

Note : ce corrigé n'a pas de valeur officielle et n'est donné qu'à titre informatif sous la responsabilité de son auteur par Acuité.

Correction du sujet d'analyse de la vision
BTS Opticien Lunetier Session 2008
Proposé par Vettese Sylvie

PROBLEME 1

Histoire de cas

1. Origines probables des plaintes du sujet

D'après l'*histoire de cas* on apprend que le sujet lit beaucoup et travaille longtemps le soir sur ordinateur portable.

On peut formuler plusieurs hypothèses relatives à ses plaintes :

☛ Hypéropie résiduelle

On peut penser que la compensation portée est trop divergente et oblige le sujet à une accommodation fatigante en vision de près.

Estimation de cette hyperopie résiduelle :

Compte tenu de son âge on peut en chiffrant son accommodation maximale (A_{max}) avoir une idée de l'hypermétropie résiduelle : A_{max} est d'environ 6 δ d'où une accommodation de confort (A_{conf}) de 3δ

En supposant que le sujet travaille à 40 cm, il doit mettre en jeu une accommodation égale à : $A_{40cm} = amétropie résiduelle + 2.50$.

Cette accommodation n'étant pas confortable, on déduit une amétropie résiduelle d'au moins +0.50 δ.

Cette hypéropie résiduelle peut expliquer les maux de tête

☛ Astigmatisme mal compensé

Les maux de tête peuvent également avoir comme origine un astigmatisme non ou mal compensé. Un astigmatisme mal compensé sera d'autant plus gênant que le sujet travaille beaucoup en vision rapprochée

☛ Problème de vision binoculaire

La vision double montre un problème en vision binoculaire.

Il peut s'agir d'une phorie que le sujet a du mal à compenser le soir après de la fatigue, d'une insuffisance de convergence. On peut également penser à ce stade à des problèmes de centrage de l'équipement.

Ces problèmes peuvent expliquer les maux de tête

Tests préliminaires

2. Hypothèses d'amétropies résiduelles

Pour l'œil droit :

Les acuités AVL = AVP et l'acuité VL mesurée avec le verre de + 2.00 δ témoignent d'une hyperopie résiduelle.

Le verre de +2.00 δ rend le sujet artificiellement myope de -1.00 δ (La règle de Swaine donne pour une acuité de $\frac{1}{4}$, une amétropie de $R = 4 \times 0.25 = 1 \delta$).
On déduit une hyperopie résiduelle d'environ 1 δ

Le sujet ayant été brouillé lors de la présentation du cadran de Parent, on peut exclure la présence d'un astigmatisme résiduel.

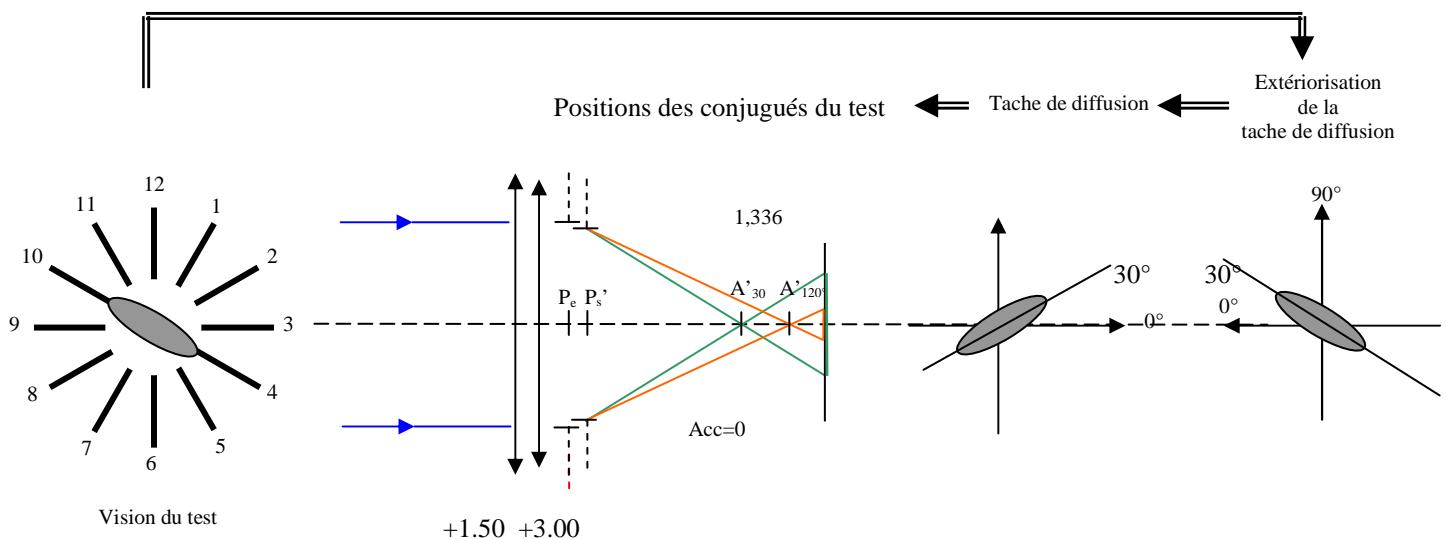
Pour l'œil gauche :

Même conclusion quant à l'hyperopie résiduelle.

