



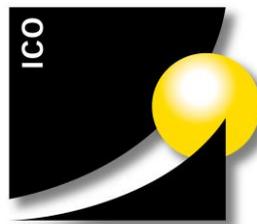
BTS OPTICIEN LUNETIER ANALYSE DE LA VISION – U.5 SESSION 2018

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.

Corrigé proposé par les professeurs d'analyse de la vision :

Cécile FRANCES, Sandrine LACHARME et Sylvie VETTESE

de l'Institut et Centre d'Optométrie de Bures-sur-Yvette



**INSTITUT
ET CENTRE
D'OPTOMÉTRIE**
INTERNATIONAL COLLEGE
OF OPTOMETRY



PROBLEME A

A.1. HISTOIRE DE CAS

A-1.1. Parmi les informations recueillies

- a) Les trois qui permettent de suspecter une myopie forte sont :
- Sans lunettes, voit très flou au loin et un peu mieux au près
 - Port de la première lunette à 5 ans
 - Avait tendance à plisser les yeux quand elle regardait au tableau et à se rapprocher anormalement de sa feuille pour écrire et dessiner
 - Mère fortement myope
- b) L'élément permettant de suspecter un astigmatisme important est le fait de ne pas voir très net même en se rapprochant beaucoup alors que la myopie est avérée.

A-1.2. Un suivi régulier chez l'ophtalmologiste est particulièrement recommandé dans un cas de forte myopie car la choroïde et la rétine peuvent être touchées. Le plus souvent, elles se distendent, peuvent se décoller et se déchirer. Les complications principales sont donc un décollement de rétine ou une apparition de zones atrophiques.

A-2. EXAMENS PRELIMINAIRES

A-2.1. Pour l'œil droit, la direction 10-4 devient nette à 14 cm. Cela signe la présence d'un astigmatisme.

On peut déduire cette mesure :

- l'orientation des deux méridiens principaux : 30° et 120°
- la position de rémotum du méridien le moins myope ici à -14cm et donc sa réfraction principale d'après l'annexe 1 $\mathcal{R}_{120^\circ} = \frac{1}{HR_{120^\circ}} = \frac{1}{-14 \cdot 10^{-2}} = -7,25\delta$
- l'orientation de ce méridien est à 120° (perpendiculaire à la direction vue nette 10-4 correspond à 30° en extériorisation)
- l'axe du cylindre négatif compensateur de cet œil sera alors à 120°

La formule sphéro-cylindrique sera donc la suivante : -7,25 (-1,75)120°

A-3. EMMETROPISATIONS MONOCULAIRES

A-3.1. Méthode du brouillard

- a) Le rôle du brouillage initial pratiqué dans cette méthode est de créer artificiellement une myopie de l'ordre de -2,50δ à -1,50δ. L'œil voyant flou, on va procéder ensuite à une diminution progressive de cette myopie artificielle (débrouillage par pas de 0,25δ) dans le but de faire relâcher le maximum d'accommodation au client.
- b) Lors de ce débrouillage si entre deux verres successifs, l'acuité visuelle augmente de plus d'un inverse, le sujet aura relâché de l'accommodation.

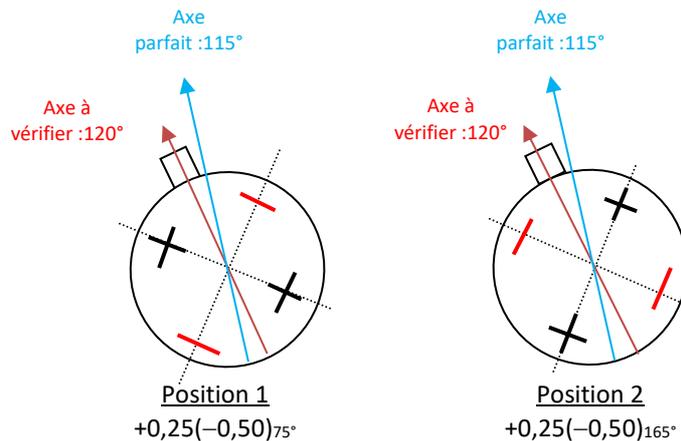


- c) Lorsque l'on a atteint la sphère de meilleure acuité (sphère au palier), tout débrouillage supplémentaire n'entraînera pas un gain d'acuité visuelle. On est alors au début du palier d'acuité cohérente avec la valeur de l'astigmatisme résiduel (tableau expérimental).

A-3.2. Pour l'œil droit uniquement, vérification de l'axe du cylindre porté au CCR +/-0,25δ.

