

Les modifications sensorimotrices induites en optique aérienne ou de contact



Sensorial alterations induced by aerial or contact lenses

30, rue de la République – 95160 Montmorency, France

Jean-Pierre Bonnac
(Opticien)

RÉSUMÉ

Quelles sont les répercussions sensorimotrices et fonctionnelles entre correction aérienne et optique de contact ? Les orthoptistes sont confrontés en permanence aux signes fonctionnels de patients lors d'un changement de correction ou de mode de correction. Essayons d'analyser physiologiquement les causes principales d'adaptation ou d'inadaptation aux différents procédés de correction.

© 2014 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

SUMMARY

What are the sensorial motor and functional repercussions between aerial or contact lenses? Orthoptists are continuously confronted with the functional signs of patients during changes in correction or mode of correction. We will attempt to analyse physiologically the principle causes of adaptation or lack of adaptation to the various processes of correction.

© 2014 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

En cas d'inadaptation visuelle d'un sujet à un nouveau procédé de correction optique de son amétropie ou à son changement, il est important lors du bilan orthoptique de prendre en compte les modifications induites par le procédé de correction choisi. En effet tout procédé de correction modifie l'espace visuel en faisant entrer le sujet dans un espace virtuel où toutes les fonctions sensorielles et motrices sont modifiées en distance, en lumière, en demande accommodative, surtout en cas d'amétropies moyenne et forte et d'anisométrie.

ACCOMMODATION

En vision de près, un sujet amétrope corrigé en lunettes accommode sur l'image de l'objet réel donnée par le verre correcteur

qui est plus éloignée dans le cas du myope et plus rapprochée dans le cas de l'hypermétrope. Cela est dû au fait qu'en lunettes le système correcteur est placé à distance de l'œil. La demande accommodative pour voir nettement un objet à distance finie, est donc plus importante chez l'hypermétrope et plus faible chez le myope. (Fig. 1)

En optique de contact ou en chirurgie réfractive, la position de l'image donnée par le système correcteur est pratiquement confondue avec l'objet réel. Comparativement aux lunettes, ce procédé présente l'avantage théorique pour l'amétrope de renormaliser la demande accommodative et par conséquent la synchronie accommodation-convergence. Chez l'anisométrie, l'optique de contact supprime la disparité accommodative et la dominance fonctionnelle d'un œil par rapport à l'autre

Mots clés

Anisophorie
Contraste
Demande accommodative
Eblouissement
Image rétinienne

Keywords

Anisophoria
Contrast
Accommodative request
Dazzle
Retinal image

Adresse e-mail :
bonnacjp@libertysurf.fr

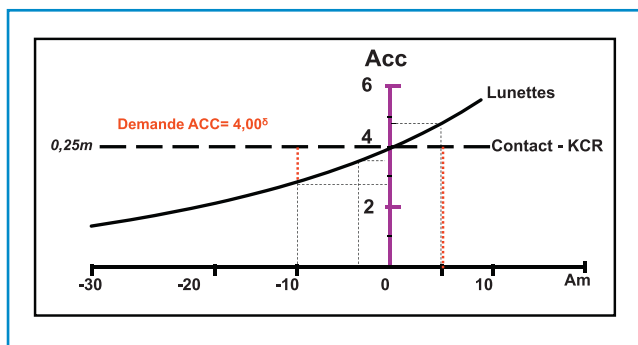


Figure 1. Accommodation & Procédé de correction.

en favorisant ainsi une meilleure coopération binoculaire.

On peut dire que l'optique de contact est un régulateur de la fonction accommodative.

Cet avantage peut aussi avoir des inconvénients par exemple dans le cas d'un sujet adulte myope isométrope porteur de lunettes depuis l'enfance, le passage en lentilles de contact peut induire en vision de près l'apparition d'une ésoptorie du fait de l'augmentation de la demande accommodative.

L'optique de contact peut être préconisée chez l'enfant hypermétrope anisométrope pour normaliser la syncinésie accommodation-convergence et lutter contre le phénomène de neutralisation de l'œil le plus hypermétrope quand l'adaptation en lentilles est possible.

ÉCLAIREMENT RÉTINIEN

Le flux lumineux entrant dans l'œil dépend de la surface de la pupille d'entrée de l'œil. Sa dimension varie selon l'importance de l'amétropie et le procédé de correction.