Par contre les 2 acuités mesurées et la réponse au test du cadran de Parent laisse penser à un astigmatisme non corrigé d'environ 1 δ (acuité de palier mesurée de 10/10)

Interprétation de la vision du cadran de Parent :

Le verre de +1.50 à pour effet de brouiller le sujet (hyperopie résiduelle de +1.00 δ)



Le sujet présente donc un astigmatisme oblique à compenser par un verre plan-cylindrique plan (-) 120°.

L'amétropie résiduelle sera compensée par +1.00 (-1.00)120°

3. Test du masquage

Le masquage va rompre la fusion motrice. L'œil derrière le cache va prendre une position déviée correspondant à la nature de l'hétérophorie. Ici le sens du mouvement réalisé par l'œil pour reprendre la fixation indique une ésophorie en vision de loin et près.

L'amplitude du mouvement plus marqué en vision rapprochée indique une ésoptorie plus importante en vision de près qu'en vision de loin.

Vérifications monoculaires OD

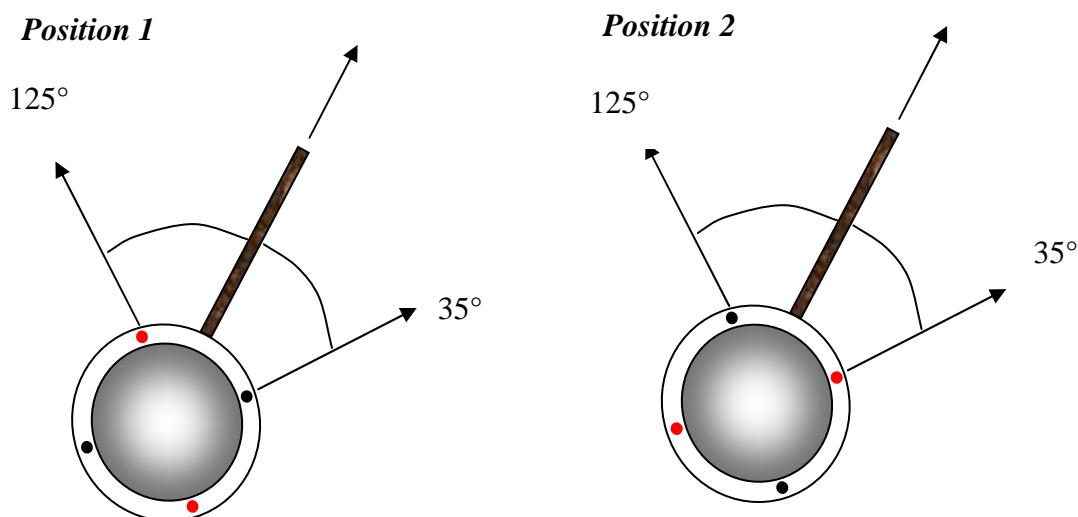
4. Vérification de l'axe du cylindre négatif de l'œil droit

Au moment de la vérification l'œil droit porte : $+3.75 (-0.75) 80^\circ$

On place devant l'œil un CCR de formule $+0.25 (-0.50)$. Le manche du CCR est orienté à 80° dans les 2 positions suivantes :

En position 1 on aura donc l'association : $+ 3.75 (-0.75)_{80^\circ} \oplus + 0.25 (-0.50)_{125^\circ}$

En position 2 on aura donc l'association : $+ 3.75 (-0.75)_{80^\circ} \oplus + 0.25 (-0.50)_{35^\circ}$



Les points rouges correspondent à l'axe négatif du CCR

Le sujet répondra qu'il voit mieux dans la position 1 du CCR puisque l'axe exact est à 85° .

