

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 14.09.06.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 21.03.08 Bulletin 08/12.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : *ESSILOR INTERNATIONAL, CIE GENERALE D'OPTIQUE Société par actions simplifiée* — FR.

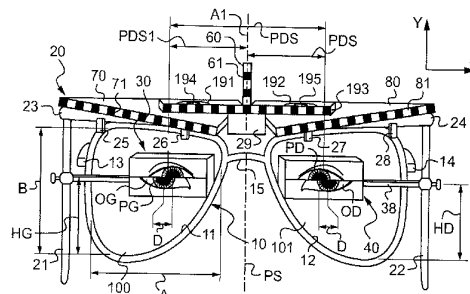
72) Inventeur(s) : CHAUVEAU JEAN PIERRE et LIEVOIS FABIENNE.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CABINET CORALIS.

54) PROCÉDE ET DISPOSITIF DE DETERMINATION DE L'ORIENTATION D'UNE LENTILLE OPHTHALMIQUE CORRECTRICE ET PROCÉDE DE CONCEPTION OPTIQUE DE LA LENTILLE CORRECTRICE.

57) L'invention concerne un dispositif et un procédé de détermination, dans les conditions du porté, d'au moins une composante de l'orientation d'une lentille ophtalmique correctrice de lunettes par rapport à la tête de son futur porteur. Selon l'invention il est prévu le montage sur la monture (10) et/ou sur une lentille de présentation équipant la monture d'un système de repérage (20) comportant au moins un élément de repérage (60, 70, 80) ayant au moins une caractéristique géométrique connue, la capture en deux dimensions, dans un plan facial vertical, de l'image de l'élément de repérage, le traitement de cette image capturée pour mesurer la caractéristique géométrique capturée de l'image de l'élément de repérage dépendant de la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage, et le calcul, en fonction de la caractéristique géométrique capturée et de la caractéristique géométrique connue, d'au moins une composante de l'orientation de la lentille. L'invention concerne également un procédé de conception optique de la lentille correctrice.



## DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

La présente invention concerne la prise de mesures géométrico-morphologiques sur un futur porteur de lunettes, en vue de la conception optique personnalisée de lentilles ophtalmiques correctrices à monter dans la monture choisie par ce futur porteur. Elle vise plus particulièrement un dispositif et un procédé de détermination, dans les conditions du porté, d'au moins une composante de l'orientation d'une lentille ophtalmique correctrice de lunettes par rapport à la tête de son futur porteur.

## ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

Lors de la conception optique d'une lentille ophtalmique correctrice, on cherche actuellement à prendre mieux en compte des paramètres géométrico-morphologiques individuels, dits de conception optique personnalisée, attachés au porteur et à la monture qu'il a choisie. Ces paramètres comprennent notamment la configuration spatiale de la lentille par rapport à la tête du porteur, dans les conditions du porté. Cette configuration spatiale est déterminée par (i) l'orientation de la lentille par rapport à l'œil correspondant du porteur et (ii) la distance entre la lentille et l'œil correspondant du porteur.

Pour déterminer l'orientation dans l'espace des lentilles correctrices à monter, il est connu de mesurer un premier angle dans le plan horizontal qui correspond globalement au galbe de la monture, et, dans un plan vertical, un deuxième angle qui correspond globalement à l'angle, dit pantoscopique, que forme la lentille avec la verticale.

Pour cela, après le choix de la monture, l'opticien place une paire de lunettes de présentation sur le nez du porteur. Les lunettes de présentation comportent la monture choisie par le porteur et des lentilles non correctrices montées dans les cercles de la monture.

Pour mesurer la distance entre chaque lentille de présentation et l'oeil correspondant du porteur, l'opticien observe le porteur de profil et réalise une mesure manuelle, à l'estime, au moyen d'un réglet transparent. De même, pour mesurer l'angle pantoscopique, l'opticien, observant encore le porteur de profil, réalise une mesure manuelle, à l'estime, au moyen d'un rapporteur dont les graduations permettent alors de relever l'angle que fait le plan moyen des lentilles avec la verticale.

L'angle dit de galbe peut être mesuré au moyen d'un appareil spécialement conçu pour lire le contour interne de chaque cercle de la monture. Reste qu'un tel appareil de lecture de montures est coûteux et que son utilisation est complexe. Pour mesurer cet angle de façon plus simple, il est également  
5 connu de faire reposer les branches et les cercles de la monture sur une plaque graduée angulairement à la manière d'un rapporteur. Les graduations permettent d'évaluer approximativement l'angle que forme dans le plan horizontal la trace des lentilles avec une droite horizontale de référence sensiblement tangente au pontet nasal (et donc perpendiculaire au plan vertical de symétrie de la monture).

10 L'opticien mesure encore deux autres paramètres liés à la morphologie du porteur, à savoir l'écart inter-pupillaire, ou les deux demi-écarts pupillaires, ainsi que la hauteur de la pupille par rapport à la monture. Pour la mesure de la distance entre les deux pupilles ou les deux demi-écarts pupillaires, la solution la plus courante consiste à utiliser un réglet. Il est également possible d'utiliser un  
15 appareil spécifique connu sous le nom de pupillomètre. Pour déterminer la hauteur de la pupille par rapport à la monture, l'opticien mesure habituellement, avec un réglet posé sur la face avant de la lentille de présentation, la distance entre la position de la pupille et un point de référence sur la monture.

Les opérations décrites ci-dessus de prise de mesure des paramètres  
20 géométrico-morphologiques nécessitent ainsi plusieurs outils différents. L'opticien doit alors effectuer un nombre important de manipulations qui se révèlent coûteuses en temps et malcommodes aussi bien pour l'opticien que pour le porteur. Ces manipulations peuvent de plus être sources d'erreurs ou, du moins, d'imprécisions. L'utilisation d'un réglet ou d'un rapporteur apposé et lu  
25 manuellement et approximativement sur la monture conduit à des mesures souvent imprécises.

On constate aussi que la détermination de l'orientation de chaque lentille correctrice à partir de l'angle dit de galbe et de l'angle dit pantoscopique n'est pas fiable. En particulier, l'orientation de la lentille est déterminée en réalisant une  
30 combinaison de rotations à partir de ces deux angles et l'ordre dans lequel est réalisée cette combinaison influe sur l'orientation résultante de la lentille.

#### OBJET DE L'INVENTION

Un but de la présente invention est de simplifier et de rendre plus rapide, précise, commode et agréable la détermination des paramètres géométrico-

morphologiques individuels pour la conception optique personnalisée d'une lentille correctrice à monter dans une monture.