La pupille d'entrée est l'image de la pupille apparente à travers le système correcteur et la pupille apparente, celle que l'on

voit, est l'image de la pupille anatomique à travers la cornée (Fig. 2). En lunettes, compte tenu de la distance verre-œil, la pupille d'entrée est plus petite chez le myope et plus grande chez l'hypermétrope. Le flux lumineux qui conditionne la vision des contrastes est atténué chez le myope et augmenté chez l'hypermétrope en optique aérienne alors que ce phénomène n'existe pas avec l'optique de contact ou la chirurgie réfractive. Cette variation de surface de la pupille d'entrée de l'œil explique chez l'hypermétrope son attrait pour les verres teintés en vision diurne. Elle explique aussi chez le myope porteur de lunettes sa mauvaise perception en basse luminance (en conduite de nuit) et la sensation d'éblouissement lors de l'adaptation en lentille.

Dans le cas particulier du fort myope, cette diminution de la sensibilité aux contrastes est aggravée par la perte de lumière entrant dans l'œil par réflexion sur les deux faces du verre. Plus l'indice de réfraction du verre est élevé, plus le facteur de transmission diminue. La perte de lumière varie alors, du simple au double. Par exemple, pour un verre normal d'indice 1,5, la perte de transmission est d'environ 8 % contre 16 % avec un verre d'indice 1,9. Il est donc recommandé de conseiller un traitement antireflet pour tous ces amétropes (Fig. 3). De nos jours, la maîtrise des traitements antireflets-multicouches, permet d'obtenir un coefficient de transmission de 99,2 % de la lumière incidente, contre 92,2 % pour un verre blanc conventionnel non traité (Fig. 4). Outre les considérations esthétiques, ces traitements ont pour but essentiel d'amplifier la vision des contrastes et d'éliminer les images parasites particulièrement gênantes en conduite automobile de nuit.

Comparativement à l'optique aérienne, ce problème de modification du flux lumineux entrant dans l'œil n'existe pas en optique de contact.

EFFETS PRISMATIQUES

L'optique aérienne est un système prismatique associant deux prismes par la base dans les verres convexes et par le sommet dans les verres concaves.

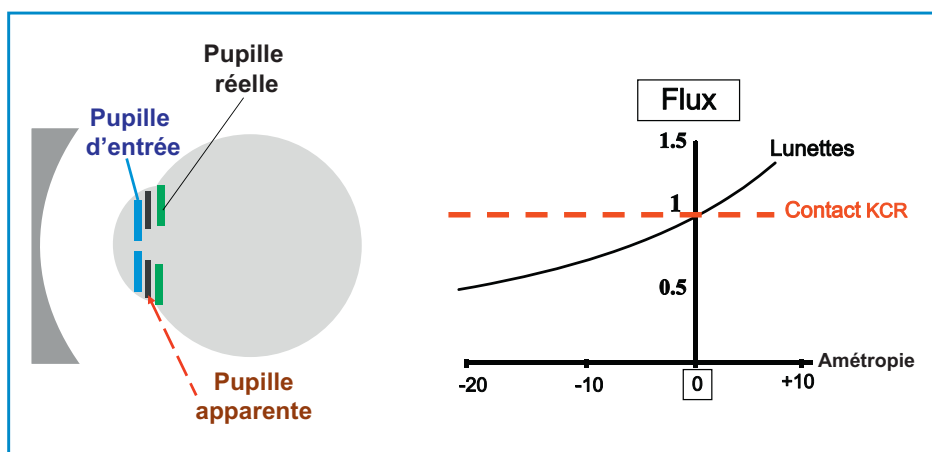
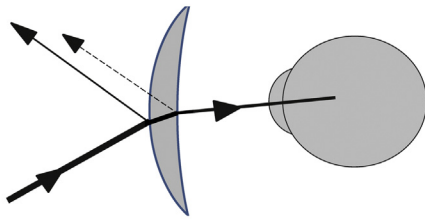


Figure 2. Pupilles & éclairage rétinien.



Indice de Réfraction	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
Perte de Lumière par réflexion	7,8%	10,4%	12,3%	15,7%	18,3%

Figure 3.

Quand les lignes de regard d'un amétrope balayent la surface du verre correcteur, l'effet prismatique varie : plus on s'éloigne du centre optique plus il augmente (Fig. 5). La valeur de l'effet prismatique en un point du verre est déterminée grâce à la formule de Prentice :

$$\Delta = d_{cm} \times D$$

Δ = effet prismatique exprimé en dioptries prismatiques.

