

Variation de Puissance dans la Peripherie de Lentilles Progressives (Variation in Power in the Periphery of Progressive Addition Lenses)

P. Simonet*
Y. Papineau**
D. Gordon***

Abrégé

Un dispositif adapté à un focomètre à projection de type Nikon permet la mesure de puissance dans la périphérie d'une lentille ophtalmique. 3 types de lentilles progressives ont été étudiés, le Varilux 2, l'Ultravue, et le NZ. Dix lentilles de chaque type ont été mesurées, la puissance de l'addition variant de +1,00 à +3,00 dioptries. Une représentation graphique des résultats permet d'établir des hypothèses sur les caractéristiques optiques des lentilles étudiées.

Abstract

A device adapted to a Nikon projection vertexometer permits the peripheral power measurement on an ophthalmic lens. 3 types of progressive addition lenses were studied: Varilux 2, Ultravue and NZ. Ten lenses of each type, with additions varying from +1,00 to +3,00 diopters were analysed. The graphic representation of the results permits to state hypothesis concerning the optical characteristics of these lenses.

Introduction

Les lentilles à variation progressive de puissance ont été une innovation dans la correction de la presbytie. Après les tentatives initiales de Wolk et Weinberg¹, qui restèrent vaines, la première lentille de ce type à être commercialisée avec succès sur le marché nord-américain fut mise au point par Maitenaz^{2,3}. Depuis ce temps, d'autres lentilles sont apparues, conçues à nouveau par Maitenaz⁴ ou par Winthrop⁵. Ces différents types de lentilles ont fait l'objet de présentation dans la littérature optométrique et ophtalmologique⁶⁻⁹.

Toutefois les propriétés et les caractéristiques optiques des différents types de lentilles progressives n'ont jamais été décrites avec précision, elles restent en grande partie du domaine de l'inconnu. Les informations transmises aux professionnels par les fabricants sont généralement plus de nature technico-commerciale que réellement scientifique. Une étude effectuée par un milieu indépendant de

l'industrie s'avérerait nécessaire. Le cadre universitaire se prêtait alors très bien à ce type de recherche, dont il est possible de présenter les résultats préliminaires.