- a) Au début de la vérification de l'axe :

Formule portée à la fin de la méthode du brouillard -7,75 (-1,75)120°



- b) Connaissant l'axe final obtenu :

- ✓ Lors du premier essai, la cliente a déclaré mieux voir en position 1.
 - ✓ L'erreur d'axage est symétrique par rapport à l'axe à vérifier (120°) mais dissymétrique par rapport à l'axe parfait (115°). L'erreur était moins importante en position 1 qu'en position 2 lors du retournement du CCR.
- c) Le principe de la vérification de l'axe au CCR est basé sur l'interprétation de la variation de l'acuité visuelle en fonction de l'erreur d'axage. Plus l'erreur d'axage est faible, meilleure est l'acuité visuelle.

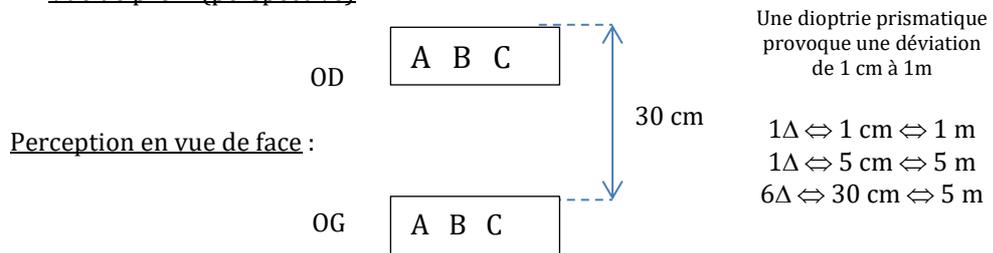
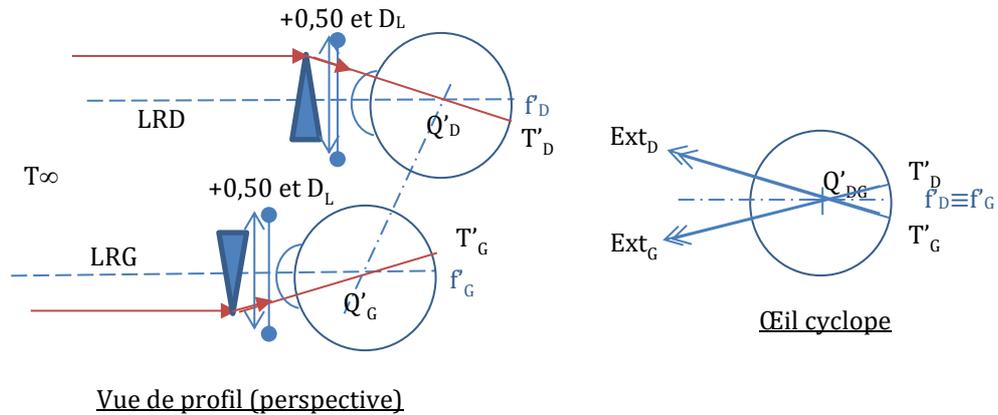
A-4. EQUILIBRE BIOCULAIRE

A-4.1. Dissociation

- a) Les prismes verticaux permettent d'obtenir la dissociation de la vision binoculaire en brisant la fusion motrice.
Pour compenser l'effet des prismes verticaux et conserver une vision simple, la cliente devrait fournir un effort fusionnel vertical de 6 Δ or cet effort est supérieur aux réserves fusionnelles verticales normales. La cliente perçoit donc deux lignes de lettres avec ces prismes dissociateurs.



b) On considérera que le couple oculaire est orthopore dans le plan vertical donc en position passive les lignes de regard (LR) se coupent sur l'objet fixé.



A-4.2. Les verres de lunettes se commandent en cylindre positif. A partir du résultat obtenu à l'issue de l'équilibre binoculaire et en effectuant la transposition, la formule des verres de commande sera :
 OD -9,50 (+1,75)
 OG -8,25 (+1,75)

A-5. CONTACTOLOGIE

A-5.1 Vergence du système de contact

La table de conversion nous donne la valeur du système de contact théorique parfait :

$$\left. \begin{array}{l} D_{L 115^\circ} = -7,75 \delta \Rightarrow D_{SC 115^\circ} = -7,00 \delta \\ D_{L 25^\circ} = -9,50 \delta \Rightarrow D_{SC 25^\circ} = -8,50 \delta \end{array} \right\} \text{vergence du système de contact :}$$

