



(51) Classification internationale des brevets :  
G02C 7/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/IB2010/054392

(22) Date de dépôt international :  
29 septembre 2010 (29.09.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
09 04 681 1 octobre 2009 (01.10.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
ESSILOR INTERNATIONAL (Compagnie Générale d'Optique) [FR/FR]; 147, rue de Paris, F-94220 Charenton-le-Pont (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :  
GUILLOUX, Cyril [FR/FR]; c/o ESSILOR INTERNATIONAL (Compagnie Générale d'Optique), 147 rue de Paris, F-94220 Charenton-le-Pont (FR).  
MOUSSET, Soazic [FR/FR]; c/o ESSILOR INTERNATIONAL (Compagnie Générale d'Optique),

147 rue de Paris, F-94220 Charenton-le-Pont (FR).  
POULAIN, Isabelle [FR/FR]; c/o ESSILOR INTERNATIONAL (Compagnie Générale d'Optique), 147 rue de Paris, F-94220 Charenton-le-Pont (FR).

(74) Mandataires : HIRSCH, Marc-Roger et al.; Hirsch & Associés, 58 avenue Marceau, F-75008 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR DETERMINING, OPTIMISING AND PRODUCING AN OPHTHALMIC LENS AND SET OF OPHTHALMIC LENSES

(54) Titre : PROCÉDE DE DÉTERMINATION, D'OPTIMISATION ET DE FABRICATION D'UNE LENTILLE OPHTALMIQUE ET ENSEMBLE DE LENTILLES OPHTALMIQUES

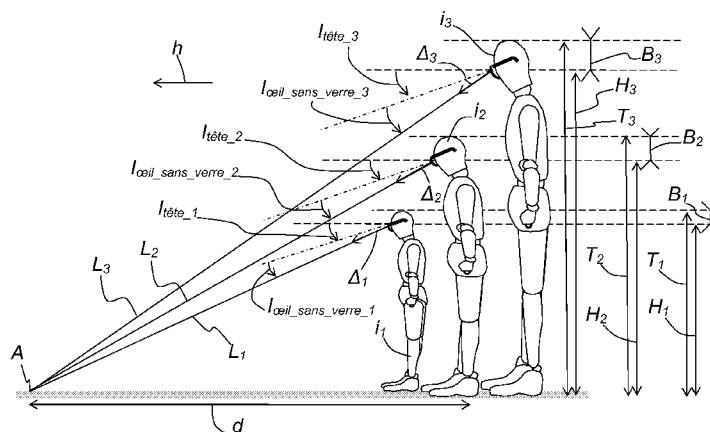


Fig. 1

(57) Abstract : The invention relates to a method for determining an ophthalmic lens for a person ( $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ ) to wear said lens, comprising the following steps: i) determination of the size ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ) or height of the eyes ( $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ) of the person to wear the lens; and ii) calculation of at least one characteristic of the ophthalmic lens according to the size ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ) or the height of the eyes ( $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ) of the person to wear the lens. The ophthalmic lens can be progressive strength or unifocal. The invention also relates to an optimisation method and a method for producing an ophthalmic lens implementing such a definition method. The invention further relates to a set of lenses having at least one characteristic that depends on the size and the height of the eyes of the person to wear the lens.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

L'invention se rapporte à un procédé de détermination d'une lentille ophtalmique pour un porteur ( $i_1, i_2, i_3$ ) comprenant les étapes de : i) détermination de la taille ( $T_1, T_2, T_3$ ) ou de la hauteur des yeux ( $H_1, H_2, H_3$ ) du porteur; ii) calcul d'au moins une caractéristique de la lentille ophtalmique en fonction de la taille ( $T_1, T_2, T_3$ ) ou de la hauteur des yeux ( $H_1, H_2, H_3$ ) du porteur. La lentille ophtalmique peut être du type à progression de puissance ou du type unifocale. L'invention concerne également un procédé d'optimisation et un procédé de fabrication d'une lentille ophtalmique mettant en œuvre un tel procédé de définition. L'invention vise également un ensemble de lentilles dont au moins une caractéristique est fonction de la taille ou de la hauteur des yeux des porteurs.

**PROCÉDÉ DE DÉTERMINATION, D'OPTIMISATION ET DE FABRICATION**  
**D'UNE LENTILLE OPHTALMIQUE ET ENSEMBLE DE LENTILLES**  
**OPHTALMIQUES**

5           La présente invention concerne un procédé de détermination d'une lentille ophtalmique, un procédé d'optimisation et un procédé de fabrication de lentilles ophtalmiques ainsi qu'un ensemble de lentilles ophtalmiques.

10           Toute lentille ophtalmique, destinée à être portée dans une monture, est associée à une prescription. La prescription en matière ophtalmique peut comprendre une prescription de puissance, positive ou négative, ainsi qu'une prescription d'astigmatisme. Ces prescriptions correspondent à des corrections à apporter au porteur des lentilles pour corriger les défauts de sa vision. Une lentille est montée dans la monture en fonction de la prescription et de la position des yeux du porteur par rapport à la monture.

15           Pour les porteurs presbytes, la valeur de la correction de puissance est différente en vision de loin et en vision de près, du fait des difficultés d'accommodation en vision de près. La prescription est alors composée d'une valeur de puissance en vision de loin et d'une addition (ou progression de puissance) représentative de l'incrément de puissance entre la vision de loin et la vision de près. Ceci revient à une prescription de puissance en vision de loin et à une prescription de puissance en vision de près. Les lentilles adaptées aux porteurs  
20           presbytes sont des lentilles multifocales progressives. Ces lentilles sont décrites par exemples dans FR-A-2 699 294, US-A-5 270 745, US-A-5 272 495, FR-A-2 683 642, FR-A-2 699 294 ou encore FR-A-2 704 327.

25           Les lentilles ophtalmiques multifocales progressives comprennent ainsi une zone de vision de loin, une zone de vision de près, une zone de vision intermédiaire, ainsi qu'une méridienne principale de progression traversant ces trois zones. Elles sont généralement déterminées par optimisation, à partir d'un certain nombre de contraintes imposées aux différentes caractéristiques de la lentille. On définit des familles de lentilles multifocales progressives, chaque lentille d'une famille étant caractérisée par une addition, qui correspond à la variation de puissance entre la zone de vision de loin et la zone de vision de près. Plus  
30           précisément, l'addition, notée Add, correspond à la variation de puissance entre un point VL de la zone de vision de loin et un point VP de la zone de vision de près, qui sont appelés respectivement point de contrôle de la vision de loin et point de contrôle de la vision de près. Les points VP et VL peuvent notamment correspondre aux points de la lentille où la

puissance correspond à la prescription en vision de près et en vision de loin, respectivement. Cependant, d'autres définitions de ces points de contrôle sont également possibles. La définition de ces points de contrôle peut notamment varier en fonction des fabricants de lentilles ophtalmiques.

5 Une lentille présente aussi classiquement une croix de montage CM. Il s'agit d'un point de la lentille qui est utilisé par l'opticien pour le montage de la lentille dans la monture.

En particulier, l'opticien à partir des caractéristiques anthropométriques du porteur – écarts et hauteurs pupillaires par rapport à la monture – procède à l'usinage de la lentille par débordage, en utilisant comme repère la croix de montage. Elle correspond pour une lentille  
10 correctement positionnée dans une monture à une direction horizontale du regard. En d'autres termes, pour une lentille correctement positionnée dans une monture, la croix de montage correspond au point d'intersection de la face avant de la lentille, opposée au porteur, avec la direction primaire du regard du porteur.

On peut aussi définir pour une lentille ophtalmique progressive, un décalage latéral en  
15 direction nasal entre le point VP de la zone de vision de près et le point VL de la zone de vision de loin. Ce décalage latéral en direction nasal est connu sous le nom anglais d'« inset ». Il est également possible de définir l'inset comme étant le décalage latéral entre la croix de montage de la lentille ophtalmique et le point de contrôle de la vision de près VP. Cette définition de l'inset ne change généralement pas la valeur de l'inset. En effet, le point de  
20 contrôle de vision de loin VL est communément aligné verticalement avec la croix de montage.

Les lentilles multifocales progressives comportent habituellement une face asphérique complexe, qui peut être la face avant opposée au porteur des lunettes, et une face sphérique ou torique, qui peut être la face arrière dirigée vers le porteur des lunettes. Cette face sphérique  
25 ou torique permet d'adapter la lentille à l'amétropie du porteur, de sorte qu'une lentille multifocale progressive n'est généralement définie que par sa surface asphérique complexe. Comme il est bien connu, une surface asphérique est généralement définie par l'altitude de tous ses points. On utilise aussi les paramètres constitués par les courbures minimales et maximales en chaque point, ou plus couramment leur demi-somme et leur différence. Cette  
30 demi-somme et la valeur absolue de cette différence multipliées par un facteur  $n-1$ ,  $n$  étant l'indice de réfraction du matériau de la lentille, sont appelées sphère moyenne et cylindre.

Une lentille multifocale progressive peut ainsi être définie, en tout point de sa surface complexe, par des caractéristiques surfaciques comprenant une valeur de sphère moyenne et

une valeur de cylindre. La surface complexe de la lentille peut être située sur la face avant ou sur la face arrière ou répartie entre les deux faces, selon les techniques d'usinage utilisées.

Par ailleurs, une lentille multifocale progressive peut aussi être définie par des caractéristiques optiques prenant en considération la situation du porteur des lentilles. En effet, les lois de l'optique des tracés de rayons entraînent l'apparition de défauts optiques quand les rayons s'écartent de l'axe central de toute lentille. On s'intéresse classiquement aux aberrations dites défauts de puissance et d'astigmatisme. Ces aberrations optiques peuvent être appelées de façon générique défauts d'obliquité des rayons. Les défauts d'obliquité des rayons ont déjà été bien identifiés dans l'art antérieur et des améliorations ont été proposées.

Par exemple, le document WO-A-98 12590 décrit une méthode de détermination par optimisation d'un jeu de lentilles ophtalmiques multifocales progressives. Ce document propose de définir le jeu de lentilles en considérant les caractéristiques optiques des lentilles et notamment la puissance porteur et l'astigmatisme oblique, dans les conditions du porté. La lentille est optimisée par tracé de rayons, à partir d'un ergorama associant à chaque direction du regard dans les conditions du porté un point objet visé.