Méthode

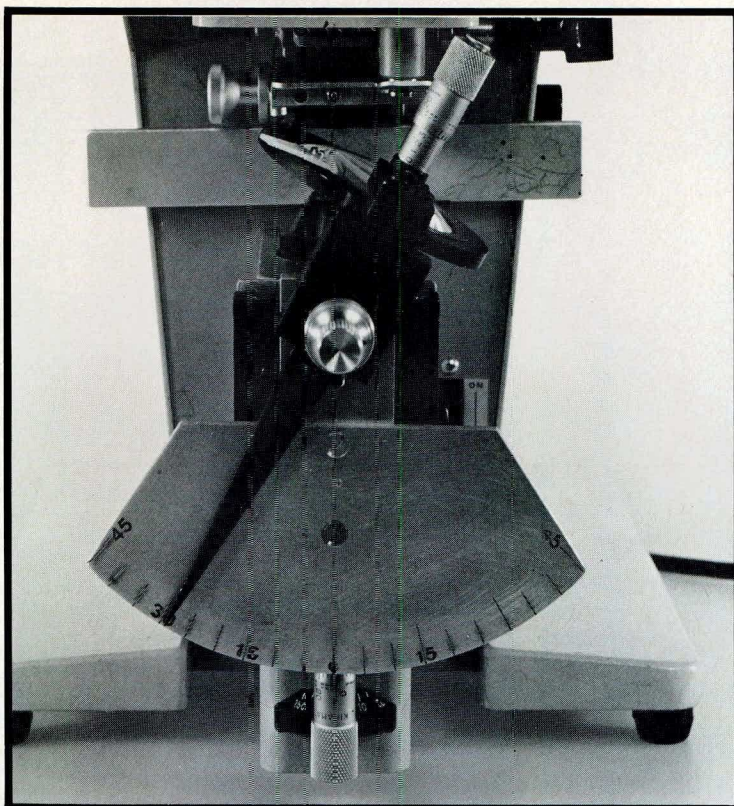
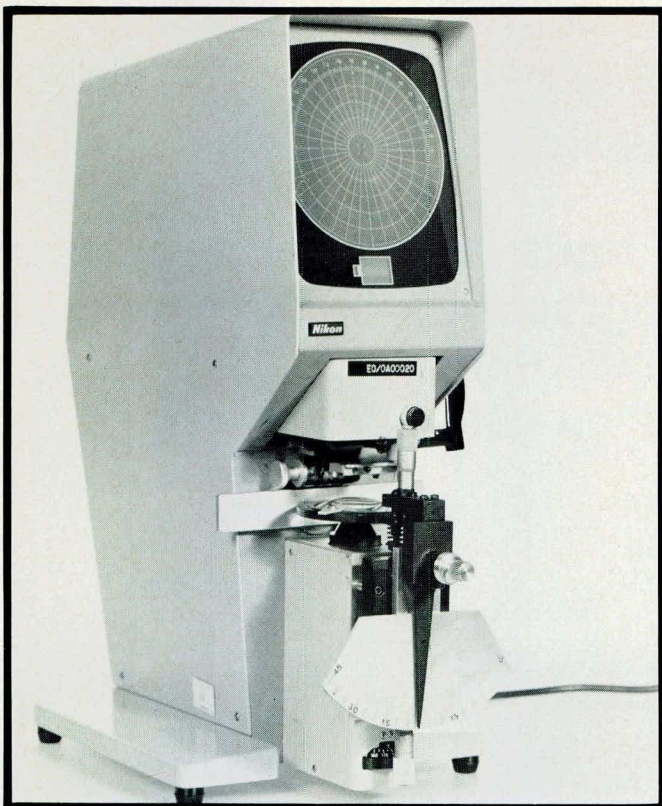
Cette étude a été réalisée avec un focomètre à balayage tel que décrit par Simonet, Papineau et Gordon¹⁰. L'appareil se compose d'un focomètre à projection de type "Nikon projection vertexometer", auquel a été ajouté un dispositif permettant la mesure de la puissance dans la périphérie de la lentille ophtalmique (photos 1 et 2). La puissance périphérique est mesurée par rapport à la sphère des sommets. Le dispositif permet de compenser la flèche de la face arrière de la lentille de manière à ce que le rayon de la sphère des sommets soit toujours 25 mm en cours des mesures. Le dispositif est en rotation autour du centre de la sphère des sommets. Cette rotation qui incline la lentille par rapport à l'axe optique de l'appareil, est équivalente à la rotation de l'oeil derrière la lentille, lors d'une position de regard secondaire et oblique.

Dans les mesures, l'inclinaison de la lentille varie de 0 à 40° par étapes de 5°. Le support qui soutient

*L.Sc.O., professeur adjoint

**L.Sc.O., professeur titulaire

***B.Sc., O.D., clinicienne
Ecole d'Optométrie
Université de Montréal



Focomètre à balayage permettant les mesures dans la périphérie des lentilles optiques.

la lentille est gradué sur 360° de 5 en 5 degrés. La lentille à mesurer est solidaire d'une bague mobile qui comporte un index. Bien que par cette disposition, il soit possible d'évaluer des méridiens sur la lentille espacés de 5°, les mesures n'ont été faites que tous les 15°. Un diaphragme de 5 mm avait été choisi pour l'appareil.