À cet effet, on propose selon l'invention un procédé de détermination, dans les conditions du porté, d'au moins une composante de l'orientation d'une  
5 lentille ophtalmique correctrice de lunettes par rapport à la tête de son futur porteur, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

- montage sur la monture et/ou sur une lentille de présentation équipant la monture d'un système de repérage comportant au moins un élément de repérage ayant au moins une caractéristique géométrique connue,
- 10 - capture en deux dimensions, dans un plan facial vertical, de l'image de l'élément de repérage,
- traitement de cette image capturée de l'élément de repérage pour en mesurer une caractéristique géométrique dépendant de la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage,
- 15 - calcul, en fonction de cette caractéristique géométrique mesurée de l'image capturée de l'élément de repérage et de la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage, d'au moins une composante de l'orientation de la lentille.

L'invention concerne également un dispositif de détermination, dans les  
20 conditions du porté, d'au moins une composante de l'orientation d'une lentille ophtalmique correctrice de lunettes par rapport à la tête du futur porteur, qui comporte :

- un système de repérage comprenant, d'une part, des moyens de sa fixation sur la monture ou sur au moins une lentille de présentation montée sur  
25 ladite monture, et, d'autre part, au moins un élément de repérage ayant au moins une caractéristique géométrique connue,
- des moyens de capture d'images aptes à capturer l'image en deux dimensions dans un plan facial vertical, de l'élément de repérage lorsque le système de repérage est fixé sur la monture portée par le porteur,
- 30 - des moyens de calcul et de traitement de cette image capturée pour, d'une part, mesurer une caractéristique géométrique dépendant de la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage et, d'autre part, calculer, en fonction de cette caractéristique géométrique mesurée de l'image

capturée de l'élément de repérage et de la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage, au moins une composante de l'orientation de la lentille.

La détermination de l'orientation de la lentille correctrice à concevoir, dans la configuration du porté, est réalisée par traitement d'images, ce qui permet  
5 d'opérer la prise de mesure sans contact rapproché avec le porteur ou son équipement visuel et avec un minimum de manipulation de la part de l'opticien. En effet, celui-ci se contente de fixer le système de repérage sur la monture et de capturer l'image de l'ensemble monté sur le porteur.

En outre, ce dispositif offre la possibilité de réaliser la mesure de  
10 différents paramètres géométrico-morphologiques avec un nombre d'outils limité et à partir d'une même capture d'image. La prise de mesure des paramètres géométrico-morphologiques est ainsi plus rapide, fiable et cohérente.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, la composante calculée correspond à une orientation autour d'un axe sensiblement  
15 transversal à l'axe de regard primaire du porteur.

La composante calculée est ainsi un angle de rotation autour d'un axe situé sensiblement dans le plan facial pour passer d'un référentiel de la tête du porteur à un référentiel de la lentille. Préférentiellement, on calcule la composante horizontale de l'orientation qui est l'angle de rotation autour de l'axe vertical et la  
20 composante verticale de l'orientation qui est l'angle de rotation autour d'un axe horizontal passant par les deux yeux.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, on compare la caractéristique géométrique mesurée de l'image capturée de l'élément de repérage avec la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage, et  
25 en ce que l'étape de calcul d'au moins une composante de l'orientation de la lentille est réalisée en fonction de cette comparaison.

La comparaison de la caractéristique géométrique mesurée de l'image capturée de l'élément de repérage avec la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage est représentative de la composante recherchée de  
30 l'orientation de la lentille et permet donc de la calculer simplement.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, on calcule, en fonction de cette comparaison, au moins la composante horizontale de l'orientation de la lentille correctrice.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le système de repérage comporte au moins un élément de repérage horizontal qui est directement ou indirectement monté sur un cercle de la monture ou sur une lentille de présentation équipant la monture, cet élément de repérage horizontal étant agencé pour que ladite comparaison soit représentative de la composante horizontale de l'orientation dudit cercle de la monture ou de ladite lentille de présentation.

La composante horizontale de l'orientation de la lentille correctrice dépend de la composante horizontale de l'orientation dudit cercle de la monture ou de ladite lentille de présentation. L'agencement de l'élément de repérage horizontal avec la monture permet ainsi de déterminer la composante horizontale de l'orientation de la lentille correctrice.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, il est prévu que :

- le système de repérage comporte au moins deux éléments de repérage horizontal, dont un premier élément de repérage horizontal monté directement ou indirectement sur un des deux cercles de la monture ou sur une des deux lentilles de présentation équipant la monture et un second élément de repérage horizontal monté sur l'autre cercle de la monture ou sur l'autre lentille de présentation,

- l'étape de capture comporte la capture en deux dimensions, dans un plan facial, de l'image des éléments de repérage horizontal,

- l'étape de traitement comporte le traitement de cette image capturée pour mesurer la caractéristique géométrique capturée de l'image de chaque élément de repérage horizontal correspondant à la caractéristique géométrique connue de cet élément de repérage horizontal,

- l'étape de comparaison comporte les comparaisons des caractéristiques géométriques mesurées de l'image capturée des éléments de repérage avec les caractéristiques géométriques connues correspondantes et le calcul, en fonction de ces comparaisons, d'au moins une composante horizontale de l'orientation de la lentille correctrice.

L'utilisation de deux éléments de repérage horizontal permet de déterminer la composante horizontale de l'orientation des deux cercles de la monture ou des deux lentilles de présentation et ainsi de déterminer précisément une composante horizontale de l'orientation de la lentille correctrice.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le procédé est appliqué à la détermination, dans les conditions du porté, d'au moins une composante horizontale de l'orientation de chaque lentille correctrice d'une même paire de lunettes par rapport à la tête du futur porteur et dans lequel on calcule, en fonction des comparaisons des caractéristiques géométriques mesurées de l'image capturée des éléments de repérage avec les caractéristiques géométriques connues correspondantes, au moins la composante horizontale de l'orientation de chaque lentille correctrice.

La caractéristique géométrique mesurée de l'image capturée de chaque élément de repérage dépend de la composante horizontale de l'orientation de chaque cercle de la monture ou de chaque lentille de présentation, ce qui permet de déterminer la composante horizontale de l'orientation de chaque lentille correctrice.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, on calcule, en fonction des comparaisons des caractéristiques géométriques mesurées de l'image capturée des éléments de repérage horizontal avec les caractéristiques géométriques connues correspondantes, la composante horizontale de l'orientation de la médiatrice des yeux.

On détermine ainsi à partir de la différence entre les caractéristiques géométriques mesurées de l'image capturée des éléments de repérage horizontal, un angle de pivotement de la tête autour d'un axe vertical. La détermination de cet angle de pivotement permet de corriger les mesures effectuées.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, on calcule, en fonction de cette comparaison, au moins la composante verticale de l'orientation de la lentille.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le système de repérage comporte au moins un élément de repérage vertical qui est directement ou indirectement monté sur la monture ou sur une lentille de présentation équipant la monture, cet élément de repérage vertical étant agencé pour que ladite comparaison soit représentative de la composante verticale de l'orientation de la monture dans le plan sagittal, et en ce que la composante de l'orientation recherchée comporte la composante verticale de l'orientation de la lentille correctrice.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, on mesure la distance entre chaque lentille de présentation équipant la monture et l'oeil correspondant et on calcule au moins un paramètre de la configuration de la lentille correctrice par rapport à la tête du porteur en fonction de cette distance.

