



# Vérification des lentilles progressives numériques/Freeform

| Par Geoff Briedé, opticien autorisé |

*L'une des exigences les plus importantes pour les opticiens professionnels est la vérification d'une paire de lentilles correctives. Les normes de pratique des opticiens canadiens comportent toujours l'obligation légale de s'assurer de l'exactitude des lentilles qu'ils prescrivent. Il y a une certaine confusion à propos de la lentille « Freeform » ou progressive « numérique » et cela se comprend parce qu'il est impossible pour quiconque qui ne possède qu'un lensomètre ordinaire, une calculatrice, une règle en millimètres et un carnet de vérifier avec soin l'exactitude de la prescription d'une lentille progressive numérique « individualisée ».*

En raison des nouveaux procédés de fabrication des lentilles utilisés aujourd'hui, il vous faudrait un ordinateur extrêmement rapide, doté d'un logiciel breveté valant des milliers de dollars et un lensomètre numérique capable de mesurer des gradations de 0.01 D de façon extrêmement précise. Avec de tels instruments, vous auriez à mesurer environ 7000 points très légèrement différents sur chacune des lentilles d'une paire de lunettes. Qui plus est, pour chaque design de lentille que vous utiliseriez, pour chaque matériau de lentille et chaque indice de réfraction, il vous faudrait disposer de la suite logicielle correspondante et unique qui coûte cher. Évidemment, tout cela servirait uniquement à calculer la « prescription compensée » pour chaque combinaison de design, indice de réfraction et matériau (nombre d'Abbe). Vous auriez encore à mesurer individuellement environ 7000 points sur chaque lentille.

Il incombe aux divers organismes de réglementation dans le monde de se débattre avec les ramifications légales de cette situation. Mon intention, en rédigeant le présent article, est de suggérer à l'opticien des moyens de répondre à ses dilemmes éthiques et pratiques, plutôt que de chercher à satisfaire les exigences légales qu'aucun de nous jusqu'à maintenant ne sait comment traiter. Ce n'est pas la première fois que la technologie moderne est plus rapide que la réglementation.

**« Freeform est un procédé de fabrication, pas un design de lentille ! »**

La première lentille progressive numérique que j'ai vue était la Multigressiv de Rodenstock, en 1999. À cette époque, il fallait compter de six à huit semaines pour la recevoir d'Allemagne (aujourd'hui, il faut à peine quelques jours); les lentilles que vous receviez étaient vraiment uniques en leur genre et elles m'ont permis de résoudre quelques problèmes particulièrement épineux. Plus tard, la lentille Multigressiv ILT a fait son apparition, une autre « première » unique en son genre : le design de lentille « individualisée » qui tient compte de variables précises comme la distance verre-œil différente à divers points de la lentille, l'angle pantoscopique et le galbe selon la position sur le visage. Rodenstock a utilisé l'un des premiers générateurs ophtalmiques CNC pour créer sa lentille progressive personnalisée. CNC signifie computer numerically controlled, c'est-à-dire à commande numérique par ordinateur. Chaque point sur la surface de la lentille (environ 7000) se voit attribuer un numéro unique; il est numérisé. Les générateurs CNC d'aujourd'hui se servent d'outils à tranchant unique qui se déplacent dans les trois axes. Le recours à un générateur CNC permet de produire à peu près n'importe quelle forme de surface de lentille avec une précision saisissante. La création et l'affinage de la surface se font en une seule étape impressionnante et la surface unique est ensuite polie pour obtenir un lustre avec un tampon à polir flexible, lui aussi commandé par ordinateur. C'est ce procédé de fabrication qui permet la création de surfaces de lentilles qui, il y a à peine 20 ans, auraient été absolument impossibles à faire. Alors, sans vouloir trop insister, la conception de lentille est la partie du procédé qui tente de normaliser la vision en modifiant la surface de la lentille en fonction des aberrations selon la position sur le visage, les effets de l'angle pantoscopique et du galbe et en fonction des aberrations propres à la prescription. La création de surface de lentille Freeform est la façon dont sont créées ces surfaces de lentille incroyablement complexes. Évidemment, la fabrication d'une lentille progressive numérique ne prend plus deux mois; les générateurs CNC qui ont été conçus depuis l'apparition des lentilles Multigressiv ont été améliorés au point où, de nos jours, un petit ou moyen laboratoire peut se permettre d'en acheter un et de créer sur place des lentilles progressives numériques, en supposant qu'il est capable d'obtenir le bon logiciel et de l'utiliser adéquatement. N'oubliez pas, c'est le logiciel qui exécute les paramètres de design sur la prescription que vous utilisez, et qui transmet ensuite au générateur les courbes à couper dans la surface de la lentille.