Les lentilles progressives étudiées étaient les suivantes: le Varilux 2 de la Compagnie Essilor, l'Ultravue de la compagnie AOCO, et le NZ de la compagnie française BBGR commercialisé au Canada par la firme Pro-Optic. Pour chaque type, 10 lentilles ont été mesurées; 5 présentaient une puissance convexe de +0,50 dioptries, 5 étaient concaves avec une puissance de -0,50 dioptries. Pour chaque puissance, l'addition variait de +1,00 à +3,00 dioptries par palier de 0,50 dioptrie. Pour un même type, des lentilles droite ou gauche ont été utilisées indifféremment. Les lentilles étaient découpées à un diamètre de 55 mm. Le centre géométrique des lentilles découpées ne se trouvait être confondu avec le repère de vision de loin que pour le Varilux 2. Pour l'Ultravue, le NZ, il se situait 2 mm en dessous. Ces différentes conditions ont été sélectionnées pour établir celles optimales, en vue de recueillir dans des recherches ultérieures le maximum d'informations.

Résultats

Les résultats des mesures ont été rapportées suivant une représentation graphique pour en

faciliter l'analyse. Cette représentation est la projection dans un plan des différents méridiens mesurés sur la lentille. Sur chaque méridien est reportée la position angulaire de chacun des points de mesure, l'espace entre deux points représente une valeur angulaire de 5°. Le centre du diagramme correspond au centre de la lentille telle que découpée. Les puissances dioptriques sont représentées suivant une représentation rapportée par Wittenberg.¹¹ L'équivalent sphérique est représenté par un cercle. Il est en trait plein pour une valeur convexe, et en pointillé pour du concave. Son diamètre est proportionnel à la puissance dioptrique. L'astigmatisme est représentée par une ligne, dont la longueur est proportionnelle au montant du cylindre, et dont l'orientation représente la position de l'axe du cylindre négatif. Un astigmatisme inférieur ou égal à -0,50 n'a pas été représenté.

Discussion

Lors du découpage et du meulage des lentilles, le repère de la zone de vision de loin a été placé à différentes positions selon le type de lentille progressive. Les zones de vision de loin ou de près se trouvent donc à des niveaux différents suivant les types de lentilles, aussi n'est-il pas possible d'établir une comparaison exacte entre les différentes lentilles progressives. Toutefois il est possible d'une part d'établir des constatations générales, et d'autre part de constater les caractéristiques propres à chacun des modèles de lentilles progressives.

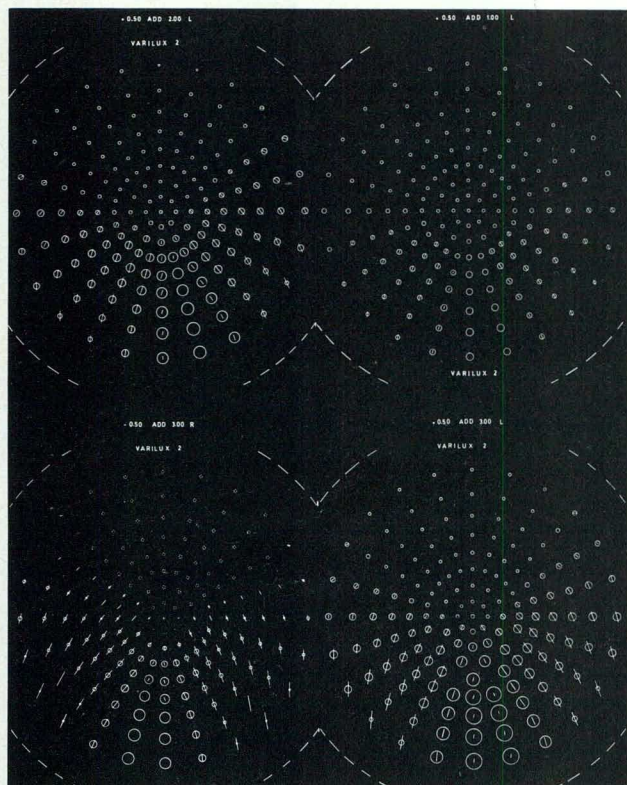
Quel que soit le type de lentilles, les résultats montrent bien que

- 1) la largeur du canal de progression et l'étendue de la zone de vision de près sont inversement proportionnelles à l'addition
- 2) les défauts de puissance, principalement l'astigmatisme, dans la périphérie de la lentille sont proportionnels au montant de l'addition.

