

## Les principaux défauts de l'œil et leur correction (TP partie 2)

*Ce TP est un exercice d'application de la formule de conjugaison  
Il faut avoir traité la partie 1 avant de l'aborder*

### I- L'œil myope

L'œil myope est en général plus long qu'un œil normal. La courbure de la cornée est aussi souvent plus prononcée. L'image se forme en avant de la rétine, l'œil est «trop convergent».

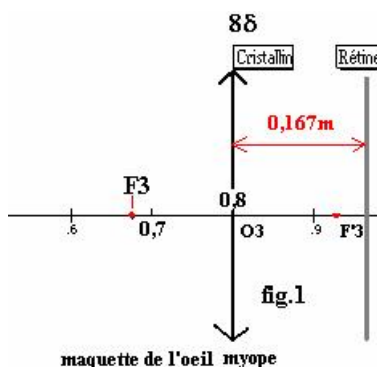
#### 1-maquette de l'œil myope:



Ouvrir le paragraphe «simulation sur banc d'optique» du

**petit logiciel de physique chimie pour le lycée**

Nous gardons la lentille de 8d pour modéliser le cristallin «au repos» et nous choisissons une distance cristallin/rétine de  $0,167\text{m}=16,7\text{cm}$ . Le centre optique du cristallin est toujours sur la graduation  $0,8\text{m}$ . (voir schéma ci-dessous).



#### 2-observation d'un objet à l'infini:



Cocher:  «objet à l'infini»; régler l'inclinaison des rayons à zéro; tracer les «rayons issus de A et s'appuyant sur la lentille».

Avec le banc réel, il faut reprendre la «méthode de l'objet à l'infini» décrite au paragraphe IV-3.



Indiquer où se forme l'image?..... Quelle est la conséquence sur la vision?.....

Quel type de lentille («lentille 1») faut-il accoler au cristallin pour corriger ce défaut?.....

On se propose d'accoler une lentille de vergence  $C=-2d$ . Vérifier par l'application de la formule de conjugaison que cette lentille corrige la myopie de «l'œil maquette».

.....



**Créer la «lentille 1» de correction, régler sa focale à  $-0,5m$ , la déplacer et confondre  $O_1$  avec  $O_3$ .**

**Observer l'image dans le fond de l'œil.**

**Eliminer la «lentille 1» avant de passer au paragraphe suivant.**

**3-observation d'un objet proche sans accommodation:**

Remplacer l'objet à l'infini par un objet AB à distance fini, le rapprocher de l'œil jusqu'à ce que les rayons lumineux provenant de A se croisent dans le fond de l'œil. Le point A est alors à la distance maximale de vision distincte  $d_M$  c'est-à-dire au punctum remotum (PR) de l'œil myope.



Vérifier la position du PR par le calcul et comparer avec la valeur expérimentale.

Comparer la distance  $d_M$  et la focale  $f_1$  de la lentille de correction.

**Compléter:**

Les deux distances sont..... au signe près.

Le PR de l'œil myope est .....dans la lentille divergente correctrice d'un point situé à l'infini.

Le PR de l'œil myope et le foyer image de la lentille correctrice divergente sont.....

**4-observation d'un objet en accommodant au maximum:**



Pour simuler ce cas, il faut accoler une lentille de  $+3d$  à celle de  $8d$  de la maquette **ou** régler la distance focale de l'œil à  $9cm$  sur le banc virtuel.

Rapprocher l'objet de l'œil jusqu'à ce que les rayons lumineux se croisent sur la rétine.

L'objet est alors à la distance minimale **dm** de vision distincte de l'œil myope (c'est-à-dire au punctum proximum PP).



Vérifier la position du PP par le calcul et comparer avec la valeur expérimentale obtenue sur le banc réel ou le banc virtuel.

Montrer que le PP de l'œil myope est l'image du PP de l'œil normal à travers la lentille correctrice.

**5-Domaine de vision distincte (DVD):**

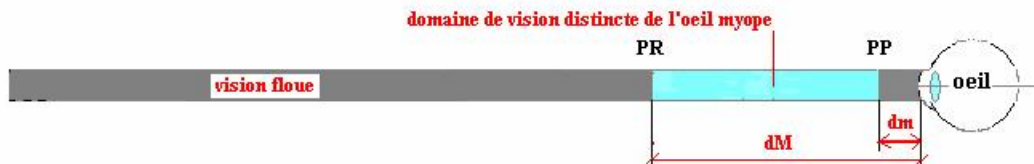


Un élève myope se plaint de ne pas voir les inscriptions du tableau de la classe. Il peut voir cependant les lettres sur son cahier (en se rapprochant beaucoup s'il est très myope).