D = puissance du verre.

d_{cm} = distance du point considéré au centre optique du verre exprimée en centimètre.

Dans le cas d'anisométrie, en vision binoculaire la disparité des effets prismatiques provoque une anisophorie, terminologie proposée par Friedenwald (1936), variable selon la direction du regard.

En vision dynamique, la disparité des angles de versions impose au sujet, pour maintenir la fusion, un mouvement de rotation de la tête plus que des yeux qui nécessite une bonne coordination oculo-céphalique.

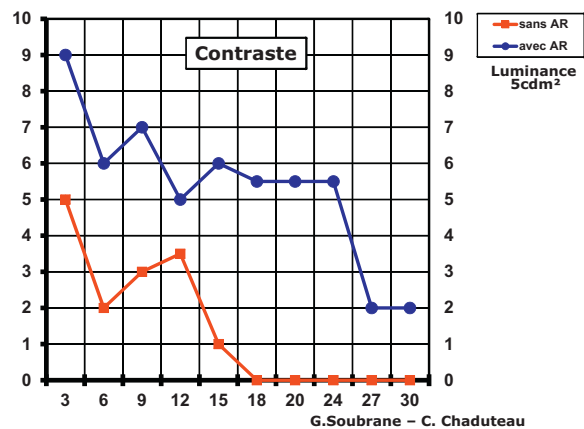


Figure 4. Sensibilité au contraste en basse luminance avec et sans traitement antireflets.

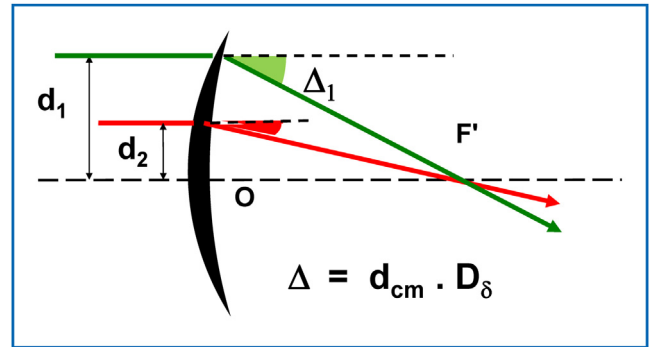


Figure 5.

Toutes ces perturbations motrices sont mises en évidence à l'aide du coordimètre de Hess-Weiss. C'est ainsi que l'on vérifie le degré d'adaptation du sujet à l'anisophorie induite par sa nouvelle correction.

Par contre, en vision de près la différence des effets prismatiques risque d'entraîner une fatigue visuelle car, pour compenser la disparité de vergence d'un œil par rapport à l'autre, le sujet est obligé de prendre un port de tête adapté pouvant même provoquer des adaptations posturales.

Chez les sujets anisométriques presbytes, corrigés avec des verres multifocaux, l'étude de la différence des effets prismatiques verticaux induits dans le regard vers le bas est très importante.

Dans un verre progressif, la zone de vision de près se situe excentrée d'environ 15 mm en dessous du centre géométrique de vision de loin (Fig. 6). La valeur approchée de l'effet prismatique au niveau de la zone de vision de près est égale à :

$$\Delta = 1,5 \times D$$

Exemple :

OD : +1,50 (+1,50 à 0°) Addition 2,00

OG : +0,50 (+0,50 à 0°) Addition 2,00

La différence de puissance dans les méridiens verticaux qui sont les méridiens utilisés dans le passage vision de loin / vision de près sont respectivement :

OD : +3,00 (-1,50 à 90°)

OG : +1,00 (-0,50 à 90°)

Soit une anisométrie verticale de 2,00 dioptries (Fig. 7) qui provoque une anisophorie de près égale à : $\Delta = 1,5 \times 2,00 = 3,00$ dioptries prismatiques base supérieure.

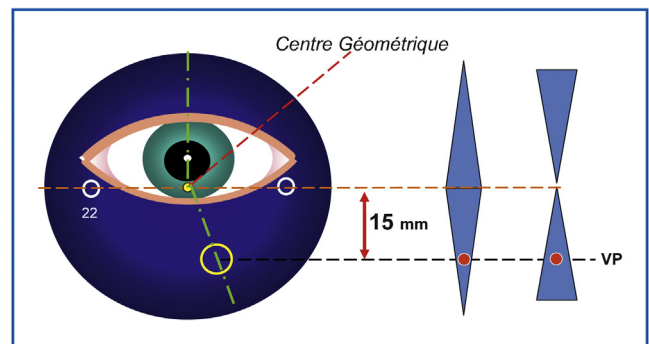


Figure 6. Verre progressif.