L'adaptation aux lentilles progressives, plus facile chez le jeune presbyte, observée en clinique^{11,12} pourrait s'expliquer par ces propriétés générales.

L'étude des caractéristiques Varilux 2 semble montrer (photo 3)

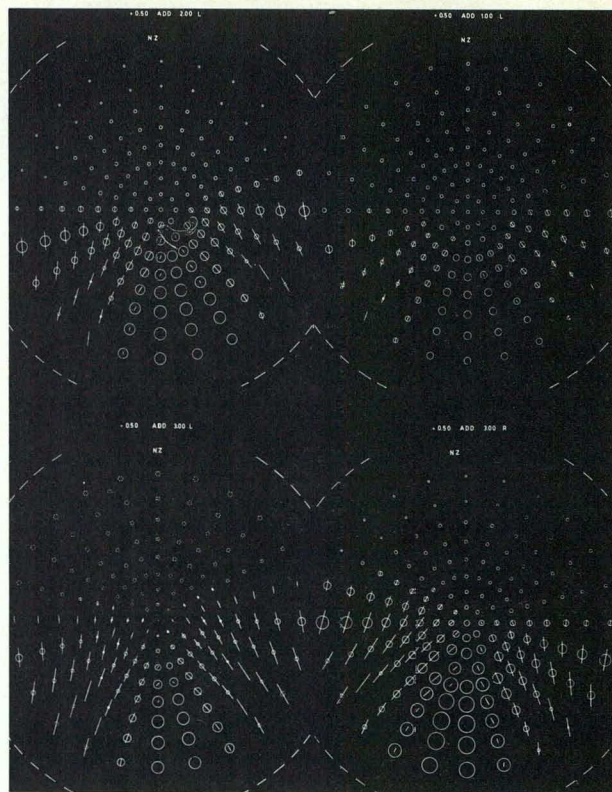
- une réduction rapide de la largeur de la zone de vision de près avec l'augmentation de l'addition
- un astigmatisme variable avec l'addition, mais d'un montant modéré et relativement stable en vision de près pour une valeur d'addition donnée
- une sur-correction convexe accompagnée d'un astigmatisme, dans la périphérie de la vision de loin.



Variations de puissance sur des lentilles de type Varilux 2. Les conditions de mesures, et la description de la représentation sont décrites dans le texte.

Ces caractéristiques s'appliquent aussi aux lentilles concaves, toutefois on constate que pour des additions égales ou supérieures à +2,00 dioptries, la zone de vision de près apparaît plus étendue sur le concave que sur le convexe.

Il ne semble pas y avoir de distinction entre le convexe et le concave sur la lentille progressive de type Ultravue. (photo 4). Le modèle apparaît avoir les caractéristiques suivantes:



Variations de puissance sur des lentilles de type Ultravue. Les conditions de mesures et la description de la représentation graphique sont décrites dans le texte.