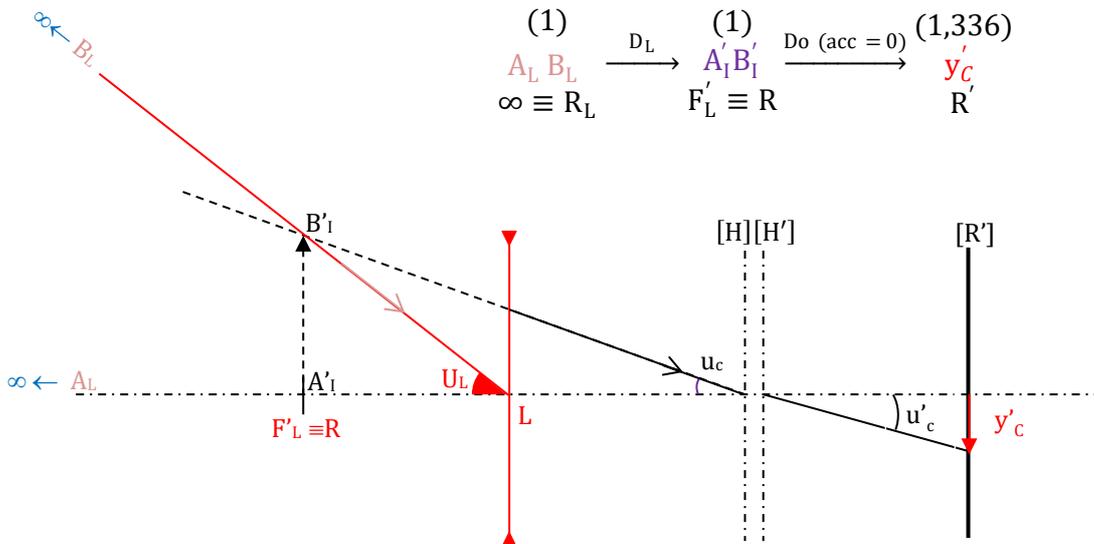
$$\boxed{D_{SC \text{ PARFAIT}} = -7,00(-1,50)_{115^\circ}}$$

A-5.2 Augmentation de l'acuité en lentilles

- a) Soit y'_C la plus petite image rétinienne que l'œil puisse reconnaître aussi bien en lunettes qu'en système de contact.

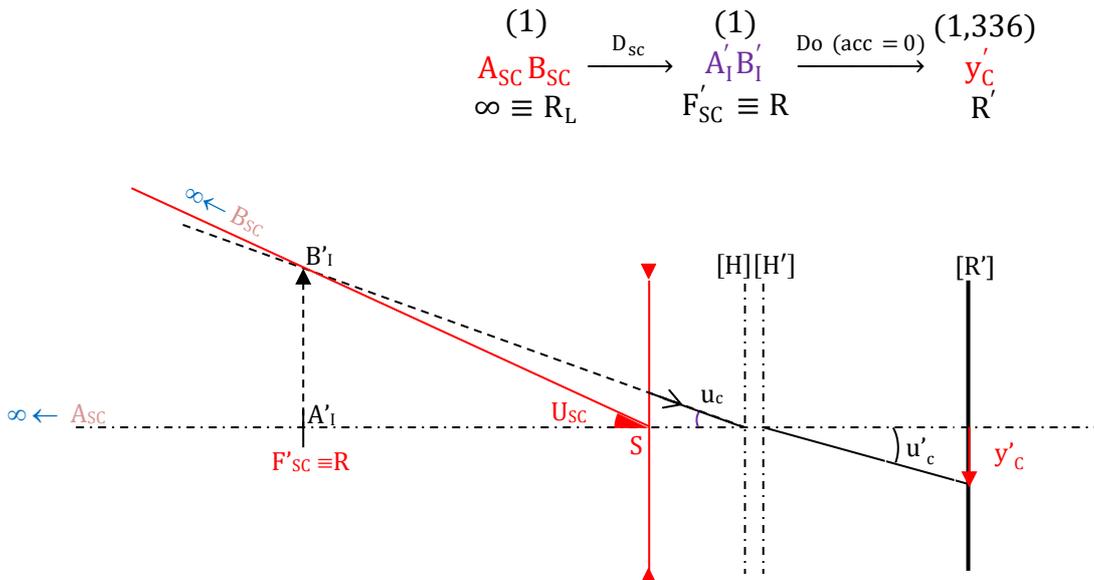


En lunettes et en considérant la section méridienne à 115°



u_L : angle sous lequel est perçue la petite taille de lettre reconnaissable en lunette

En système de contact et en considérant la section méridienne à 115°



u_{sc} : angle sous lequel est perçue la petite taille de lettre reconnaissable en lentilles

b) Les schémas montrent que $u_{sc} < u_{Lu}$
 Comme l'acuité visuelle est inversement proportionnelle à l'angle sous lequel est vu la plus petite lettre reconnaissable, on en déduit bien que l'acuité en lentilles sera meilleure qu'en lunettes.

