l'utilisation des smartphones, nos résultats mettent en évidence une tendance opposée, caractérisée par un lead accommodatif, ce qui mérite d'être approfondi par des études complémentaires portant sur des échantillons plus larges et des conditions d'utilisation variées des écrans numériques. (28)

Et pour l'accommodation relative négative (ARN) et l'accommodation relative positive (ARP), les résultats de notre étude montrent une diminution de l'ARN et augmentation de l'ARP. Ces résultats diffèrent de ceux rapportés par Park et al, qui ont observé une diminution de l'ARP après une exposition prolongée aux écrans numériques et une très légère diminution de l'ARN.

La divergence observée avec notre étude pourrait s'expliquer par des différences dans les caractéristiques de la population étudiée, la durée d'exposition aux écrans ou les méthodes d'évaluation utilisées. En effet, ces paramètres doivent être interprétés en association avec les autres tests accommodatifs. Ainsi, l'évaluation de la fonction accommodative ne peut reposer uniquement sur ces deux paramètres mais doit tenir compte d'une analyse globale de l'ensemble des tests accommodatifs. (29)

Alors, L'ensemble des résultats met en évidence un profil accommodatif globalement caractérisé par :

- Une amplitude souvent conservée,
- Une flexibilité accommodative altérée,
- Une prédominance du blocage au convexe,
- Un lead accommodatif fréquent,
- Des réserves accommodatives globalement asymétriques.

Ce profil est compatible avec une **hypertonie accommodative fonctionnelle**, probablement liée à une sollicitation prolongée de la vision de près, notamment à travers l'utilisation des écrans, du coup les écrans imposent en effet une demande accommodative continue et prolongée, ce qui peut entraîner une difficulté de relâchement du système accommodatif et une adaptation fonctionnelle vers un état d'excès accommodatif.

Donc dans notre étude, la prévalence globale des dysfonctionnements accommodatifs était de 80,7 %, la majorité des cas correspondant à un excès accommodatif. Ce pourcentage apparaît relativement élevé comparativement aux données rapportées dans la littérature. À titre de comparaison, une étude récente menée en 2020 a rapporté une prévalence globale de 21,1 % de troubles de l'accommodation dans une population clinique adulte, comprenant 11,5 % d'insuffisance accommodative, 3,8 % d'excès accommodatif et 5,8 % de fatigue accommodative. Cette différence peut être expliquée par plusieurs facteurs comme les habitudes visuelles des populations étudiées, les activités professionnelles ou scolaires, ainsi que les différences méthodologiques entre les études. Ainsi, bien que la prévalence observée dans notre étude soit supérieure à celle décrite dans plusieurs travaux, elle reste cohérente avec les données de la littérature suggérant que les exigences visuelles du milieu universitaire et l'exposition prolongée aux écrans jouent un rôle important dans l'altération des fonctions accommodatives. Ces données soulignent l'importance d'une évaluation accommodative complète chez les sujets exposés quotidiennement aux écrans et justifient la mise en place de mesures préventives visant à limiter la fatigue visuelle liée aux activités prolongées en vision de près. (30)

VII. Les limites de l'étude :

L'effectif étudié était relativement restreint de notre étude (26 participants) limite la possibilité de généraliser les résultats à l'ensemble de la population étudiante ou à d'autres groupes d'âge. Cette taille d'échantillon s'explique notamment par le temps nécessaire à la réalisation du bilan accommodatif complet pour chaque participant ainsi que par les contraintes liées à la durée de l'étude.

Par ailleurs, la population étudiée était exclusivement composée d'étudiants universitaires. Bien que ce groupe soit particulièrement concerné par l'utilisation intensive des écrans, cette homogénéité limite l'extrapolation des résultats à d'autres catégories de la population présentant des habitudes visuelles différentes.

Une autre limite importante réside dans l'absence d'un groupe témoin composé de sujets faiblement exposés aux écrans. La présence d'un tel groupe aurait permis d'établir une comparaison plus directe et de mieux apprécier la part spécifique de l'exposition aux écrans dans la survenue des anomalies accommodatives observées.

