



# PRINCIPES OPTIQUES APPLIQUÉS À L'OEIL ET ACCOMMODATION

## MISE EN SITUATION

Une patiente et ses quatre enfants se présentent à vous. Elle a toujours cousu les vêtements de ses enfants, mais ressent depuis peu des maux de tête chaque fois qu'elle s'adonne à cette activité.

Quelle peut être la cause de ses maux de tête?

## OBJECTIFS

Ce module a pour but de vous familiariser à la manière dont la lumière est focalisée à l'intérieur de l'œil et aux conséquences d'une lumière qui n'est pas focalisée correctement.

## APPRENTISSAGES

À la fin de ce module, vous devriez être en mesure de:

- Nommer et identifier les différentes parties du système optique de l'œil
- Décrire la façon dont ces parties travaillent ensemble pour concentrer la lumière et former une image visuelle
- Nommer et définir les différentes erreurs de réfraction
- Expliquer comment l'œil peut changer sa puissance de focalisation pour passer d'un objet lointain à un objet rapproché
- Expliquer pourquoi la capacité d'accommodation diminue à mesure que les gens vieillissent
- Reconnaître les symptômes de l'asthénopie.

## PERCEPTION NORMALE DE LA LUMIÈRE PAR UN ŒIL SAIN

Les rayons lumineux en provenance d'un objet pénètrent dans l'œil à travers le film lacrymal et la cornée. Ils voyagent à travers la chambre antérieure et la pupille et traversent ensuite le cristallin et le vitré avant d'arriver finalement à la rétine.

Les rayons lumineux sont déviés en cours de route (convergent les uns vers les autres) — d'abord par la cornée, puis par le cristallin. Cette action permet à la lumière de se concentrer et d'être focalisée sur la rétine, où une image claire est formée.

Sur la rétine, la lumière est transformée en signaux électriques qui sont envoyés au cerveau via le nerf optique. Ces signaux électriques sont interprétés par le cerveau comme une image visuelle.

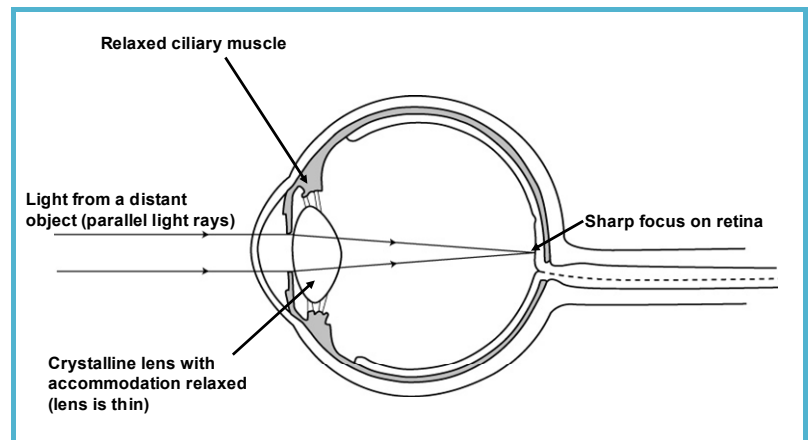


Figure 3.1: Parcours de la lumière d'un objet à la rétine

### Focalisation de la lumière dans l'œil

Il est important de noter que les rayons lumineux provenant d'un objet éloigné sont parallèles (Figure 3.1). On considère généralement comme « distant » tout objet à plus de 6 mètres de distance.

Les rayons lumineux provenant d'un objet rapproché sont divergents (ils s'éloignent les uns des autres). Plus l'objet est près de l'œil, plus les rayons sont divergents.

Les conditions suivantes doivent être remplies pour que les rayons lumineux soient parfaitement focalisés sur la rétine:

- La cornée et le cristallin doivent dévier (converger) correctement la lumière.
- Le globe oculaire doit être de la bonne longueur (distance entre la cornée et la rétine).



**L'œil doit être de la bonne taille et de la bonne forme pour que la vision soit claire et confortable.**

### Structures de l'œil et focalisation

La cornée et le cristallin travaillent ensemble afin de réfracter les rayons lumineux de façon à ce qu'ils convergent et soient concentrés sur la rétine.