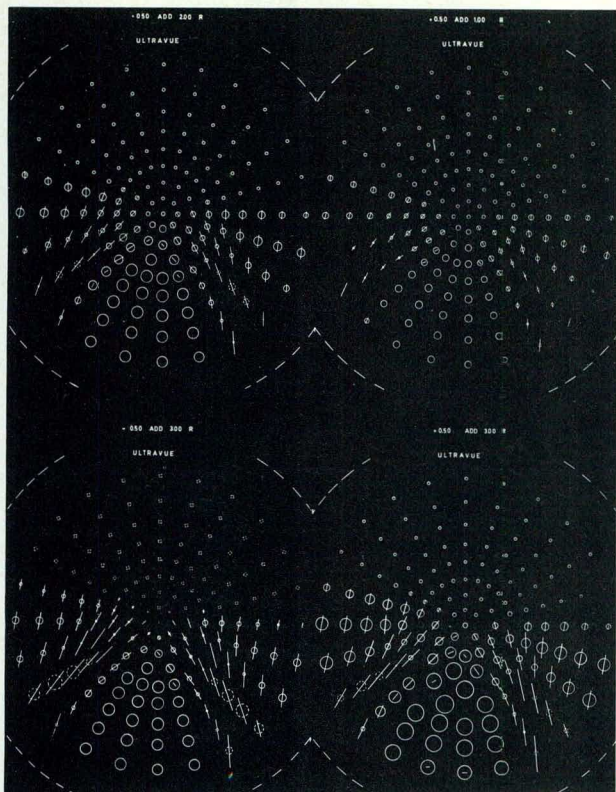
- un astigmatisme augmentant rapidement avec l'addition, d'un montant élevé en bordure de la vision de près, et d'axe variable dans la périphérie de la zone intermédiaire
- une variation très rapide de l'équivalent sphérique en bordure de la vision, indice d'une réduction de la sphère
- une zone de vision de près étendue, se réduisant modérément avec l'addition
- une absence d'astigmatisme et de variation de puissance sur la zone de vision de loin.

La lentille NZ présente ses caractéristiques propres (photo 5) à savoir:

- une légère sur-correction convexe accompagnée d'astigmatisme, principalement du côté nasal de la lentille en vision de loin.
- un astigmatisme en bordure de la zone intermédiaire et de celle de près dont le montant semble à mi-chemin des deux types précédents.
- une zone de vision de près dont l'étendue diminue avec l'addition et dont la taille semble ainsi intermédiaire comparée à celles des deux types précédents.

Avec le NZ, il ne semble pas y avoir de différence de taille entre le convexe et le concave en ce qui a trait à la taille de la vision de près.

La comparaison précise entre les divers types de lentilles progressives pourrait s'avérer hasardeuses, si elle ne se fait qu'à partir des résultats. En effet les conditions de mesures favorisent l'étude de la zone



Variations de puissance sur des lentilles de type NZ. Les conditions de mesures et la description de la représentation graphique sont décrites dans le texte.

de près sur l'Ultravue, et la représentation graphique des résultats peut artificiellement augmenter l'étendue de la vision de près. D'autre part un écart de 15° entre les méridiens mesurés s'avère trop grand pour l'étude précise de la périphérie de la lentille, en particulier pour la zone de vision de près du Varilux 2. Une comparaison exacte ne pourra s'effectuer que dans des conditions de mesures identiques pour les différents types de lentilles. Cette nouvelle étude a d'ailleurs été entreprise grâce à une subvention de l'Association des Optométristes du Québec. Cette étude permettra de resserrer les critères de mesure, en terme d'écart des méridiens et de valeur de l'astigmatisme.

Toutefois nos résultats concordent bien avec ceux rapportés par Wittenberg¹¹, et ils nous permettent d'émettre des hypothèses sur les propriétés optiques des différents modèles de lentilles progressives. Il semble que l'Ultravue possède une zone de puissance stabilisée assez étendue en vision de près, et exempté d'aberration en vision de loin. Par contre pour cette lentille, l'astigmatisme apparaît être concentré dans la périphérie de la vision de près et du canal de progression, ce qui lui amène une valeur élevée. Sur ce modèle de lentille, l'étendue de la zone de vision de près semble privilégiée au détriment de l'astigmatisme. Une approche différente semble avoir guidé la conception du Varilux 2. L'astigmatisme y est d'une valeur moindre, par contre il

apparaît réparti sur l'ensemble de la lentille, il affecterait la périphérie de la vision de loin et réduirait l'étendue de la zone de puissance stabilisée en vision de près. Sur ce type de lentille la réduction de l'astigmatisme aurait prévalu sur l'étendue de la zone de vision de près. Le NZ, semblerait un compromis entre les deux autres modèles en terme d'astigmatisme et de la taille de la vision de près.

