

## L'œil humain



1

## Points essentiels

- Fonctionnement de l'œil humain:
  - La vision éloignée
  - La vision rapprochée
  - Le pouvoir d'accommodation
- Les défauts de l'œil humain
  - L'hypermétropie
  - La myopie
  - La presbytie

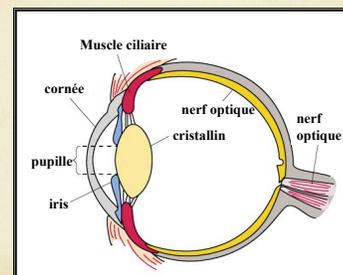
2

## Fonctionnement

1. La lumière pénètre dans l'œil par une ouverture variable « la pupille » commandée par « l'iris » (la partie colorée);
2. Cette lumière traverse « le cristallin » (qui baigne dans deux liquides), la courbure de cette lentille (cristallin) peut-être modifiée par l'action « des muscles ciliaires » afin de permettre à « l'œil de former des images claires, sur la rétine, d'objets placés à diverses distances (processus d'accommodation).
3. Ce faisceau de lumière focalisée sur la rétine qui contient des bâtonnets et des cônes sensibles (à la lumière) est transmis par « le nerf optique » jusqu'au « cerveau ».

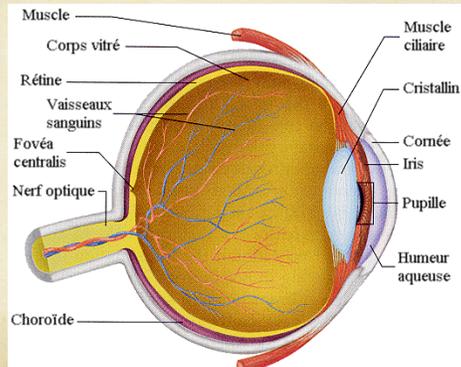
3

## Schéma de l'œil humain



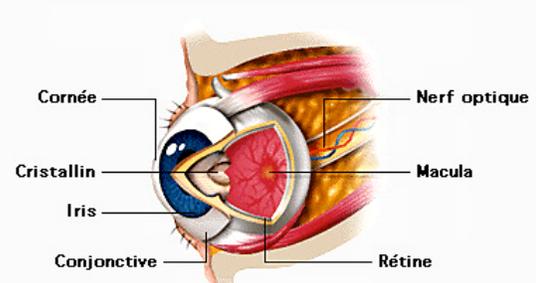
4

## Anatomie de l'œil

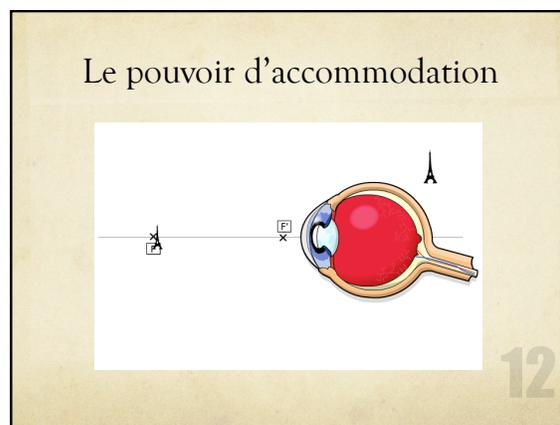
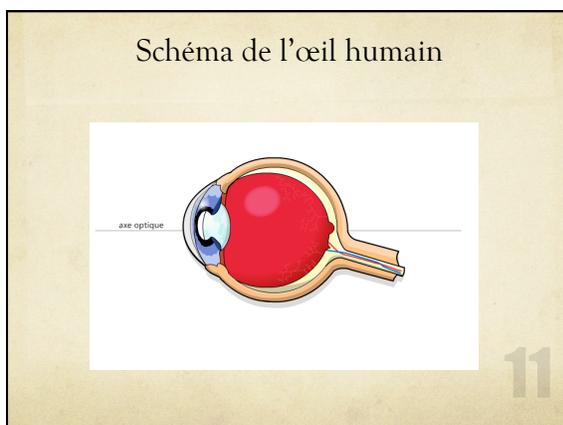
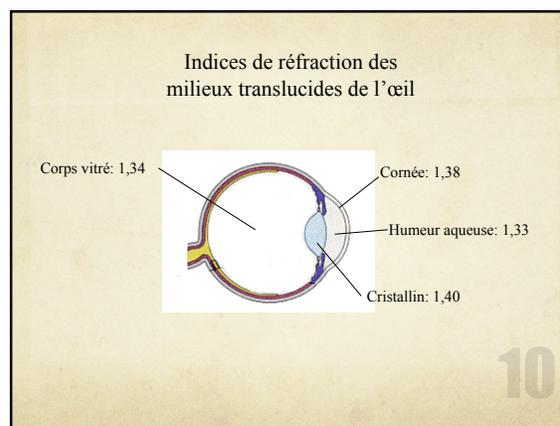
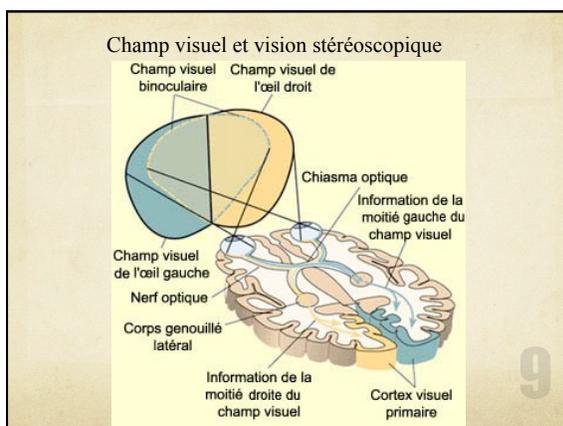
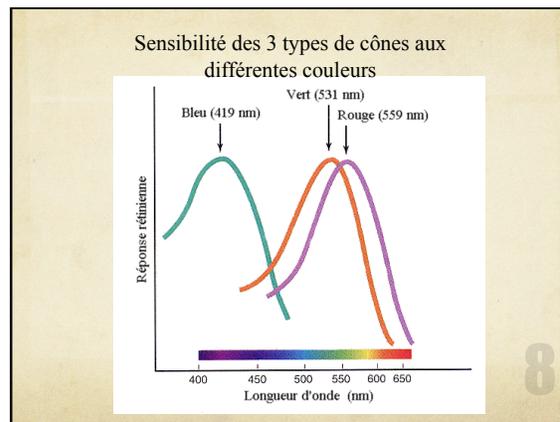
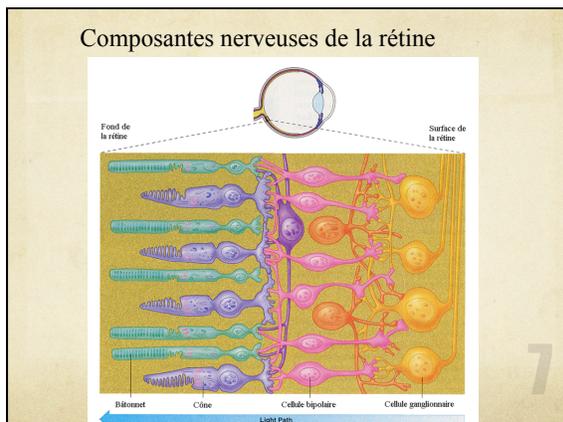


5

## Anatomie de l'oeil



6

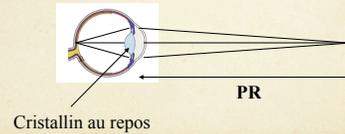