5. Justification de la position de meilleure acuité

On doit réaliser les associations de cylindres suivantes :

Association 1 : (position 1 du CCR)

$$+ 3.75 (-0.75)_{80^\circ} \oplus + 0.25 (-0.50)_{125^\circ}$$

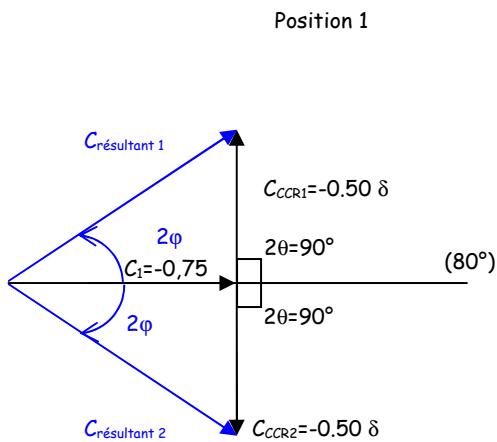
$$\Leftrightarrow + 4.00 \oplus \underbrace{(-0.75)_{80^\circ} \oplus (-0.50)_{125^\circ}}_{\text{Combinaison 1}}$$

Association 2 : (position 2 du CCR)

$$+ 3.75 (-0.75)_{80^\circ} \oplus + 0.25 (-0.50)_{35^\circ}$$

$$\Leftrightarrow + 4.00 \oplus \underbrace{(-0.75)_{80^\circ} \oplus (-0.50)_{35^\circ}}_{\text{Combinaison 2}}$$

La résolution graphique des 2 plan-cylindriques donne les schémas suivants :



Echelle : 4cm = 1.00 δ
Combinaison 1 :
En posant :
 θ = axe de la compensation à vérifier - axe du CCR
On a $2\theta = 90^\circ$
Graphiquement on peut lire :
 $C_{résultant} = -0.90 \delta$ et $2\phi = 34^\circ$
Calcul de la sphère équivalente : $S = (C_1 + C_2 - C)/2$
 $S = (-0.75 - 0.50 + 0.9)/2 = -0.175 \delta$
On en déduit donc le résultat de la combinaison 1
Combinaison 1 : $-0.175(-0.9)_{80+17}$

Pour la combinaison 2, le schéma montre que le cylindre résultant est de même valeur et d'orientation symétrique ment opposée au cylindre résultant de la combinaison 1. On déduit donc :
Combinaison 2 : $-0.175(-0.9)_{80-17}$

Position 2

On déduit le résultat final :

Association 1 : (position 1 du CCR)

$$\begin{aligned} & + 4.00 \oplus (-0.75)_{80^\circ} \oplus (-0.50)_{125^\circ}. \\ \Leftrightarrow & + 4.00 \oplus \underbrace{-0.175(-0.9)_{97^\circ}}_{-0.175(-0.9)_{97^\circ}} \\ \Leftrightarrow & + 3.825(-0.9)_{97^\circ} \end{aligned}$$

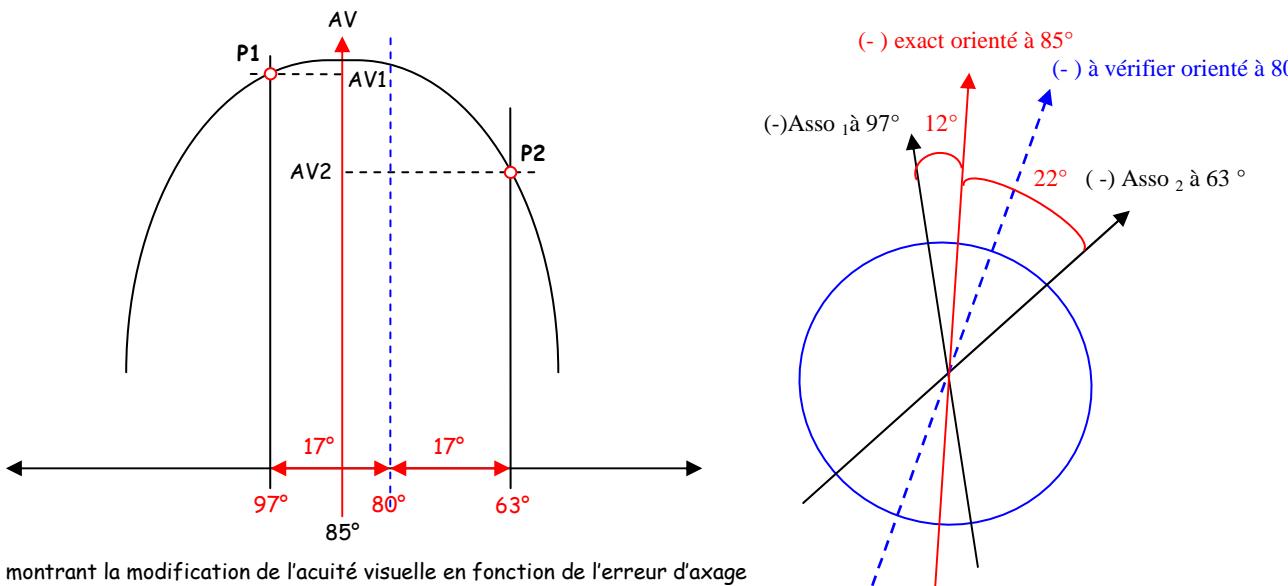
Association 2 : (position 2 du CCR)

$$\begin{aligned} & + 4.00 \oplus (-0.75)_{80^\circ} \oplus (-0.50)_{125^\circ}. \\ \Leftrightarrow & + 4.00 \oplus -0.175(-0.9)_{63^\circ} \\ \Leftrightarrow & + 3.825(-0.9)_{63^\circ} \end{aligned}$$

L'introduction du CCR induit une formule sphéro-cylindrique créant une erreur d'axage symétrique par rapport à l'axe du cylindre qu'on vérifie (ici 80°).