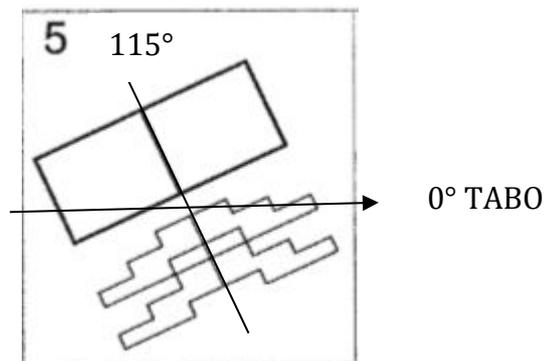


A-5.3 Kératométrie

a) Après rotation de 90° des mires, on obtient la figure 5.

L'ophtalmomètre de Javal est conçu pour montrer un chevauchement des mires quand on passe de la mesure du plus grand rayon de courbure au plus petit (cas de l'astigmatisme cornéen direct) et au contraire un éloignement des mires quand on passe de la mesure du plus petit rayon au plus grand (cas de l'astigmatisme inverse).

On termine la mesure dans le méridien 115°, cette orientation a comme origine le 0° du schéma TABO.



b) Valeur de l'astigmatisme cornéen

On estime qu'une toricité cornéenne de 0,10 mm induit un astigmatisme cornéen de 0,60δ . La toricité de la cornée de l'œil droit étant de 0,30 mm, l'astigmatisme cornéen est estimé à 1,80δ .

Nature :

Il est inverse car le rayon de courbure le plus plat (K) est orienté à 90° ± 30° donc il sera compensé par un cylindre négatif orienté à la verticale soit ici 115°.

Cylindre compensateur : plan (-1,80)115°

A-5.4. Choix du type de lentille.

a) Adaptation en lentille rigide

Il est nécessaire pour évaluer l'astigmatisme total résiduel, d'estimer l'astigmatisme interne (ou le cylindre compensateur)

En raisonnant sur les verres plan cylindriques compensateurs on a :

$$\text{plan}(At_s) = \text{plan}(Ac) \odot \text{plan}(Ai)$$

$$\text{plan}(-1,50)_{115^\circ} = \text{plan}(-1,80)_{115^\circ} \odot \text{plan}(Ai)$$

$$\text{plan}(Ai) = \text{plan}(+0,30)_{115^\circ}$$



Chiffage de l'astigmatisme total résiduel (noté Atr_s)

En plaçant une LRPO de face arrière sphérique, on induit un ménisque de larmes capable de compenser 90% de l'astigmatisme cornéen et laissant 10% d'astigmatisme cornéen non compensé (noté Acr).

En raisonnant sur les verres plan cylindriques compensateur on a :

$$\text{plan}(Atr_s) = \text{plan}(Acr) \odot \text{plan}(Ai)$$

$$\text{plan}(Atr_s) = \text{plan}(-0,18)_{115^\circ} \odot \text{plan}(+0,30)_{115^\circ}$$

$$\boxed{\text{plan}(Atr_s) = \text{plan}(+0,12)_{115^\circ}}$$

Conclusion : d'un point de vue réfractif l'astigmatisme total résiduel étant négligeable, l'œil pourra être parfaitement compensé en lentilles.

Par ailleurs la toricité cornéenne étant inférieure à 0,40 mm, il n'y aura pas de problème de stabilité de la lentille.

Une lentille LRPO torique n'est donc pas envisageable.

b) Adaptation en lentille souple

En lentille souple le ménisque de larmes de vergence nulle n'intervient pas dans la compensation de l'astigmatisme cornéen.

Ainsi l'astigmatisme total résiduel correspond à l'astigmatisme total et nécessite une lentille souple torique ($F'_v = Dsc$). A défaut la non compensation de l'astigmatisme total entrainerait une acuité visuelle de l'ordre de 6 à 7/10 d'après le tableau expérimental, l'astigmatisme total étant de $1,50\delta$.

A-5.5 Tests lacrymaux

a) Test quantitatif

La mesure de la hauteur de la rivière lacrymale au biomicroscope est un test non invasif.

On considère qu'une hauteur inférieure à 0,20 mm constitue une contre-indication aux LSH.

b) Test qualitatif

Break Up Time (BUT) ou Non Invasive Break Up Time (KNIBUT)

A-5.6 Choix du matériau de la lentille

a) L'hypoxie se définit comme une diminution de l'oxygénation de la cornée.

Au biomicroscopie est observable : hyperémie limbique, œdème, néo vascularisation, plis, stries, microkystes, vacuoles...

L'œdème cornéen peut avoir comme conséquence une vision trouble avec diminution de l'acuité visuelle.

b) Les lentilles LSSIHY ont une perméabilité à l'oxygène bien supérieure aux lentilles souples en hydrogel.

c) Le diamètre total de la lentille inférieur à celui de la cornée et la possibilité également de fortes perméabilités à l'oxygène.