Par ailleurs, il est proposé, en particulier par les sociétés ZEISS et RODENSTOCK sous les références respectives Zeiss Individual et Impression ILT, de tenir compte, pour la définition de lentilles progressives, de la position réelle de la lentille devant l'oeil du porteur. A cette fin, on procède à des mesures de la position de la lentille dans la monture choisie par le porteur.

La demanderesse commercialise également, sous la marque VARILUX IPSEO une gamme de verres progressifs, qui sont définis en fonction du comportement œil-tête du porteur. Cette définition repose sur le constat que tout porteur, pour regarder différents points à une hauteur donnée dans l'espace objet, peut déplacer soit la tête, soit les yeux et que la stratégie de vision d'un porteur repose sur une combinaison des mouvements de la tête et des yeux. Le produit VARILUX IPSEO propose donc des lentilles différentes, pour un même couple amétropie-addition, en fonction de la stratégie de vision latérale du porteur.

Dans le même ordre d'idée de personnaliser les lentilles ophtalmiques progressives aux besoins spécifiques de chaque porteur, la demande de brevet français déposée par la demanderesse sous le titre Procédé de détermination d'une paire de lentilles ophtalmiques progressives le 27 Août 2004 sous le numéro 04 09 144 propose de tenir compte du décalage du plan sagittal du porteur en vision de près pour la détermination des caractéristiques optiques des lentilles progressives.

La société RUPP & HUBRACH a par ailleurs proposé, sous la référence Ysis, de mesurer l'inclinaison de la tête pendant une tâche de vision de près pour déterminer le choix entre quatre longueurs de progression proposées.

Enfin, il est proposé, dans la demande internationale PCT/FR2009/000458 déposée 17  
5 avril 2009, de déterminer une lentille par optimisation en tenant compte de la position individuelle du centre de rotation de l'œil du porteur.

On a donc cherché, ces dernières années, à personnaliser les lentilles ophtalmiques progressives afin de répondre au mieux aux besoins de chaque porteur.

Il existe cependant toujours un besoin d'une lentille qui satisfasse mieux les besoins  
10 spécifiques de chaque porteur. En particulier, il est toujours recherché d'améliorer le confort et de faciliter l'adaptation du porteur aux lentilles ophtalmiques, notamment aux lentilles ophtalmiques progressives.

L'invention propose en conséquence de prendre en compte la taille du porteur ou la hauteur des yeux du porteur afin de concevoir des lentilles ophtalmiques personnalisées aux  
15 besoins du porteur. Le porteur aura ainsi un meilleur confort visuel.

La présente invention propose ainsi un procédé de détermination d'une lentille ophtalmique pour un porteur comprenant les étapes de :

- i) détermination de la taille ou de la hauteur des yeux du porteur ;
- ii) calcul d'au moins une caractéristique de la lentille ophtalmique en fonction de la taille  
20 ou de la hauteur des yeux du porteur.

Suivant des modes de réalisation préférés, le procédé selon l'invention comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la lentille est multifocale ;
- la lentille ophtalmique a une addition de puissance et une croix de montage, et  
25 dans lequel l'abaissement des yeux du porteur, depuis la croix de montage, pour atteindre un seuil prédéterminé de l'addition de la lentille ophtalmique est une fonction croissante de la taille ou de la hauteur des yeux du porteur ;
- l'étape ii) comprend les étapes de :
  - a) détermination d'une distance de lecture du porteur en fonction de la taille  
30 ou de la hauteur des yeux du porteur, et
  - b) calcul d'au moins une caractéristique de la lentille ophtalmique en fonction de la distance de lecture ;

- on détermine le décalage latéral en direction nasale d'un point de contrôle d'une zone de vision de près par rapport à un point de contrôle d'une zone de vision de loin selon une fonction décroissante de la taille ou de la hauteur des yeux du porteur ;
- 5 - on détermine le décalage latéral en direction nasale du point de contrôle de la zone de vision de près par rapport au point de contrôle de la zone de vision de loin selon une fonction croissante de l'addition de la lentille ophtalmique ;
- on détermine l'addition de la lentille ophtalmique selon une fonction décroissante de la taille ou de la hauteur des yeux du porteur ;
- 10 - on détermine également l'addition de la lentille ophtalmique selon une fonction croissante de l'âge du porteur ;
- la lentille ophtalmique est du type unifocale ; et
- la hauteur du centre des aberrations de la lentille ophtalmique est positionnée sur la lentille ophtalmique en fonction de la taille ou de la hauteur des yeux du porteur.
- 15

Selon un autre aspect, l'invention se rapporte à un Procédé d'optimisation d'une lentille ophtalmique destinée à un porteur de prescription connue comprenant les étapes de :

- choix d'au moins une surface courante de la lentille ophtalmique ;
- détermination d'une fonction optique cible de lentille ophtalmique fonction de la prescription du porteur, par mise en œuvre d'un procédé de détermination tel que décrit ci-avant dans toute ses combinaisons ;
- 20 - détermination de cibles optiques à partir de la fonction optique cible ; et
- détermination d'au moins une surface optimisée par modulation de la au moins une surface courante pour atteindre les cibles optiques.

25 L'invention vise également un procédé de fabrication d'une lentille ophtalmique comprenant les étapes de :

- fourniture d'une lentille ophtalmique initiale ;
- détermination d'au moins une surface optimisée pour la lentille ophtalmique au moyen du procédé d'optimisation tel que décrit ci-avant ; et
- 30 - usinage de la lentille pour réaliser la au moins une surface optimisée.

Enfin, l'invention se rapporte également, selon un autre aspect, à un ensemble de lentilles semi-finies destinées à des porteurs de tailles ou de hauteurs d'yeux différentes

comprenant des lentilles dont au moins une caractéristique est fonction de la taille ou de la hauteur des yeux des porteurs.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation préféré de l'invention, donnée à titre d'exemple et en référence au dessin annexé.

La figure 1 représente schématiquement trois porteurs de lentilles ophtalmiques fixant un même point de référence.

La figure 2 représente l'évolution de la progression de puissance d'une lentille ophtalmique définie selon un exemple de procédé de définition de lentille pour trois porteurs de tailles distinctes.

La figure 3 représente les résultats d'une étude anthropométrique de détermination de la distance de Harmon en fonction de la taille d'individus.

La figure 4 représente la variation de l'inset de lentilles ophtalmiques définies selon un exemple de procédé de définition de lentille.

La figure 5 représente trois lois reliant la distance de vision de près en fonction de la taille des porteurs et de l'addition des lentilles prescrites aux porteurs.

La figure 6 représente schématiquement les courbes d'iso-puissance d'une lentille du type unifocale connue.

La figure 7 représente schématiquement les courbes d'iso-puissance d'une lentille du type unifocale définie selon un exemple de procédé de définition.

Selon l'invention, un procédé de détermination d'une lentille ophtalmique pour un porteur comprend les étapes de :

- i) détermination de la taille du porteur ou de la hauteur des yeux du porteur ;
- ii) calcul d'au moins une caractéristique de la lentille ophtalmique en fonction de la taille du porteur ou de la hauteur des yeux du porteur.

La caractéristique de la lentille ophtalmique en fonction de la taille du porteur ou de la hauteur des yeux du porteur peut notamment être l'addition, l'inset ou encore le démarrage de la progression de puissance de la lentille, c'est-à-dire le point de la méridienne de progression correspondant à l'abaissement des yeux du porteur depuis la croix de montage, pour atteindre un seuil prédéterminé, par exemple compris entre 5 et 25%, de l'addition de la lentille ophtalmique.



Il convient tout d'abord de remarquer que la taille d'un porteur ou la hauteur de ses yeux sont des grandeurs facilement mesurables. Le porteur connaît généralement sa taille si bien qu'il peut même être envisagé de ne pas procéder à la mesure de la taille du porteur.

Or, la taille du porteur, ou la hauteur de ses yeux, conditionne par exemple sa façon d'aborder l'espace objet, notamment la position et les angles des yeux et de la tête du porteur pour fixer des points.

Ainsi, la prise en compte de la taille du porteur ou de la hauteur de ses yeux pour calculer au moins un paramètre de la lentille ophtalmique permet d'adapter au mieux la lentille au porteur par optimisation. En outre, la mesure, éventuelle, de la taille du porteur ou de la hauteur de ses yeux rend cette optimisation particulièrement aisée à mettre en œuvre.

Par ailleurs, la taille du porteur et la hauteur des yeux du porteur sont des variables qui dépendent fortement l'une de l'autre. En particulier, la hauteur des yeux du porteur peut être estimée en fonction de la taille du porteur. Pour ce faire, on peut estimer que la distance entre les yeux et le haut du crâne du porteur est sensiblement la même pour tous les porteurs, ou encore estimer que cette distance est une fonction, notamment linéaire ou affine, de la taille du porteur. Bien évidemment, il est également possible, de manière réciproque, de déterminer la taille du porteur en fonction de la hauteur des yeux du porteur.

Ainsi, en fonction de l'adaptation souhaitée de la lentille ophtalmique, il est possible de prendre en compte la taille du porteur ou la hauteur des yeux du porteur de manière analogue, étant donné que l'une de ces variables peut être estimée en fonction de l'autre.

En pratique, il apparaît plus aisé de mesurer la taille du porteur. Il est même possible de demander simplement sa taille au porteur. Il est alors possible d'estimer la hauteur des yeux du porteur comme indiqué ci-dessus.

Il est également possible de mesurer directement la hauteur des yeux du porteur et, si nécessaire, de déduire de cette mesure, la taille du porteur.

L'information de la taille ou de la hauteur des yeux du porteur est transmise par l'opticien ou l'optométriste au fabricant de la lentille ophtalmique.

Cette information de la taille ou de la hauteur des yeux peut être une valeur mesurée ou estimée comme cela a été indiqué ci-dessus. Ceci permet une optimisation optimale de la lentille.

Cependant, il peut également être uniquement indiqué que la taille ou la hauteur des yeux du porteur est comprise dans un intervalle prédéfini. Ceci permet notamment d'optimiser les lentilles ophtalmiques d'un porteur qui ne connaîtrait pas sa taille et/ou la hauteur de ses

yeux. De plus, il est ainsi possible de définir des lentilles ophtalmiques semi-finies optimisées pour l'intervalle prédéfini. On peut alors définir un ensemble de lentilles ophtalmiques semi-finies optimisées chacune sur un intervalle prédéfini.