Cette erreur d'axage provoque une chute d'acuité équivalente dans les 2 positions du CCR si l'axe qu'on vérifie est exact.

Dans le cas présent le retournement du CCR provoque une erreur d'axage plus faible dans la position 1 du CCR donnant ainsi une meilleure acuité au sujet.



Courbe montrant la modification de l'acuité visuelle en fonction de l'erreur d'axage

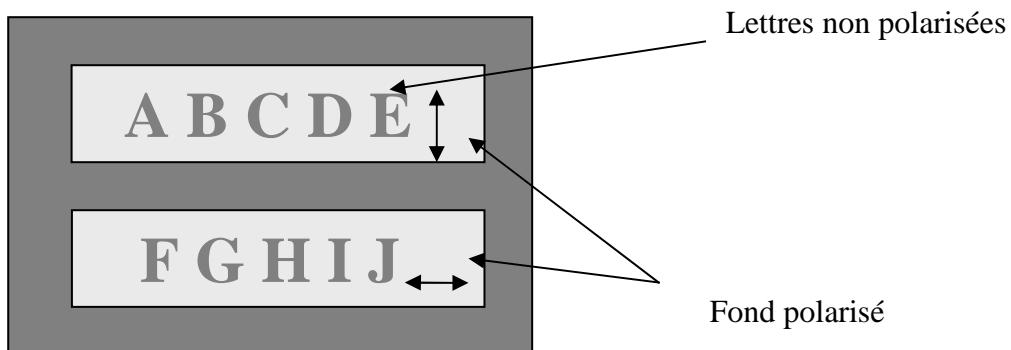
Equilibre bioculaire

6. But de l'équilibre bioculaire

On cherche à égaliser simultanément les focalisations des 2 yeux dans le but d'optimiser la fusion sensorielle

7. Orientation des analyseurs

Présentation du test :



L'analyseur placé devant l'œil droit doit avoir un axe de polarisation orienté à 90°
Il laisse ainsi passer la lumière polarisée de la ligne du haut et éteint la lumière polarisée à 0 ° de la ligne du bas.

L'œil droit perçoit les lettres de la ligne du haut sombre sur fond clair sans percevoir la ligne du bas (lettres sombres sur fond sombre)



Selon le même raisonnement, il faut que l'analyseur de l'œil gauche soit orienté à 0°

8. Résultat de l'équilibre bioculaire

Pour réaliser l'équilibre bioculaire, on a brouillé le sujet de 0.75 δ. Il porte donc avant l'équilibre bioculaire :

OD +4.75 (-0.75) 85°

OG +4.50 (-0.75) 110°

Quand l'équilibre bioculaire n'est pas réalisé on égalise pour ce test, les perceptions dans le flou. On a donc rebrouillé l'œil qui voyait le moins flou c'est à dire l'œil gauche.

Le sujet porte à la fin de l'équilibre bioculaire :

OD +4.75 (-0.75) 85°

OG +4.75 (-0.75) 110°.