A-5.7 Justification de la vergence de la lentille

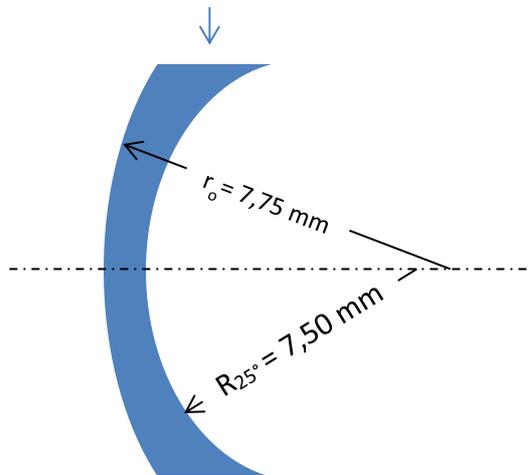
On sait que $D_{SC \text{ PARFAIT}} = F'_V \odot D_{LARMES}$

Estimation du ménisque de larmes

Pour une différence de 0,05 mm entre le rayon postérieur de la lentille et le rayon cornéen, la vergence du ménisque de larmes est estimée à $|0,25 \delta|$

Méridien à 25°

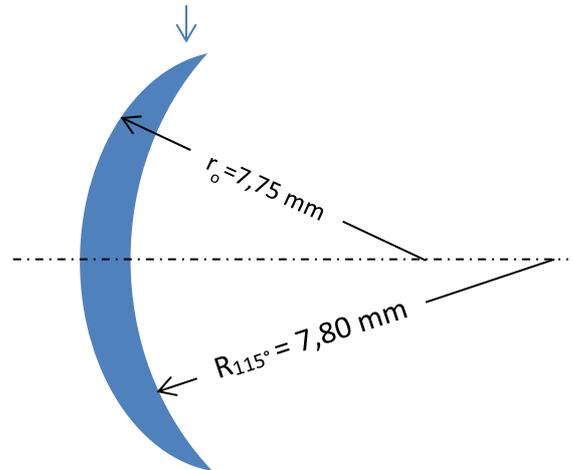
$$n_{\text{air}} = 1 \quad n_{\text{la}} = 1,336 \quad n_{\text{air}} = 1$$



$$D_{LARMES \ 25^\circ} = - 1,25 \delta$$

Méridien à 115°

$$n_{\text{air}} = 1 \quad n_{\text{la}} = 1,336 \quad n_{\text{air}} = 1$$



$$D_{LARMES \ 115^\circ} = + 0,25 \delta$$

$$D_{LARMES} = + 0,25 (-1,50)_{115^\circ}$$

$$D_{SC \text{ PARFAIT}} = F'_V \odot D_{LARMES}$$

$$- 7,00 (-1,50)_{115^\circ} = F'_V \odot + 0,25 (-1,50)_{115^\circ}$$

$$F'_V = - 7,00 (-1,50)_{115^\circ} \odot - 0,25 (+1,50)_{115^\circ}$$

$$F'_V = - 7,25 \delta$$

A-5.8 Image fluoroscopique

a) Les ménisques de larmes montrent qu'à 115° l'adaptation est quasi-alignée tandis qu'à 25° l'adaptation est plate. La photo 4 correspond à cette analyse.

b) Il faut resserrer le rayon en commandant : $r_0 = 7,65 \text{ mm}$

Ce rayon va entraîner un changement de la vergence du ménisque de larmes qui deviendra plus convergent de $0,50 \delta \Rightarrow D_{LARMES} = + 0,25 (-1,50)_{115^\circ}$

La lentille devra être plus divergente de $0,50\delta$ pour assurer la compensation parfaite de l'œil $\Rightarrow F'_V = - 7,75 \delta$

Le diamètre total reste inchangé.



PROBLEME B

B-1. À PROPOS DU GLAUCOME

B-1.1. Le glaucome est une neuropathie optique souvent accompagné d'une augmentation de la pression intra-oculaire. Cette pathologie entraîne des lésions irréversibles du nerf optique qui en l'absence de traitement aboutit à une basse vision.

B-1.2. Les deux principaux types de glaucome sont :

- Le glaucome à angle ouvert ou chronique (GCAO)
- Le glaucome à angle fermé ou aigu (GFA)

B-1.3. Notre client n'ayant pas ressenti de douleurs avant le dépistage par l'ophtalmologiste il s'agit d'un glaucome à angle ouvert ou chronique.

B-2. ANISÉÏCONIE

B-2.1.

- a) Si l'anisométrie est de vergence, le taux d'aniséïconie est uniquement influencé par le facteur de vergence portée car les deux yeux ont même longueur.

$$\rho_{vergence\%} = \overline{LH}_{cm} \times |D_{LOD} - D_{LOG}| = 1,5 \times |1,50 - 3,00| = 2,25\%$$

L'œil gauche porte la compensation la plus convergente, ce taux d'aniséïconie est en faveur de l'œil gauche.