5 Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, on mesure la distance entre les moyens de capture d'image et le système de repérage. Cette distance permet de calculer le facteur d'échelle de l'image capturée ainsi que la distance interpupillaire des deux yeux pour une vision à l'infini.

10 Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, on mesure sur l'image capturée, en tenant compte d'un facteur d'échelle, l'une au moins des paramètres de personnalisation suivantes : la distance inter-pupillaire, les demi-distances interpupillaire, les cotes de largeur et de hauteur de chaque lentille de présentation, la hauteur de chaque pupille.

15 Ces paramètres sont des paramètres géométrico-morphologiques qui permettent, lors de la conception de lentille correctrice, de répartir précisément les gradients d'indice sur la lentille.

20 Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, les valeurs mesurées sur l'image capturée de la distance inter-pupillaire, les demi-distances interpupillaires, les cote de largeur de chaque lentille de présentation sont corrigées en fonction de l'angle de pivotement mesuré et en ce que les valeurs de la hauteur de chaque lentille de présentation et de la hauteur de chaque pupille sont corrigées en fonction de la composante verticale de l'orientation calculée.

25 Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, la distance inter-pupillaire, et/ou les demi-distances interpupillaire sont calculées pour un regard du porteur à l'infini.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, la distance inter-pupillaire et/ou les demi-distances interpupillaire sont calculées en fonction de la distance entre les moyens de capture d'images et le système de repérage.

30 Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, il est prévu que:

- le système de repérage comporte au moins un élément de repérage horizontal et vertical monté directement ou indirectement sur un des deux cercles de la monture ou sur une des deux lentilles de présentation équipant la monture,



- l'étape de capture comporte la capture en deux dimensions, dans un plan facial, de l'image de l'élément de repérage horizontal et vertical,
- l'étape de traitement comporte le traitement de cette image capturée pour en mesurer deux caractéristiques géométriques qui dépendent de la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage horizontal et vertical,
- l'étape de calcul comporte le calcul, en fonction des deux caractéristiques géométriques mesurées de l'image capturée de l'élément de repérage et de la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage, des composantes horizontale et verticale de l'orientation de la lentille.

Un même élément de repérage est utilisé pour repérer à la fois les composantes horizontale et verticale de l'orientation de la lentille. Cet élément de repérage étant associé à un oeil, la composante verticale de l'orientation de la lentille correctrice associée à cet oeil est déterminée plus précisément. L'orientation de la lentille est ainsi déterminée de manière plus fiable.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le procédé décrit ci-dessus est appliqué à la détermination, dans les conditions du porté, des composantes horizontale et verticale de l'orientation de chaque lentille correctrice d'une même paire de lunettes par rapport à la tête du futur porteur et dans lequel le système de repérage comporte au moins deux éléments de repérage horizontal et vertical, dont un premier élément de repérage horizontal et vertical monté directement ou indirectement sur un des deux cercles de la monture ou sur une des deux lentilles de présentation équipant la monture et un second élément de repérage horizontal et vertical monté sur l'autre cercle de la monture ou sur l'autre lentille de présentation.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le système de repérage comporte au moins un élément de repérage horizontal et vertical et des moyens pour le montage direct ou indirect de cet élément sur un cercle de la monture ou sur une lentille de présentation équipant la monture, cet élément de repérage horizontal et vertical étant agencé pour que ladite caractéristique géométrique mesurée de l'image capturée de l'élément de repérage dépende des composantes horizontale et verticale de l'orientation dudit cercle de la monture ou de ladite lentille de présentation.

Les composantes horizontale et verticale de l'orientation de la lentille correctrice dépendent des composantes horizontale et verticale de l'orientation dudit cercle de la monture ou de ladite lentille de présentation. Il en résulte qu'un tel agencement de cet élément de repérage horizontal et vertical permet de faciliter la détermination des composantes horizontale et verticale de l'orientation de la lentille correctrice.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le système de repérage comporte au moins un premier et un second élément de repérage horizontal et vertical et des moyens de montage du premier élément de repérage horizontal et vertical sur un des deux cercles de la monture ou sur une des deux lentilles de présentation équipant la monture et du second élément de repérage horizontal et vertical sur l'autre cercle de la monture ou sur l'autre lentille de présentation.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le système de repérage comporte au moins un élément de repérage horizontal et des moyens pour le montage direct ou indirect de cet élément sur un cercle de la monture ou sur une lentille de présentation équipant la monture, cet élément de repérage horizontal étant agencé pour que ladite caractéristique géométrique mesurée de l'image capturée de l'élément de repérage dépende de la composante horizontale de l'orientation dudit cercle de la monture ou de ladite lentille de présentation.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le système de repérage comporte au moins un premier et un second élément de repérage horizontal et des moyens de montage du premier élément de repérage horizontal sur un des deux cercles de la monture ou sur une des deux lentilles de présentation équipant la monture et du second élément de repérage horizontal sur l'autre cercle de la monture ou sur l'autre lentille de présentation.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, les deux éléments de repérage horizontal sont montés articulés autour d'un axe de pivotement sensiblement vertical.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le système de repérage comporte au moins un élément de repérage vertical et des moyens pour le montage direct ou indirect de cet élément de repérage vertical sur la monture ou sur une lentille de présentation équipant la monture, cet élément de repérage vertical étant agencé pour que ladite caractéristique géométrique

mesurée de l'image capturée de l'élément de repérage dépende de la composante verticale de l'orientation de la monture dans le plan sagittal, et en ce que la composante de l'orientation recherchée est la composante verticale de l'orientation de la lentille correctrice.

5            Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage comprend une figure géométrique conçue de telle sorte que la configuration géométrique de cette figure géométrique projetée dans ledit plan facial de capture d'images soit représentative d'au moins une composante de l'orientation de cet élément de  
10 repérage.

          Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, la figure géométrique comporte des motifs répétés d'espacement connu.

          Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, il est prévu au moins un élément optique à effet prismatique associé à l'un des deux yeux du  
15 porteur, qui présente un bord parallèle à la direction de son effet prismatique et qui est monté mobile en translation sensiblement verticalement par rapport au système de repérage pour pouvoir être mis dans une position de mesure telle que ledit bord inférieur coupe en vue de face la pupille de l'œil afin de décaler l'image  
20 d'une partie de la pupille et les moyens de traitements sont conçus pour déduire de l'image de la partie de la pupille décalée par l'élément optique à effet prismatique, la distance entre une lentille de présentation équipant la monture et l'œil correspondant.

          Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, il est prévu des moyens d'appui, par rappel élastique ou par gravité, de l'élément optique à  
25 effet prismatique sur la lentille de présentation.

          Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le système de repérage comporte un bâtonnet qui s'étend dans la direction de la droite formée par l'intersection du plan de symétrie du système de repérage et du plan horizontal.

30            L'invention concerne également un procédé de conception optique personnalisée d'une lentille ophtalmique correctrice comportant le procédé précité de détermination de paramètres de position spatiale de la lentille correctrice par rapport à la tête du futur porteur et le calcul des géométries de l'une et/ou l'autre

des faces optiquement utiles de la lentille et/ou des gradients d'indice de la lentille en fonction des paramètres de position spatiale calculés.

L'invention concerne également un produit de programme d'ordinateur comportant des instructions pour mettre en œuvre un procédé de conception  
5 optique personnalisée d'une lentille ophtalmique tel que décrit ci-dessus.

L'invention concerne également un produit de programme d'ordinateur comportant des instructions pour mettre en œuvre un procédé de détermination d'au moins une composante de l'orientation d'une lentille correctrice par rapport à la tête d'un futur porteur tel que décrit ci-dessus.

10 L'invention concerne également un système de repérage d'au moins une composante de l'orientation d'une lentille ophtalmique correctrice de lunettes par rapport à la tête de son futur porteur, comprenant, d'une part, des moyens de sa fixation sur la monture ou sur au moins une lentille de présentation montée sur ladite monture, et, d'autre part, au moins un élément de repérage ayant au moins  
15 une caractéristique géométrique connue représentative de l'orientation de la monture ou de la lentille de présentation, dans lequel lesdits moyens de fixation permettent le basculement du système sur la monture autour d'un axe sensiblement horizontal et contenu dans un plan moyen de la monture ou de la lentille de présentation.

20 Le système de repérage étant conçu pour basculer sur la monture autour d'un axe horizontal, il permet de repérer la composante verticale de l'orientation de la monture ou de la lentille de présentation et donc la composante verticale de l'orientation de la lentille ophtalmique correctrice à concevoir.

Selon une caractéristique avantageuse dudit système, il est prévu des  
25 moyens de rappel, élastiques ou gravitaires, du système de repérage en basculement contre la lentille de présentation ou la monture.

Ces moyens de rappel permettent de faire basculer le système de repérage dans une configuration qui permet de déterminer avec précision la composante verticale de l'orientation de la lentille ophtalmique correctrice à  
30 concevoir.

L'invention concerne enfin un dispositif de détermination de la distance entre une lentille ophtalmique correctrice de lunettes et l'œil correspondant du futur porteur, qui comporte, d'une part, un élément optique unique à effet prismatique qui présente un bord libre parallèle à la direction de son effet

prismatique apte à décaler l'image d'une partie correspondante de la pupille de l'œil du porteur lorsqu'il est placé dans une position de mesure telle que ledit bord libre coupe, en vue de face, la pupille et, d'autre part, des moyens pour mesurer, manuellement ou par traitement électronique d'image, le décalage résultant (de  
5 l'image de ladite partie correspondante de la pupille par rapport à la partie restante de la pupille s'étendant au-delà du bord libre.

L'utilisation d'un élément optique unique à effet prismatique pour l'œil correspondant permet de diminuer le nombre d'élément optique et d'obtenir un gain de poids. Il permet également de calculer la distance entre la lentille et l'œil  
10 correspondant en ne déviant qu'une partie de l'image de l'œil. L'autre partie de l'image de l'œil qui n'est pas déviée peut alors être utilisée pour calculer aisément la distance interpupillaire ou les demi-écarts interpupillaire.

#### DESCRIPTION DETAILLÉE D'UN EXEMPLE DE RÉALISATION

La description qui va suivre en regard des dessins annexés d'un mode  
15 de réalisation, donné à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

Dans les dessins annexés :

- la figure 1 est une vue en perspective d'une paire de lunettes de présentation ;
- la figure 2 est une vue en perspective d'un système de repérage ;
- 20 - la figure 3 est une vue schématique de l'image des lunettes de présentation et du système de repérage capturée de face ;
- la figure 4 est une vue de moyens de détermination de la distance entre une lentille de présentation et l'œil correspondant ;
- la figure 5 est une vue en perspective du système de repérage de la figure 2  
25 fixé sur des lunettes de présentation et des moyens de capture d'images qui communiquent avec un système de traitement et de calcul ;
- la figure 6 est une vue de profil de la tête d'un porteur équipé des lunettes de présentation dans une configuration où la tête du porteur est droite ;
- la figure 7 est une vue de dessus du porteur équipé des lunettes de  
30 présentation dans une configuration où il tourne la tête d'un certain angle ;
- la figure 8 est une vue de dessus de la monture équipée des lentilles de présentation ;
- la figure 9 est une vue de principe de dessus du système de repérage et des moyens de capture d'images ;

- la figure 10 est une vue des moyens de détermination de la distance entre une lentille de présentation et l'œil correspondant selon une variante de réalisation ;
- la figure 11 est une vue de face des moyens de détermination de la figure 10  
5 et de l'œil correspondant du porteur ;
- la figure 12 est une vue schématique de dessus du système de repérage selon une variante de réalisation ;
- la figure 13 est une vue d'une antenne qui est montée sur le système de repérage de la figure 12 ;
- 10 - la figure 14 est une vue schématique dans un repère lié au porteur d'une partie d'un élément de repérage du système de repérage avant sa fixation sur la monture ;
- la figure 15 est une vue schématique en projection dans un plan facial d'une  
15 partie de l'élément de repérage du système de repérage de la figure 14 après son montage sur la monture.

Dans la description qui suit, l'opticien détermine la configuration du référentiel de chaque lentille ophtalmique correctrice (non représentées) à monter dans une monture 10 de lunettes par rapport aux yeux de porteur, dans un référentiel lié au porteur dans la configuration du porté. La détermination de la configuration du référentiel de chaque lentille ophtalmique correctrice par rapport  
20 au référentiel du porteur est utilisée pour mettre en œuvre un procédé de conception optique personnalisée de la lentille ophtalmique correctrice en calculant des géométries de l'une et/ou l'autre des faces optiquement utiles de la lentille et/ou des gradients d'indice de la lentille en fonction du référentiel de la  
25 lentille par rapport au référentiel du porteur.

Comme représenté sur la figure 1, le référentiel du porteur est associé au repère OXYZ. Le centre O du repère est le milieu du segment joignant les deux yeux OG, OD du porteur. Le plan OYZ est le plan sagittal PSAG qui est le plan vertical passant par la médiatrice AO des deux yeux OG, OD. La médiatrice AO  
30 des yeux est l'axe passant au milieu du segment défini par les deux yeux et parallèle au plan de Francfort PF, c'est-à-dire ici l'axe OZ.

Le plan OXZ est le plan de Francfort PF et le plan OXY est le plan facial PVO. Comme représenté sur la figure 6, le plan de Francfort PF est défini comme le plan passant par les points orbitaires inférieurs OR et le porion PO gauche du

porteur, le porion étant le point du crâne le plus élevé du conduit auditif, qui correspond au tragion de l'oreille.