Le procédé selon l'invention peut s'appliquer à tout type de lentilles, en particulier aux lentilles multifocales progressives et aux lentilles du type unifocales.

Selon un premier point, ce procédé de détermination s'applique à une lentille ophtalmique multifocale, en particulier à une lentille multifocale progressive telle que définie ci-avant.

Cependant, le procédé de détermination peut également être mis en œuvre pour une lentille du type « unifocale ».

Une lentille du type unifocale s'entend d'une lentille ophtalmique associée à une prescription déterminée pour une distance d'observation donnée. La prescription ophtalmique pour cette distance de vision peut comprendre une valeur de puissance, positive ou négative, ainsi qu'une valeur et un axe d'astigmatisme. Cette prescription vise à compenser le défaut visuel du porteur par l'intermédiaire de la lentille. Dans le cas le plus simple des lentilles du type unifocales classiques, les faces avant et arrière de ces lentilles sont des surfaces sphériques, ou toriques si la prescription présente un astigmatisme.

Une lentille du type unifocale est montée dans la monture de sorte que la direction principale du regard du porteur coïncide avec le centre optique de la lentille ophtalmique.

La figure 1 représente schématiquement trois porteurs  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$  porteurs de lunettes à lentilles ophtalmiques multifocales, les trois porteurs étant de tailles respectives  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  distinctes.

Dans la suite, on note sans indice une grandeur physique, de manière générale, et avec indice la même grandeur physique relative à chacun des porteurs particuliers  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ . Une équation donnée ci-après avec des grandeurs physiques sans indices doit être comprise comme s'appliquant aux trois porteurs  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ , considérés à titre d'exemple.

Pour chaque porteur  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ , on définit la hauteur des yeux  $H$ , notée respectivement  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ , par la formule :

$$H = T - B, \quad (1)$$

dans laquelle  $B$  représente, pour chaque porteur, la distance entre les yeux et le sommet du crâne. La distance  $B$  peut donc être distincte entre les porteurs et est notée  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$ , respectivement.

La figure 1 illustre schématiquement la différence d'inclinaison de la tête  $I_{tête}$ , notée respectivement  $I_{tête\_1}$ ,  $I_{tête\_2}$ ,  $I_{tête\_3}$ , et des yeux  $I_{œil}$ , notée respectivement  $I_{œil\_1}$ ,  $I_{œil\_2}$ ,  $I_{œil\_3}$ , des trois porteurs  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$  pour fixer du regard un même point A de référence. L'angle  $I_{œil}$  correspond à l'angle d'abaissement de l'oeil du porteur.

5 En l'espèce, le point A de référence est situé au niveau du sol, à une distance d des porteurs  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ . Bien que différente sur la figure 1, pour des raisons de lisibilité de cette figure, la distance d est en fait identique pour tous les porteurs  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ .

Le point A de référence est ainsi situé à une distance L, notée respectivement  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ , des yeux des porteurs  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ , distinctes d'un porteur à l'autre. En effet, la distance L vérifie  
10 l'équation suivante :

$$L = \sqrt{d^2 + H^2} \quad (2)$$

Chacun des porteurs  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ , fixe le point A de référence sous un angle, mesuré par rapport à l'horizontale h, égal à  $I_{tête} + I_{œil}$ . L'angle  $I_{tête} + I_{œil}$  correspond ainsi à l'angle formé par la direction de regard  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$ ,  $\Delta_3$ , du porteur  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$  fixant le point A de référence, par rapport  
15 à la direction horizontale h, qui correspond à un regard à l'infini du porteur  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ .

Pour la suite, on considère que les trois porteurs ont un même comportement œil-tête vertical.

Le comportement œil-tête vertical est la propension d'un porteur à bouger, verticalement, plus la tête ou les yeux pour fixer un point cible. Ce comportement est  
20 classiquement mesuré par un gain C. Ce gain C est défini comme le rapport entre la déviation angulaire de la tête  $I_{tête}$  par rapport à la déviation angulaire totale nécessaire pour fixer le point cible. La déviation angulaire totale nécessaire pour fixer le point cible correspond à la somme de la déviation angulaire de la tête  $I_{tête}$  et de la déviation angulaire des yeux  $I_{œil}$  du porteur pour fixer le point cible.

25 En d'autres termes, le gain C est défini par la formule :

$$C = \frac{I_{tête}}{I_{tête} + I_{œil}} \quad (3)$$

Bien entendu d'autres définitions du gain et du comportement œil-tête sont envisageables.

Dans un premier temps, on ne tient pas compte des effets prismatiques induits par les  
30 lentilles ophtalmiques portées par les porteurs  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ . En d'autres termes, on suppose que le rayon lumineux issu du point A et vu par le porteur a un trajet rectiligne.

Dans ce cas, on déduit des formules précédentes que la valeur de l'abaissement des yeux  $I_{\text{œil}}$ , que l'on note  $I_{\text{œil\_sans\_verre}}$ , est donnée, pour chaque porteur  $i_1, i_2, i_3$ , par l'équation :

$$I_{\text{œil\_sans\_verre}} = (1 - C) \times \text{Arctan} \left( \frac{(T - B)}{d} \right) \quad (4)$$

Parallèlement, pour chaque porteur, on définit la proximité  $P$  du point A de référence  
5 comme étant l'inverse de la distance  $L$  :

$$P = \frac{1}{L} \quad (5)$$

On suppose ici que l'accommodation subjective restante est nulle. L'accommodation subjective est composée d'une part de l'accommodation objective restante, qui correspond à la capacité d'accommodation du cristallin et, d'autre part, de la profondeur de champ.

10 Par conséquent, la proximité  $P$  est égale à la puissance  $P_{\text{verre}}$  à ajouter à la puissance en vision de loin pour que le porteur  $i_1, i_2, i_3$  voit le point A nettement. D'où :

$$P_{\text{verre}} = \frac{1}{\sqrt{d^2 + (T - B)^2}} \quad (6)$$

Le tableau I ci-dessous regroupe des exemples de valeurs de l'abaissement des yeux  $I_{\text{œil\_sans\_verre}}$  pour trois porteurs, valeurs calculées selon cette formule (4), et de la puissance du  
15 verre correspondante, calculée selon la formule (6).

Dans ce tableau I, les porteurs sont de tailles  $T_1, T_2, T_3$  égales à 1,50 m, 1,67 m et 2 m, respectivement. Pour simplifier les calculs, il est supposé dans ce tableau que les valeurs  $B_1, B_2, B_3$  sont identiques pour tous les porteurs  $i_1, i_2, i_3$ . On choisit  $B_1 = B_2 = B_3 = 13$  cm.

La distance  $d$  entre les porteurs  $i_1, i_2, i_3$ , et le point A de référence est choisie égale à  
20 1,25 m. Le point A, sur le sol, correspond ainsi au point fixé par un porteur lors de la marche.

Par ailleurs, pour les calculs, le gain  $C$  est choisi égal à 0,67. Cette valeur du gain  $C$  correspond à un comportement du porteur, selon lequel il bouge environ deux fois plus la tête que les yeux pour fixer un point cible. En d'autres termes, un gain  $C$  égal à 0,67 correspond à un angle  $I_{\text{tête}}$  à peu près deux fois plus grand que l'angle  $I_{\text{œil}}$ .

25 Enfin, pour ce premier calcul, on considère une lentille qui a une sphère nulle et une addition de 2,50 dioptries.

Comme l'indique le tableau I, plus le porteur est grand, plus il doit incliner les yeux, par rapport à la direction horizontale, pour fixer un même point A de référence. Plus précisément, dans les conditions énoncées ci-dessus, un porteur de 2,00 m baisse les yeux d'un angle de

17,43° par rapport à l'horizontale pour fixer le point A de référence. Un porteur d'1,50 m baisse lui les yeux de 14,8°, soit d'environ 2,5° de moins que le porteur de 2,00 m.

porteur	T (m)	H (m)	L (m)	P (dioptrie)	Sphère (dioptrie)	Addition (dioptrie)	P <sub>verre</sub> (dioptrie)	I <sub>œil_sans_verre</sub> (degré)
i <sub>1</sub>	1,50	1,37	1,85	0,54	0,00	2,50	0,54	14,8
i <sub>2</sub>	1,67	1,54	1,98	0,50	0,00	2,50	0,50	16,0
i <sub>3</sub>	2,00	1,87	2,25	0,44	0,00	2,50	0,44	17,4

Tableau I : Inclinaison de l'œil du porteur en fonction de sa taille

5 Ce premier calcul est cependant théorique ou tout du moins correspond en fait à des porteurs sans lunettes. En effet, comme indiqué ci-avant, dans ce premier calcul, les effets prismatiques des lentilles ophtalmiques n'ont pas été pris en compte.

Or, toute lentille ophtalmique induit des effets prismatiques, qui dépendent notamment de la puissance de la lentille ophtalmique et du matériau dont elle est composée.

10 Dans le cas où l'on prend en compte les effets prismatiques, le faisceau lumineux reliant A à l'œil du porteur subit une réfraction par lentille. Ainsi, le point d'impact du faisceau lumineux, issu du point A, sur la lentille est différent du point d'intersection de la droite reliant l'œil au point A. L'abaissement de l'œil est également différent dans le cas où l'on prend en compte les effets prismatiques induits par la lentille, du fait de la réfraction subie par  
15 le faisceau lumineux issu du point A.

Dans le cas où l'on tient compte des effets prismatiques de la lentille ophtalmique, on note l'angle d'abaissement de l'oeil I<sub>œil\_avec\_verre</sub>.

Le faisceau lumineux fait donc un angle légèrement différent de I<sub>tête</sub>+I<sub>œil\_sans\_verre</sub> avec l'horizontale.