- b) Si l'anisométrie est axiale, le taux d'aniséïconie est influencé à la fois par le facteur axile et par le facteur de vergence portée précédemment calculé. Le calcul du facteur axile fait intervenir les proximités rétiniennes \mathcal{R}' . Les deux yeux ayant même vergence ($D_{OD}=D_{OG}$), on assimilera la différence des proximités rétiniennes à la différence des réfractions axiales.

$$R \xrightarrow{\text{oeil} + \text{Acc} = 0\delta} R' \quad \text{Descartes} \quad \mathcal{R} + D_{\text{oeil}} = \mathcal{R}'$$

Les valeurs des compensations lunettes étant inférieures à $|4,00\delta|$, on les assimilera aux réfractions axiales.

$$\rho_{axile\%} = 1,7\% \times |\mathcal{R}'_{OG} - \mathcal{R}'_{OD}| = 1,7\% \times |1,50 - 3,00| = 2,55\%$$

L'œil droit est le moins hyperope c'est l'œil le plus long. Ce taux est donc en faveur de l'œil droit.

Les deux facteurs n'étant pas en faveur du même œil, pour calculer le facteur total, on effectuera la différence des deux facteurs.

$$\rho_{total\%} = \rho_{axile\%} - \rho_{vergence\%} = 2,55 - 2,25 = 0,30\%$$

Ce taux est en faveur de l'œil droit.



B-2.2. Dans les deux cas envisagés précédemment les estimations du taux d'anisétropie objective sont inférieures à 3% donc aucune anisétropie subjective ne devrait se manifester. Cela n'engendrera aucune perturbation du second degré de la vision binoculaire c'est-à-dire la fusion. C'est pour cela que nous renonçons à l'idée que l'anisétropie est la cause des gênes.

B-3. ÉTUDE DE LA VISION DE PRÈS

B-3.1.

$$\underbrace{T \equiv P_P}_{-40\text{cm/L}} \xrightarrow{\text{Add min}=+1,50\delta} P_L \xrightarrow{DL+Doeil+ALmax} R'$$

Par définition si on néglige \overline{LH} , $ALmax = -\frac{1}{LP_L}$

$$\frac{1}{LP_P} + Addmin = \frac{1}{LP_L} = -ALmax$$

$$ALmax = -\frac{1}{LT} - Addmin = -\frac{1}{-0,4} - 1,50 = +1,00\delta$$

B-3.2.

$$\underbrace{T \equiv C_P}_{-40\text{cm/L}} \xrightarrow{\text{Add conf}} C_L \xrightarrow{DL+Doeil+ALconf} R'$$

Par définition si on néglige \overline{LH} , $ALconf = -\frac{1}{LC_L}$

On considérera que le client accommodera confortablement de la moitié de son accommodation maximale.

$$\frac{1}{LC_P} + Addconf = \frac{1}{LC_L} = -ALconf$$

$$Addconf = -\frac{1}{LT} - ALconf = -\frac{1}{-0,4} - 0,50 = +2,00\delta$$

OU

La distance de travail du client est de 40 cm. L'accommodation nécessaire à 40 cm est de 2,50δ, le client étant parfaitement compensé en vision de loin.

Pour voir un objet à 40 cm en accommodant confortablement, il faudra qu'il porte une addition de confort égale à la proximité de l'objet moins la valeur de l'accommodation confortable donc d'une valeur de 2,50 - 0,50 soit + 2,00δ.



B-3.3. L'essai de cette addition ayant été concluant : la compensation habituelle de VP est donc parfaite. Les gênes exprimées en VP ne sont donc pas liées à la valeur de la compensation VP habituelle.

B-3.4. Parcours d'accommodation

a)

$$\underbrace{R_P}_{Faddconf} \xrightarrow{Add\ conf} \underbrace{R_L}_{\infty} \xrightarrow{DL+Doeil+Acc=0\delta} R'$$

$$\underbrace{T \equiv C_P}_{-40cm/L} \xrightarrow{Add\ conf} C_L \xrightarrow{DL+Doeil+ALconf} R'$$