- La cornée fournit à elle seule le 2/3 de la puissance de focalisation de l'œil.
  - Sa forme incurvée et son épaisseur lui donnent sa puissance de focalisation.
  - La forme et l'épaisseur de la cornée sont fixes: la puissance de la cornée demeure donc toujours la même.
- Le cristallin fournit le tiers de la puissance de focalisation de l'œil.
  - Sa forme incurvée et son épaisseur lui donnent sa puissance de focalisation.
  - Le cristallin peut également changer de forme lorsque les muscles du corps ciliaire se contractent et ainsi devenir plus épais, augmentant la puissance de focalisation.



**La cornée fournit le 2/3 de la puissance de focalisation de l'œil.**

**Le cristallin fournit le tiers de la puissance de focalisation de l'œil, mais il peut faire varier cette puissance totale en changeant légèrement de forme.**

## QU'EST-CE QU'UNE ERREUR DE RÉFRACTION?

L'œil qui n'est pas de la bonne taille ou de la bonne forme ne concentre pas correctement la lumière sur la rétine. On dit alors qu'il y a « erreur de réfraction ». La personne devra porter des lunettes ou des verres de contact afin de voir clairement et confortablement.

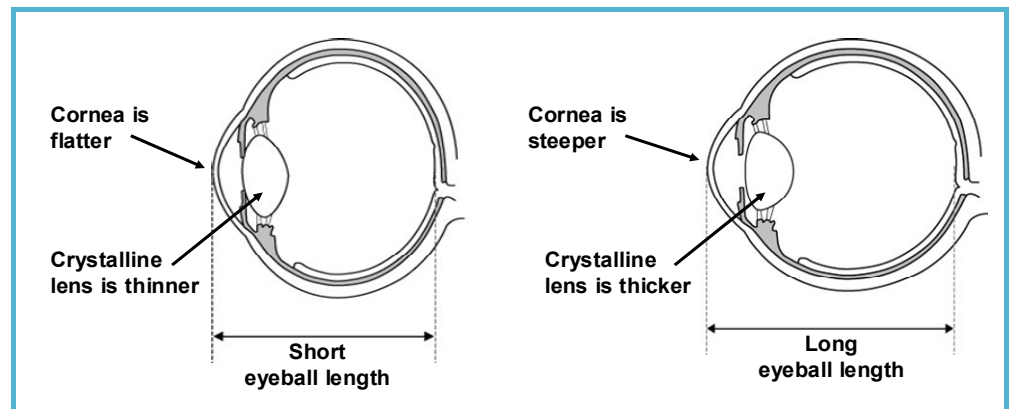


**Les yeux d'un patient qui présente des erreurs de réfraction paraissent sains, même s'il ne voit pas bien.**

Le degré d'erreur de réfraction dans un œil dépend de plusieurs facteurs:

- courbure/planéité de la cornée; et/ou
- épaisseur/minceur du cristallin: et/ou
- longueur du globe oculaire.

Une combinaison de ces facteurs (négatifs) empêche l'œil de focaliser correctement la lumière sur la rétine (Figure 3.2). Lorsque c'est le cas, la personne a de la difficulté à voir correctement en raison d'une erreur de réfraction.



**Figure 3.2:** Combinaisons possibles de longueur du globe oculaire, forme de la cornée et forme du cristallin.



**On dit d'un œil dont la taille ou la forme ne permet pas de focaliser correctement la lumière sur la rétine qu'il présente une erreur de réfraction.**

**Le degré d'une erreur de réfraction dépend de la forme de la cornée et du cristallin et de la longueur du globe oculaire.**

**Un œil dont la forme et la taille permettent de focaliser correctement la lumière sur la rétine est appelé emmétrope.**

### ERREUR DE RÉFRACTION

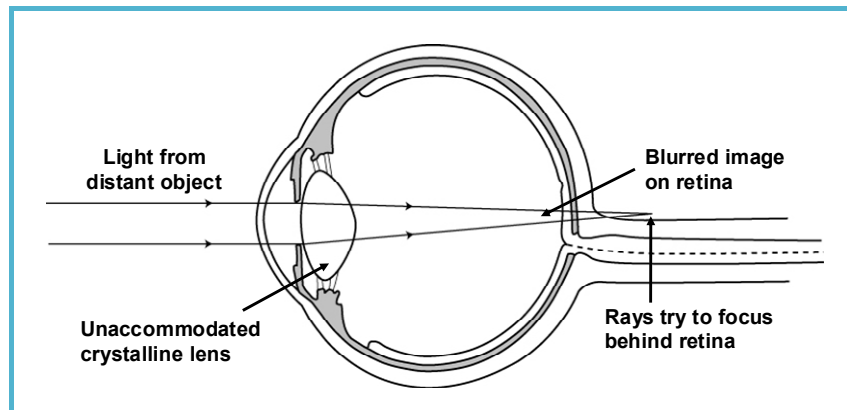
## QU'EST-CE QU'UNE ERREUR DE RÉFRACTION? (cont.)