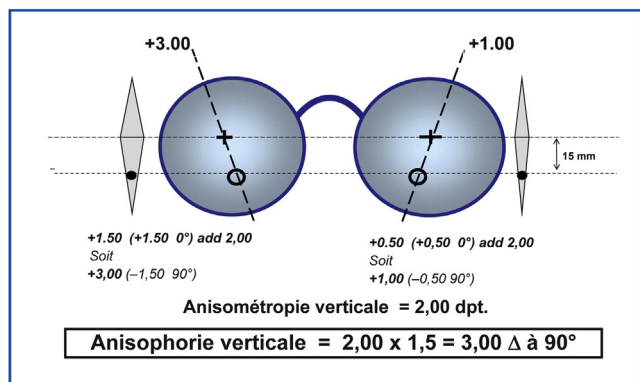


Figure 7. Anisophorie verticale.

Cet effet prismatique dans le méridien vertical lors du passage vision de loin-vision de près explique certaines difficultés d'adaptation aux verres progressifs. Cela peut survenir soit à la suite d'un changement de puissance de la correction, soit lors du passage d'une correction en verres unifocaux à des verres progressifs, d'où l'intérêt, d'analyser chez le presbyte anisométrope ses capacités fusionnelles en vision de près dans le regard vers le bas à l'aide, par exemple, du Proximètre® » (Fig. 8 A et B) ou d'un test de fusion.

Cette disparité des effets prismatiques inhérente à la géométrie de la surface progressive ne peut se compenser par un prisme, le problème se retrouverait alors en vision de loin. Dans cette éventualité, pour permettre à ces patients anisométropes de retrouver une vision de près confortable, il faut préconiser une paire de verres unifocaux de près, ou mieux des verres mi-distance qui procurent une plus grande latitude de vision nette de près. Il faut souligner que les anisométropes confirmés, porteurs de lunettes depuis la prime enfance, sont généralement habitués à compenser ces effets prismatiques marginaux, soit en spécialisant un œil de loin et l'autre de près, soit en neutralisant un œil en vision rapprochée.

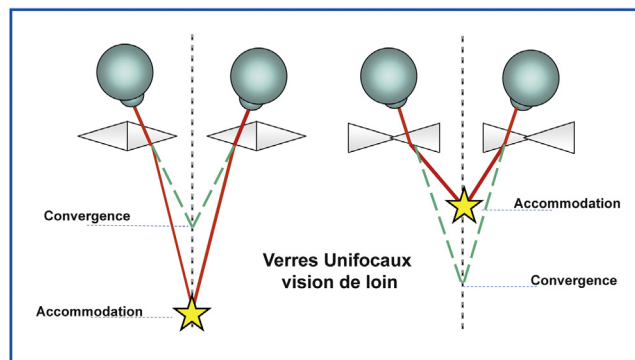


Figure 9. Convergence / Accommodation.

INCIDENCE SUR LA VERGENCE OCULAIRE

La variation de l'effet prismatique modifie la demande de convergence en vision rapprochée. Pour un sujet porteur de verres unifocaux les verres sont centrés par rapport à l'écart pupillaire de vision de loin. En vision rapprochée le sujet hypermétrope doit compenser un effet prismatique base externe et le myope base interne donc en vision proximale, le myope doit converger moins et l'hypermétrope d'avantage que la normale. (Fig. 9)

Pour diminuer ces effets prismatiques délétères dans les verres progressifs modernes la plage de vision de près est décentrée en fabrication en fonction de la puissance de l'addition et de l'écart pupillaire de près pour mieux respecter la convergence oculaire. (Fig. 10).