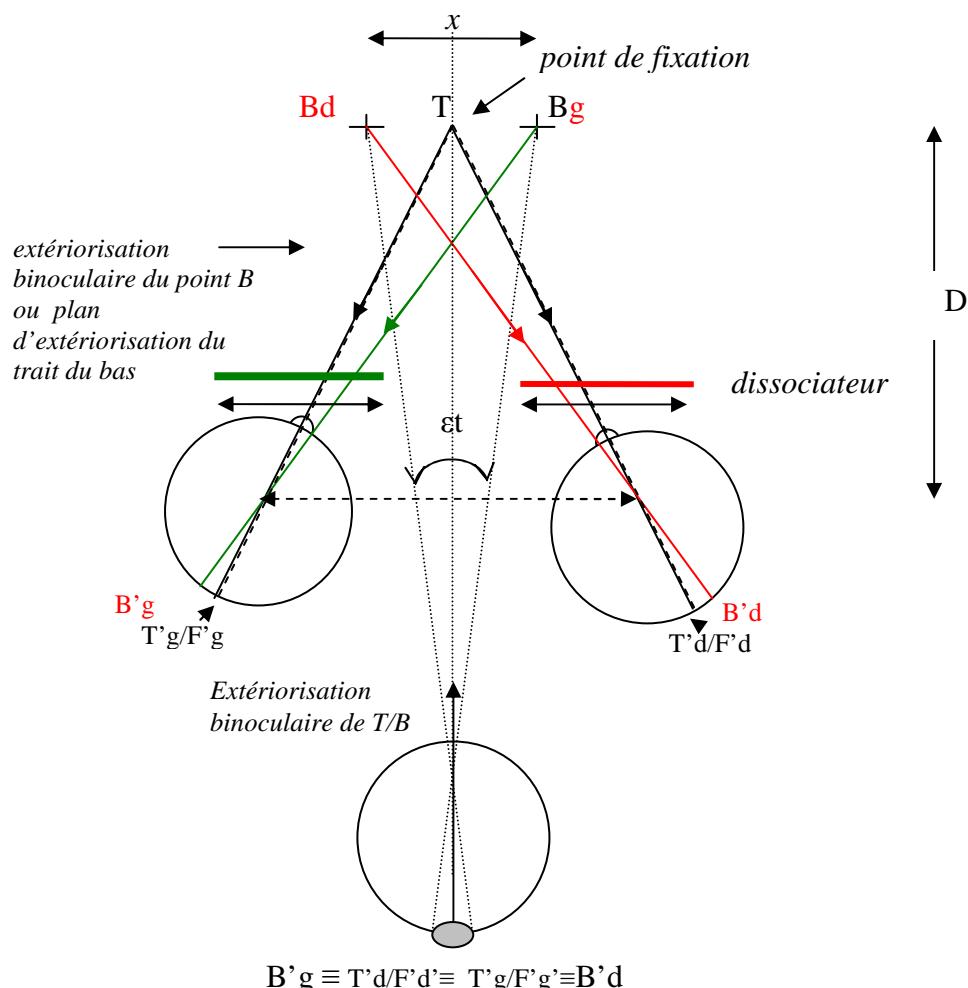
Test de la vision stéréoscopique

9. Dispositions des filtres

Pour que la perception du trait se fasse en avant il faut que les filtres soient en situation croisée : l'œil droit doit voir le trait situé à gauche et l'œil gauche celui situé à droite.

Le fond du test étant noir on placera le filtre rouge devant l'œil droit. Cet œil perçoit ainsi le trait gauche rouge sur fond noir (le filtre rouge arrêtant la lumière verte). L'autre œil est équipé du filtre vert.

On obtient le schéma suivant :



10. Encadrement de l'acuité stéréoscopique

L'acuité du test est $\epsilon_t = x / D$

x : disparité linéaire du test et D : distance de présentation du test.

On obtiendra un encadrement de l'acuité stéréoscopique du sujet en déterminant les acuités mesurées par les traits du haut (notée ε_{t1}) et ceux de droite (notée ε_{t2})

$$\varepsilon_{t1} = \frac{3 \times 10^{-3}}{5} = 6 \times 10^{-4} \text{ rd soit } 2' \text{ ou encore } 120''$$

$$\varepsilon_{t2} = \frac{5 \times 10^{-3}}{5} = 1 \times 10^{-3} \text{ rd soit } 3.3' \text{ ou encore } 200''$$

Les traits du haut n'étant pas perçus en avant alors que ceux de droite le sont on déduit que l'acuité stéréoscopique du sujet notée ε_s est comprise entre : $120'' < \varepsilon_s \leq 200''$