### ERREUR DE RÉFRACTION (cont.)

Les différents types d'erreurs de réfraction sont regroupés en quatre catégories, en fonction de la partie de l'œil dont la taille ou la forme fait défaut:

- **Hypermétropie**

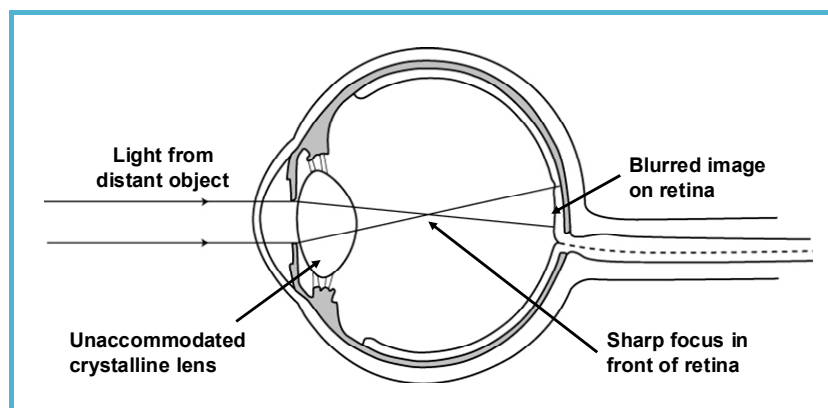
Les patients atteints d'hypermétropie (également appelés hypermétropes) sont parfois en mesure de bien voir de loin, mais ont de la difficulté avec la vision de près. Avec l'âge, leur vision de loin peut également être affectée.



**Figure 3.3:** Un œil hypermétrope: les rayons lumineux d'un objet distant sont focalisés derrière la rétine

- **Myopie**

Les patients atteints de myopie (également appelés myopes) ne peuvent bien voir de loin. Leur vision de près peut être bonne, dépendant de leur degré de myopie.



**Figure 3.4:** Un œil myope: les rayons d'un objet distant sont focalisés devant la rétine

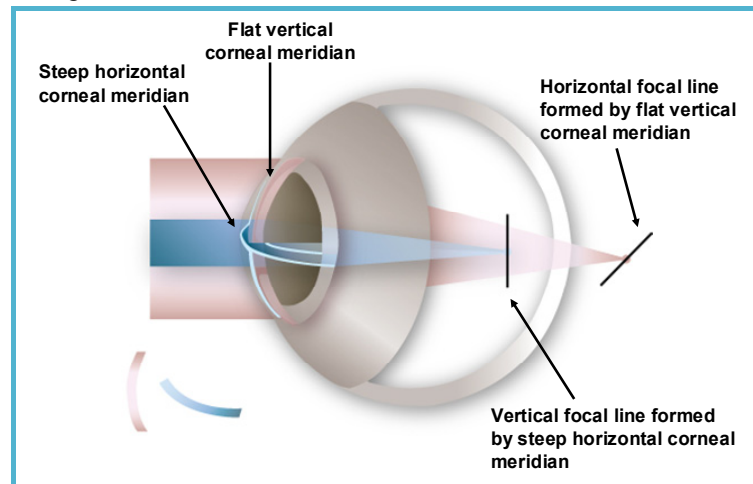
## QU'EST-CE QU'UNE ERREUR DE RÉFRACTION? (cont.)

### ERREUR DE RÉFRACTION (cont.)

- **Astigmatisme**

Un œil présentant de l'astigmatisme possède différentes puissances selon différents méridiens de l'œil. La lumière qui pénètre un œil astigmatique est donc focalisée à différents endroits plutôt qu'un seul.