Il faut alors se demander : quel design utiliser? Quel est le meilleur? Ces questions sont discutables. Comme la majorité d'entre nous ne dispose pas de superordinateurs ni ne sait comment rédiger des programmes capables de calculer et de concevoir les surfaces des lentilles en 3D puis d'émettre les commandes au générateur CNC pour les créer, nos choix doivent reposer sur des critères plus simples. Nous utilisons des trucs comme les publications officielles du fabricant de lentille et, surtout, l'acceptation du patient au bureau.

Carl Zeiss dispose également d'un excellent design de lentille individualisée, tout comme Nikon, Hoya et une foule d'autres entreprises; le plus important, c'est de prendre le temps de lire sur la philosophie qui sous-tend le design et, ce faisant, vous saurez

*« Le plus important, c'est de prendre le temps de lire sur la philosophie qui sous-tend le design et, ce faisant, vous saurez mieux comment travailler avec le design qui résoudra vos problèmes. »*

mieux comment travailler avec le design qui résoudra vos problèmes. Le temps n'est plus où vous fournissiez simplement des écarts pupillaires monoculaires et la hauteur d'un « segment » au laboratoire et où la lentille faisait le reste. Aujourd'hui, le spécialiste de l'ajustement doit adopter une approche plus proactive pour la sélection des montures et la personnalisation des lentilles en tenant compte de chaque cas ainsi que des yeux et de la prescription du patient.

Ajustez la monture avant de prendre une décision finale. Vous pourriez avoir à rafraîchir vos techniques de mesure. Assurez-vous que l'angle pantoscopique est suffisant, ou qu'on peut l'ajuster pour qu'il soit suffisant, en fonction du choix du design de lentille. Notez l'angle pantoscopique à l'aide d'un rapporteur. Placez le galbe pour que ce soit confortable pour le patient et adéquat pour le design que vous voulez puis mesurez-le. Très souvent, le fabricant fournira l'angle du galbe, mais vous pouvez le mesurer vous-même en plaçant une règle servant à mesurer l'écart pupillaire le long de la galerie de manière à toucher aux cercles de la monture du côté du nez et du côté de la tempe puis en notant l'angle que forme la règle avec le plan parallèle au devant de la monture. Mesurez la distance verre-œil et notez-la.

« Prenez les mesures deux fois et taillez une seule fois », comme diraient les menuisiers. C'est facile de rejeter la responsabilité des échecs sur le design de la lentille ou le laboratoire plutôt que sur le vrai responsable, c'est-à-dire vous. Prenez toutes les mesures avant et après l'ajustement optimal de la monture. À moins de prendre les mesures sur une monture qui s'appuie à la bonne position sur le visage, vous perdez votre temps et l'argent de votre patient.

Avant de clore ce sujet, je tiens à aborder la vérification de ces lentilles. Comme je l'ai dit plus haut, lorsqu'il est confronté à une « prescription compensée » créée par ordinateur, le mieux qu'un technicien normalement équipé puisse faire est de faire appel à son « bon sens optique ».

Si vous remarquez qu'une lentille convergente avec correction de la distance verre-œil devient plus puissante lorsque ajustée plus loin de l'œil que la distance à laquelle la réfraction fut effectuée, cela devrait aussitôt déclencher une sonnette d'alarme. L'ABC de l'optique vous dit que ce devrait être le contraire. C'est le bon sens optique. Avec la pratique, vous pourrez « sentir » les prescriptions compensées à peu près de la même manière. Avec un ordinateur branché à Internet, il est facile d'avoir une idée de ce à quoi ressemblent des puissances compensées. Rendez-vous à [www.opticampus.com](http://www.opticampus.com) et jetez un coup d'œil aux calculateurs optiques en ligne.

