



Brien Holden Vision Institute

MÉCANISME D'ACCOMMODATION

AUTEUR

John McGann: Dublin Institute of Technology

RÉVISION PAR LES PAIRS

Marcela Frazier: University of Alabama at Birmingham

INTRODUCTION

Définition de l'accommodation: « la fonction par laquelle la puissance convergente du système optique d'un œil est augmentée de façon à ce que la lumière divergente provenant d'une source au près soit amenée à foyer sur la rétine. »

Borish; 1970

MÉCANISME D'ACCOMMODATION (TRIADE)

Étape 1) Image rétinienne floue.

Étape 2) Contraction du muscle ciliaire par le système nerveux parasympathique.

Étape 3) Relaxation des zonules, permettant à la capsule du cristallin de se cambrer (particulièrement la capsule antérieure)

- + Augmentation de l'épaisseur du cristallin
- + Réduction du diamètre équatorial.
- + Constriction pupillaire.
- + Convergence.

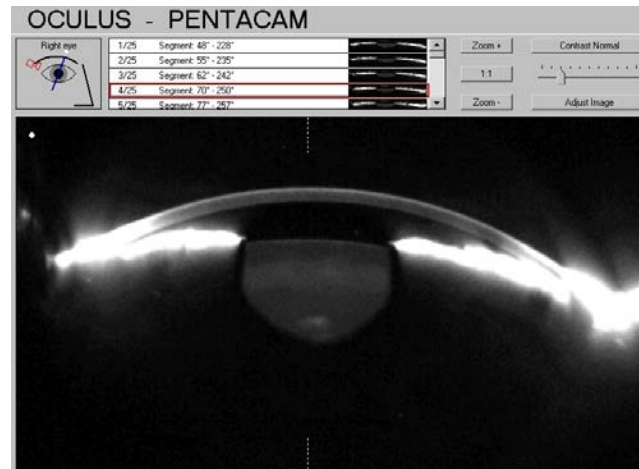


Figure 1.1: Image de Scheimpflug de la cornée et du cristallin

THÉORIE DE L'ACCOMMODATION

THÉORIES ANCIENNES

Descartes, en 1677, a noté que le cristallin (humeur) doit être plus convexe lorsque l'on focalise sur un objet au près.

- '... « l'agencement des fibres auxquelles l'humeur est suspendue »
- Étonnamment, il avait raison, quoiqu'il n'ait pas mentionné le muscle ciliaire.

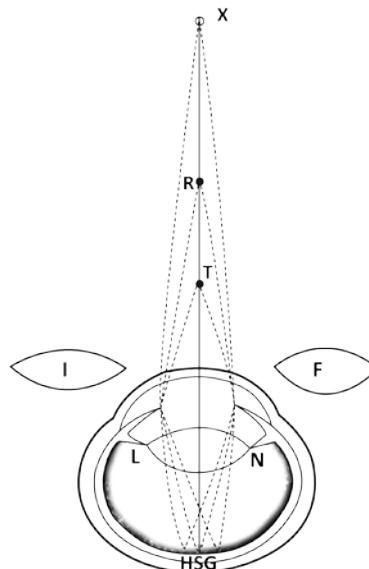


Figure 1.2: Ancien graphique des changements de formes du cristallin avec l'accommodation

En 1801, Young a prouvé que les changements dans la puissance du cristallin sont causés par un changement dans la lentille cristalline, mais n'était pas certain du mécanisme. Burow a introduit le terme « accommodation » en 1841. En 1848, Bowman et Brücke ont établi l'existence du muscle ciliaire. Au cours des années suivantes, Langenbeck et Cramer ont tous les deux utilisé les réflexions provenant de la surface du cristallin pour démontrer les changements de forme. (Fig. 1.2).