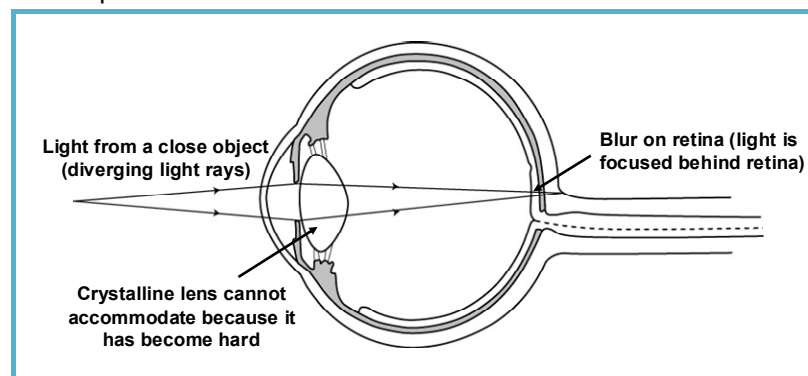
Les patients atteints d'astigmatisme (également appelés astigmatiques) peuvent avoir de la difficulté à voir clairement de près et de loin puisqu'aucune distance ne permet à l'image de se former clairement sur la rétine.



**Figure 3.5:** Un œil astigmatique: les rayons d'un objet distant sont focalisés à deux endroits différents

- **Presbytie**

La presbytie se développe avec l'âge (généralement entre 40 et 45 ans), lorsque le cristallin perd de sa capacité à focaliser la lumière provenant des objets rapprochés. Les patients atteints de presbytie (également appelés presbytes) ont de la difficulté à voir de près.



**Figure 3.6:** Un œil presbyte: les rayons d'un objet rapproché sont focalisés derrière la rétine

Un patient présentant une de ces erreurs de réfraction doit porter des lunettes ou des verres de contact afin de voir clairement et confortablement.

Un patient peut présenter une ou plusieurs erreurs de réfraction combinées. Toutes les combinaisons sont possibles à l'exception de la myopie et de l'hypermétropie, qu'il est impossible de présenter ensemble.

Un examen doit être effectué afin d'identifier le type d'erreurs de réfraction en cause chez un patient et le degré de celles-ci.

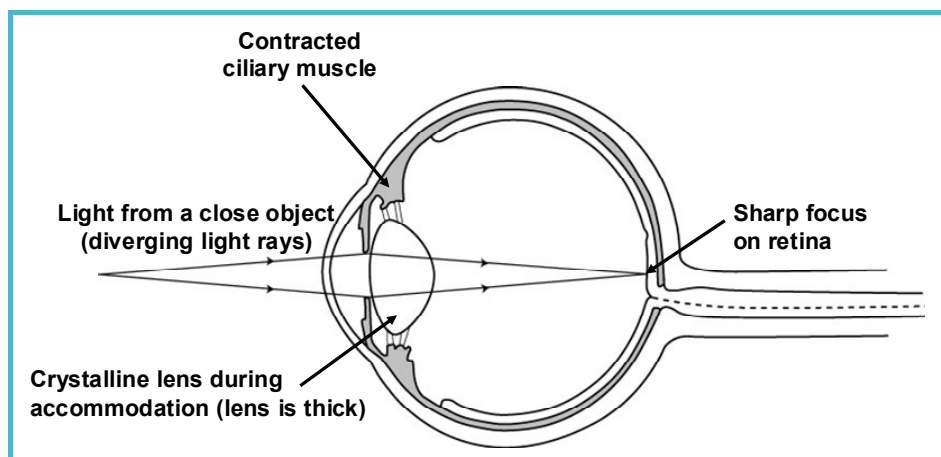


Un examen de l'œil qui teste les erreurs de réfraction est appelé une **réfraction**.

## QU'EST-CE QUE L'ACCOMMODATION?

Le phénomène d'accommodation se produit lorsque les muscles du corps ciliaire se contractent et qu'ils changent la forme du cristallin (plus épais).