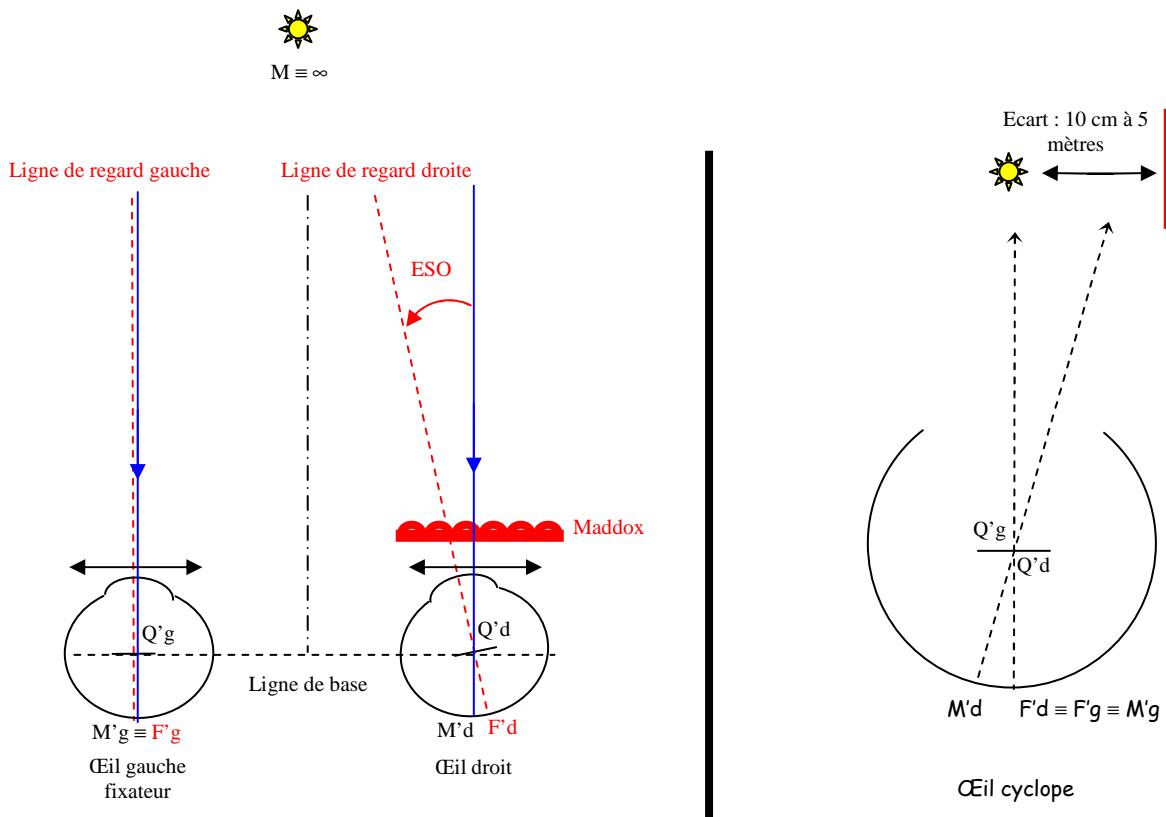
L'acuité du sujet est donc mauvaise puisque la valeur de l'acuité statistiquement attendue est bien inférieure à 1' (60").

Hétérophories dissociées

11. Perception du sujet.

Le sujet présente une ésoptorie de 2Δ

Représentation du couple oculaire en position passive et en vue de dessus :



Le sujet a donc répondu qu'il voyait le trait lumineux vertical à droite du point lumineux. Une déviation prismatique de 1Δ crée une déviation linéaire de 5 cm à 5 mètres. Le point et la droite sont distants de 10 cm.

Test de Malett

12. Interprétation du test

Le test de Malett permet de voir en présence d'éléments fusionnels centraux et périphériques si le sujet compense efficacement ou non son hétérophorie.

On constate qu'en vision de loin le sujet compense parfaitement son hétérophorie alors qu'en vision de près il subsiste une déviation de type eso.

Les marqueurs monoculaires (traits) montrent qu'il existe une édisparité de fixation : l'œil droit ayant la fixation exacte.

Le prisme de 1Δ mesure la disparité de fixation ou bien encore la part de l'ésophorie que le sujet a du mal à compenser.

13. Effet de l'addition de $+1\delta$

L'addition de 1.00δ joue le même rôle que le prisme de 1Δ .

En plaçant une addition positive de 1δ devant chaque œil, on oblige le sujet à relâcher son accommodation. Cette diminution de l'accommodation entraîne une diminution de la convergence accommodative réduisant ainsi l'ésophorie en vision de près.

Remarque : l'interprétation des données montre que la convergence accommodative est de 7.6Δ par dioptrie d'accommodation. L'addition de $+1.00\delta$ semble forte pour être considérée comme l'équivalent sphérique du prisme de 1Δ

Décision optométrique

14. Choix des formules compensatrices

La prise en charge du sujet consiste donc à prescrire soit un prisme de 1Δ en vision de près, soit une addition positive.

La solution la plus simple consiste à proposer en vision de près une compensation plus convergente plutôt que la prismation en vision de près.

Nous venons de voir (question 13) que l'accommodation joue un rôle sur la mesure de l'hétérophorie associée. Dès lors si nous optons sur l'essai perceptuel plutôt que les compensations les plus convergentes de meilleure acuité, il faut de nouveau mesurer la valeur de la phorie associée.

Le test de Malett a été proposé au sujet portant les compensations théoriques suivantes :

OD $+4.25(-0.75)85^\circ$ Acuité monoculaire = acuité binoculaire = 12.5/10

OG $+4.25(-0.75)110^\circ$

Proposition 1

L'essai perceptuel donnant la même acuité binoculaire au sujet, on peut essayer de prescrire les compensations les plus convergentes de meilleure acuité en prescrivant une addition de $+1.00$ pour la vision rapprochée. Compte tenu des

activités importantes de ce sujet en vision de près on pensera à des verres progressifs.