$$P_P \xrightarrow{Add\ conf} P_L \xrightarrow{DL+Doeil+ALmax} R'$$

Parcours apparent VL

Par principe de la compensation parfaite, $\overline{LR}_L = \infty$

$$\overline{LC}_L = -\frac{1}{ALconf} = -\frac{1}{0,50} = -2m$$

$$\overline{LP}_L = -\frac{1}{ALmax} = -\frac{1}{1} = -1m$$

Parcours apparent VP

Descartes

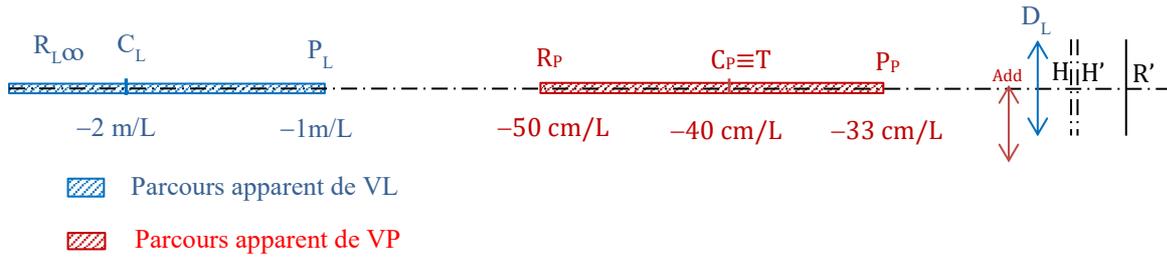
$$\frac{1}{\overline{LR}_P} + Addconf = \frac{1}{\overline{LR}_L}$$

$$\overline{LR}_P = -\frac{1}{Addconf} = -\frac{1}{+2,00} = -0,50m$$

Par principe de l'addition de confort $\overline{LC}_P = -0,40m$

$$\frac{1}{\overline{LP}_P} + Addconf = \frac{1}{\overline{LP}_L}$$

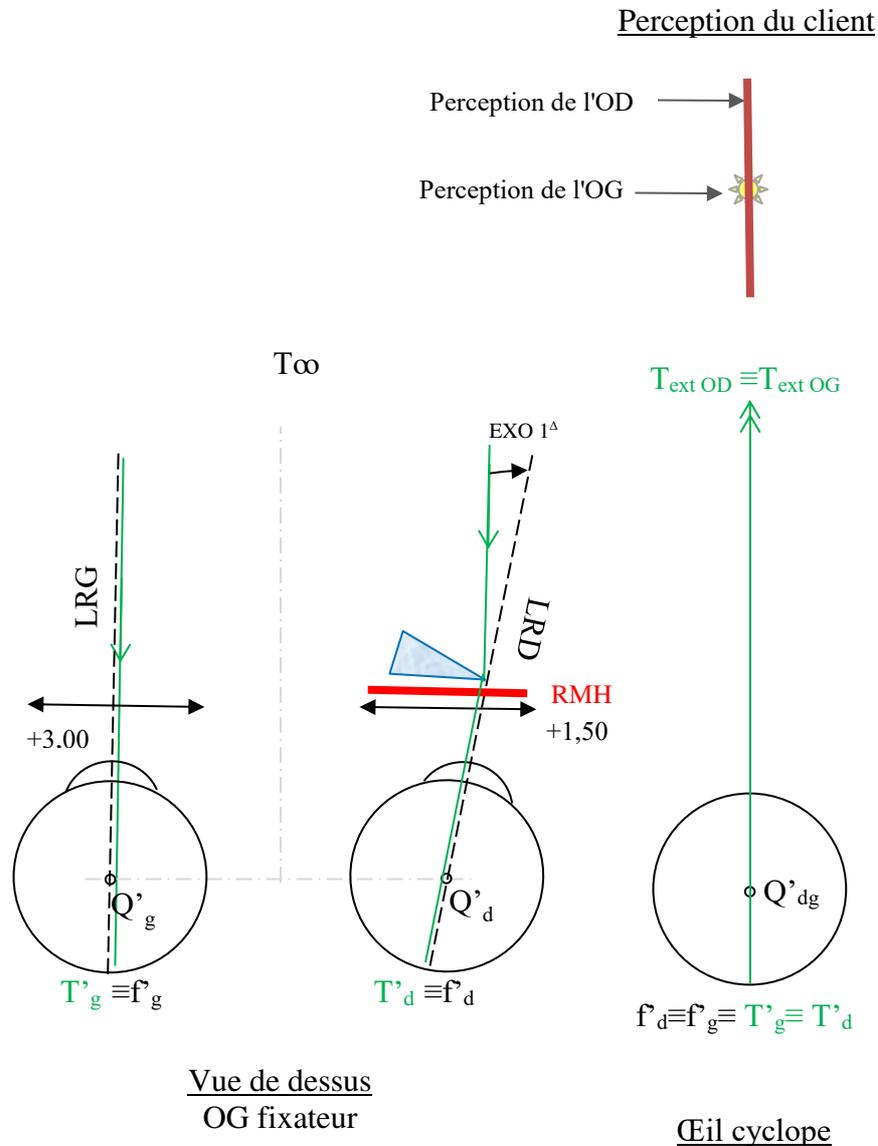
$$\overline{LP}_P = \frac{1}{\overline{LP}_L} - Addconf = \frac{1}{-1} - 2,00 = -0,33m$$



c) On observe entre les parcours apparents de vision de loin et de vision de près qu'il y a la présence d'un trou de vision entre 1m et 50 cm. Equipé de double foyers, le client verra flou cette zone de l'espace objet.