Ainsi la faible taille de la zone de vision de près sur le Varilux 2 expliquerait les mouvements de la tête observés par Jones et al¹³, lors de la lecture de petits caractères, ces mouvements n'existent pas avec une lentille bifocale de type ST 25. Au contraire, le fort astigmatisme en bordure de la zone de vision de près sur l'Ultravue, expliquerait le rejet de ce type de lentilles au profit du Varilux 2, lors du mouvement oculaire de grandes amplitudes, tel que le rapportent Afanador et Aitsebaomo¹⁴. Les résultats et les hypothèses qui en découlent, concordent donc avec les mesures cliniques.

Conclusion

Cette étude, en dépit de son caractère préliminaire, permet de cerner les caractéristiques optiques de différents types de lentilles progressives actuellement sur le marché. Les résultats obtenus permettront aux cliniciens de comprendre et de prévoir les réactions d'un patient face à tel ou tel type de lentille progressive. De même la connaissance des propriétés optiques permet de saisir les raisons pour lesquelles, certains fabricants recommandent une sous-correction convexe en vision de loin, ou toute modification de l'addition. Il est intéressant d'établir un parallèle entre les résultats de l'étude et ceux de l'étude clinique faite par Borish et ses collaborateurs¹⁵. Il est en effet possible de poser comme hypothèse à vérifier, que le processus d'adaptation à une lentille progressive soit favorisé par des caractéristiques optiques amenant une diminution de l'astigmatisme périphérique plutôt que le maintien d'une large zone de puissance stabilisée en vision de près.

Remerciements

Cette étude a été réalisée grâce à une subvention de recherche de l'Université de Montréal (Cafir no 114-1981).

Bibliographie

1. Volk, D, Weinberg, J. — The Ommifocal lens for Presbyopia. *Arch. Ophth.* 68 (6) : 776-784, 1982.
2. Maitenaz, B. — Four Steps that led to Varilux. *Am. J. Optom. Arch. And Am. Acad. Optom.* 43 (7) : 441-450, 1966.
3. Maitenaz, B. — Image rétinienne donnée par un verre correcteur de puissance progressive. *Revue Opt. Théor. Instrum.* 46 (5) : 233-241, 1967.
4. Maitenaz, B. — Lentille à puissance focale progressive Brevets français no 6.309.906, 1969.

5. Winthrop, J.T. — Progressive power ophthalmic lens having a plurality of viewing zones with non discontinuous variations there between. U.S. patent no 4.056.311, 1977.
6. Hubler, R. — A definition of progressive power in ophthalmic lenses. *J. Am. Optom. Assoc.* 50 (12) : 1361-1363, 1979.
7. Winthrop, J.T. — A Rationale for the design of the Ultravue lens. *Rev. Optom.* 115 (5) : 57-58, 1978.
8. Preston, W., Roth, N. — Pseudo-accommodation and Progressive Addition lenses. *Surv. Ophthalmol.* 24 (2) : 122-126, 1979.
9. Manent, P.J., Pecheur, J., Maille, M., Claude, R., Compensation de la presbytie, un nouveau verre progressif physiologique. *J. Fr. Ophthalmol.* 4 (11) : 757-762, 1981.
10. Simonet, P., Papineau, Y., Gordon, D. — A Scanning focimeter to measure peripheral lens power. Accepted for publication *Ophthalm. Physiol. Opt.* 3, 1983.
11. Wittenberg, S., — Field study of a new progressive addition lens. *J. Am. Optom. Assoc.* 49 (9) : 1013-1021, 1978.
12. Spaulding, D. Patient preference for a progressive addition multifocal lens (Varilux 2) vs a standard multifocal lens design (ST 25). *J. Am. Optom. Assoc.* 52 (10) : 789-794, 1981.
13. Jones, A., Phillips, S., Kenyon, R., Kors, K., Stard, L. Head Movement : A measure of Multifocal reading performance. *Optom. Monthly* 73 (2) : 104-106, 1982.
14. Afanador, A., Aitsebaomo, P. The range of eye movements through progressive multifocals. *Optom. Monthly* 73 (2) : 82-87, 1982.
15. Borish, I., Hitgeman, S., Brookman, K., Double masked study of progressive addition lenses. *J. Am. Optom. Assoc.* 51(10) : 933-943, 1980.