En bout de ligne, les lentilles progressives numériques demandent une relation de partenariat entre vous et votre labo. Cela ne veut pas dire que vous devez rejeter votre responsabilité sur le labo mais vous pouvez faire partie du processus en participant au cercle de fabrication. Demandez l'aide du ou des représentant(s) de votre labo. Dans la plupart des grands laboratoires, les préposés au téléphone ont une grande connaissance des produits qu'ils vendent et s'ils n'ont pas la réponse, ils trouveront quelqu'un pour vous la donner. C'est, ou ce devrait être, une relation en symbiose. Voilà ce que vous devez attendre de votre labo. Mais, en retour, le labo vous demandera de prendre les mesures nécessaires et de communiquer l'information à ses spécialistes en design de lentilles, qui pourront vous conseiller sur le design idéal. La collaboration peut s'avérer un arrangement rentable ET fera en sorte que vos clients comprendront l'importance d'acheter leurs lunettes d'un opticien compétent et consciencieux plutôt que de faire affaire, disons, avec un détaillant en ligne.

## *Les lentilles Freeform, la solution pour les aberrations*

Les lentilles Freeform ont été conçues pour éliminer les aberrations qui se produisent dans les lentilles à des points éloignés du centre optique de la lentille, afin de procurer une vision plus précise et confortable. Jetons un coup d'œil à ces aberrations. Lorsque la lumière traverse une lentille, diverses aberrations se produisent :

- Aberration sphérique;
- Aberration comatique (aberration sphérique hors axe);
- Distorsion (déformation en barillet ou en coussinet);
- Astigmatisme marginal (aussi appelé oblique ou radial);
- Courbure du champ (aussi appelée « erreur de puissance »);
- Aberration chromatique.

La plupart de ces aberrations surviennent à cause des effets optiques à la périphérie de la lentille, bien que certains troubles se manifestent aussi en raison de rayons très obliques qui pénètrent dans le système optique près de l'axe optique. L'effet le plus perturbateur de ces aberrations pour les porteurs de lunettes est l'astigmatisme marginal. Dans le cas d'aberrations d'astigmatisme oblique, les puissances cylindriques et sphériques indésirables créées réduisent la clarté et, même lorsqu'il y a clarté, elles réduisent le champ de la vision nette.

Bien qu'il existe une « courbure idéale » pour chaque puissance sphérique qui atténuera considérablement les diverses aberrations auxquelles sont sujettes toutes les lentilles, garder en stock de telles lentilles représente un coût prohibitif. Les lentilles en stock non

taillées ont une courbure de base qui est optimale seulement pour une seule puissance. Les huit puissances ou plus de chaque côté de la puissance optimale théorique pour une courbure de base donnée doivent se contenter d'une conception qui n'est pas optimale. Même les conceptions théoriques de « courbure idéale » commencent à donner de moins bons résultats avec des corrections cylindriques. L'ajout d'un couloir de progression vient compliquer davantage l'optique de la lentille. Pourtant, tous les jours, des millions de personnes portent des lunettes avec d'énormes couloirs intégrés au système de lentilles et plusieurs autres portent des lentilles progressives sans y penser.

La première conception d'une lentille progressive individualisée a été inspirée par les commentaires sur les aberrations rapportés tant par les patients que les opticiens. Les gens revenaient au bureau en

Pour ceux qui désirent se familiariser davantage avec la façon de calculer les puissances, j'ai fait appel à des opticiens autorisés de l'Ontario qui ont établi quelques règles générales très utiles pour l'opticien qui veut développer son bon sens optique à propos des lentilles progressives numériques. À tout le moins, l'utilisation de ces techniques pourra vous aider à comprendre et peut-être à résoudre des problèmes en temps réel au bureau.

### Liste des règles générales à suivre pour les designs de lentilles progressives optimisées en fonction de la position sur le visage :

Lignes directrices pour le galbe et l'angle pantoscopique : Tout est basé sur des calculs séparés du galbe et de l'angle pantoscopique, pour les prescriptions sphériques, à utiliser uniquement comme ligne directrice. La norme de l'industrie d'un galbe d'environ 6 degrés et d'un angle d'environ 8 degrés a servi de référence.