THÉORIE DE HELMHOLTZ

(1853-56) Helmholtz a démontré que lors de l'accommodation, le noyau du cristallin devient plus épais, alors que le diamètre équatorial diminue et que les rayons de courbure centraux antérieur et postérieur diminuent. Helmholtz a établi que « *une contraction du muscle ciliaire produit une tension sur la choroïde qui est déplacée vers l'avant, causant le mouvement antérieur et interne de la surface interne du corps ciliaire. Ce mouvement relaxe la tension qui est normalement exercée sur le cristallin et permet à la surface de la lentille de devenir plus convexe grâce à son élasticité naturelle.* »

THÉORIE DE TSCHERNING

Tscherning a observé plus tard que la surface antérieure du cristallin possède une forme hyperbolique lors de l'accommodation et a proposé une nouvelle théorie en opposition directe à celle d'Helmholtz. Il a suggéré que la contractilité du muscle ciliaire exerce une *tension* sur la capsule du cristallin via les zonules, les couches extérieures et souples du cristallin étant comprimées sur le noyau dur et plus fortement cambré. Il a affirmé que cette compression amènerait la surface centrale du cristallin à devenir plus convexe alors que la périphérie s'aplatirait. Dans sa théorie révisée (1909), il a admis que l'épaisseur de la lentille augmente effectivement avec la contraction du muscle ciliaire qui exerce une tension sur la choroïde, compressant ainsi l'humeur vitrée contre la lentille. Il a poursuivi en disant que le corps vitré est compressé contre la périphérie de la face postérieure de la lentille et non pas contre son centre. Cette compression amène la lentille à se cambrer en son centre alors que la périphérie de la surface antérieure s'aplatie. Tscherning ne reconnaît, dans aucune de ses théories, un relâchement de la tension sur les fibres zonulaires sous la contraction du muscle ciliaire (comme proposé par Helmholtz).

THÉORIES MODERNES

Il est difficile d'étudier l'accommodation « in vivo ». Cependant, des études récentes utilisant l'OCT (Baikoff, et al; 2004) et l'IRM (Strenk, et al; 1999, 2004a) ont fourni des preuves supportant la théorie d'Helmholtz.

AMPLITUDE ACCOMMODATIVE

L'amplitude d'accommodation (A), exprimée en dioptries, est la distance linéaire entre le punctum remotum (K) et le punctum proximum (B), où A est toujours positif. C.-à-d. $A = K - B$.

COMPOSANTES DE L'ACCOMMODATION

Il existe différents types d'accommodation.

- **Réflexe:** l'accommodation résultant d'un stimulus flou. Elle est le résultat d'une alternance entre la vision de loin et la vision de près et est rarement plus grande que 2D.
- **Tonique:** état accommodatif de repos et se situe habituellement à 80cm en raison d'un état d'équilibre entre les systèmes d'innervation sympathique et parasympathique.
- **Convergence accommodative:** accommodation lorsque l'on regarde un objet au près.
- **Proximale (psychique):** conscience de la proximité d'un objet au près.
- **Accommodation en boucle fermée:** réponse accommodative à un stimulus visuel dans des conditions normales de vision.
- **Accommodation en boucle ouverte:** accommodation se produisant sans stimulus normal, par exemple : myopie nocturne.

Pour un emmétrope :

$$A = -B$$

(Car $K=0$)

ex. punctum proximum pour un emmétrope = 20 cm à partir du plan des lunettes

$$\rightarrow \text{Amplitude d'accommodation} = -[-1/(20 \times 10^{-2})] = 5D$$

ACCOMMODATION ET MYOPIE

Pour les myopes, moins d'accommodation est nécessaire lorsqu'on les compare aux hypermétropes et aux emmétropes. Par exemple, pour un myope de -2,00D OU sans correction, les objets situés à 50cm sont déjà mis au point sans accommodation, alors que les objets plus distants sont flous. Les objets plus près de 50cm nécessitent une certaine accommodation.

MYOPE (EXEMPLE)

Rx OD et OS -10.00D distance de lecture 33 cm (Fig.1.3).