Summary

Various types of progressive addition lenses have been presented to optometrists during the last twenty years¹⁻⁹. Unfortunately, their optical characteristics are not precisely known. Preliminary research was conducted to study the power variation in the periphery of various progressive addition lenses.

A prototype of a scanning focimeter was used for the measurements (photo 1 and 2). This instrument, described by Simonet, Papineau and Gordon,¹⁰ was produced with a Nikon Projection Vertoxometer. A supplementary device allows the lens under test to be rotated around the center of the vertex sphere. An adjustment permits compensation for the variation of sag at the rear surface of the lens, in order to maintain the vertex sphere radius equal to 25 mm. The peripheral power of the lens, measured with respect to the vertex sphere, is used when the eye rotates in a secondary position of gaze.

The rotation of the lens varies from 0 to 45° in 5° steps. Inside a ring holder, the lens and a collar rotate together. The ring holder is graduated in 5 degree steps over 360 degrees. It is possible to measure meridians of the lens every 5 degrees, but for this preliminary study, the measured meridians were spaced by 15 degrees. The instrument's diaphragm was 5 mm.

The following progressive addition lenses were studied: Ultravue of AOCO, Varilux 2 of Essilor, and NZ of the French company BBGR, available in Canada with the manufacturing laboratory Pro-Optic. Ten lenses of each type were measured. Five

of them have convex power of +0,50, the other lenses are concave with -0,50 diopter.

For each power, the addition varied from +1,00 to +3,00, in half diopter steps. The lenses were cut to have a diameter of fifty-five millimetres. With the Varilux only, the geometrical center of the cut lenses coincided with the target of the far vision zone. For the Ultravue, the geometrical center is 5 mm under this target, and for the NZ, it is found to be 2 mm under. The different positions of the far vision zone were initially selected to optimize the data collection.

The results can easily be analysed with a graphic representation. This representation is the projection in a plane of the measured meridians. The geometrical center of the 55 mm cut lens coincides with the center of the diagram. An angular value of 5 degrees separates each measurement in each of the meridians. The powers are reported following a representation used by Wittenberg¹¹. The equivalent sphere is represented by a circle, with a line for a convex power, and with a broken line for concave one. Its diameter is proportional to the dioptric power. The astigmatism is represented by a line, whose length is proportional to the amount of cylinder and whose orientation indicates the position of the negative cylindrical axis. Any astigmatism inferior or equal to half diopter was not indicated.

Because the geometrical center of the cut lens does not coincide with the target of far vision zone for all the types of lenses, it is only possible to illustrate specific properties of each type at this stage of the study.

The study on the Varilux 2 (photo 3), shows that the stabilised power zone is reduced with the addition. The astigmatism in the periphery of the near vision and intermediate zone increases with the addition. In this type of lens, the periphery of the far vision has a convex over-correction and astigmatism. These variations of power increase with the addition. With the same addition, greater than +1,50, the stabilised power zone seems more significant for a concave lens than for a convex one. But a 15° gap between meridians is probably too large to permit a precise investigation of the variations in power around the near vision.