## La vision éloignée

- Lorsque l'œil humain regarde à une grande distance, le muscle est relâché, et le cristallin possède sa plus grande distance focale ( $\sim 2,5$  cm soit la distance séparant le cristallin de la rétine).
- La distance maximale de vision pour un œil normal est l'infini  $\rightarrow$  le punctum remotum.

13

**Punctum rémotum (PR):** Position d'un objet pour laquelle l'image se forme correctement sur la rétine lorsque le cristallin est au repos. En d'autres mots, c'est la plus grande distance à laquelle une personne distingue les objets clairement. Une personne normale possède un PR d'environ 6 mètres.



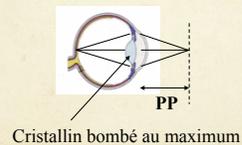
14

## La vision rapprochée

- Lorsque l'œil humain observe un objet placé près de lui, le muscle ciliaire augmente la courbure du cristallin (ce qui diminue la distance focale de la « lentille » (pouvoir d'accommodation)).
- La distance minimale de vision (le punctum proximum) varie avec l'âge.
- On utilise pour un œil normal 25 cm.

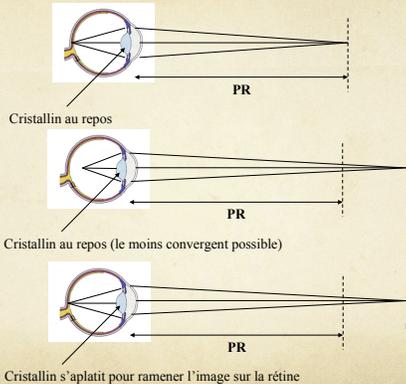
15

**Punctum proximum (PP):** Position de l'objet pour laquelle l'image se forme correctement sur la rétine lorsque le cristallin est bombé à son maximum. En d'autres mots, c'est la plus petite distance à laquelle une personne peut distinguer clairement les objets. Pour une personne normale,  $PP \leq 25$  cm.