Enfin, notre étude diffère de certains protocoles cités auparavant par d'autres études ou ils ont demandé aux participants d'utiliser un écran pendant une période allant d'une à quatre heures avant la réalisation des tests accommodatifs afin d'observer les modifications induites par cette activité visuelle prolongée. Dans notre travail, cette démarche n'a pas pu être réalisée en raison des contraintes de temps et de la disponibilité des étudiants participants. Donc ça nous a permis d'étudier l'état accommodatif habituel des sujets après l'utilisation des écrans que l'impact immédiat.

Conclusion :

Cette étude pratique nous a permis d'évaluer l'état de la fonction accommodative chez une population d'étudiants fortement exposés aux écrans et d'identifier les principaux dysfonctionnements accommodatifs présents au sein de cet échantillon, en associant l'analyse de l'amplitude accommodative, de la réponse accommodative, des accommodations relatives et de la facilité accommodative.

L'interprétation conjointe de ces paramètres s'est révélée essentielle pour mettre en évidence des anomalies parfois peu perceptibles lorsqu'un seul test est considéré isolément.

Ainsi, les résultats obtenus suggèrent que l'exposition prolongée aux écrans et les sollicitations répétées en vision de près peuvent être associées à des modifications du fonctionnement accommodatif, se traduisant notamment par une tendance à l'hyperactivité accommodative et à des difficultés de relaxation de l'accommodation.

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce travail de recherche a permis d'analyser l'impact de l'usage intensif des écrans numériques sur la fonction accommodative au sein d'une population étudiante. Dans un contexte où les habitudes visuelles ont profondément évolué, notamment avec l'augmentation du temps passé en vision de près, il est apparu pertinent d'explorer les modifications potentielles du système accommodatif et leurs répercussions cliniques.

L'analyse des différents paramètres accommodatifs au sein de notre échantillon a mis en évidence une fréquence importante de dysfonctionnements accommodatifs, avec une prédominance de l'excès accommodatif. Ces résultats s'accompagnent de symptômes fonctionnels fréquemment rapportés par les participants

L'interprétation globale des résultats suggère que l'exposition prolongée aux écrans pourrait être associée à une modification du comportement accommodatif, se traduisant par une sollicitation excessive et un déséquilibre dans la régulation de l'accommodation. L'analyse des différents tests réalisés souligne également l'importance d'une exploration complète et systématique de la fonction accommodative afin de mieux caractériser ces dysfonctionnements.

Par ailleurs, cette étude a permis de souligner l'intérêt clinique d'une évaluation optométrique approfondie chez les sujets jeunes fortement exposés aux dispositifs numériques dans le but d'un dépistage précoce des troubles accommodatifs, afin de prévenir l'apparition de symptômes visuels et d'améliorer le confort visuel au quotidien

Enfin, ces résultats montrent qu'il serait intéressant de réaliser d'autres études sur des groupes plus grands afin de mieux confirmer ces résultats. Ils mettent aussi en évidence l'importance de proposer des solutions adaptées, comme la rééducation visuelle et l'adaptation des habitudes visuelles, dans un contexte où les activités quotidiennes sont de plus en plus numériques.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