#### Verres concaves : galbe

- Lorsque le galbe augmente, la sphère effective pour le porteur devient encore plus concave, par conséquent la puissance requise pour corriger complètement la prescription doit être réduite.
- À un galbe de 10 degrés, la puissance sphérique de la lentille doit être réduite de 6 %, un cylindre d'approximativement 5 % est induit à un axe oblique, approximativement X040 (OD) et X140 (OS).

- L'augmentation de la puissance sphérique et cylindrique lorsque le galbe change est d'environ 5 % pour chaque augmentation de 5 degrés du galbe. L'axe cylindrique induit fait une rotation vers le méridien horizontal (180) lorsque le galbe augmente.

#### Verres concaves : angle pantoscopique

- Lorsque l'angle pantoscopique augmente, la puissance sphérique efficace augmente en puissance négative, par conséquent, la puissance commandée doit être réduite pour compenser. À un angle de 10 degrés, la puissance sphérique doit être réduite d'approximativement 5 % et un cylindre de 4 % est induit à un axe oblique, approximativement X060 (OD) et X120 (OS).
- L'augmentation de la puissance sphérique lorsque l'angle augmente est d'environ 6 % par augmentation de 5 degrés de l'angle. Lorsque l'angle augmente, l'axe cylindrique induit fait une rotation vers le méridien vertical (90).

indiquant qu'ils arrivaient à lire seulement en fermant un œil, en levant le livre et en le tenant à l'horizontale vers l'extérieur, du côté de l'œil qu'ils gardaient ouvert. Ce phénomène résultait habituellement d'une correction cylindrique oblique importante qui plaçait la zone de lecture optimale d'une lentille progressive à plusieurs millimètres plus haut et à l'extérieur d'où elle aurait normalement dû être située.

Certains porteurs pouvaient voir clairement seulement à travers de petites zones de la lentille, souvent situées à des endroits inaccessibles. C'était particulièrement évident s'il y avait correction cylindrique oblique importante dans un seul œil (l'autre étant à près de 90 ou 180 degrés) ou s'il y avait une correction cylindrique importante dans un œil et une correction uniquement sphérique (ou presque) dans l'autre œil. L'ancienne philosophie, en matière de conception de lentille progressive, d'un couloir moulé sur la surface avant a également été responsable d'un grand nombre de cas de zones optiques bizarrement placées.

La tâche du concepteur de lentilles était encore compliquée par la loi de Listing qui stipule que lorsque l'œil passe de la position primaire à la position secondaire, il fera souvent une rotation de quelques degrés par rapport à l'axe du plan perpendiculaire à la position primaire. L'importance réelle de la rotation, qui change l'axe de l'astigmatisme présent dans le globe oculaire, dépend de la distance à laquelle le regard tourne, de la magnitude des saccades<sup>1</sup> et de la paire d'yeux en question.

Il y a aussi le phénomène des mouvements de cyclotorsion qui peut modifier de plusieurs degrés l'axe d'un astigmatisme situé sur le cristallin, lorsqu'il y a accommodation. Pour la grande majorité des astigmatés dans le monde, tous ces divers changements de l'axe optique font que l'axe de leur correction cylindrique est différent, pouvant aller jusqu'à 5 à 10 degrés, lorsque l'œil passe des tâches éloignées à des tâches rapprochées. Ce phénomène fait que la vision rapprochée à travers les lunettes n'est pas aussi nette qu'elle le devrait, bien que les patients, pour la plupart, s'en contentent.

Si un grand pourcentage des patients réussissent à s'adapter à des prescriptions difficiles, c'est parce que l'opticien prend le temps d'expliquer au préalable aux porteurs comment la technologie des lentilles Freeform règle les problèmes qu'ils pouvaient éprouver auparavant avec leurs lentilles.

<sup>1</sup> Saccade: petit mouvement rapide de l'œil en particulier lorsqu'il passe d'un point fixe à un autre (comme dans la lecture).

Loi de Donders et loi de Listing : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Loi\\_de\\_Listing](http://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_de_Listing)



**Lentilles convexes : galbe**

- Lorsque le galbe augmente, la sphère effective pour le porteur devient plus convexe, par conséquent la puissance commandée doit être réduite pour compenser.
- À un galbe de 10 degrés, la puissance sphérique de la lentille doit être réduite de 2 %, un cylindre d'approximativement 5 % est induit à un axe oblique, approximativement X130 (OD) et X050 (OS).
- L'augmentation de la puissance sphérique et cylindrique lorsque le galbe change est d'environ 1 % par augmentation de 5 degrés du galbe. L'axe cylindrique induit fait une rotation vers le méridien vertical (90) lorsque le galbe augmente.