Vergence est:

$$\begin{aligned} -3.00 + (-10.00) &= -13.00D \\ -13.00 &\rightarrow 77\text{mm} + 12\text{mm} = 89\text{mm} \\ &= -11.24D. \end{aligned}$$

La puissance effective $F_c = F_s / 1 - dF_s \Rightarrow$ puissance au plan cornéen = -8.93D. Accommodation requise = différence entre l'amétropie au plan cornéen et la vergence de la lumière à ce plan, c.-à-d. $-8.93 - (-11.24) = +2.31D$.

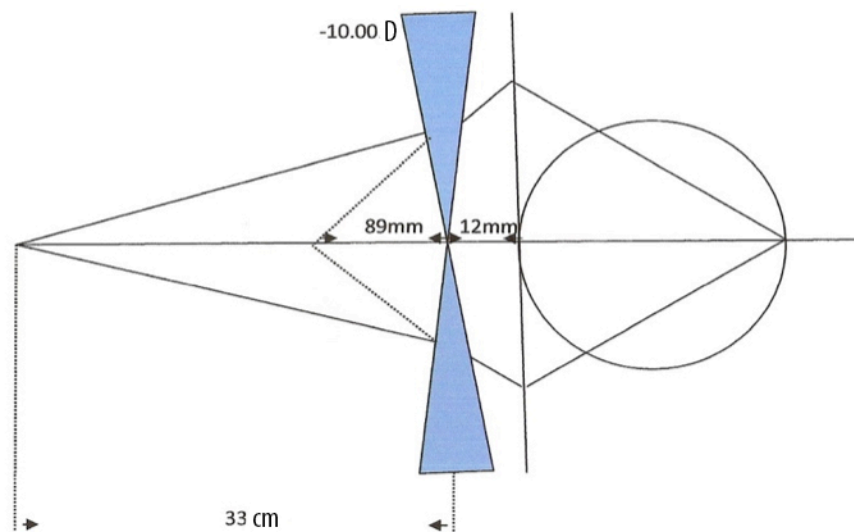


Figure 1.3: Vergence de la lumière incidente sur la surface du cristallin antérieur = -3.00D et -13.00D en sortant de la surface postérieure du cristallin.

ACCOMMODATION ET HYPERMÉTROPIE

Pour les hypermétropes corrigés en lunette, plus d'accommodation est nécessaire lorsque comparés aux emmétropes et aux myopes (Fig. 1.4).

HYPERMÉTROPES (EXEMPLE)

Lunette $= +10.00D$ avec distance de lecture de 33cm.

Vergence de la lumière quittant la lentille $= +7.00D \rightarrow +7.63D$ à la cornée.

$$143mm - 12mm = 131mm$$

$$+7.63D.$$

La puissance effective à la cornée $= +11.36D$.

Accommodation requise $= 11.36 - 7.63 = +3.73D$.