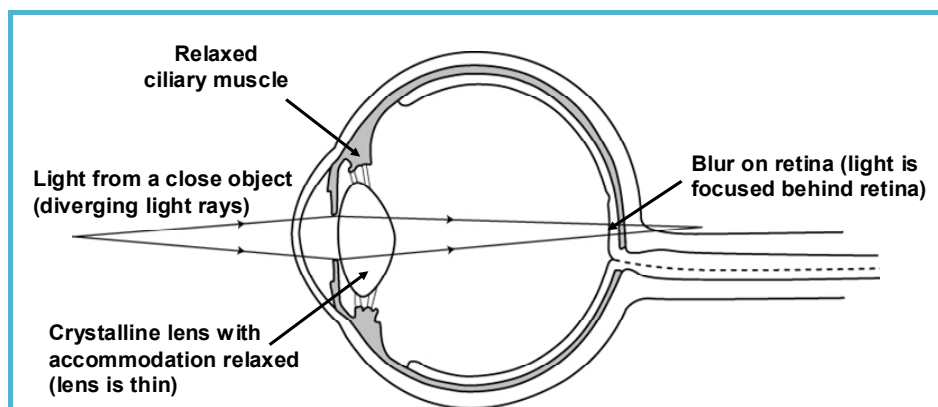
L'accommodation de l'œil augmente son pouvoir de focalisation, ce qui permet de voir plus clairement des objets rapprochés (Figure 3.7).



**Figure 3.7:** Dans un œil où se produit l'accommodation, les rayons lumineux d'un objet rapproché sont concentrés sur la rétine

Lorsque les muscles du corps ciliaire sont relâchés, un œil normal (de la bonne taille et forme) devrait être en mesure de voir clairement des objets éloignés (plus loin que 6 m). On dit alors que l'accommodation est relâchée, ou que l'œil n'est pas accommodé. Un œil dont un muscle ciliaire est détendu est parfois appelé un œil relâché.

L'accommodation se produit généralement à notre insu, sans que l'on réalise qu'il est nécessaire de solliciter les muscles du corps ciliaire.



**Figure 3.8:** Dans un œil sans accommodation, les rayons lumineux d'un objet rapproché ne sont pas concentrés sur la rétine

Avec l'âge, le cristallin se durcit et perd graduellement de son élasticité. Il est alors plus difficile pour le cristallin de changer de forme lorsque les muscles du corps ciliaire se contractent. Ce phénomène naturel lié au vieillissement est appelé presbytie. La presbytie a pour conséquence que les yeux de gens plus âgés ne sont plus en mesure d'accommoder (changer la puissance de focalisation afin de voir un objet rapproché) avec autant d'aisance que chez un jeune patient.

Un œil incapable d'accommoder adéquatement percevra flous les objets et images observés de près (Figure 3.8). Un patient incapable d'accommoder suffisamment pour voir clairement de près doit porter des lunettes qui corrigent sa vision.

## QU'EST-CE QUE L'ACCOMMODATION? (cont.)

### AMPLITUDE DE L'ACCOMMODATION

Le degré d'amplitude accommodative d'un patient représente la mesure maximale d'accommodation disponible chez le patient. Cette mesure dépend de la capacité du cristallin à changer de forme et à augmenter la puissance de focalisation.

Les enfants sont généralement en mesure d'accommoder 15D. Cela signifie qu'un enfant (ne présentant pas d'erreurs de réfraction) sera en mesure de voir clairement des objets situés à 7 cm de son œil (Figure 3.9).

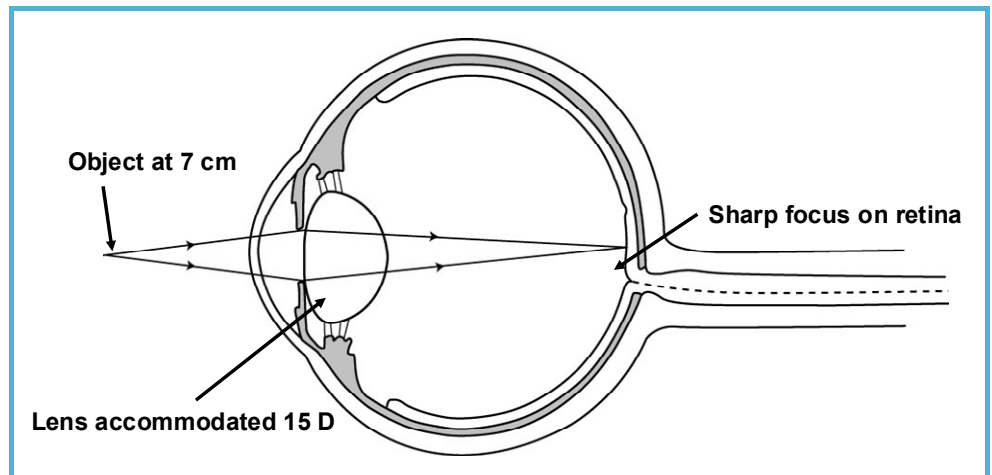


Figure 3.9: La formule de la distance focale est:  $f = 100/F$  (où  $f$  est en centimètre et  $F$  en dioptries)

Dans le cas d'une accommodation de 15D ( $F$ ), la distance focale est de  $100/15 =$  soit approximativement **7 cm**.