**Lentilles convexes : angle pantoscopique**

- Lorsque l'angle pantoscopique augmente, la sphère effective pour le porteur devient aussi plus convexe, par conséquent la puissance commandée doit être réduite pour compenser.
- À un angle de 10 degrés, la puissance sphérique doit être réduite d'approximativement 1,5 % et un cylindre de 4 % est induit à un axe oblique, approximativement X150 (OD) et X030 (OS).
- L'augmentation de la puissance sphérique lorsque l'angle augmente est d'environ 1 % par augmentation de 5 degrés de l'angle.
- Lorsque l'angle augmente, l'axe cylindrique induit fait une rotation vers le méridien horizontal (180). L'angle influe sur le cylindre induit, le doublant presque à chaque augmentation de 5 degrés.

**Autres lignes directrices pour le galbe et l'angle pantoscopique :**

Lorsque le galbe et l'angle sont combinés, les calculs deviennent plus complexes et, lorsque la distance verre-œil, les effets de la courbure de base et d'autres facteurs sont combinés, la prescription qui en résulte est très différente du tableau ci-dessous. Cependant, ce tableau vous indiquera si la prescription compensée qui en résulte est au moins corrigée dans la bonne direction et de façon raisonnable. Chaque laboratoire utilise ses propres modèles de compensation, ne l'oubliez pas.

**Lentilles concaves sphériques**

Galbe en degrés	10	15	20	25
La sphère requise doit être réduite de	5 %	10 %	15 %	25 %
Cylindre induit	5 %	10 %	15 %	20 %
Axe cylindrique induit (OD)	40	30	20	15
Axe cylindrique induit (OS)	140	150	160	165

Angle pantoscopique en degrés	10	15	20	25
La sphère requise doit être réduite de	5 %	10 %	16 %	24 %
Cylindre induit	4 %	8 %	12 %	18 %
Axe cylindrique induit (OD)	60	70	75	80
Axe cylindrique induit (OS)	120	110	105	100

**EXEMPLES :**

- 1) Une sphère de -3.00 avec un galbe de 25 degrés (base 8) et un angle pantoscopique de 8 degrés : la prescription compensée sera approximativement -2.27 -0.55 X018 (OD).
- 2) Une sphère de -3.00 dans une monture standard avec un galbe de 6 degrés et un angle pantoscopique de 8 degrés : la prescription compensée sera approximativement -2.88 -0.09 X053.

**Lentilles convexes sphériques**

Galbe en degrés	10	15	20	25
La sphère requise doit être réduite de	2 %	3 %	4 %	5 %
Cylindre induit	5 %	10 %	15 %	20 %
Axe cylindrique induit (OD)	130	120	110	105
Axe cylindrique induit (OS)	50	60	70	75

Angle pantoscopique en degrés	10	15	20	25
La sphère requise doit être réduite de	2 %	3 %	4 %	24 %
Cylindre induit	4 %	8 %	12 %	18 %
Axe cylindrique induit (OD)	150	160	165	170
Axe cylindrique induit (OS)	30	21	15	10

**EXEMPLES :**

- 1) Une sphère de +3.00 avec un galbe de 25 degrés et un angle pantoscopique de 8 degrés : la prescription compensée sera approximativement +2.82 -0.55 X108.
- 2) Une sphère de +3.00 dans une monture standard avec un galbe de 6 degrés et un angle pantoscopique de 8 degrés : la prescription compensée sera approximativement +2.97 -0.09 X143 (OD). |

*NDLR : La lecture de cet article est une activité créditée dans le cadre de la formation continue des opticiens d'ordonnances. Pour obtenir votre crédit, vous devez répondre au questionnaire qui se trouve sur le site de l'Ordre des opticiens du Québec à l'adresse [www.opticien.qc.ca/formation.htm](http://www.opticien.qc.ca/formation.htm), où vous retrouverez également l'article.*