20 Les tableaux II, III et IV ci-dessous regroupent les valeurs de l'angle I<sub>œil\_avec\_verre</sub> pour chacun des trois porteurs i<sub>1</sub>, i<sub>2</sub>, i<sub>3</sub> correspondant aux valeurs de l'angle I<sub>œil\_sans\_verre</sub> du tableau II et pour trois formes différentes de la lentille ophtalmique. Dans le cas du tableau II, la lentille a une sphère nulle. Le tableau III correspond à une lentille de prescription égale à -6 dioptries et le tableau IV à une lentille de prescription égale à 6 dioptries. L'angle  
25 I<sub>œil\_avec\_verre</sub> peut-être déterminé par tracé de rayons.

porteur	P (dioptrie)	Sphère (dioptrie)	Add. (dioptrie)	P <sub>verre</sub> (dioptrie)	I <sub>œil_sans_verre</sub> (degré)	I <sub>œil_avec_verre</sub> (degré)
i <sub>1</sub>	0,54	0,00	2,50	0,54	14,8	10,1
i <sub>2</sub>	0,50	0,00	2,50	0,50	16,0	11,6
i <sub>3</sub>	0,44	0,00	2,50	0,44	17,4	14,4

Tableau II : Inclinaison de l'œil du porteur en fonction de sa taille

dans le cas d'une lentille à sphère nulle

porteur	P (dioptrie)	Sphère (dioptrie)	Addition (dioptrie)	P <sub>verre</sub> (dioptrie)	I <sub>œil_sans_verre</sub> (degré)	I <sub>œil_avec_verre</sub> (degré)
i <sub>1</sub>	0,54	-6,00	2,50	0,54	14,8	8,7
i <sub>2</sub>	0,50	-6,00	2,50	0,50	16,0	9,9
i <sub>3</sub>	0,44	-6,00	2,50	0,44	17,4	12,2

Tableau III : Inclinaison de l'œil du porteur en fonction de sa taille

dans le cas d'une lentille de prescription égale à -6 dioptries au point de vision de loin

porteur	P (dioptrie)	Sphère (dioptrie)	Addition (dioptrie)	P <sub>verre</sub> (dioptrie)	I <sub>œil_sans_verre</sub> (degré)	I <sub>œil_avec_verre</sub> (degré)
i <sub>1</sub>	0,54	6,00	2,50	0,54	14,8	14,1
i <sub>2</sub>	0,50	6,00	2,50	0,50	16,0	16,1
i <sub>3</sub>	0,44	6,00	2,50	0,44	17,4	20,4

Tableau IV : Inclinaison de l'œil du porteur en fonction de sa taille

dans le cas d'une lentille de prescription égale à +6 dioptries au point de vision de loin

Les tableaux II, III et IV montrent que, quelque soit la forme de la lentille ophtalmique, c'est-à-dire quelque soit la valeur de sphère de celle-ci, l'angle I<sub>œil\_avec\_verre</sub> est d'autant plus grand que le porteur est grand. En d'autres termes, pour fixer un point sur le sol qui est à la même distance d du porteur, distance mesurée horizontalement sur la figure 1, un porteur abaisse les yeux d'autant plus qu'il est grand. En outre, la puissance du verre nécessaire pour regarder le point en question varie également en fonction de la hauteur des yeux du porteur.

Réciproquement, ces résultats peuvent également être interprétés comme suit : plus un porteur est grand et plus un point, fixé du regard par le porteur, situé à une distance prédéterminée du porteur, correspond à une intersection basse du regard du porteur avec la lentille ophtalmique.

Jusqu'à présent ces constatations n'étaient pas prises en compte dans la définition des lentilles ophtalmiques. Il en résulte un certain inconfort pour le porteur. En effet, le porteur est contraint de modifier son comportement œil-tête vertical pour fixer un point du regard de telle sorte que l'intersection du regard avec la surface de la lentille corresponde à un point de la lentille ophtalmique de puissance appropriée.

Par conséquent, selon un exemple de procédé de définition de lentilles ophtalmiques, on adapte les lentilles ophtalmiques à la taille ou à la hauteur des yeux du porteur de telle sorte que la progression de puissance de la lentille ophtalmique progressive commence d'autant plus bas sur la lentille, par rapport à la croix de montage, que le porteur est grand, respectivement que la hauteur de ses yeux est grande.

En d'autres termes, plus le porteur est grand et plus la progression de puissance de sa lentille ophtalmique démarre bas par rapport à la croix de montage.

La figure 2 représente des exemples d'évolutions de la puissance de lentilles ophtalmiques adaptées aux trois porteurs  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ , le long de la méridienne de progression. Plus précisément, la position d'un point sur la lentille ophtalmique, le long de la méridienne, est représentée ici par l'angle  $\alpha$  formé par la direction du regard du porteur passant par ce point sur la lentille, par rapport à une direction de référence du regard passant par la croix de montage de la lentille.

Les courbes 4, 6, 8 correspondent respectivement aux porteurs  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ . Conformément à ce qui a été décrit ci-avant, la courbe 4, du porteur  $i_1$  de taille 1,50 m, se situe au-dessus de la courbe 6 relative au porteur  $i_2$  d'1,67 m, qui elle-même se situe au-dessus de la courbe 8 relative au porteur  $i_3$  de 2,00 m.

Comme expliqué ci-avant, on permet ainsi à l'utilisateur de ne pas avoir à modifier son comportement œil-tête comme cela serait nécessaire si la lentille ophtalmique n'était pas définie en prenant en compte la taille ou la hauteur des yeux du porteur.

Selon un autre exemple de procédé de définition de lentilles ophtalmiques, il est proposé de déterminer le décalage latéral en direction nasale d'un point de contrôle d'une zone de vision de près par rapport à un point de contrôle d'une zone de vision de loin selon une fonction décroissante de la taille ou de la hauteur des yeux du porteur.

Ce décalage latéral en direction nasal est connu sous le nom anglais d'« inset ».

Il est connu que la distance dite de Harmon correspond à la distance de travail de moindre dépense d'énergie en vision de près. En d'autres termes, c'est en travaillant à cette distance que le système visuel fournit le moins d'efforts. La distance de Harmon est donc considérée comme la distance de travail en vision de près la plus confortable. Il est donc intéressant de considérer la distance de Harmon comme distance de lecture pour la définition des lentilles ophtalmiques.

La distance de lecture est classiquement utilisée dans la définition d'une lentille ophtalmique pour déterminer la valeur de l'addition nécessaire à la lentille ophtalmique. En effet, pour mesurer l'addition, on place un objet à la distance de lecture du porteur et on détermine l'addition de la lentille ophtalmique qui est nécessaire pour que le porteur puisse voir nettement l'objet.

La distance de Harmon est définie comme étant la distance qui sépare la pointe du coude et l'extrémité supérieure de la première phalange du majeur. Cette distance de Harmon

se mesure le plus souvent entre l'extrémité du coude et la pince formée par le pouce et l'index.

La figure 3 représente les résultats d'une première étude anthropométrique de détermination de la distance de Harmon, indiquée en ordonnées, en fonction de la taille d'individus, indiquée en abscisse. La distance de Harmon et la taille des individus sont données en millimètres sur cette figure 3. Il est à noter que de manière générale, les données anthropométriques dépendent de la date de l'étude, de l'origine ethnique de l'échantillon d'individus et de l'âge des individus.

Comme l'indique la droite 10 représentée sur la figure 3, il existe un lien statistique entre la taille des individus et la distance de Harmon de ces individus. Cette droite 10 est obtenue par régression linéaire.

D'autres travaux anthropométriques ont mené à estimer l'équation de la droite reliant la distance de Harmon à la taille du porteur sous la forme

$$y = Q \times T + R \quad (7)$$

où :

- y est la distance de Harmon, exprimée en millimètres ;
- T est la taille de l'individu, exprimée en millimètres ;
- Q et R des constantes déterminées par régression linéaire, la constante R étant exprimée en millimètres.

Il a été déterminé que la constante Q est égale à 0,3 et que la constante R est égale à - 104 mm.

Comme décrit précédemment, en considérant que la distance de lecture correspond à la distance de Harmon, il est alors possible de déterminer l'inset de la lentille. En effet, il est connu que l'inset d'une lentille ophtalmique multifocale dépend, entre autres, de la distance de lecture. Ceci provient du fait qu'en fonction de la distance de lecture déterminée, le regard du porteur, en lecture, correspond à une rotation plus ou moins importante des yeux en direction du plan sagittal. Pour des lentilles identiques, plus la distance de lecture du porteur est petite, plus l'inset de la lentille doit être grand.

La figure 4 illustre une courbe 11 de définition de l'inset d'une lentille ophtalmique en fonction de la taille du porteur, la prescription plan du porteur comprenant une addition de 2 dioptries. Cette courbe 11 indique qu'une lentille ophtalmique adaptée à un porteur d'1,40 m présente un inset de 3,4 mm, tandis qu'une lentille ophtalmique adaptée à un porteur de 2,00 m présente un inset de 2,1 mm.



La modification de l'inset de la lentille ophtalmique permet de tenir compte de la distance de lecture de chaque porteur, cette distance de lecture étant reliée à la taille du porteur. Sans cette adaptation de l'inset en fonction de la taille du porteur, c'est-à-dire avec un inset fixé pour toutes les tailles, les lentilles ophtalmiques ne présentent pas un confort optimal pour le porteur. En effet, dans ce cas, la méridienne de progression est mal située par rapport au regard du porteur.

Selon un autre exemple de procédé de définition de lentilles ophtalmiques, il est proposé d'adapter à l'âge du porteur la droite de définition de la distance de lecture en fonction de la taille du porteur.

En effet, il a été constaté que les personnes âgées, qui ont une addition plus élevée, travaillent confortablement à une distance qui est inférieure à la distance de Harmon. Au contraire, pour les porteurs plus jeunes, qui ont une addition plus faible, la distance de lecture confortable est égale à la distance de Harmon.

Pour tenir compte de cette différence en fonction de l'âge du porteur, et par conséquent de l'addition prescrite, sur la distance de lecture, il est proposé, selon un exemple de procédé de définition d'une lentille ophtalmique de modifier la valeur de R en fonction de l'addition. Cette valeur de R peut ainsi être constante si l'addition est inférieure à une valeur de seuil. Si l'addition est supérieure ou égale à cette valeur de seuil, la valeur de R peut-être définie par une fonction affine de l'addition.