B-4. VISION BINOCULAIRE

B-4.1.





La nature de la phorie dissociée mise en évidence est une exophorie car une exophorie se mesure à l'aide d'un prisme base interne. La valeur de la phorie dissociée correspond à la valeur du prisme permettant le réaligement des extériorisations. Ici nous avons mis en évidence donc une exophorie dissociée de 1^Δ.

B-4.2. Normes des hétérophories VL et VP

a)

Phories horizontales	Normes
VL	Orthophorie à exophorie de 1 ^Δ
VP	Exophorie de 4 à 6 ^Δ
Phories verticales	Normes
VL	Orthophorie
VP	Orthophorie

b)

Jeu phorique	Normes
Variation de la phorie horizontale au passage de la VL à la VP	Prise d'exophorie de 4 à 6 ^Δ

c)

Phories horizontales	Normes	Client	Conclusions
VL	Orthophorie à exophorie de 1 ^Δ	Exophorie de 1 ^Δ	Dans les normes
VP	Exophorie de 4 à 6 ^Δ	Exophorie de 5 ^Δ	Dans les normes
Phories verticales	Normes	Client	Conclusions
VL	Orthophorie	Orthophorie	Dans les normes
VP	Orthophorie	Orthophorie	Dans les normes

Jeu phorique	Normes	Client	Conclusions
Variation de la phorie horizontale au passage de la VL à la VP	Prise d'exophorie de 4 à 6 ^Δ	Prise d'exophorie de 4 ^Δ	Dans les normes

Pour les différentes mesures des hétérophories dissociées et l'étude du jeu phorique, notre client est dans les normes. Les gênes ressenties ne sont pas a priori attribuables aux hétérophories.



B-4.3.

- a) Le client est anisométrique. Avec les verres progressifs, pour regarder en vision de près, lors de l'abaissement du regard, les effets prismatiques subis seront de valeurs inégales. Cela peut donc induire une hétérophorie verticale d'où le décalage observé dans le plan vertical.
- b) Le client porte des verres convergents en vision de près que l'on peut assimiler à deux prismes accolés par la base.
Lorsque le regard s'abaisse pour atteindre la zone de VP dans ses verres progressifs, chaque œil subit un effet prismatique de base supérieure.
La valeur de ces effets prismatiques peut être calculée avec la règle de Prentice.

$$\mathcal{D}^{\Delta} = d(\text{cm}) \times |D_L|$$

Pour l'œil droit

$$\mathcal{D}^{\Delta} = 2 \times 1,5 = 3^{\Delta} \text{ base supérieure}$$

Pour l'œil gauche

$$\mathcal{D}^{\Delta} = 2 \times 3 = 6^{\Delta} \text{ base supérieure}$$

Le couple oculaire subit alors la différence des effets prismatiques subis par chaque œil soit $6 - 3 = 3^{\Delta}$ base supérieure devant l'œil gauche ou base inférieure devant l'œil droit.

L'œil droit portant les cylindres de Maddox (axe vertical) et le prisme subi base inférieure, l'image optique de cet œil se formera en rétine inférieure. C'est pourquoi la ligne rouge horizontale est perçue au-dessus du point lumineux.

- c) Un prisme de 1^{Δ} provoque une déviation de 1 cm à 1 mètre.

$$1^{\Delta} \Leftrightarrow 1 \text{ cm} \Leftrightarrow 1 \text{ m}$$

$$1^{\Delta} \Leftrightarrow 0,4 \text{ cm} \Leftrightarrow 40 \text{ cm}$$

$$3^{\Delta} \Leftrightarrow 1,2 \text{ cm} \Leftrightarrow 40 \text{ cm}$$

Le calcul permet donc de retrouver la valeur de l'écart observé.

- d) L'inconfort en vision de près avec ses verres progressifs peut s'expliquer par cette hétérophorie verticale induite. Cette hétérophorie verticale induite n'est visiblement pas compensée par le client.

B-5. CONCLUSION

B-5.1.

Un équipement en verres progressifs est envisageable avec un slab-off sur le verre droit (le moins convergent). Ce procédé de fabrication permet de surfacer la face avant du verre progressif afin de créer dans le bas du verre un effet prismatique vertical (base 90°) compensant la différence d'effets prismatiques verticaux subis en vision de près chez les sujets anisométriques.

Pour un meilleur confort en vision de près on peut compléter cet équipement par une paire de verres unifocaux qu'il pourra mettre pour des activités prolongées en VP.

On peut également penser à des solutions allant vers une solution de moindre abaissement des lignes de regard en VP : progressifs à courte progression et triple foyers (la VI évitant le trou de vision) le client n'étant pas sensible à l'aspect esthétique.