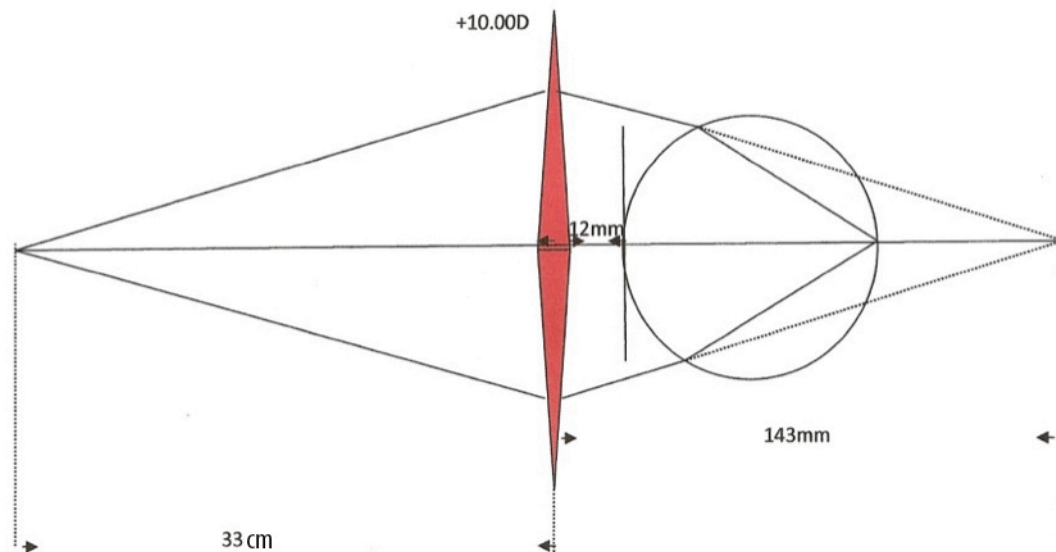


Figure 1.4: Vergence de la lumière sur la surface antérieure du cristallin $= -3.00D$ et $+7.00D$ en sortant de la surface postérieure du cristallin

ACCOMMODATION ET VERRES DE CONTACT

Une quantité d'égale d'accommodation est requise pour toutes les erreurs de réfraction. L'effort accommodatif est déterminé à partir du plan cornéen plutôt qu'à partir du plan des lunettes. Il s'agit d'un avantage pour les hypermétropes, mais d'un désavantage pour les myopes.

RELATION ENTRE ÂGE ET ACCOMMODATION

L'amplitude d'accommodation est approximativement de 14D à l'âge de 10 ans, et diminue à 0,5D à l'âge de 60 ans. La formule Duane-Hofstetter pour l'amplitude minimale est : $15 - 0.25 \times (\text{âge})$.

Par exemple, pour un enfant de 12 ans, on s'attend à une valeur minimale de 12D ($15 - [0.25 \times 12]$)

- Valeurs moyennes : $(18.5 - [0.3 \times \text{âge}])$
- Valeurs maximales : $(25 - [0.4 \times \text{âge}])$
- Profondeur de mise au point signifie généralement que la valeur enregistrée est supérieure.

PRESBYTIE

Pour un patient presbyte, à cause de l'avancée de l'âge, l'amplitude d'accommodation est insuffisante pour les tâches au près. Ceci est causé par le durcissement du cristallin et la réduction de l'élasticité de la capsule. Ce phénomène peut être vu lorsque l'amplitude d'accommodation est inférieure à 4D et que la tranche d'âge est habituellement de 42 – 48 ans (Tableau 1.1).

Tableau 1.1: Amplitude d'accommodation résiduelle en fonction de l'âge du patient

Âge	Donders	Duane
10	14	11
15	12	10.5
20	10	9.5
25	8.5	8.5
30	7	7.5
35	5.5	6.5
40	4.5	5.5
45	3.5	3.5
50	2.5	
55	1.75	

PROFONDEUR DE CHAMP

La profondeur de champ est « la distance sur laquelle un objet peut être déplacé sans provoquer une réduction de la netteté au-delà d'une certaine quantité tolérable » Cela suppose un état stable de l'accommodation. Elle augmente au fur et à mesure que le diamètre pupillaire diminue.

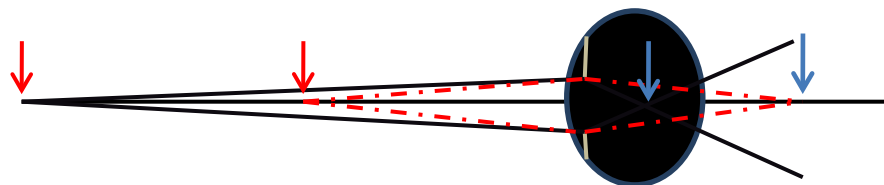


Figure 1.5: Profondeur de champ

Pour une distance de regard = ∞
 Diamètre pupillaire = 4mm $\infty \rightarrow 3.6m$
 Diamètre pupillaire = 2mm $\infty \rightarrow 2.3m$
 Pour une distance de regard = 1m
 Diamètre pupillaire = 4mm 1.4m $\rightarrow 80cm$
 Diamètre pupillaire = 2mm 1.8m $\rightarrow 70cm$
 Cela équivaut à $\sim \pm 0.3D$ pour 3mm de pupille

PROFONDEUR DE MISE AU POINT

« La distance devant et derrière le point focal (rétine) sur laquelle l'image peut être focalisée sans causer de diminution de la netteté au-delà d'une certaine quantité tolérable » (Dictionary of Optometry & Visual Science; Millodot, M; 7th Ed. Pg 89).