En particulier il est proposé de déterminer la distance de lecture DL sous une forme :

$$DL = Q \times T + R \quad (8)$$

où

$$\begin{cases} Q = \text{constante} \\ R = -104 & \text{si l'addition est inférieure à 1,75 dioptries,} \\ R = -80 * \text{addition} + 26 & \text{si l'addition est supérieure ou égale à 1,75 dioptries.} \end{cases} \quad (9)$$

La figure 5 représente un triplet de courbes 12, 14, 16 qui correspondent chacune à une valeur d'addition distincte. En l'occurrence les droites 12, 14 et 16 correspondent respectivement à une addition inférieure à 1,75, en l'espèce 1,50, et à une addition de 2,00 et 2,50 dioptries. Ces droites ont donc comme équation respective :

$$\text{- pour la droite 12 : } DL = 0,30 \times T - 104 \quad (10a)$$

$$\text{- pour la droite 14 : } DL = 0,30 \times T - 134 \quad (10b)$$

$$\text{- pour la droite 16 : } DL = 0,30 \times T - 174 \quad (10c)$$

où la distance de lecture DL et la taille T sont exprimées en millimètres.

On obtient ainsi, pour une même taille, par exemple 1680 mm, trois valeurs distinctes de la distance de vision de près :

- si l'addition est inférieure à 1,75 dioptries, alors la distance de vision de près est égale à 400 mm ;
- 5      - si l'addition est égale à 2,00 dioptries, alors la distance de vision de près est égale à 370 mm ; et
- si l'addition est égale à 2,50 dioptries, alors la distance de vision de près est égale à 330 mm.

10      Selon un quatrième exemple de procédé de définition d'une lentille ophtalmique, on détermine un inset nominal, noté InSetn, calculé pour une taille moyenne de 1680 mm. La valeur de l'inset en fonction de la taille peut alors être estimée par une équation de la forme :

$$\text{Inset} = (1 + k) \times \text{InSetn} \quad (11)$$

où k est une variable qui est fonction de la taille.

La variable k peut par exemple prendre la forme suivante :

$$15 \quad k = 56 \times T^2 - 265,5 \times T + 288 \quad (12)$$

où la taille T est exprimée en mètres.

Selon un autre exemple de procédé de définition d'une lentille ophtalmique, il est proposé de moduler la puissance en vision de près en fonction de la taille du porteur. Plus précisément, plus le porteur est grand, plus la puissance en vision de près est faible.

20      En effet, classiquement, l'opticien, l'ophtalmologiste ou l'optométriste réalise une prescription en fournissant des paramètres de prescription. Ces paramètres de prescription comprennent notamment la sphère, le cylindre, l'axe et l'addition prescrite. Il est proposé qu'en outre, la distance de mesure de l'addition DM et la taille du porteur soient indiquées.

25      Dans ce cas, dans une première étape, on détermine la distance de lecture DL en fonction de la taille du porteur, par exemple à l'aide de la formule (8). Ainsi, l'addition peut également être prise en compte, de manière analogue à l'exemple décrit en regard de la figure 5.

Dans une deuxième étape, on détermine si la distance de mesure de l'addition DM est différente de la distance de lecture DL déduite de la première étape.

30      Dans ce dernier cas, on ajuste l'addition de la lentille ophtalmique Add\_lentille :

$$\text{Accommodation\_subjective} = \frac{1}{\text{DM}} - \text{Add\_prescrite} \quad (14)$$

Or :

$$\text{Add\_lentille} = \frac{1}{\text{DL}} - \text{Accommodation\_subjective} \quad (15)$$

d'où :

$$\text{Add\_lentille} = \frac{1}{\text{DL}} - \frac{1}{\text{DM}} + \text{Add\_prescrite} \quad (16)$$

5 Cet ajustement de l'addition de la lentille par rapport à l'addition prescrite permet de corriger le fait que la détermination de l'addition prescrite a été réalisée à une distance de lecture différente de la distance de lecture réelle du porteur telle que déterminée à la deuxième étape.

10 Sans cet ajustement de l'addition de la lentille, le porteur serait obligé de modifier sa distance de lecture, pour la rendre égale à la distance pour laquelle l'addition prescrite a été réalisée. Il en résulterait un inconfort pour le porteur de la lentille ophtalmique.

Le tableau V ci-dessous illustre l'adaptation de l'addition du verre en fonction de la taille du porteur.

Taille [m]	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
Distance de lecture [m]	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50
Distance de mesure de l'addition [m]	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Addition prescrite [dioptries]	2	2	2	2	2	2	2
Addition de la lentille [dioptries]	2,7	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5

Tableau V : Exemple d'adaptation de l'addition du verre à la taille du porteur

15 Il est à noter que dans ce tableau, la distance de lecture a été déterminée selon l'équation :

$$\text{DL} = 30 \times \text{T} - 10,4 \quad (17)$$

où :

- DL est la distance de lecture en mètres ; et
- 20 - T est la taille en mètres.

Comme le montre ce tableau V, plus le porteur est grand, plus la puissance en vision de près est faible pour compenser la différence entre la distance de mesure de la vision de près et la distance de lecture véritable.

25 Il est à noter que l'exemple ci-dessus se rapporte à une lentille ophtalmique à progression de puissance.

Il est cependant envisageable de mettre en œuvre cette adaptation de la puissance en fonction de la taille du porteur à une lentille ophtalmique du type unifocale. En particulier, il

est utile d'adapter la puissance de lentilles ophtalmiques de lunettes de lecture de la manière évoquée ci-dessus.

Par ailleurs, il est possible de combiner les exemples décrits ci-avant.

Selon un premier exemple, on combine les procédés de définition de lentille ophtalmique de manière à tenir compte de la taille du porteur pour démarrer la progression de la puissance de la lentille ophtalmique et pour déterminer l'inset. Selon ce premier exemple, pour une prescription d'addition de 2,5 dioptries, on détermine que l'inset est égal à 3,10 mm, respectivement 2,17 mm, pour un porteur de taille égal à 1,50 m, respectivement de taille égale à 2,00 m.

Selon un autre exemple de procédé de détermination, la taille a été prise en compte pour adapter le démarrage de la progression de puissance, la valeur de l'addition du verre et l'inset pour une prescription d'addition de 2,5 dioptries déterminée pour une distance de lecture de 40 cm. La valeur de l'addition de la lentille déterminée selon ce deuxième exemple pour un porteur d'1,50 m est de 2.85 dioptries, tandis que la lentille pour le porteur de 2,00 m a une addition de 2 dioptries. Enfin, on détermine que la lentille du porteur d'1,50 m a un inset égal à 3,13 mm, tandis que la lentille du porteur de 2,00 m a un inset de 2,14 mm.

Il est remarquable ici que, du fait que la taille est prise en compte pour déterminer à la fois le démarrage de la progression de puissance, l'inset et l'addition, l'inset ainsi obtenu est différent de l'inset obtenu si on ne tient pas compte de la taille pour déterminer l'addition de lentille ophtalmique.

Les figures 6 et 7 illustrent une mise en œuvre d'un autre exemple de procédé d'adaptation d'une caractéristique d'une lentille ophtalmique en fonction de la taille ou de la hauteur des yeux du porteur de cette lentille ophtalmique.

Les lentilles ophtalmiques 30, 40 dont les analyses optiques en puissance sont représentées sur les figures 6 et 7 sont des lentilles ophtalmiques du type « unifocales ». En l'occurrence, ces lentilles présentent de légères variations de puissance, illustrées sur les figures par les courbes d'iso-puissance 32, 34, 36 et 42, 44, 46, 48 respectivement.

La lentille ophtalmique 30 de la figure 6 est une lentille ophtalmique de type unifocale classique. En effet, la lentille ophtalmique 30 présente des courbes d'iso-puissance 32, 34, 36 sensiblement concentriques, centrées autour du centre optique 38 de la lentille ophtalmique 30. La lentille est montée de telle sorte que le centre optique est aligné avec la pupille du porteur. Les courbes d'iso-puissance 32, 34, 36 successives correspondent à une variation de puissance de 0,25 dioptries.

La lentille ophtalmique 40 de la figure 7, définie selon un procédé de définition de lentilles ophtalmiques en fonction de la taille du porteur, présente également des courbes d'iso-puissance 42, 44, 46, 48 concentriques. Cependant, dans le cas de cette lentille 40, le centre de ces courbes d'iso-puissance est décalé par rapport au centre optique 50 de la lentille.

5 Plus précisément, la lentille 40 étant destinée à un porteur de grande taille, par exemple de 2,00 m, le centre des courbes d'iso-puissance est décalé verticalement vers le bas par rapport au centre optique 50. Ce faisant, la hauteur du centre des aberrations de la lentille ophtalmique, qui correspond au centre des courbes iso-puissance, est positionnée plus bas sur la lentille ophtalmique 40 que sur la lentille ophtalmique 30.

10 En effet, un porteur de grande taille, par exemple 2,00 m, a tendance à plus regarder vers le bas qu'un porteur de petite taille, par exemple 1,50 m, pour un même comportement œil-tête des deux porteurs. En déplaçant le centre des courbes d'iso-puissance verticalement vers le bas, on assure que le porteur de grande taille regarde la plus grande partie du temps à travers la zone de correction optimale, définie par la courbe 42 sur la figure 7. Cette zone de

15 correction optimale correspond à l'ensemble des points de la lentille ophtalmique présentant une puissance qui diffère de la puissance prescrite de moins de 0,25 dioptries.

Bien entendu, la présente invention ne se limite pas aux seuls exemples décrits ci-avant.

Tout d'abord, la taille, ou la hauteur des yeux du porteur, est un paramètre qui peut être pris en compte en combinaison avec d'autres paramètres de détermination des lentilles

20 ophtalmiques.

Par ailleurs, seuls des procédés de détermination de lentilles ont été décrits ci-avant. Cependant, ces procédés de détermination peuvent être mis en œuvre dans le cadre d'un procédé d'optimisation de lentille ophtalmique destinée à un porteur de prescription connue.

Un tel procédé d'optimisation peut être tel que décrit dans le document EP 0 990939 ou

25 le document EP 1 920 291, dans lequel la lentille cible est définie en fonction de la taille du porteur ou de la hauteur des yeux du porteur.

En d'autres termes, un tel procédé d'optimisation de lentille ophtalmique mettant en œuvre un procédé de définition d'une lentille ophtalmique en fonction de la taille ou de la hauteur des yeux du porteur peut comprendre une première étape de détermination des

30 équations initiales des surfaces avant et arrière de la lentille. L'indice de réfraction de la lentille peut également être déterminé. Ces déterminations peuvent être réalisées par une lecture de données fournies par le fabricant de la lentille ophtalmique ou par mesure.