Vers l'âge de 40 ans, l'œil humain n'est plus en mesure d'accommoder que de 5D. Cela signifie qu'un patient de 40 ans (sans myopie, hypermétropie ou astigmatisme) ne peut voir clairement des objets que s'ils sont à 20 cm ou plus de distance (Figure 3.10).

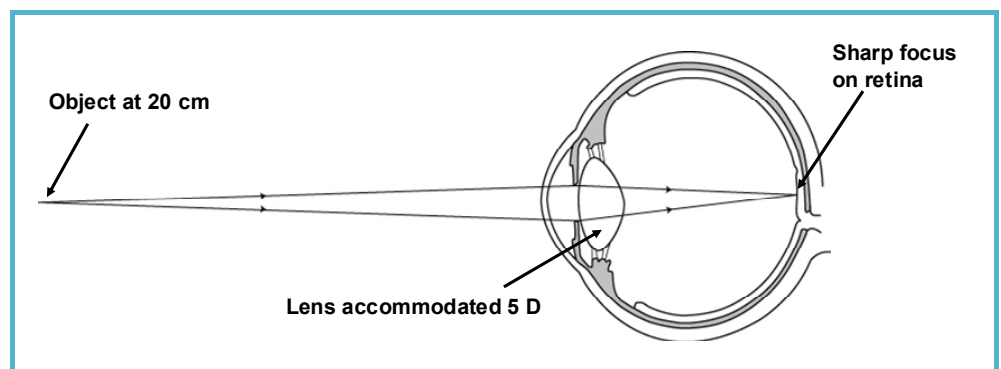


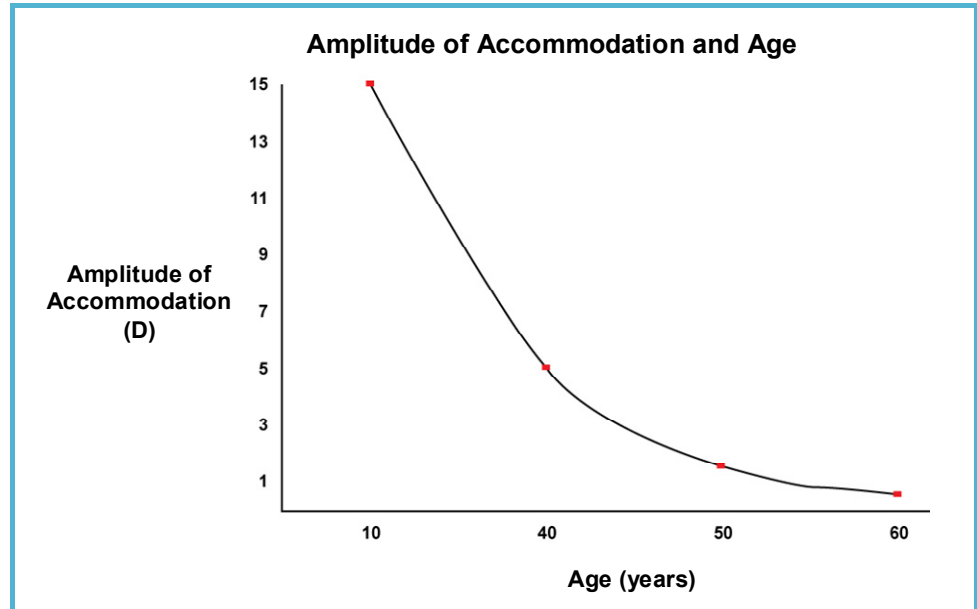
Figure 3.10: La formule de la distance focale est:  $f = 100/F$  (où  $f$  est en centimètre et  $F$  en dioptries)

Dans le cas d'une accommodation de 5D ( $F$ ), la distance focale est de  $100/5 =$  soit approximativement **20 cm**.