L'EFFET CINÉ-PRISMATIQUE

Le verre de lunettes est un système prismatique dont la valeur augmente du centre vers le bord proportionnellement à la puissance du verre. Ces effets prismatiques provoquent des

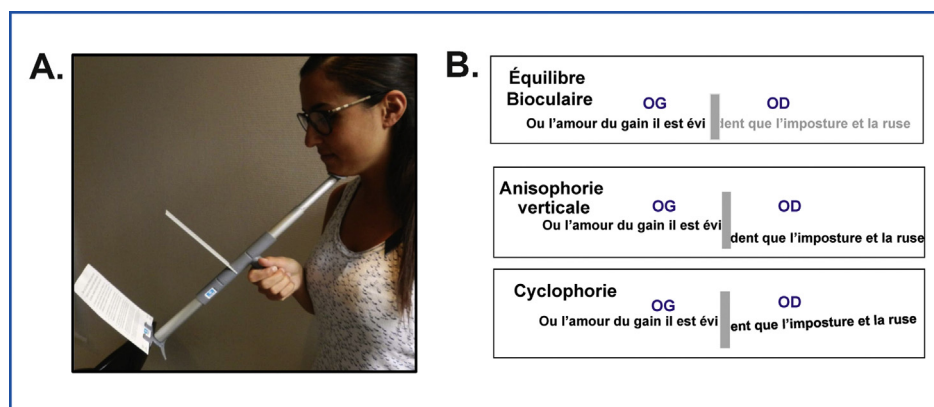


Figure 8. A. Proximètre®. B. Test de confrontation et de fusion dans le regard vers le bas.

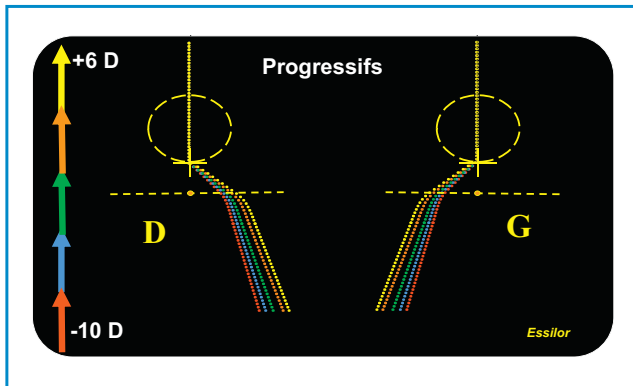


Figure 10. Décentrement variable de la VP en fonction de l'amétropie.

perturbations en vision dynamique dans l'appréciation de l'espace lors des mouvements oculo-céphaliques, les verres convexes entraînent un déplacement apparent de l'espace en sens inverse de la rotation de la tête et les verres concaves un déplacement direct (Fig. 11). Cette observation est souvent rapportée par les nouveaux presbytes emmétropes corrigés uniquement en vision de près.

Tous ces phénomènes prismatiques précédemment cités sont absents en optique de contact solidaire des mouvements oculaires.

CHROMATISME

Comme tout système optique convergent, l'œil présente une aberration chromatique. Les courtes longueurs d'onde bleues sont plus réfractées que les grandes longueurs d'onde rouges. L'aberration chromatique de l'œil est dite positive. Les verres de lunettes présentent aussi une aberration chromatique dont la grandeur varie selon la nature du matériau. Son importance est caractérisée par un nombre abstrait appelé optique en nombre d'ABBE ou constringence du verre. (Tableau 1)

Les verres convexes ont une aberration chromatique positive et les verres concaves une aberration négative. Dans le cas du myope corrigé en lunettes, l'aberration chromatique de l'œil et du verre sont de sens opposé donc elles se soustraient alors qu'elles s'additionnent chez l'hypermétrope. (Fig. 12)

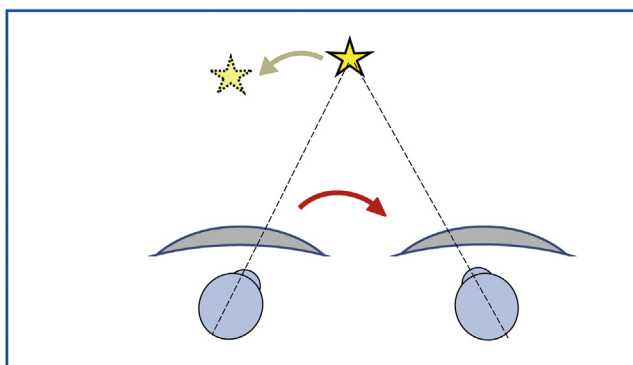


Figure 11. Effet cinéprismatique.

Tableau 1. (C) constringence selon l'indice de réfraction.