Studies of the Ultravue lens (photo 4) have also shown, but to a lesser extent, that the stabilised power zone yields a reduced area for an increase in the addition. The effect of concave or convex doesn't seem to influence the characteristics of this lens. We find a high level of astigmatism in the edge of the intermediate and near vision zone. This astigmatism increases sharply with the addition which, with the reduction of the sphere, results in a convex under-correction bordering on the near vision zone. The astigmatism and variations in

power do not seem to affect the far vision zone for this type of lens.

For the NZ lens, the area of the stabilised power zone, and the amount of astigmatism bordering the near zone, seem to show an intermediate value with respect to the two other types of lenses. The astigmatism also seems to affect slightly the periphery of the far vision zone.

Although the different ways the lenses were cut do not allow a precise comparison between the different types of varifocal lenses, it does not seem possible to state an hypothesis concerning the optical properties of these lenses. The Ultravue has a large stabilised power zone in near vision, and a far vision free from power variation. The astigmatism, however, is high and concentrated in the periphery of near vision and intermediate zone. The Varilux 2 shows a less important astigmatism, however, it is

spread over a great part of the lens affecting the far vision and reducing the area of stabilised power zone of near vision. These hypotheses agree with the clinical observations¹²⁻¹⁴. A future study, sponsored by the Quebec Association of Optometrists, employing the same measuring conditions for all the lenses concerned, will permit a better comparison of the optical properties of these different lenses. It would be interesting to draw a parallel between these results, and those of clinical studies on tolerance¹⁵. Consequently, it might be possible to identify precisely which optical property of these lenses permits the easier adaptation.

Acknowledgement

This work was supported by a grant from l'Université de Montréal (Cafir no 114-1981).



VISION PEDIATRIQUE

L'Enfant Handicapé au Plan Visuel: Une Approche Optométrique Globale

Part II: J. Décarie*, L. Fortin*, J-P. Lagacé*

Owing to insufficient space, the full text of the article by Décarie, Fortin and Lagacé, entitled *L'enfant handicapé au plan visuel: une approche optométrique globale*, could not be published, as planned, in the December issue of the CJO (Vol. 45, No. 4). Following is the conclusion of the paper. The editors apologize to CJO readers who might have been confused by the article's abrupt termination in our December issue.

L'évaluation des Habiletés Visuelles Dynamiques

- But: — cerner les performances d'acuité visuelle à l'état dynamique à toute distance (au loin, distance intermédiaire, de près)
- cerner les variations dans les champs de vision dynamiques en fonction de cibles différentes, de conditions d'éclairage différentes, de conditions d'éclairage différentes
 - cerner les performances dans les autres aires

Description:

- les acuités visuelles dynamiques
- les champs de vision dynamiques périphériques et centraux
- l'étude extensive de la sensibilité chromatique
- l'adaptométrie

Faute d'espace dans notre numéro de décembre (vol. 45, no. 4), le texte complet du travail de Décarie, Fortin et Lagacé, intitulé *L'enfant handicapé au plan visuel: une approche optométrique globale*, n'a pu paraître tel que prévu. La direction s'excuse auprès de ses lecteurs pour toute confusion occasionnée par l'interruption brusque de ce texte.

L'évaluation Spécifique en Basse Vision

- But: — déterminer sommairement les possibilités d'amélioration de la fonction visuelle de loin et de près à l'aide d'aides visuelles standardisées
- déterminer le grandissement nécessaire pour une performance visuelle adéquate en vision de loin et de près

Les évaluations Optométriques Spécifiques

- a— l'évaluation spécifique en lentilles de contact
- L'enfant handicapé au plan visuel a le plus souvent des myopies, hypermétropies, avec ou sans astigmatisme, numériquement très importantes. Le rendement visuel se trouve grandement facilité lorsque les lentilles de contact peuvent être tolérées par l'enfant (elles n'ont pas un but esthétique seulement). Les améliorations de l'acuité visuelle et du champ de vision peuvent être surprenantes.

*O.D., Clinique d'Optométrie Centre-Sud,
Montréal, Québec