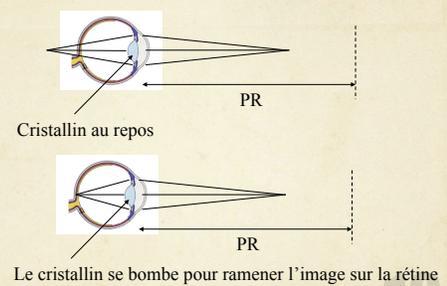
16

### Aplatissement du cristallin pour la vision éloignée



17

### Bombement du cristallin pour la vision de près



18

## Exemple

Calculez la distance focale de l'œil pour vision rapprochée.  
Prendre p.p. = 25 cm et la distance rétine-cristallin = 2,5 cm.

Rép. + 2,27 cm.

19

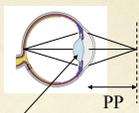
## Puissance d'accommodation

La puissance ( ou amplitude) d'accommodation est définie comme la différence entre la puissance minimale et maximale de la lentille équivalente.

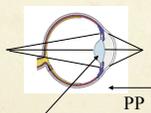
$$P_a = \frac{1}{p.p.} - \frac{1}{p.r.}$$

20

## Limite inférieure d'accommodation



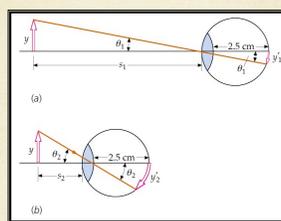
Cristallin bombé au maximum



Cristallin bombé au maximum

21

## La taille apparente



La taille apparente d'un objet dépend de l'angle sous lequel il est intercepté à partir de l'œil !

22

## Angle maximal de vision

L'angle maximal de vision sous lequel un objet peut être intercepté correspond à la distance minimale de vision. L'image rétinienne est alors la plus grande possible.

$$\alpha_{25} = \frac{y_o}{0,25}$$

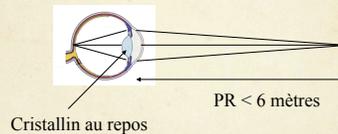
et:

$$y_i = \frac{y_o}{10}$$

23

## La myopie

- Une personne myope possède un PR inférieur à 6 mètres.
- La myopie peut être dû à un globe oculaire trop long ou à un cristallin trop bombé au repos.

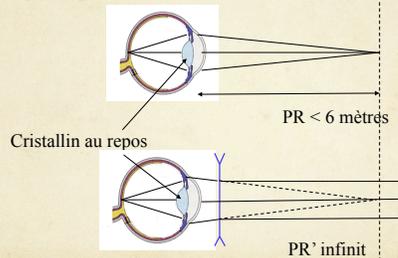


Cristallin au repos

24

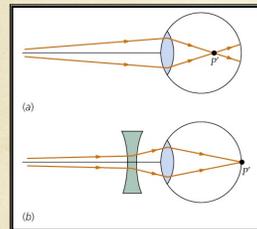
### Correction de la myopie

- On corrige la myopie avec des lentilles divergentes pour repousser le PR à l'infini



25

### La myopie



- Le globe oculaire est trop long  $p/r$  à la distance focale de l'œil au repos. L'image d'un objet à l'infini (muscle relâché) est formée devant la rétine.
- Conséquence:** la distance maximale de vision n'est pas située à l'infini.
- Correction:** On utilise une lentille divergente afin de corriger ce défaut.

26

### Exemple

Soit un œil dont le p.r. est situé à 2m. Quelle verre correcteur doit-on utiliser pour la correction ?

Rép.  $f_c = -2$  m

Si avec ces lunettes le p.p. se situe à 25 cm, où se situait-il sans ces verres correcteurs ?

Rép. 22 cm.

Ici, la lentille correctrice (divergente) déplace le p.p. de 22 à 25 cm.

27

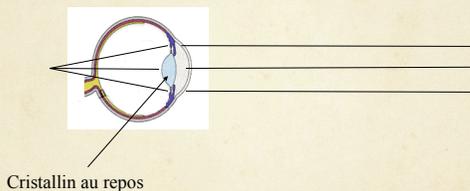
### L'hypermétropie

- Le globe oculaire est trop court  $p/r$  à la distance focale de l'œil au repos.
- Conséquence:** l'image d'un objet à l'infini (muscle relâché) se forme derrière la rétine.
- Cependant, à cause de son pouvoir d'accommodation de l'œil, une personne hypermétrope peut voir des objets à l'infini, lorsque son muscle ciliaire courbe le cristallin (muscle contracté).
- Correction:** pour que l'œil puisse voir (sans accommodation) des objets à l'infini, on doit placer une lentille correctrice convergente devant celui-ci.