Minéraux Indice	(C)	Organiques Indice	(C)
1.525	58	1.502	58
1.604	41	1.526	44
1.706	42	1.561	37
1.807	34	1.591	31
1.892	30	1.599	36
		1,667	32

L'augmentation du pouvoir dispersif du verre, peut être à l'origine de certaines gênes visuelles observées, surtout en vision latérale, par les sujets nouvellement appareillés avec ces verres minces à haut indice. Il est impossible de prévoir ce phénomène, car la pratique montre que la sensibilité à l'aberration chromatique varie d'un sujet à l'autre. Seule, la mesure de la sensibilité aux contrastes, nous permet d'expliquer cette perte visuelle, significative dans les hautes et moyennes fréquences, comme l'ont démontré Tang et Charmann. (Fig. 13) Cette gêne s'observe généralement chez les personnes ayant une bonne acuité visuelle, habituées à porter un procédé de correction hypochromatique, lors d'un changement de matériau. Pour cette raison, afin de ne pas altérer la perception des contrastes, il est déconseillé d'appareiller les forts hypermétropes avec des verres minces à haut indice et faible constringence.

Dans le cas de plainte d'inconfort visuel d'un sujet porteur d'une nouvelle correction et ne présentant pas de différence particulière avec son ancienne correction portée, il faut s'informer sur la nature du matériau des nouveaux verres et comparer avec les anciens. La mesure de la sensibilité aux contrastes peut confirmer l'origine de la gêne.

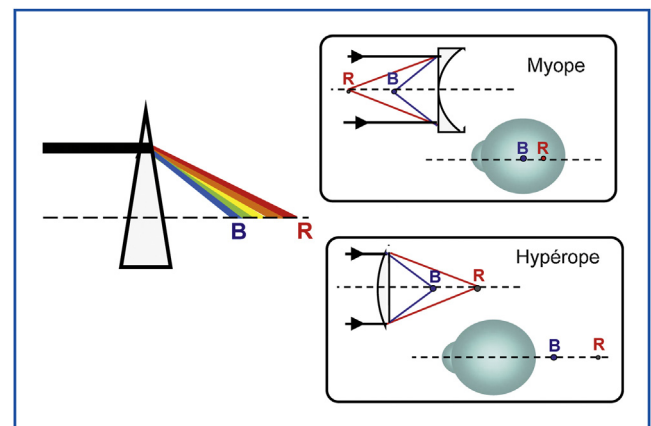


Figure 12. Chromatisme.

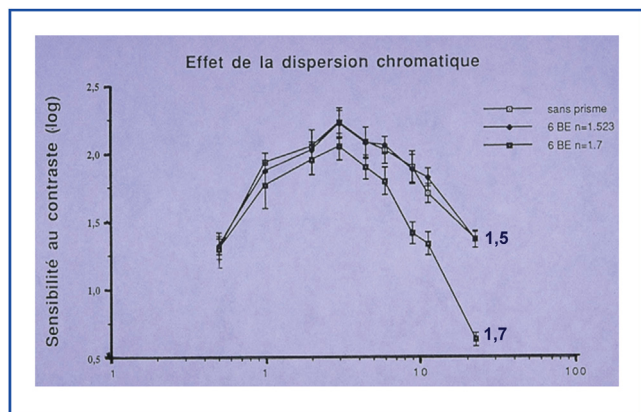


Figure 13. Chute de la sensibilité aux contrastes dans les moyennes et hautes fréquences.

GRANDEUR DE L'IMAGE RÉTINIENNE

La compensation d'une amétropie à l'aide de l'optique de contact, consiste à modifier la courbure du dioptre cornéen et sa puissance, sans changer la longueur axiale de l'œil. Théoriquement, dans le cas d'une amétropie axiale c'est-à-dire liée à la longueur de la chambre postérieure de l'œil, la variation de la grandeur de l'image rétinienne est négligeable avec les lunettes (Fig. 14), alors qu'avec les autres procédés de correction, contact ou chirurgie réfractive, elle est diminuée chez l'hypermétrope et agrandie chez le myope. (Fig. 15)

Pour l'isométrie, cette modification de la taille de l'image rétinienne est peu gênante. Par contre, dans les cas d'anisométrie, la disparité de grandeur des images rétiennes induite par le procédé de correction a des répercussions sur l'équilibre fusionnel et plus particulièrement sur le sens stéréoscopique. Le ressenti de chacun dépend de la qualité de sa vision stéréoscopique acquise antérieurement. C'est un phénomène cortical que l'on appelle l'aniséiconie, terme créé par WB Lancaster (1938).