On introduit également le référentiel terrestre (ou encore celui du magasin de l'opticien). Ce référentiel terrestre est défini par le plan horizontal PH, 5 constitué de deux axes perpendiculaires entre eux H1, H2, et par la direction verticale V. On obtient un premier plan vertical PV1 défini par les axes V et H1 et un deuxième plan vertical PV2 défini par les axes V et H2.

Dans la description qui suit, le porteur est dans une configuration assise qui est telle que la tête du porteur est droite, c'est-à-dire que le plan de Francfort 10 PF relatif à la tête du porteur est sensiblement parallèle au plan horizontal PH du référentiel dans lequel se situe le porteur. L'axe de regard du porteur est l'axe de regard primaire, c'est-à-dire qu'il regarde droit devant lui. On dit également que le porteur prend une position orthostatique. C'est-à-dire que dans cette position, le porteur réalise un minimum d'efforts. Il en résulte que l'axe OY est sensiblement 15 parallèle à la direction verticale V et l'axe OX est l'axe sensiblement horizontal passant par les deux yeux. En variante, le porteur peut également se tenir debout, la tête droite.

La configuration du référentiel de chaque lentille correctrice est déterminée par l'orientation de chaque lentille correctrice à monter sur la monture 20 par rapport à l'œil correspondant du porteur et la distance entre la lentille et l'œil correspondant du porteur, dans la configuration du porté. L'orientation de la lentille est donnée par les composantes du vecteur normal au plan tangent à la lentille au point de la croix de montage. Cette croix de montage correspond à un point de la lentille qui doit être situé en vis-à-vis de la pupille de l'œil du porteur pour que la 25 lentille exerce précisément ses fonctions de correction optique pour lesquelles elle a été conçue. La composante verticale de l'orientation de la lentille correspond à l'angle que forme l'axe, ou le vecteur, normal au plan de la lentille par rapport au plan facial, en projection dans le plan sagittal. On définit également la composante horizontale de l'orientation de la lentille qui correspond à l'angle que forme l'axe, 30 ou le vecteur, normal au plan de la lentille par rapport au plan facial, en projection dans le plan de Francfort.

Comme décrit ci-après, le référentiel de chaque lentille correctrice est obtenu ici à partir de la détermination de la configuration du référentiel de chacune des lentilles de présentation 100, 101 qui équipent la monture et qui se

substituent, pour la détermination de paramètres géométrico-morphologiques relatifs au porteur et à la monture, à la lentille correctrice à concevoir.

À la figure 5, on a représenté un dispositif de détermination de paramètres géométrico-morphologiques individuels d'un porteur équipé d'une  
5 paire de lunettes de présentation. Les paramètres géométrico-morphologiques individuels comportent notamment la configuration du référentiel de chaque lentille correctrice à concevoir par rapport au référentiel du porteur et des paramètres géométrico-morphologiques dits de répartition de gradients d'indice, comme détaillé plus loin.

10 Ce dispositif comporte un système de repérage 20 à monter sur la monture 10 et des moyens de capture d'images 90 pour capturer dans un plan facial de capture d'images PCI, l'image du système de repérage 20 monté sur la monture 10 en position de porté. Les moyens de capture d'images 90 sont reliés à un système de traitement et de calcul 93 de l'image capturée.

15 On rappelle que la paire de lunettes de présentation comporte la monture 10 choisie par le porteur et des lentilles 100, 101 de présentation (non correctrices). Ici la paire de lunettes est cerclée, c'est-à-dire que les lentilles sont montées dans les cercles 11, 12 de la monture 10. En variante, comme expliqué à la fin de la description, la paire de lunettes de présentation peut être de type  
20 percé, c'est-à-dire que les lentilles sont percées et chacune maintenue par une extrémité du pontet nasal et une extrémité de la branche associée à la lentille, qui coopèrent avec des trous de perçage.

Comme représenté sur les figures 1 et 2, le système de repérage 20 comporte une structure de base articulée. Cette structure de base comporte tout  
25 d'abord deux baguettes 23, 24 qui sont ici sensiblement rectilignes et sensiblement coplanaires. Ces deux baguettes 23, 24 sont reliées entre elles par un élément d'articulation 29 de type charnière qui leur permet de pivoter l'une par rapport à l'autre autour d'un axe A1 sensiblement vertical dans la configuration du porteur.

30 Chaque baguette 23, 24 est munie d'une paire de moyens de fixation 25, 26, 27, 28 qui se présentent ici sous la forme de pinces. Ces pinces permettent de fixer chaque baguette 23, 24 sur la partie supérieure d'un cercle 11, 12 de la monture (figure 3).



Comme représenté sur les figures 2 et 3, chaque baguette 23, 24 est surmontée d'un élément de repérage horizontal 70, 80 qui se présente sous la forme d'une plaque triangulaire, d'une certaine épaisseur, dont une tranche présente une figure géométrique 71, 81 conçue de telle sorte que la configuration  
5 géométrique de cette figure géométrique 71, 81 projetée dans ledit plan facial de capture d'images PCI soit représentative de la composante horizontale de l'orientation de cet élément de repérage horizontal 70, 80. La composante horizontale de l'orientation d'un élément est définie par l'angle que fait la direction longitudinale de cet élément par rapport au plan facial PVO en projection dans le  
10 plan de Francfort PF. De même, la composante verticale de l'orientation d'un élément est définie par l'angle que fait la direction longitudinale de cet élément par rapport au plan facial PVO en projection dans le plan sagittal PSAG.

Ici la figure géométrique comporte des motifs répétés d'espacement connu qui sont constitués par des bandes sombres. Les portions séparant les  
15 bandes sombres sont claires pour assurer un contraste suffisant afin de repérer avec précision les bandes sombres. Les motifs de la figure géométrique 71, 81 s'étendent selon la direction longitudinale de la tranche correspondante de l'élément de repérage horizontal 70, 80. Il en résulte qu'ici, chaque bande sombre est sensiblement verticale dans la configuration du porteur.

20 Chaque élément de repérage horizontal 70, 80 est fixé sur la baguette 23, 24 correspondante de telle sorte que, d'une part, la tranche portant la figure géométrique 71, 81 soit visible de face et, d'autre part, la direction d'étendue de cette figure géométrique (c'est-à-dire la direction longitudinale de la tranche correspondante) forme, dans le plan horizontal PH, un angle TETA d'environ 30  
25 degrés avec la direction longitudinale de la baguette 23, 24 (c'est-à-dire la droite passant par les pinces de fixation).