Proposition 2

On peut tenir compte de l'essai perceptuel plus concave de 0.50δ par rapport aux compensations théoriques :

$$OD +3.75(-0.75)85^\circ \quad \text{Acuité monoculaire} = \text{acuité binoculaire} = 12.5/10$$

$$OG +3.75(-0.75) 110^\circ$$

Dans ce cas le sujet aura plus de confort en vision de loin mais l'accommodation mise en jeu va augmenter la convergence requise de $+0.50\delta$ et vraisemblablement la phorie en vision de près (cf. question 13). Il faut donc prescrire dans ce cas une addition de $+1.50\delta$.

La proposition 2 semble plus intéressante puisqu'elle fournit un confort supplémentaire en vision de loin et pallie aux problèmes du sujet en vision de près.

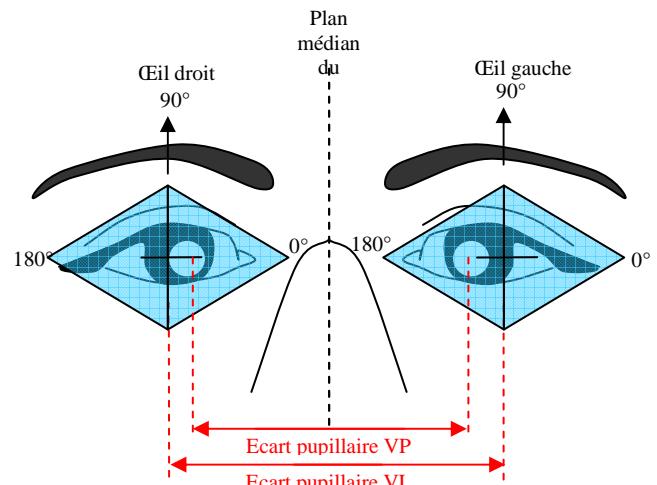
15.Lentilles et vision binoculaire

Lorsque le sujet regarde au près à travers des verres convergents centrés pour la vision de loin on crée des effets prismatique base externe qui entraînent pour le sujet une augmentation de la convergence requise à 40 cm.

Pour ce sujet ésophore en vision de près, la vergence fusionnelle correspond à un effort de divergence. Cette augmentation de la convergence requise correspond à une diminution de cet effort de divergence

Les lentilles de contact restent centrées sur la cornée dans toutes les directions de regard, ne créant jamais d'effet prismatique. On peut donc penser qu'en passant en lentilles le sujet aura plus de mal à compenser son ésophorie.

Mais on peut également noter qu'en lentilles l'accommodation mise en jeu par le sujet sera théoriquement plus faible entraînant par la même une plus faible convergence accommodative. La phorie de près devrait donc être plus faible. Cette diminution d'accommodation (de l'ordre de 0.25δ pour de telles puissances) ne devrait pas suffire à concurrencer l'addition de $+1.00$ nécessaire au sujet.



Donc le passage en lentilles pour la vision de loin nécessiterait une prise en charge de la vision de près ($\frac{1}{2}$ lune).

PROBLEME 2

1. Le silicone hydrogel

Les lentilles souples sont constituées de polymères hydrophiles : les hydrogels caractérisés par leur forte teneur en eau.

Les silicone-hydrogels : l'ajout du silicone aux polymères hydrophiles permet d'augmenter de façon considérable la perméabilité à l'oxygène (Dk) du matériau. L'oxygène dissout est transporté par les larmes (hydratation) et se diffuse à travers le matériau (Dk)

Les silico-hydrogels en dehors de ce fort Dk ont des propriétés physiques proche de l'Hema.

L'inconvénient du silicone étant son hydrophobie, les lentilles nécessitent un traitement de surface

1.2 Avantages des lentilles en silicone hydrogel

Dans le cas de lentilles souples hydrophiles, l'apport en oxygène nécessaire au métabolisme cornéen se fait par le biais de l'hydrophile de la lentille (via les larmes) et non par la perméabilité du matériau qui est en général faible. Ainsi pour ce type de lentille la seule façon d'augmenter l'apport en oxygène consiste à réduire l'épaisseur de la lentille (le Dk/e augmente) et/ou l'hydrophilie de la lentille.

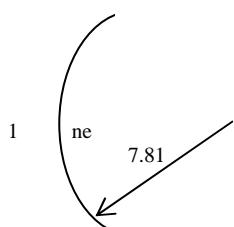
L'avantage des lentilles en silicone est justement le fort Dk (> 140) : l'apport en oxygène est assuré par le matériau lui-même indépendamment de l'hydrophilie de la lentille.