Ensuite, au moins une surface courante de lentille ophtalmique est choisie. Cette au moins une surface courante peut être choisie identique à la au moins une surface initiale de la lentille correspondante. Cependant, il est connu de l'homme du métier que cette au moins une surface courante peut également être choisie différente à la au moins une surface initiale de la lentille correspondante. Les surfaces courantes correspondent à une face arrière de la lentille ophtalmique, orientée vers le porteur, et/ou à une face avant de la lentille ophtalmique, opposée au porteur.

L'étape suivante du procédé d'optimisation selon cet exemple comprend alors la détermination d'une fonction optique cible de lentille ophtalmique fonction de la prescription du porteur. La fonction optique cible prend généralement la forme d'équations et/ou de répartitions de puissance et d'astigmatisme de la lentille ophtalmique optimisée, en fonction de la direction du regard du porteur. La fonction optique cible peut ainsi, par exemple, associer à chaque direction du regard un couple puissance/astigmatisme ou une équation reliant ces deux paramètres.

Cette fonction optique cible est déterminée par mise en œuvre d'un procédé de détermination de lentille ophtalmique tel que décrit ci-avant. Ainsi, cette fonction optique cible est déterminée en tenant compte de la taille ou de la hauteur des yeux du porteur. Bien entendu, dans ce procédé d'optimisation, le paramètre « taille du porteur » ou « hauteur des yeux du porteur » peut être combiné à tout autre paramètre d'optimisation connu, en particulier aux conditions de porté des lentilles ophtalmiques. La fonction optique cible peut notamment dépendre de l'indice de réfraction de la lentille.

A partir de la fonction optique, on détermine des cibles optiques. Ces cibles optiques correspondent à un ensemble de données optiques de la fonction optique, déterminées pour certaines directions du regard. Classiquement, les cibles optiques sont un ensemble de valeurs, idéales pour le porteur considéré, de puissance-astigmatisme pour plusieurs directions distinctes du regard. Les cibles optiques peuvent ainsi être obtenues par échantillonnage de la fonction optique cible.

Le procédé d'optimisation se poursuit alors par une étape de détermination d'au moins une surface optimisée par modulation de la surface courante pour atteindre les cibles optiques. Cette étape est itérative. Elle consiste à modifier ponctuellement la ou les surfaces courantes et à déterminer, par simulation, si cette modification ponctuelle permet de se rapprocher ou non des cibles optiques déterminées précédemment. Cette étape est donc généralement mise

en œuvre par ordinateur. La simulation dépend, entre autres, de l'indice de réfraction de la lentille.

Ce procédé d'optimisation peut être mis en œuvre dans un procédé de fabrication d'une lentille ophtalmique. Le procédé de fabrication d'une lentille ophtalmique comprend alors une première étape de fourniture d'une lentille ophtalmique initiale. Il est possible de fournir  
5 comme lentille initiale une lentille semi-finie. Une lentille ophtalmique semi-finie est une lentille dont une surface seulement est à usiner, c'est-à-dire également qu'une seule surface est à optimiser *a priori*.

Le procédé de fabrication comprend une étape de détermination d'au moins une surface  
10 optimisée pour la lentille ophtalmique au moyen du procédé d'optimisation, puis une étape d'usinage de la lentille pour réaliser la au moins une surface optimisée. Dans un tel cas, il est fréquent que l'indice de réfraction de la lentille utilisée dans la procédure d'optimisation soit identique à celui de la lentille elle-même.

Comme indiqué ci-avant, il est possible d'optimiser une ou les deux surfaces de lentilles  
15 en fonction des cas. De même, le procédé de fabrication peut être mis en œuvre en usinant une ou les deux surfaces de la lentille ophtalmique initialement fournie.

L'usinage des lentilles pour réaliser la ou les surfaces optimisées peut notamment être réalisé par un procédé dit de « Digital Surfacing ».

En outre, l'invention se rapporte à un ensemble de lentilles semi-finies, c'est-à-dire  
20 destinées à n'être usinées que sur une face, qui sont destinées à des porteurs de tailles ou de hauteurs d'yeux différentes. Un tel ensemble de lentilles semi-finies comprend des lentilles dont au moins une caractéristique est fonction de la taille ou de la hauteur des yeux des porteurs.

Ainsi, un tel ensemble peut par exemple comporter des lots de lentilles ophtalmiques  
25 semi-finies. Chaque lot comprend des lentilles avec des bases et des additions différentes. Une base est la valeur de la sphère en un point de référence, généralement le point de contrôle de la vision de loin. La face avant, c'est-à-dire celle qui est destinée à être opposée au porteur, peut être définie pour une plage de taille, c'est-à-dire que le démarrage de sa progression, son addition et/ou son inset notamment sont déterminés en fonction de la taille du porteur ou de la  
30 hauteur des yeux du porteur.

On peut par exemple imaginer trois lots de lentilles semi-finies pour les porteurs de petite taille, de taille moyenne ou de grande taille. Pour une prescription donnée, on peut

choisir la lentille semi-finie en fonction de la taille du porteur. On calcule alors la face arrière pour répondre à la prescription du porteur.



REVENDICATIONS

1. Procédé de détermination d'une lentille ophtalmique pour un porteur comprenant les  
5 étapes de :

- i) détermination de la taille ( $T_1, T_2, T_3$ ) ou de la hauteur des yeux ( $H_1, H_2, H_3$ ) du porteur ( $i_1, i_2, i_3$ ) ;
- ii) calcul d'au moins une caractéristique de la lentille ophtalmique en fonction de la taille ( $T_1, T_2, T_3$ ) ou de la hauteur des yeux ( $H_1, H_2, H_3$ ) du porteur ( $i_1, i_2, i_3$ ).

10 2. Procédé selon la revendication 1, la lentille étant multifocale.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la lentille ophtalmique a une addition de  
puissance et une croix de montage, et dans lequel l'abaissement des yeux du porteur ( $i_1, i_2, i_3$ ),  
15 depuis la croix de montage, pour atteindre un seuil prédéterminé de l'addition de la lentille  
ophtalmique est une fonction croissante de la taille ( $T_1, T_2, T_3$ ) ou de la hauteur des yeux du  
porteur ( $H_1, H_2, H_3$ ).

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel l'étape ii) comprend les étapes  
20 de :

- a) détermination d'une distance de lecture du porteur ( $i_1, i_2, i_3$ ) en fonction de la taille ( $T_1, T_2, T_3$ ) ou de la hauteur des yeux ( $H_1, H_2, H_3$ ) du porteur ( $i_1, i_2, i_3$ ), et
- b) calcul d'au moins une caractéristique de la lentille ophtalmique en fonction de la distance de lecture.

25 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes prise en combinaison  
avec la revendication 2, dans lequel on détermine le décalage latéral en direction nasale d'un  
point de contrôle d'une zone de vision de près par rapport à un point de contrôle d'une zone  
de vision de loin selon une fonction décroissante de la taille ( $T_1, T_2, T_3$ ) ou de la hauteur des  
30 yeux ( $H_1, H_2, H_3$ ) du porteur ( $i_1, i_2, i_3$ ).

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel on détermine le décalage latéral en  
direction nasale du point de contrôle de la zone de vision de près par rapport au point de

contrôle de la zone de vision de loin selon une fonction croissante de l'addition de la lentille ophtalmique.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes prise en combinaison  
5 avec la revendication 2, dans lequel on détermine l'addition de la lentille ophtalmique selon une fonction décroissante de la taille ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ) ou de la hauteur des yeux ( $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ) du porteur ( $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ ).
8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel on détermine également l'addition de la  
10 lentille ophtalmique selon une fonction croissante de l'âge du porteur.
9. Procédé selon la revendication 1, la lentille ophtalmique étant du type unifocale.
10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel la hauteur du centre des aberrations de la  
15 lentille ophtalmique est positionnée sur la lentille ophtalmique en fonction de la taille ou de la hauteur des yeux du porteur.
11. Procédé d'optimisation d'une lentille ophtalmique destinée à un porteur de prescription connue comprenant les étapes de :
- 20 - choix d'au moins une surface courante de la lentille ophtalmique ;
- détermination d'une fonction optique cible de lentille ophtalmique fonction de la prescription du porteur, par mise en œuvre d'un procédé de détermination selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 ;
- détermination de cibles optiques à partir de la fonction optique cible ; et
- 25 - détermination d'au moins une surface optimisée par modulation de la au moins une surface courante pour atteindre les cibles optiques.
12. Procédé de fabrication d'une lentille ophtalmique comprenant les étapes de :
- fourniture d'une lentille ophtalmique initiale ;
- 30 - détermination d'au moins une surface optimisée pour la lentille ophtalmique au moyen du procédé d'optimisation de la revendication 11 ; et
- usinage de la lentille pour réaliser la au moins une surface optimisée.

13. Ensemble de lentilles semi-finies destinées à des porteurs ( $i_1, i_2, i_3$ ) de tailles ( $T_1, T_2, T_3$ ) ou de hauteurs d'yeux ( $H_1, H_2, H_3$ ) différentes comprenant des lentilles dont au moins une caractéristique est fonction de la taille ( $T_1, T_2, T_3$ ) ou de la hauteur des yeux ( $H_1, H_2, H_3$ ) des porteurs ( $i_1, i_2, i_3$ ).