Les deux éléments de repérage horizontal 70, 80 sont également reliés entre eux par un élément de repérage médian qui est associé mécaniquement aux deux éléments de repérage horizontaux 70, 80 de manière à rester constamment  
30 dans une position fixe par rapport à un plan vertical médian de symétrie de ces deux éléments 70, 80 sensiblement confondu avec plan de symétrie PS de la monture. Cet élément de repérage porte une figure géométrique connue dont l'image vue en projection dans le plan de capture d'image PCI par les moyens de capture d'image 90 permet, en combinaison avec les images des éléments de

repérage 70, 80, de repérer dans l'espace l'orientation et la position du système de repérage 20, comme expliqué plus en détail dans la suite.

En l'espèce cet élément de repérage médian est constitué par une barre de maintien 190. Deux lumières 191, 192 de forme oblongue sont pratiquées dans  
5 la barre de maintien 190 en étant orientées selon la direction longitudinale de la barre. Les lumières 191, 192 accueillent deux plots de guidage 195, 196 attachés à la face supérieure des éléments de repérage 70, 80. Chaque moyen de repérage 70, 80 peut alors glisser par rapport à la barre de maintien 190 selon la direction longitudinale de la barre. En effet, les plots 195, 196 guident le  
10 déplacement des moyens de repérage 70, 80 le long des lumières.

Cette mobilité de glissement des moyens de repérage 70, 80 par rapport à la barre de maintien 190 combinée à leur mobilité de pivotement autour de l'axe vertical A1 permet aux éléments de repérage horizontal 70, 80 d'être fixés sans contrainte sur les cercles 11, 12 par l'intermédiaire des baguettes 23, 24, de  
15 manière à suivre librement la composante horizontale de l'orientation des cercles 11, 12 de la monture 10.

Cette barre de maintien 190 comporte également sur sa tranche qui fait face aux moyens de capture d'images 90 une figure géométrique 193 constituée de bandes sombres espacées entre elle d'une distance connue. Comme expliqué  
20 plus loin ces bandes sombres peuvent servir à calculer la distance séparant le système de repérage 20 des moyens de capture d'images 90 et ainsi déterminer le facteur d'échelle de l'image capturée.

Il est également prévu un moyen de centrage permettant de centrer le système de repérage 20 sur le plan de symétrie PS de la monture de telle sorte  
25 que le pontet nasal 15 soit centré sur l'axe A1.

Le système de repérage 20 comporte également un élément de repérage vertical 60 qui est également constitué par une plaque triangulaire d'une épaisseur donnée. Le plan moyen de cet élément de repérage vertical 60 s'étend dans un plan sensiblement perpendiculaire au plan moyen des deux éléments de repérage  
30 horizontal 70, 80 associés aux lentilles 100, 101 gauche et droite. Cet élément de repérage 60 présente sur l'une de ses tranches qui est destinée à être orientée vers les moyens de capture d'images 90, une figure géométrique 61 constituée de motifs géométriques qui comme précédemment sont des bandes sombres séparées les unes des autres d'une distance connue et qui s'étendent selon la

direction longitudinale de la tranche correspondante de l'élément de repérage 60. Il en résulte qu'ici, chaque bande sombre est disposée sensiblement à l'horizontale dans la configuration du porteur et que la direction d'étendue de la figure géométrique 61 est verticale.

5 L'élément de repérage vertical 60 est fixé sur la face supérieure de la barre de maintien 190 en son centre. La direction longitudinale, c'est-à-dire la direction d'étendue, de la figure géométrique 61 forme, en projection dans le plan sagittal PSAG, un angle fixe TETA de  $30^\circ$  avec la normale N90 au plan de la face supérieure de la barre de maintien 190 dans la configuration du porteur (figure 2).

10 À proximité des extrémités libres des baguettes 23, 24, il est prévu deux branches 21, 22 parallèles entre elles et perpendiculaires aux baguettes 23, 24. Dans la configuration du porteur assis ou debout, les branches 21, 22 sont sensiblement verticales. Lorsque le système de repérage 20 est fixé sur la monture, les branches 21, 22 sont situées du côté des tempes gauche et droite du porteur, à proximité des branches 13, 14 de la monture 10 (voir figure 3).

15 Deux tiges 37, 38 horizontales sont montées coulissantes le long des branches 21, 22 verticales. Chaque tige comporte à son extrémité dirigée vers l'autre tige, une paire de prismes 30, 40 constituée de deux prismes 31, 32, 41, 42 à pentes inversées. Comme représenté à la figure 4 une ligne de séparation 33 apparaît entre chacun des deux prismes. Les deux prismes dévient les rayons dans la direction horizontale H1, ou encore selon l'axe OX, avec la même intensité mais en sens opposés. Cette paire de prismes 30, 40 permet comme expliqué ci-après de mesurer la distance entre chaque lentille 100, 101 et l'oeil OG, OD correspondant. La structure du système de repérage 20 est conçue de telle sorte que les prismes 31, 32, 41, 42 viennent en appui par gravitation contre les lentilles de présentation 100, 101, lorsque le système de repérage 20 est fixé sur la monture 10 disposée sur le nez du porteur. Cet appui par gravitation est obtenu en concevant le système de repérage de telle sorte que son centre de gravité soit situé vers l'avant, c'est-à-dire du côté des figures géométriques. On peut également lester l'avant des plaques triangulaires. En variante, pour appuyer les prismes sur chaque lentille, on peut prévoir des moyens de rappel élastiques des tiges 21, 22 portant ces prismes.

25 Ici les tiges 37, 38 qui supportent les paires de prismes 30, 40 sont fixes horizontalement par rapport aux branches 21, 22 du système de repérage 20. Les

prismes sont donc conçus pour être suffisamment étendus horizontalement afin de couvrir les pupilles PG, PD du porteur quelle que soit la valeur de la distance interpupillaire de celui-ci.

5 Les moyens de capture d'images 90 présentent une résolution d'image en nombre de pixels qui dépend des paramètres CCD (Coupled Charge Device) et des caractéristiques de l'objectif 94 des moyens de capture d'images 90. Les moyens de capture d'images 90 sont pourvus d'un pied 91 qui est réglable en hauteur pour permettre une capture aisée de l'ensemble de la monture 10 et du système de repérage 20 porté par le porteur.

10 Ici, les moyens de capture d'images 90 sont conçus de telle sorte que la capture d'image soit réalisée pour une position assise du porteur. Les moyens de capture d'images 90 présentent ainsi un faible encombrement et peuvent être disposés sur une table en face du siège sur lequel s'assoit le porteur. En variante, on peut prévoir que les moyens de capture d'images soient conçus pour réaliser  
15 une capture d'image dans une configuration du porteur debout.

Préférentiellement, les moyens de capture d'images 90 comporte une diode infrarouge 92. En effet, la rétine de l'oeil se comporte comme un miroir, ce qui permet lors de la capture d'image d'obtenir des yeux rouges. Le traitement de l'image capturée est alors facilité.