Bibliographie

1. Article : Depasse F. Concepts de base de l'accommodation / Basic concepts of accommodation. Rev Francoph Orthopt. 2020;13(3):106-109.
2. Livre : Allary JC. Réfraction oculaire et vision binoculaire, Paris: Tec & Doc (Lavoisier); 2018. p. 69.
3. Scheiman M, Wick B. Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2019 CHAPITRE 12. .
4. Livre : Allary JC. Cours d'optométrie. Paris: Opto-Com; 2003. p. 245–250 (chapitre 13).
5. Scheiman M, Wick B. Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2019. .
6. Livre : American Optometric Association. Care of the Patient with Accommodative and Vergence Dysfunction: Reference Guide for Clinicians. St. Louis (MO): American Optometric Association; 2011.
7. Van Campenhout L, Mestdagh E, Vaes K. Screens: Devices of screen ecosystems and designers' perspectives. Design Studies. 2025.
8. Peras I, Klemenčič Mirazchiyski E, Japelj Pavešić B, Mekiš Recek Ž. Digital versus Paper Reading: A Systematic Literature Review on Contemporary Gaps According to Gender, Socioeconomic Status, and Rurality. Eur J Investig Health Psychol Educ. 2023;13(10): 1986–2005.
9. Site : Backlinko. Screen Time Statistics (2026): Revealing Average Screen Time Data. Backlinko; 2026. Disponible sur : <https://backlinko.com/screen-time-statistics> (consulté le 7 juin 2026).
10. Long J, Cheung R, Duong H, Paynter R. Viewing distance and eyestrain symptoms with prolonged viewing of smartphones. Clin Exp Optom. 2017;100(2):133–137.
11. Straker L, Pollock C, Burgess-Limerick R, Skoss R, Coleman J. The effects of visual display distance on eye accommodation, head posture, and vision and neck symptoms. Hum Factors. 2008;50(3):467–478.

Références bibliographiques

12. Collier JD, Rosenfield M. Accommodation and convergence during sustained computer work. *Optometry*. 2011;82(7):434-440.
13. Yu H, Zeng J, Li Z, Hu Y, Cui D, Zhao W, Zhao F, Yang X. Variability of accommodative microfluctuations during sustained near work in young adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(12):7066.
14. Coq R, Legras R, Plantier J, Neveu P. Accommodation and visual discomfort: a laboratory, optometric and subjective analysis. *Vision Res*. 2026;243:108812.
15. Hynes NJ, Cufflin MP, Hampson KM, Mallen EAH. The effect of image resolution of display types on accommodative microfluctuations. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2022;42(3):514-525.
16. Redondo B, Jiménez R, Vera J, Rosenfield M. The impact of break schedules on digital eye strain symptoms and ocular accommodation during prolonged near work. *Exp Eye Res*. 2025;258:110463.
17. Bhammarkar UD. Digital eye strain among university students: a cross-sectional study from Hyderabad, India. *Int J Res Med Sci*. 2025;13(7):2813–2816.
18. Park SJ, Lee JH, Kang KD, Kim SH. Changes in vergence and accommodation parameters after smartphone use in healthy adults. *Korean J Ophthalmol*. 2017;31(3):210–216.
19. Praksosa IMA, Prajnaparamita I. The Impact of Screen Time on Eye Health: Clinical Implications and Prevention: A Literature Review. *Medicosphere*. 2025;2(4):154–158.
20. Reddy SC, Low CK, Lim YP, Low LL, Mardina F, Nursaleha MP. Prevalence of near vision-related symptoms in a university population. *International Journal of Ophthalmology*. 2013;6(1):81-87.
21. Hussaindeen JR, Sankaridurg P, Naduvilath T, Holden BA. Accommodative insufficiency: Prevalence, impact and treatment options. *Clinical Optometry*. 2018;10:133–149.
22. De-Hita-Cantalejo C, Benítez-Rodríguez MA, Sánchez-González MC, Bautista-Llamas MJ, Sánchez-González JM. Accommodation Response Variations in University Students under High Demand for Near-Vision Activity. *Life (Basel)*. 2022;12(11):1837.