Les conséquences de l'aniséiconie sont irrémédiables car les processus d'adaptation corticale sont limités, inférieurs à 3 % selon S. Delthil. La gêne éprouvée par les sujets en

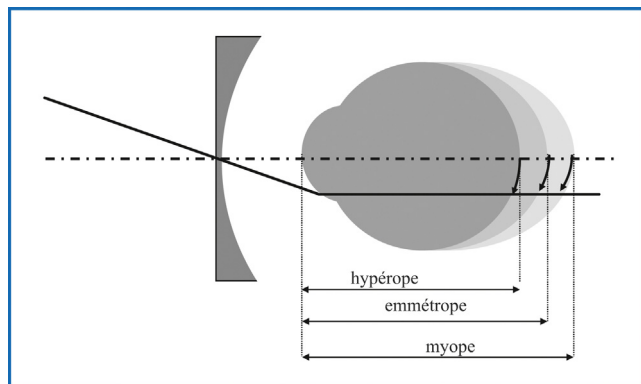


Figure 14. Lunettes.

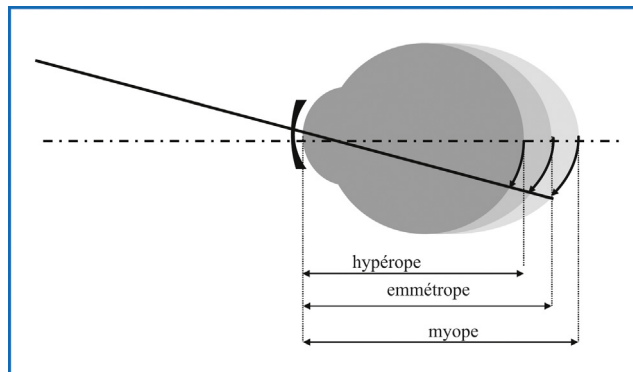


Figure 15. Contact ou Kératochirurgie.

vision spatiale est difficile à analyser. Elle peut aller jusqu'à la rupture de la fusion avec apparition d'une diplopie d'origine corticale.

La mesure subjective de l'aniséiconie est complexe car tous les procédés permettant de comparer la taille des images rétinienne impose que le sujet puisse fusionner ces images, ce qui est rarement le cas. L'orthoptiste dispose des tests de JB. Weiss pour le synoptophore mais cela ne peut se faire qu'une fois le sujet appareillé, d'où l'intérêt pour le praticien d'estimer l'importance théorique des modifications de la taille des images rétiennes.

Le calcul de la grandeur des images rétiennes est complexe, aussi nous avons élaboré des abaques permettant d'estimer la valeur de l'aniséiconie théorique en fonction de l'amétropie de conformation de +10,00 à -20,00 dioptries et du procédé de correction choisi. La lecture se fait verticalement et chaque carreau du graphique représente 1,5 % d'aniséiconie théorique. La courbe (L) représente la variation de la taille de l'image rétinienne corrigée en lunettes, et la courbe (C) en contact ou chirurgie réfractive. Les autres courbes concernent l'aphake et le pseudophake que nous n'aborderons pas dans cette étude.

Exemple :

Correction totale de l'amétropie en lunettes : OD : -5,50 OG : -1,50, aniséiconie < 1 %

La différence de taille entre l'OD et l'OG emmétropisé en contact est de 5 carreaux soit une aniséiconie de 7 % (Fig. 16) Toute théorie peut être prise en défaut, ainsi on rencontre des sujets présentant une anisométrie bien supérieure, équipés en lentilles, mais ces sujets ont généralement trouvé le moyen de neutraliser la disparité des images rétiennes en alternant : un œil vision de loin, l'autre de près ou en neutralisant l'œil le plus amétrope. Dans ce cas, on ne peut plus parler d'aniséiconie étant donné qu'il n'y a plus utilisation de la vision binoculaire.