1/5

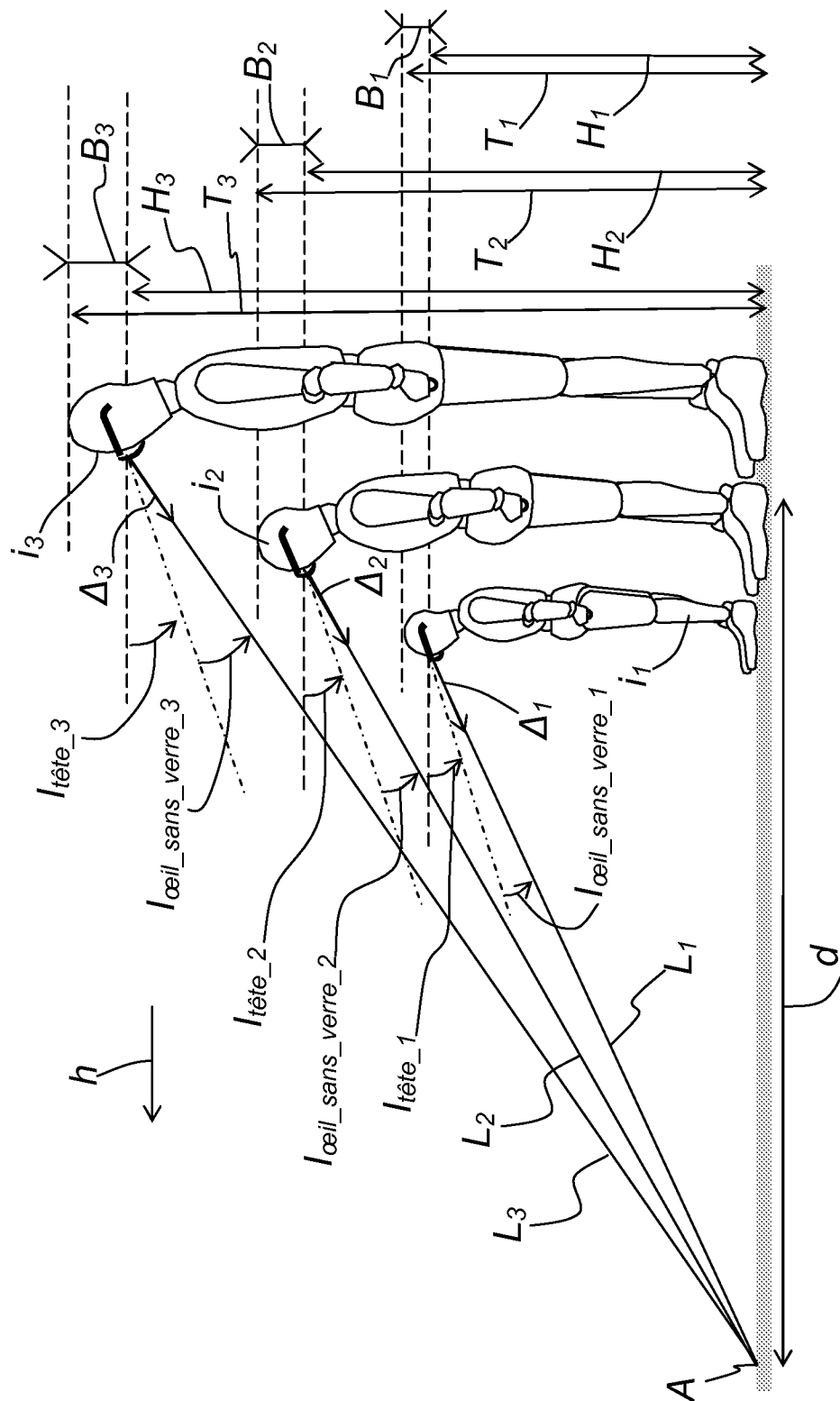
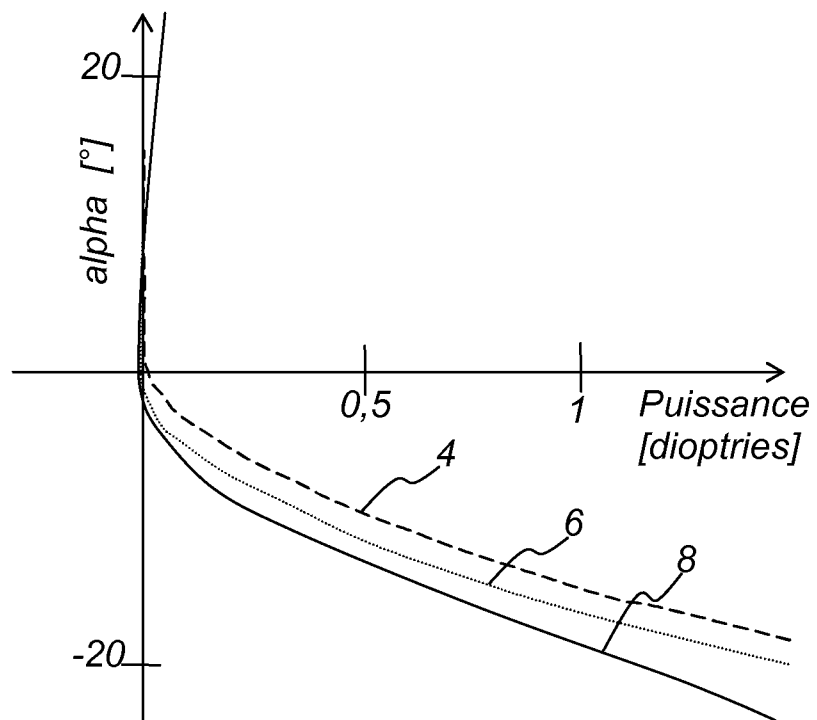
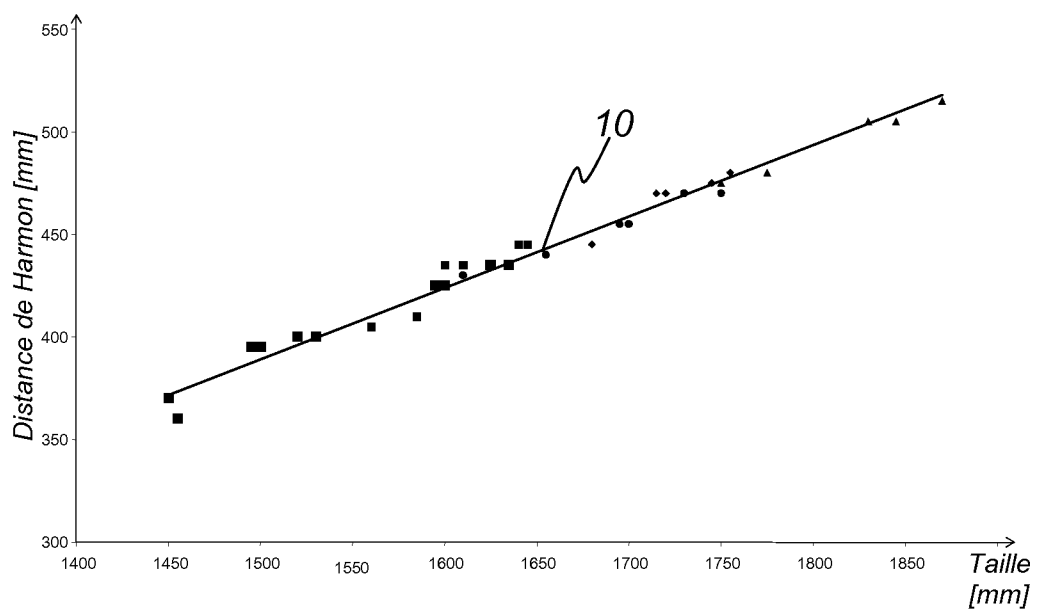
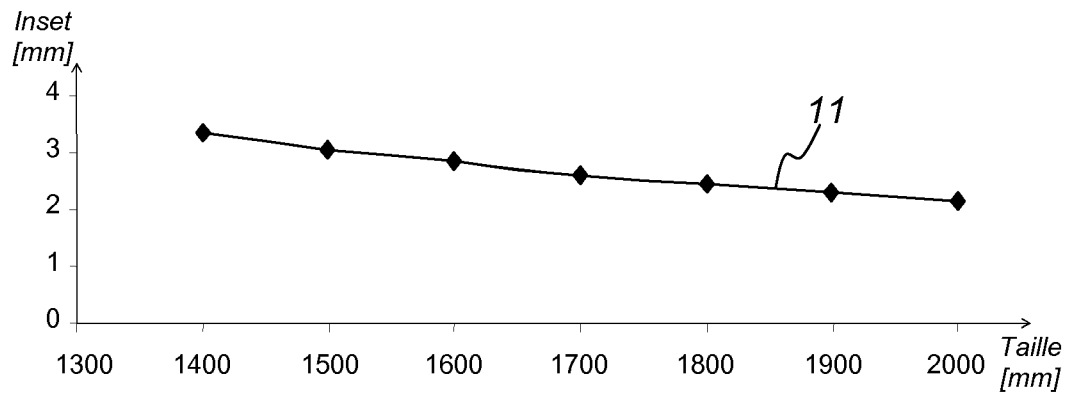
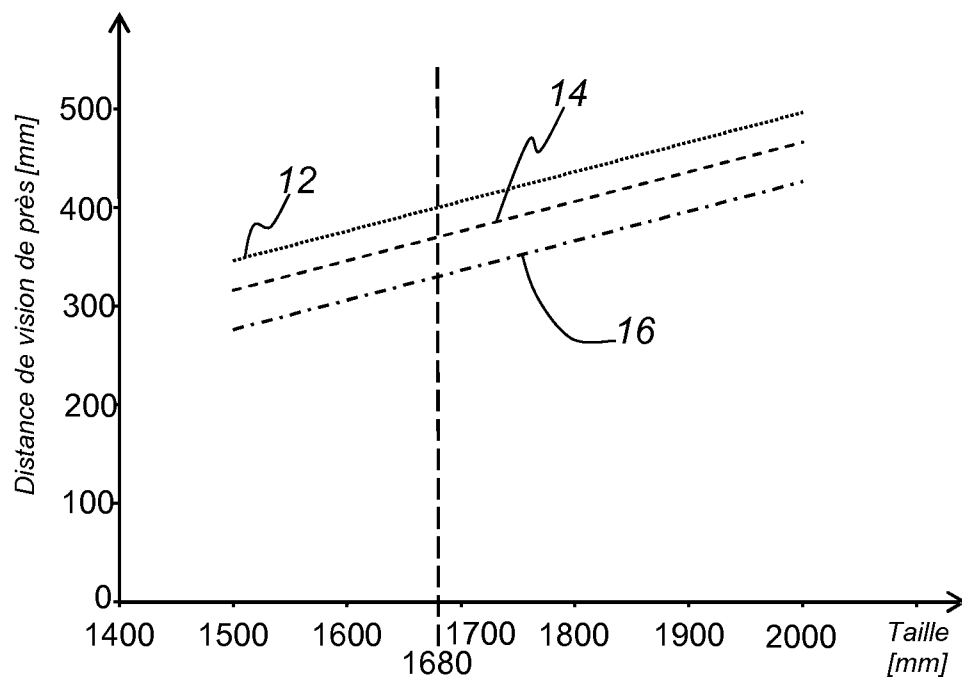