20 Le système de traitement et de calcul 93 de l'image acquise comporte ici un microordinateur sur lequel est installé un logiciel de traitement et de calcul de l'image acquise. En variante, on peut prévoir que le système de traitement et de calcul soit un système autonome qui comporte, d'une part, un écran d'affichage pour communiquer les résultats obtenus et, d'autre part, une connectique pour  
25 permettre de communiquer ces résultats à d'autres appareils. On peut également prévoir dans le cas d'un système autonome de traitement que ce système soit intégré ou non aux moyens de capture d'images 90.

Le dispositif de détermination décrit ci-dessus permet de mettre en œuvre le procédé suivant de détermination de la configuration du référentiel de  
30 chaque lentille correctrice à monter dans la monture, par rapport au référentiel du porteur.

Le procédé est ici décrit pour l'oeil gauche OG et est bien entendu valable pour l'oeil droit OD. On rappelle que les directions droite et gauche sont prises en référence à la figure 3 en vue de face du porteur.

Comme représenté à la figure 5, l'opticien positionne la paire de lunettes de présentation surmontée du système de repérage 20 sur le nez du porteur. Le porteur est en configuration assise et sa tête est droite, c'est-à-dire, comme rappelé ci-avant, que le plan de Francfort PF est parallèle au plan horizontal PH.

5 Comme représenté à la figure 3, les deux pinces de fixation 25, 26 de la baguette 23 sont appliquées sur la partie supérieure du cercle 11 gauche de la monture 10. De même, les deux pinces de fixation 27, 28 de la baguette 24 sont appliquées sur la partie supérieure du cercle 12 droit de la monture 10. Préférentiellement, les pinces de fixation 25, 26 et 27, 28 de chaque paire sont  
10 écartées le plus possible l'une de l'autre, de manière que la baguette 23, 24 correspondante suive la composante horizontale de l'orientation du cercle 11, 12 sur lequel elle est fixée. La composante horizontale de l'orientation d'un des cercles correspond globalement à l'inclinaison de la lentille de présentation associée par rapport au plan sagittal, en projection dans le plan de Francfort,  
15 comme expliqué ci-après plus précisément.

La barre de maintien 190 permet de s'assurer que les deux éléments de repérage horizontal 70, 80 restent sensiblement coplanaires. Il en résulte que l'élément de repérage vertical 60 s'étend bien dans le plan de symétrie de la monture lorsque le système de repérage 20 est monté sur la monture 10 (voir  
20 figures 3 et 5).

Chaque paire de prismes 30, 40 portée par la tige 37, 38 réglable en hauteur est disposée par l'opticien en regard des pupilles PG, PD des yeux correspondants. Plus précisément, l'opticien fait passer, en vue de face du porteur, la ligne de séparation 33 de chaque paire de prismes 30, 40 par le centre  
25 de la pupille PG, PD correspondant (figure 4).

Le système de repérage 20 est conçu de telle sorte que chaque paire de prismes 30, 40 positionnée en regard de la pupille PG, PD associée prenne appui par gravité sur la face avant de la lentille de présentation 100, 101 correspondante. Il en résulte que la normale N90 au plan de la face supérieure de  
30 la barre de maintien 190 suit la composante verticale de l'orientation de la monture 10. La composante verticale de l'orientation de la monture 10 correspond globalement à l'inclinaison du plan moyen des cercles de la monture par rapport au plan vertical PVO passant par les deux yeux, en projection dans le plan sagittal, comme expliqué ci-après plus précisément (figure 6).

En parallèle, l'appui par gravitation des paires de prismes 30, 40 sur la lentille de présentation 100, 101 correspondante entraîne le basculement des baguettes 23, 24 autour d'un axe de basculement parallèle à l'axe passant par les centres des deux pupilles. Les pinces de fixation jouent ainsi un rôle de charnière  
5 pour le basculement du système de repérage autour de l'axe de basculement.

Les deux points d'appui des pinces de fixation 25, 26 sur le cercle 11 la monture 10 et le point d'appui de la paire de prismes 30 sur la lentille de présentation 100 (c'est-à-dire le point de l'emplacement de la croix de montage) définissent un plan moyen PLG de la lentille de présentation 100 que l'on associe  
10 au plan moyen de la lentille correctrice dans la configuration du porté (figures 1 et 3). On définit de même le plan PLD de la lentille de présentation 101 passant par les deux points d'appui des pinces de fixation 27, 28 sur le cercle 12 la monture 10 et le point d'appui de la paire de prismes 40 sur la lentille de présentation 101.

On cherche à déterminer l'orientation de ces plans PLG, PLD pour  
15 connaître l'orientation de chaque lentille correctrice à réaliser, par rapport au référentiel du porteur. Pour déterminer l'orientation de chacun des plans PLG, PLD, on détermine l'orientation de l'axe XLG, XLD qui passe par le point d'appui de la paire de prismes 30, 40 sur la lentille de présentation 100, 101 et qui est normal au plan PLG, PLD.

20 Comme représenté sur la figure 8, on définit les axes XLGH, XLDH comme les projections dans le plan horizontal, ou plan de Francfort, des axes XLG, XLD. De même, on définit les axes XLV comme les projections dans le plan sagittal des axes XLG, XLD (figure 6). Ici on considère que les projections dans le plan sagittal des axes XLG, XLD donnent chacune le même axe projeté XLV. En  
25 variante, il est possible de distinguer les deux projections des axes XLG, XLD dans le plan sagittal.

La composante horizontale de l'orientation de chaque lentille 100, 101 correspond ainsi à l'angle AXLGH, AXLDH que forme l'axe XLGH, XLDH avec le plan sagittal PSAG de la tête du porteur. De même la composante verticale de  
30 l'orientation de chaque lentille 100, 101 correspond à l'angle AXV que forme l'axe XLV avec le plan de Francfort. Reste alors à déterminer les angles AXLGH, AXLDH et AXV pour déterminer l'orientation de chaque lentille par rapport au porteur.

Comme représenté sur la figure 8, l'angle AXLGH, formé entre l'axe XLGH et le plan sagittal PSAG, correspond sensiblement à l'angle AMG formé dans le plan horizontal PH entre, d'une part, la droite D1 passant par les pinces de fixation 25, 26 situées sur le cercle gauche 11, à proximité respectivement du pontet nasal 15 et de la branche gauche 13, et, d'autre part, le plan facial PV2 (parallèle au plan PVO). De même, l'angle AXLDH correspond sensiblement à l'angle AMD formé entre, d'une part, la droite D2 passant par les pinces de fixation 27, 28 situées sur le cercle 12 à proximité du pontet nasal 15 et de la branche droite 14 et, d'autre part, le plan facial PV2. Pour déterminer chacun des angles AXLG, AXLDH, il suffit ainsi de déterminer les angles AMG et AMD.