Références bibliographiques

23. Gomes J, Franco S. Prevalence of Near-Vision-Related Symptoms in a University Population. *Vision (Basel)*. 2024;8(2):38. doi:10.3390/vision8020038.
24. Porcar E, Martinez-Palomera A. Prevalence of general binocular dysfunctions in a population of university students. *Optom Vis Sci*. 1997;74(2):111-113.
25. AlQarni AM, AlAbdulKader AM, Alghamdi AN, Altayeb J, Jabaan R, Assaf L, et al. Prevalence of Digital Eye Strain Among University Students and Its Association with Virtual Learning During the COVID-19 Pandemic. *Clin Ophthalmol*. 2023;17:1755–1768.
26. Horwood AM, Toor SS, Riddell PM. Screening for convergence insufficiency using the CISS is not indicated in young adults. *Br J Ophthalmol*. 2014 ;98(5) :679-683.
27. Kaliugavaradhan A, Ramamurthy D. Accommodative Facility and Response Time before and after Computer Task of Varying Durations in Young Adults. *Br Ir Orthopt J*. 2023;19(1):85-95. doi:10.22599/bioj.295.
28. Biswas V, Majumder R. Effects of Visual Display Unit on Ocular Accommodation in Young Adults. *Br Ir Orthopt J*. 2025;21(1):51-58.
29. Park M, Kim SR, Ahn YJ, Kim SJ, You J, Park KE. Changes in Accommodative Function of Young Adults in their Twenties following Smartphone Use. *J Korean Ophthalmic Opt Soc*. 2014;19(2):253-260.
30. Horwood AM, Toor SS, Riddell PM. Screening for convergence insufficiency using the CISS is not indicated in young adults. *Br J Ophthalmol*. 2014;98(5):679–683.

Annexes

Fiche clinique

date :

Nom :	Prénom :	Age :	Sexe :	Tel :
-------	----------	-------	--------	-------

Anamnèse générale

Motif de consultation :	Besoins visuels :
-------------------------	-------------------

Antécédents oculaires :

Port de correction : ☐ Oui ☐ Non

Date :

Type : ☐ Lunettes ☐ Lentilles

Chirurgie oculaire : ☐ Oui ☐ Non

Pathologie oculaire :

Traitement médicamenteux :

Antécédents familiaux :

Santé générale :

Temps d'exposition quotidien aux écrans : ☐ < 2 h ☐ 2–4 h ☐ 4–6 h ☐ 6–8 h ☐ > 8 h

Distance moyenne œil–écran : ☐ < 30 cm ☐ 30–40 cm ☐ > 40 cm

Utilisation nocturne (>22h) : ☐ Oui ☐ Non

Test préliminaire

Réfraction

Réfraction	OD :	OG :
------------	------	------

Evaluation d'accommodation

Amplitude d'accommodation	Mono	OD :	NORMES :
		OG :	Amp min = $15 - 0,25 * \text{âge}$ Amp moy = $18,5 - 0,3 * \text{âge}$ Amp max = $25 - 0,4 * \text{âge}$ (Amp < Amp min = anormal)
	Bino		Avec norme : ☐ Oui ☐ Non
La facilité accommodative	Mono	OD : cycle /min	Mono : 17cycle/min (<11cycles/min = anormal)
		OG : cycle /min	Bino 13cycle/min, (12cycle +/-5) (<8cycles/min = anormal)
	Bino : cycle /min		Avec norme : ☐ Oui ☐ Non
Le positionnement accommodatif	Lag		Lag : +0,50 D à +0,75 D
	Lead		Avec norme : ☐ Oui ☐ Non
Les accommodations relatives	ARN		ARN : +2.00 à +2.25 ARP : -2.25 à -2.50
	ARP		Avec norme : ☐ Oui ☐ Non

AV brute	VP	OD :	OG :	ODG :
AV avec RX	vl	OD :	OG :	ODG :
		OD :	OG :	ODG :
COVER TEST				
Test d'hyshberg	☐ normal ☐ déviation :			
MOTILITE OCULAIRE	☐ normal ☐ anormal			
REFLEXE PUPILLAIRE	PERRLA : ☐ Oui ☐ Non Reflexe photomoteur : ☐ Oui ☐ Non			
PPC	Bris : cm, Recouvrement : cm ☐ excès de convergence ☐ insuffisance de convergence			
TEST DE WORTH :	☐ normal ☐ diplopie : ☐ suppression :			
Test de				