Dans le cas particulier de l'enfant anisométrope, il faut souligner que la correction par lunettes réalisée très tôt doit obéir à des règles d'adaptation très strictes pour minimiser les phénomènes d'aniséiconie. Les calculs montrent que si la distance verre-œil n'excède pas 5 ou 6 mm, ce qui est possible chez les sujets très jeunes, dans cette position l'effet optique est voisin de celui obtenu en lentille de contact. Cette méthode d'adaptation des lunettes permet de préserver le développement normal de son accommodation et de sa vision stéréoscopique pour le préparer, ultérieurement, au passage

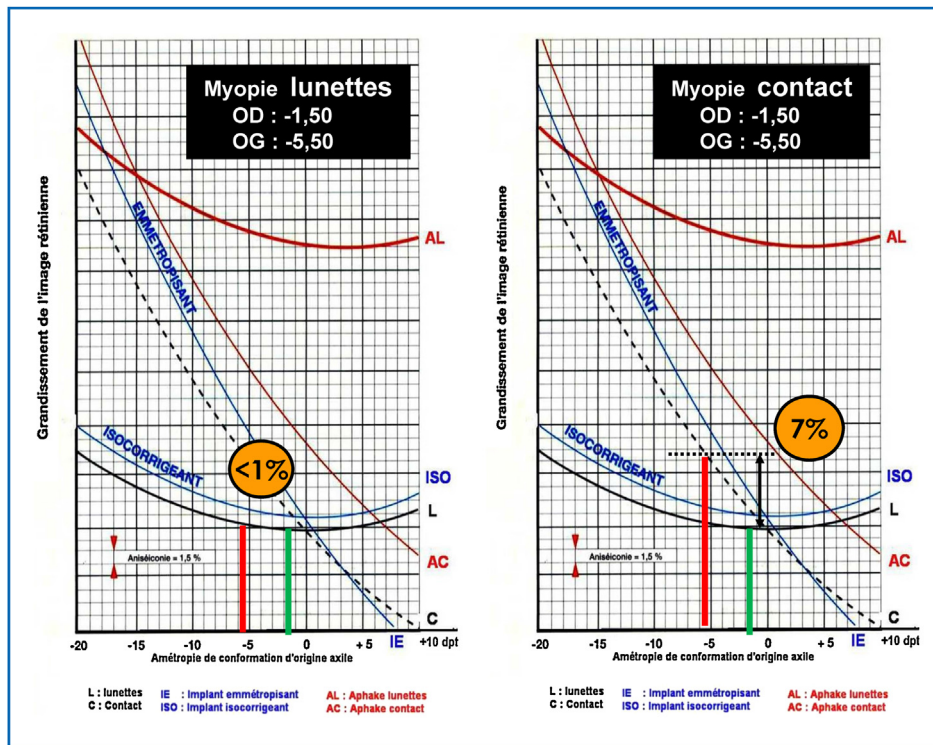


Figure 16.

éventuel à une correction en optique de contact ou chirurgicale.

CONCLUSION

De ces observations, nous pouvons déduire toute l'importance que revêt l'analyse des modifications sensorimotrices induites selon le mode de correction choisi, compte tenu qu'elles peuvent engendrer des déséquilibres binoculaires parfois irréversibles.

Lors d'un examen orthoptique, selon la plainte du patient, il est indispensable de tenir compte de l'évolution de la correction optique, tant dans ses variations que dans la méthode de correction :

Les schémas sont de l'auteur

A retenir :

Lunettes : disparité accommodative – anisophrisie
Contact : aniséiconie – stéréoscopie

Déclaration d'intérêts

L'auteur déclare ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

BIBLIOGRAPHIE RESTREINTE

- DALENS H, PREVOST G, BONNAC J-P. Aniséiconie. Encycl. Med.Chir., Paris, Ophtalmologie 21555-E¹⁰, 9-1983
- MONDON H., METGE P.coll. La myopie forte. Rapp. Soc. Franç. Ophtalmol., Edit. MASSON 1994, chap XIX : 233-241
- PREVOST G, BONNAC J-P MAWAS Ed. Aniséiconie intérêt de sa mesure, Bull Soc Oph France 1981 ;
- BONNAC J.P.- Perturbations visuelles induites par différentes méthodes de correction optique ; les Cahiers d'Ophtalmologie 2003 66.10-14
- S. DELTHIL : L'Aniséiconie Ann. Thér.Ophtalmologie 1954,215-233.
- LANCASTER WB. Trans Amer. Acad. Ophtalmologie 1915 20-167
- WEISS JB. Déséquilibres oculomoteurs et coordimètre ; CERES 1992
- PERCIVAL AS The prescribing of spectacles. Ed.New York : William Wood & Co 1928