Le DVD peut être très petit (une dizaine de cm pour un œil très myope).

L'œil myope possède tout de même un avantage: il peut voir un objet proche sans accommoder, ce qui fatigue moins les yeux pour lire par exemple. Son PP peut être à 1 ou 2cm de l'œil! Ceci lui permet de voir de très près ce qui est un avantage pour certains travaux de précision.

Le risque de décollement de rétine est accru à cause de la courbure plus prononcée du fond de l'œil.



### Correction du paragraphe I:

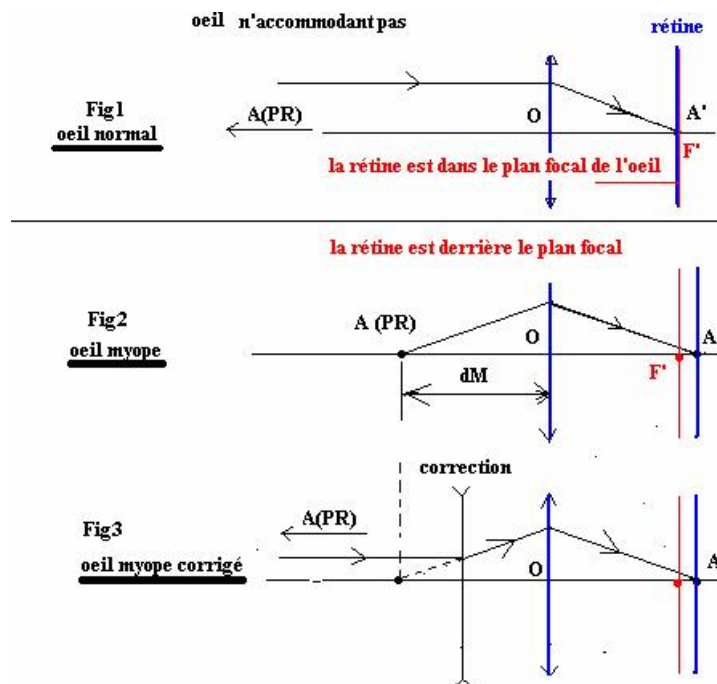
V-2 L'image se forme en avant de la rétine. Elle est donc floue. L'œil étant trop convergent, il faut corriger ce défaut en accolant une lentille divergente pour que l'image se forme plus loin.

Correction de «l'œil maquette». La vergence de l'œil corrigé est  $8-2=6d$ .

L'œil visant à l'infini, l'image se forme dans le plan focal de l'œil corrigé c'est-à-dire à  $f'=1/6=0,167m$  valeur qui correspond bien à la distance cristallin/rétine.

V-3 Position du PR.

$$-\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = 8 \Rightarrow -\frac{1}{p} = 8 - \frac{1}{0.167} = 8 - 6 = 2m^{-1} \Rightarrow p = -\frac{1}{2} = -0,5m \Rightarrow dm = |p| = |f'_1|$$



La distance focale de la lentille correctrice, en valeur absolue, est égale à la distance maximale de vision distincte. (L'égalité n'est rigoureuse qu'avec des lentilles de contact).

Un patient ayant son PR à 10cm doit être corrigé avec une lentille de -10d (ce qui nécessite des verres à bords très épais!)

V-4 vérification de la position du PP par le calcul:

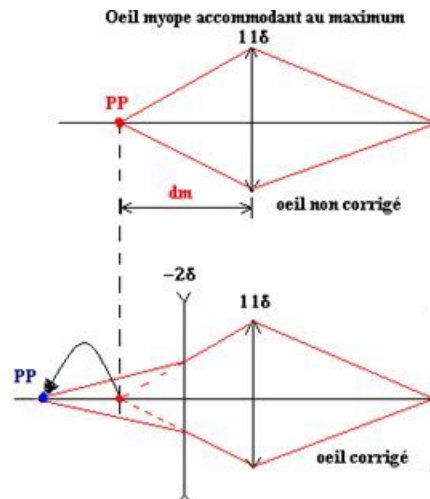
L'œil accommodant au maximum, sa vergence est 11d.