C'est avec ce matériau que l'on peut envisager le port continu (les lentilles sont gardées pour dormir 30 jours)

2.1 Indice d'étalonnage

Pour un rayon de courbure de 7.81 mm, la vergence mesurée est de 43.25δ

D'après la formule du dioptre sphérique nous obtenons :



$$D = (n_e - 1)/r \text{ d'où } n_e = D \times r + 1$$

Application numérique :

$$n_e = 43.25 \times 7.81 \times 10^{-3} + 1 \text{ soit } n_e = 1.3378$$

2.2 Astigmatisme interne

Il faut définir la valeur et la nature de l'astigmatisme total et cornéen de chaque œil. L'astigmatisme total est issu de la combinaison des astigmatismes cornéen et interne : $A_{\text{total}} = A_{\text{cornée}} \oplus A_{\text{interne}}$

Pour l'œil droit :

- L'astigmatisme total est nul
- l'astigmatisme cornéen est voisin de 1δ : on lit sur le ticket une toricité de l'ordre de 0.20 mm

Il est direct puisque le rayon de courbure le plus plat est proche de l'horizontale

L'astigmatisme interne est donc de 1δ inverse

Pour l'œil gauche le raisonnement est le même

- L'astigmatisme total est de 0.50δ et direct
- l'astigmatisme cornéen est voisin de 1δ : on lit sur le ticket une toricité de l'ordre de 0.20 mm

Il est également direct.

L'astigmatisme interne est donc de 0.50δ inverse

2. Paramètres des lentilles à commander

- Détermination des vergences $F'v$ des lentilles à commander

Il est nécessaire de déterminer la vergence du système de contact des 2 yeux (notée Dsc)

Dans les 2 cas les compensations étant faibles on peut négliger la distance LS et considérer que $Dsc = DL$

Par ailleurs les lentilles qu'on adapte sont des lentilles souples. Les lentilles souples se modelant sur la face antérieure de la cornée le ménisque de larmes a une vergence nulle.

Ainsi les vergences théoriques des lentilles à commander sont égales aux vergences des systèmes de contact ($F'v = Dsc$)

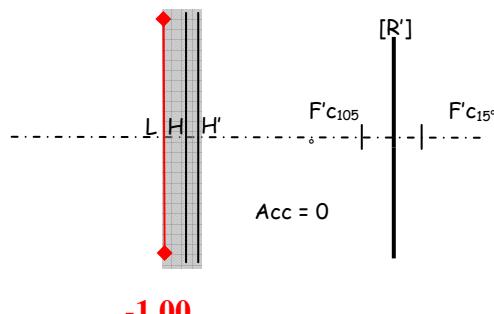
Pour l'œil droit la vergence à commander sera : $F'v = -0.75 \delta$

Pour l'œil gauche :

La lentille théorique à commander serait $F'v = -0.75 (-0.50)15^\circ$ or la lentille commandée est sphérique. On choisira de commander une lentille de vergence -1.00δ (équivalent sphérique).

L'amétropie induite est alors un astigmatisme mixte symétrique de 0.50δ qui ne pénalisera pas l'acuité du sujet (acuité relative à cet astigmatisme résiduel sera »10/10)

Position des foyers de l'œil portant une lentille de -1.00δ



← Choix du rayon de courbure

D'après la règle d'adaptation, on commandera une lentille de rayon 8.60mm pour les 2 yeux : K (le plus grand rayon de courbure) étant supérieur à 7.60 mm.

Soit au final :

$$OD \ Ø 14.40 \text{ mm} / ro = 8.60 \text{ mm} / F'v -0.75 \delta$$

$$OG \ Ø 14.40 \text{ mm} / ro = 8.60 \text{ mm} / F'v -1.00 \delta$$

4. Kératocône

Le kératocône entraîne une modification (diminution) des rayons de courbures de la cornée ce qu'on constate lors de la kératométrie.

Un changement d'orientation des méridiens est à remarquer : l'astigmatisme cornéen bien que certainement irrégulier est inverse

Ce changement entraîne une modification importante de l'astigmatisme total de l'œil ainsi qu'une modification de l'axe du cylindre compensateur (l'astigmatisme serait maintenant inverse)

5. Equipment en LRPG

Le kératocône engendre un astigmatisme irrégulier ne permettant pas une compensation parfaite en lunettes et en LSH. (Acuité visuelle insuffisante : ici 3/10)

La seule solution consiste à équiper le sujet en LRPO : la lentille rigide engendre un ménisque de larmes capable de compenser plus efficacement et presque en totalité (89%) cet astigmatisme irrégulier. Le ménisque de larmes permettant un " lissage " de la face avant de la cornée)

6. Problèmes et solutions

La lentille sera décentrée et instable sur l'œil.

Autres solutions

L'importance du décentrement d'un kératocône peut conduire à l'utilisation de lentille de plus grand diamètre pouvant atteindre 15 mm

Lorsque le kératocône est avancé on peut utiliser des lentilles spéciales pour kératocône.

Autre solution : lentille Piggy-back : il s'agit d'un jumelage d'une lentille souple avec une lentille rigide. La lentille rigide est placée au dessus de la lentille souple. La lentille souple est la pour asseoir et obliger la lentille souple à un meilleur centrage