La profondeur de mise au point suppose un état stable d'accommodation et augmente au fur et à mesure que le diamètre pupillaire diminue. Elle n'est normalement pas mesurée chez les patients pré-presbytes (avec une accommodation active). Les patients plus âgés peuvent démontrer une zone de vision claire entre 25 et 60 cm lorsqu'ils portent leur correction pour la vision de près. Dans des conditions de bonne illumination, ces patients peuvent lire confortablement sans lunette de vision de près, car la taille du cercle de moindre diffusion diminue en lien avec la constriction de la pupille.

STIMULUS ACCOMMODATIF ET RÉPONSE

Il existe deux méthodes pour stimuler l'accommodation.

1. Placer un objet de test plus près que l'infini (6m).
2. Lentilles négatives.

Les deux méthodes augmentent la vergence du rayon lumineux dans l'œil. Pour un emmétrope ou un amétrope corrigé, un objet placé à 40cm du plan de la monture résulte en un faisceau lumineux divergent (sauf si le patient accommode). Ces rayons lumineux convergent derrière la rétine. Une accommodation suffisante entraîne la mise au point du rayon lumineux sur la rétine.

1/0.40D c.-à-d.. 2.50D.

MESURE DE LA RÉPONSE ACCOMMODATIVE (RA)

HAPLOSCOPE

Il s'agit principalement d'un instrument de recherche. Le procédé utilise un point lumineux pour un œil et une ligne de lettres Snellen de taille 6/6 pour l'autre œil. Des lentilles positives sont utilisées pour créer un « flou ». Ensuite, la puissance positive est réduite tranquillement jusqu'à ce que le point de lumière devienne clair.

MESURE CLINIQUE DE LA RA

La technique est nommée « rétinoscopie dynamique ». Il s'agit d'une évaluation objective au près. Lorsque l'on mesure la réponse accommodative, l'accommodation est active et le patient regarde une charte de lecture appropriée pour son âge à la distance de lecture appropriée. Le clinicien peut alors neutraliser le réflexe rétinoscopique. Lorsque l'on mesure la rétinoscopie dynamique, il est normal de trouver un « lag » accommodatif de +0,50 à +0,75D. Des valeurs supérieures indiquent une réponse accommodative inadéquate. Des valeurs inférieures (« lead ») peuvent indiquer un spasme accommodatif. Il existe plusieurs méthodes, telles la Méthode d'Estimation Monoculaire (MEM) et la rétinoscopie de Bell.

CONSEILS CLINIQUES

- Toute lunette de prescription doit être portée lors de la mesure de l'amplitude d'accommodation.
- Mesurer les deux yeux de façon monoculaire, puis de façon binoculaire.
- Lors de la réfraction, combiner plusieurs lentilles d'essai ensemble pour réduire le nombre de surfaces de lentilles.
- La majorité des gens peuvent utiliser entre ½ et 2/3 de leur amplitude disponible pour travailler au près.

LECTURES RECOMMANDÉES

1. Clinical Visual Optics. Bennett & Rabbetts; 4th Ed. Butterworth Heinemann; (Chapitre 7)
2. Ocular Accommodation, Convergence & Fixation Disparity; Goss,D;1995; Butterworth Heinemann; (Chapitre 1)
3. Dictionary of Optometry & Visual Science; Millodot,M; 7th Ed. Butterworth Heinemann
4. Transactions of The Optical Society;1924-25; The Changes in the Form of the Crystalline Lens in Accommodation; Fincham
5. Primary Care Optometry; Grosvenor,T;4th Ed; 2002; Butterworth Heinemann; pp96-100