$$-\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = 11 \Rightarrow -\frac{1}{p} = 11 - \frac{1}{0.167} = 11 - 6 = 5\delta \Rightarrow p = -\frac{1}{5} = -0,2m \Rightarrow dm = |p| = 20cm$$

Montrer que le pp de l'œil myope non corrigé est l'image du PP de l'œil myope corrigé à travers la lentille correctrice de -2 dioptries.(voir dessin ci-dessous)

L'œil maquette myope corrigé doit avoir les mêmes performances que l'œil normal, son PP est donc à 0,33m du centre optique  $O_3$ . Nous supposons que la lentille correctrice est accolée à l'œil.

$$-\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = C \Rightarrow -\frac{1}{-0.33} + \frac{1}{-0.2} = 3 - 5 = -2\delta$$

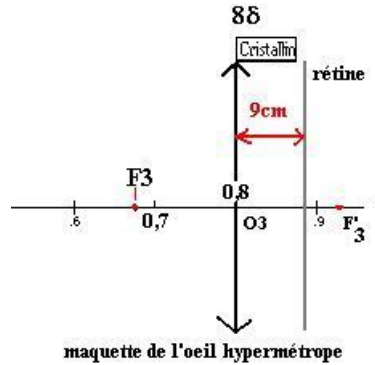


## II Œil hypermétrope:

Contrairement à l'œil myope, l'œil hypermétrope n'est pas assez profond et la courbure de la cornée est généralement trop faible. L'œil n'est pas assez convergent.

### 1- Maquette de l'œil hypermétrope:

Nous gardons la lentille de 8d pour modéliser le cristallin «au repos»et nous choisissons une distance cristallin/rétine de 0,09m=9,0cm. Le centre optique du cristallin est toujours sur la graduation 0,8m. .(voir schéma ci-dessous).



## 2-observation d'un objet à l'infini:



**Cocher: X**«objet à l'infini»; régler l'inclinaison des rayons à zéro; tracer les «rayons issus de A et s'appuyant sur la lentille».

Avec le banc réel, il faut reprendre la «méthode de l'objet à l'infini» décrite au paragraphe IV-3.



Indiquer où se forme l'image?..... Quelle est la conséquence sur la vision?.....

Quel type de lentille («lentille 1») faut-il accoler au cristallin pour corriger ce défaut?.....On reconnaît assez facilement les personnes atteintes de ce défaut. Pourquoi?

On se propose d'accoler une lentille de vergence  $C_1=3d$ . Vérifier par l'application de la formule de conjugaison que cette lentille corrige l'hypermétropie de «l'œil maquette».



**Créer la «lentille 1» de correction, régler sa focale à +0,33m, la déplacer et confondre  $O_1$  avec  $O_3$ .**

**Observer l'image dans le fond de l'œil.**



Remarquer que la vergence de la lentille de correction correspond ici à l'augmentation de la vergence du cristallin pour viser le PP. Notre maquette non corrigée est capable de voir correctement un objet s'il est à l'infini mais en accommodant au maximum! Cette situation est celle d'un œil réel très hypermétrope qui serait obligé de toujours accommoder! Cet œil se fatigue beaucoup. Quant à la vision d'un objet proche, elle est impossible sans correction.



**Créer une «lentille 2» de 3 d ou diminuer la focale du cristallin de 12,5cm à 9cm pour simuler l'accommodation. Accoler la «lentille 1» précédente pour simuler la correction Vérifier alors que les performances de l'œil sont celles d'un œil normal.**



Questions:

Où se situent le PP et le PR de l'œil maquette hypermétrope non corrigé?

### 3-Domaine de vision distincte(DVD):

L'œil hypermétrope non corrigé a son PP plus éloigné de l'œil que la normale, ce qui l'oblige à accommoder beaucoup plus souvent ce qui est une source de fatigue. Quant au PR, il n'a pas d'existence réelle, il est **virtuel!** (voir la correction de cette partie pour l'explication)



### Correction partie II:

2-Les rayons lumineux se croisent derrière la rétine, l'image est donc floue .

Il faut augmenter la vergence de l'œil en accolant une lentille convergente. Les lentilles de lunettes de ces personnes grossissent l'œil, c'est l'effet de loupe.

L'œil visant à l'infini, la rétine placée à 9cm du cristallin doit correspondre au plan focal image La vergence de l'œil corrigé doit donc être:  $C_{tot} = 1/0.09 = 11_d$ .