28

### Hypermétropie

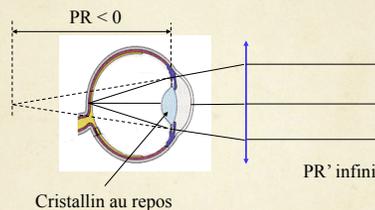
- Des rayons parallèles entrant dans un œil hypermétrope se focalisent derrière la rétine.



29

### Correction de l'hypermétropie

- On corrige l'hypermétropie avec des lentilles convergentes.



- L'image de la lentille correctrice devient un objet virtuel pour le cristallin. C'est pourquoi le **PR d'une personne hypermétrope est négatif**.

30

## Exemple

Votre cousine ne peut distinguer des objets plus rapprochés que 33,3 cm. Elle possède une amplitude d'accommodation ( $A_a$ ) de 6 D. Déterminez:

- Son p.r.;
- La puissance des verres correcteurs qu'elle doit utiliser pour obtenir un p.r. infini;
- Avec ces verres correcteurs, déterminez son p.p.;
- Précisez son intervalle de vision.

31

## Exemple (suite)

- p.r. = -0,33 m (virtuel);
- $P = +3$  D;
- p.p. = 16,6 cm;
- Avec les verres de 16,6 cm à l'infini; sans les verres de 33,3 cm à l'infini.

32

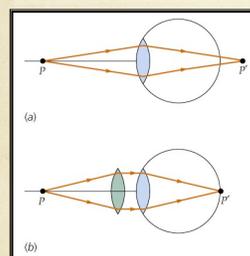
- La puissance de la lentille correctrice que l'on doit prescrire à un patient hypermétrope ou myope est:

$$P_v = \frac{1}{f_c} = -\frac{1}{PR}$$

- $P_v$  est la puissance de la lentille correctrice
- $f_c$  est la distance focale de la lentille correctrice
- PR le punctum remotum de la personne sans lentilles correctrices

33

## La presbytie



- Avec l'âge, le p.p. devient supérieur à 25 cm et l'œil a de la difficulté à accommoder des objets rapprochés.
- Conséquence:** la distance minimale de vision est supérieure à 25 cm.
- Correction:** Ce défaut se corrige au moyen d'une lentille convergente.

34

## Exemple

Pour lire un volume, une personne doit le tenir à 75 cm de ses yeux (p.p. déficient de 75 cm). Ainsi, l'image formée sur la rétine est trop petite. Quelle doit être la puissance des verres correcteurs qui lui permettront de lire distinctement à 25 cm ?

Rép. + 2,67 D

35

## Exemple

Pour lire un volume, une personne doit le tenir à 75 cm de ses yeux (p.p. déficient de 75 cm). Ainsi, l'image formée sur la rétine est trop petite. Quelle doit être la puissance des verres correcteurs qui lui permettront de lire distinctement à 25 cm ?



Réponse. + 2,67 D

36

## Travail personnel

- Faire les exemples 5,12 et 5,13
- Questions: 1, 3, 6
- Les exercices: 44, 46 et 48
- Aucun problème

37

## Défauts liés au vieillissement

- **Presbytie**: Perte d'élasticité du cristallin
- **Cataracte**: Augmentation de l'opacité du cristallin
- **Glaucome**: Problème d'évacuation de l'humeur aqueuse

Autre amétropie:

- **Astigmatisme**: Défaut dans la courbure du cristallin ou de la cornée

38

## Les chirurgies

### La kératotomie radiale

- Incision de la cornée pour modifier la courbure de cette dernière.
- Efficace pour de faible myopie (entre -1 et -3 D)



39

### La photokératectomie réfractive

- Au laser Excimer (faisceau ultra violet)
- Consiste à enlever une couche de l'épithélium de la cornée
- Efficace pour les myopies entre -1 et -7 D
- Cicatrisation difficile



40

### Le LASIK (Laser In-situ Keratomileusis)

- On soulève l'épithélium
- On modifie la courbure de la cornée
- On replace l'épithélium
- Efficace pour les myopies entre -1 et -20 D
- Guérison plus rapide que la photokératectomie réfractive



41

### Remplacement du cristallin

- Utile dans le cas de cataractes graves.
- On enlève le vieux cristallin et on le remplace par un cristallin synthétique.



42