Fig. 1

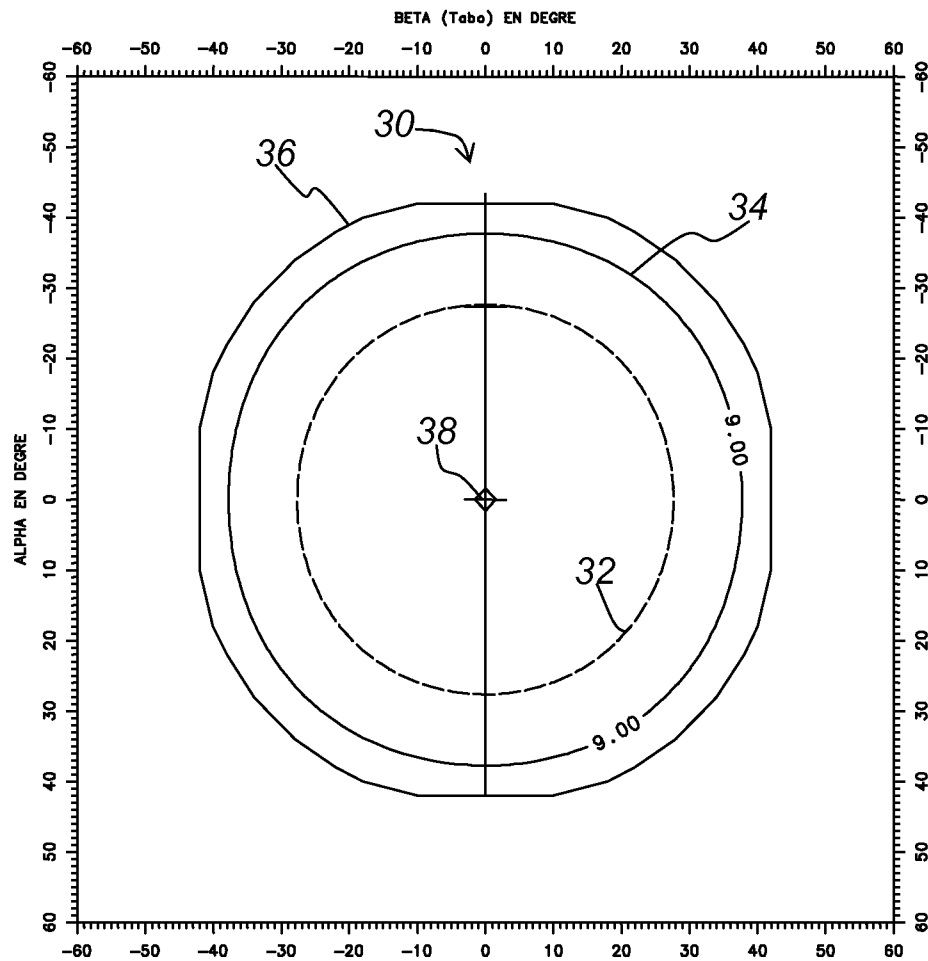
2/5

Fig. 2Fig. 3

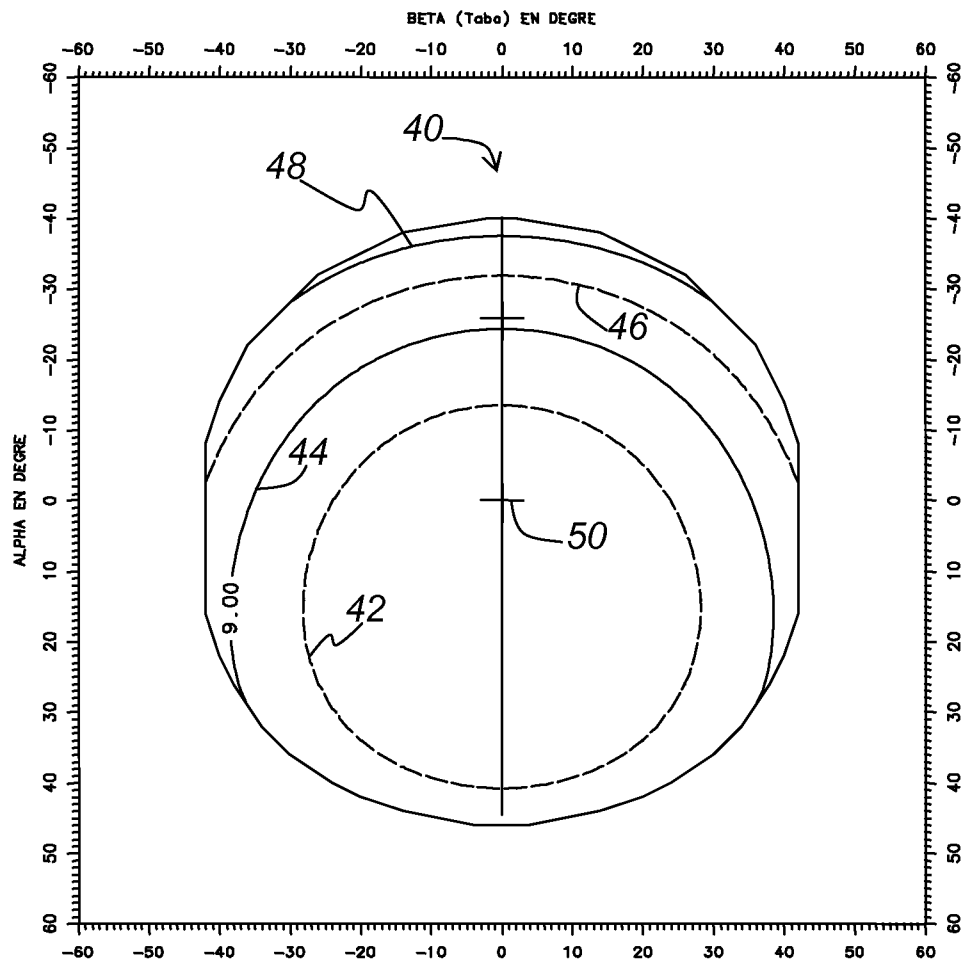
3/5

Fig. 4Fig. 5

4/5

Fig. 6

5/5

Fig. 7



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/IB2010/054392

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G02C7/02  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Anonymous: "Ihre Brille auf Sie angepasst", [Online] 14 February 2008 (2008-02-14), XP002580072, Carl Zeiss: Leseabstand Retrieved from the Internet: URL:http://www.zeiss.de/netfraldemo_brille nanpassung> [retrieved on 2010-04-28]	1,2,4-9, 13
Y	the whole document	11,12
X	US 2008/094571 A1 (TARRANT LARRY [US]) 24 April 2008 (2008-04-24) * abstract figure 2A paragraph [0029] - paragraph [0033] ----- -/-	1,2,13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 January 2011

Date of mailing of the international search report

01/02/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Girardin, François

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/IB2010/054392

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 747 750 A1 (INDO INT SA [ES]) 31 January 2007 (2007-01-31) paragraph [0059] - paragraph [0063] * abstract -----	1-3,10
Y	EP 0 990 939 A1 (ESSILOR INT [FR]) 5 April 2000 (2000-04-05) cited in the application the whole document -----	11,12
A	EP 1 087 252 A1 (ESSILOR INT [FR]) 28 March 2001 (2001-03-28) * abstract paragraph [0038] - paragraph [0040] paragraph [0048] -----	1-12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2010/054392

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008094571	A1	24-04-2008	NONE	
-----				
EP 1747750	A1	31-01-2007	ES 2264848 A1	16-01-2007
			WO 2005107576 A1	17-11-2005
			JP 2007536043 T	13-12-2007
			US 2007229761 A1	04-10-2007
-----				
EP 0990939	A1	05-04-2000	AT 384973 T	15-02-2008
			DE 69938027 T2	29-01-2009
			ES 2301232 T3	16-06-2008
			FR 2783938 A1	31-03-2000
			JP 2000111846 A	21-04-2000
			JP 2009237548 A	15-10-2009
			US 6382789 B1	07-05-2002
-----				
EP 1087252	A1	28-03-2001	CN 1289942 A	04-04-2001
			FR 2799010 A1	30-03-2001
			JP 2001133741 A	18-05-2001
			US 6325508 B1	04-12-2001
-----				

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/IB2010/054392

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
INV. G02C7/02  
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
G02C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	Anonymous: "Ihre Brille auf Sie angepasst", [Online] 14 février 2008 (2008-02-14), XP002580072, Carl Zeiss: Leseabstand Extrait de l'Internet: URL:http://www.zeiss.de/netfraldemo_brille nanpassung> [extrait le 2010-04-28]	1,2,4-9, 13
Y	le document en entier	11,12
X	US 2008/094571 A1 (TARRANT LARRY [US]) 24 avril 2008 (2008-04-24) * abrégé figure 2A alinéa [0029] - alinéa [0033] ----- -/-	1,2,13



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

24 janvier 2011

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

01/02/2011

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Girardin, François

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 747 750 A1 (INDO INT SA [ES]) 31 janvier 2007 (2007-01-31) alinéa [0059] - alinéa [0063] * abrégé -----	1-3,10
Y	EP 0 990 939 A1 (ESSILOR INT [FR]) 5 avril 2000 (2000-04-05) cité dans la demande le document en entier -----	11,12
A	EP 1 087 252 A1 (ESSILOR INT [FR]) 28 mars 2001 (2001-03-28) * abrégé alinéa [0038] - alinéa [0040] alinéa [0048] -----	1-12

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/IB2010/054392

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2008094571	A1	24-04-2008	AUCUN	
-----				
EP 1747750	A1	31-01-2007	ES 2264848 A1	16-01-2007
			WO 2005107576 A1	17-11-2005
			JP 2007536043 T	13-12-2007
			US 2007229761 A1	04-10-2007
-----				
EP 0990939	A1	05-04-2000	AT 384973 T	15-02-2008
			DE 69938027 T2	29-01-2009
			ES 2301232 T3	16-06-2008
			FR 2783938 A1	31-03-2000
			JP 2000111846 A	21-04-2000
			JP 2009237548 A	15-10-2009
			US 6382789 B1	07-05-2002
-----				
EP 1087252	A1	28-03-2001	CN 1289942 A	04-04-2001
			FR 2799010 A1	30-03-2001
			JP 2001133741 A	18-05-2001
			US 6325508 B1	04-12-2001
-----				