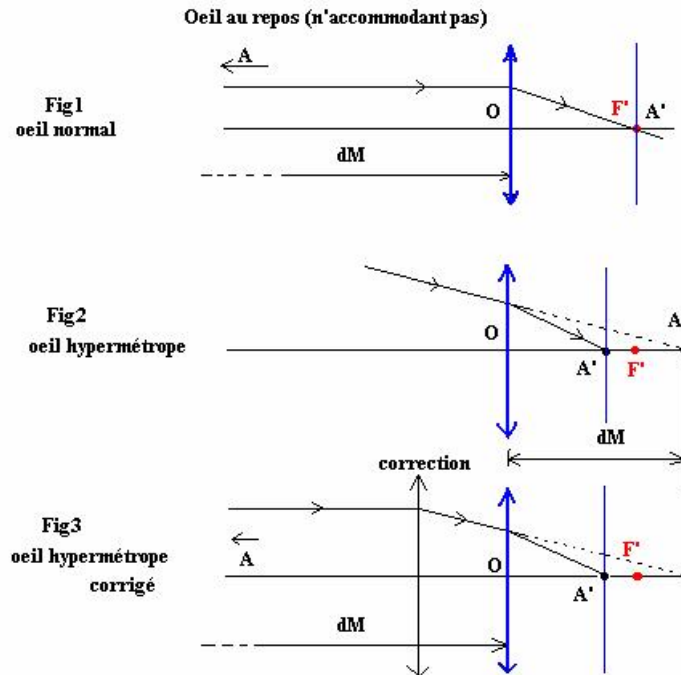
La vergence de la lentille correctrice doit donc être:  $11 - 8 = 3_d$ .

On vérifiera en ajoutant 3 d pour simuler l'accommodation que l'œil a son PP à 0.33m.

**Le PP de l'œil hypermétrope est l'image à travers la lentille de correction (convergente) du PP de l'œil corrigé.** L'œil maquette corrigé a son PP à une distance égale à la distance focale objet de la lentille correctrice, l'image est donc à l'infini. Le PP de l'œil hypermétrope est à l'infini.

Le PR de l'œil hypermétrope est l'image à travers la lentille de correction (convergente) d'un objet à l'infini. Le PR est donc dans le plan focal image de la lentille convergente correctrice soit à 0.33m de  $O_3$ .

3-Désignons le PR par A et par A' son image.



Ecrivons la formule de conjugaison dans le cas de l'œil normal visant à l'infini (fig 1):

$$\frac{1}{AO} + \frac{1}{OA'} = C - \text{comme } \overline{AO} \rightarrow \infty, \frac{1}{AO} \rightarrow 0, OA' = OF' = 0,125m$$

Le plan focal image de l'œil hypermétrope se trouve derrière la rétine (fig 2).

Par rapport à l'œil normal,  $OA'$  est plus faible et donc  $1/OA'$  est plus grand. Comme C est constant,  $1/AO$  est plus petit que zéro et donc:  $\overline{AO} < 0$ ,

Le point A se trouve à droite de O, c'est un **objet virtuel**.

### III- L'œil presbyte:



L'œil presbyte est un œil normal mais à cause de l'âge, le cristallin est moins souple et l'œil accomode moins facilement. La presbytie rend difficile la vision de près. Par contre, la vision éloignée est analogue à celle d'un œil normal. On corrige la presbytie à l'aide d'une lentille convergente utilisée uniquement en vision de près.

Un patient ayant uniquement ce défaut peut se passer de lunettes sauf pour la lecture de son journal!

Un presbyte myope doit porter des verres divergents pour la vision à l'infini, mais la vergence des verres doit être progressivement «remontée» dans la partie inférieure pour la vision de près. La vergence (négative) destiné à corriger la myopie doit, tous les 5 ans environ, être augmentée de +0,5d dans la partie inférieure du verre (qui devient «progressif») pour compenser la difficulté d'accommodation. En fait la presbytie compense (très partiellement!) la myopie: la forme allongée de l'œil compense le manque de convergence du cristallin! Pour cette raison, certains myopes peuvent se passer de verre correcteur pour lire .



<http://www.accesmad.org>

Un presbyte hypermétrope, par contre voit son défaut encore accentué. La convergence du verre doit être renforcée dans sa partie inférieure.