## QU'EST-CE QUE L'ACCOMMODATION? (cont.)

### AMPLITUDE DE L'ACCOMMODATION (cont.)

Un patient âgé de plus de 60 ans ne possède pratiquement plus de pouvoir accommodatif.



**Figure 3.11:** L'amplitude accommodative décroît en fonction de l'âge

Le graphique ci-haut n'est qu'une estimation, il reflète néanmoins une tendance claire entre la diminution de l'amplitude accommodative à mesure qu'un patient vieillit. Chaque personne est cependant différente, et il est fréquent d'observer de légères variations au niveau de l'amplitude accommodative entre différents patients du même âge.

### ASTHÉNOPIE

Il n'est pas possible pour notre œil de solliciter l'accommodation en tout temps, étant donné la fatigue que cela engendrait pour les muscles du corps ciliaire. Nos yeux ne sont tout simplement pas conçus pour passer de longues périodes de temps à pratiquer une tâche de près: regarder un écran d'ordinateur, coudre ou lire.

La fatigue des muscles du corps ciliaire entraîne les symptômes de l'asthénopie (fatigue visuelle).



**Les symptômes de l'asthénopie peuvent inclure:**

- douleur ou sensation de brûlure aux yeux
- yeux fatigués
- maux de tête
- fatigue (générale)
- somnolence lors de travaux de près
- perte de concentration
- vision floue
- double vision
- yeux qui piquent

**Un patient atteint d'asthénopie peut présenter un ou plusieurs de ces symptômes à la fois.**

## QU'EST-CE QUE L'ACCOMMODATION? (cont.)

### ASTHÉNOPIE (cont.)

Une bonne façon de se représenter l'accommodation est d'imaginer les muscles du corps ciliaire comme les muscles de vos bras:

- Imaginez que vous vous rendez au marché pour y acheter un sac de riz très lourd. Vous pouvez porter le sac, mais vos bras s'affaiblissent et le sac semble plus lourd que jamais après un certain temps. Vient finalement un point où vous devez déposer le sac afin de reposer vos bras.
- La même dynamique s'applique lorsque l'on regarde un objet rapproché. L'œil peut alors accommoder afin de voir clairement l'objet pour une courte période de temps, mais les muscles du corps ciliaire se fatigueront après un certain temps. C'est à ce moment que se fera ressentir de la douleur ou un inconfort au niveau des yeux et que la vision s'embrouillera.

Il arrive parfois que les muscles du corps ciliaire aient une crampe suite à une vision rapprochée prolongée. De la même manière qu'une crampe aux muscles de la jambe lors d'une partie de football, le muscle est incapable de se détendre.



**Un patient désireux de pratiquer un travail de près sur une période de temps prolongée peut généralement utiliser la moitié de son amplitude accommodative maximale sans souffrir d'asthénopie.**

Une crampe du muscle ciliaire empêche celui-ci de se détendre, rendant ainsi floue la vision de loin. Ce problème est plus fréquent chez les patients en bas âge.

#### Exemple:

Un enfant peut vous dire que le tableau lui apparaît flou en classe après une période prolongée de lecture ou d'écriture. Le tableau redevient à nouveau clair après un certain temps.

La description suivante ne peut s'apparenter à la myopie puisque le problème décrit est temporaire et non permanent. Il s'agit probablement d'une crampe liée à la vision de près.

## TESTEZ VOS CONNAISSANCES

1. Énumérez (de l'avant à l'arrière) les cinq portions transparentes de l'œil que la lumière doit traverser pour d'atteindre la rétine.  

---

---

---

---

---
2. Pour que la lumière soit concentrée correctement sur la rétine le \_\_\_\_\_ doit faire dévier (converger) correctement les rayons et la distance entre \_\_\_\_\_ et la \_\_\_\_\_ doit être adéquate.
3. Qu'est-ce qu'une erreur de réfraction?  

---

---
4. Nommez les quatre types d'erreurs de réfraction.  

---

---
5. Comment fonctionne l'accommodation?  

---

---
6. Pourquoi les gens ont-ils plus de difficulté à accommoder en vieillissant?  

---

---
7. Pourquoi est-il préférable qu'une personne utilise seulement la moitié de son amplitude accommodative maximale?  

---

---
8. Quels sont les symptômes de l'asthénopie?  

---

---