De même, comme représenté sur la figure 6, l'angle AXV est sensiblement égal à l'angle AMV formé, en projection dans le plan sagittal PSAG, entre, d'une part, le plan vertical PVO passant par les yeux OG, OD et perpendiculaire au plan sagittal PSAG des lentilles et, d'autre part, le plan moyen PMC des deux lentilles 100, 101 (ou encore des deux cercles 11, 12 de la monture 10). Pour déterminer l'angle AXV, il suffit ainsi de déterminer l'angle AMV.

L'opticien règle le pied 91 des moyens de capture d'images 90 et capture dans le plan de capture PCI l'image de la tête du porteur équipé de la paire de lunettes de présentation surmontée du système de repérage 20. L'image obtenue correspond à l'image de la figure 3. La capture de l'image est réalisée ici à une distance du porteur comprise entre 50 et 120 cm dans un plan de capture PCI. Ce plan de capture PCI est facial, c'est-à-dire sensiblement parallèle au plan PVO normal au plan de Francfort passant par les yeux OG, OD (Figures 5 et 6).

Comme représenté sur la figure 2, on définit l'angle ARHG comme étant l'angle formé, dans le plan horizontal PH, entre, d'une part, le plan facial vertical PV2 perpendiculaire au plan sagittal PSAG, et d'autre part, la direction longitudinale de la figure géométrique 71. Lorsque cet angle ARHG varie, l'écart entre les bandes noires varie lui aussi en projection dans le plan de capture d'images PCI parallèle au plan facial PV2. Cet angle ARHG est égal à la somme de l'angle AMG et de l'angle fixe TETA de  $30^\circ$ . L'angle ARHG varie donc de la même manière que l'angle AMG. Il en est de même pour l'élément de repérage horizontal 80 pour lequel on définit l'angle ARHD comme la somme de l'angle AMD et de l'angle fixe TETA de  $30^\circ$ .

Le système de traitement et de calcul 93 mesure l'écart entre les bandes sombres de la figure géométrique 71 de l'élément de repérage horizontal 70 sur l'image qu'il a capturée, dans la configuration du porté. Pour limiter les erreurs de mesure sur l'image capturée, dues aux pixels de l'image capturée, le système de traitement et de calcul 93 mesure l'écart entre les bandes deux à deux et calcule une moyenne de cet écart. Puis par comparaison avec une configuration de référence de la figure géométrique 71 pour laquelle l'angle ARHG et l'écart entre les bandes est connu, il détermine la variation d'écart entre les bandes entre la configuration du porté et la configuration de référence. Puis, le système de traitement et de calcul 93 détermine, en fonction de cette variation d'écart, l'angle ARHG. L'angle AMG est ensuite déterminé à partir de l'angle ARHG.

Pour réaliser une comparaison valable des écarts entre les bandes, le système de traitement et de calcul doit prendre en compte le facteur d'échelle de l'image capturée. La connaissance du facteur d'échelle permet de ramener les valeurs d'écart de bandes mesurées sur l'image capturée et les valeurs d'écart de bandes de référence à la même échelle pour pouvoir réaliser une comparaison des écarts de bande. Ce facteur d'échelle est déterminé à partir de la distance qui sépare le système de repérage des moyens de capture images.

La distance de séparation, référencée X, peut être obtenue par la méthode de calcul exposée ci-dessous.

Comme schématisé sur la figure 9, la direction longitudinale de la figure géométrique 193 de la barre de maintien 190 forme un angle ALPHA0 avec la normale NAOP à l'axe optique AOP, en vue de dessus du dispositif de détermination. De même la direction longitudinale de chaque figure géométrique 71, 81 des éléments de repérage correspondant 70, 80 forme un angle BETA0 avec la direction longitudinale de la figure géométrique 193 de la barre de maintien 190

On considère également que les figures géométriques 71, 81 ont chacune la même longueur H connue et que la figure géométrique 193 possède également une longueur L connue.

On mesure, en prenant l'écart entre les bandes sombres, la longueur apparente T de la figure géométrique 193 de la barre de maintien 190 dans le plan focal PFOC de l'objectif 94. On a la relation  $L \cdot \cos(\text{ALPHA}0) \cdot F/X = T$  avec F la distance focale de l'objectif 94.



On mesure également les longueurs apparentes T1 et T2 des figures géométriques 71, 81 dans le plan focal PFOC. On obtient les relations :

$$H \cdot \cos(\text{BETA0} - \text{ALPHA0}) \cdot F/X = T1 \text{ et } H \cdot \cos(\text{BETA0} + \text{ALPHA0}) \cdot F/X = T2.$$

On calcule alors de façon approchée BETA0 en sommant les deux  
5 longueurs apparentes T1 et T2 :

$$T1 + T2 = 2 \cdot \cos \text{BETA0} \cdot \cos \text{ALPHA0} \cdot H \cdot F/X \text{ et,}$$

en considérant  $\cos \text{ALPHA0}$  proche de 1, on obtient :

$$T1 + T2 = 2 \cdot \cos \text{BETA0} \cdot H \cdot T / L$$

On en tire une valeur approchée de BETA0.

10 On calcule ensuite le rapport K de ces deux longueurs pour éliminer  $H \cdot F/X$  :  $K = (\cos \text{BETA0} \cos \text{ALPHA0} + \sin \text{BETA0} \sin \text{ALPHA0}) / (\cos \text{BETA0} \cos \text{ALPHA0} - \sin \text{BETA0} \sin \text{ALPHA0})$ . Les valeurs de K et BETA0 étant connues, on calcule ALPHA0 avec la relation :

$$\tan(\text{ALPHA0}) = [(K-1) \cdot \cos \text{BETA0}] / [(K+1) \cdot \sin \text{BETA0}]$$

15 On en déduit donc la distance X, grâce à la mesure de T, les valeurs de F et L étant connues :

$$X = L \cdot \cos(\text{ALPHA0}) \cdot F/T$$

Il est également possible d'utiliser un télémètre à diodes laser pour déterminer directement cette distance de séparation.

20 Le système de traitement et de calcul 93 mesure également l'écart entre les bandes sombres de la figure géométrique 81 de l'élément de repérage horizontal 80 sur l'image qu'il a capturée, dans la configuration du porté. Comme précédemment, pour limiter les erreurs de mesure sur l'image capturée, dues aux pixels de l'image capturée, le système de traitement et de calcul 93 mesure l'écart  
25 entre les bandes deux à deux et calcule une moyenne de cet écart. Puis, par comparaison avec une configuration de référence de la figure géométrique 81 pour laquelle l'angle ARHD et l'écart entre les bandes est connu, il détermine la variation d'écart entre les bandes entre la configuration du porté et la configuration de référence. La comparaison des écarts de bandes est réalisée en tenant compte  
30 du facteur d'échelle de l'image capturée. Puis, le système de traitement et de calcul 93 détermine, en fonction de cette variation d'écart, l'angle ARHD. Puis l'angle AMD est déterminé à partir de l'angle ARHD.

Comme représenté sur la figure 2, on définit l'angle ARV comme étant l'angle formé, en projection dans le plan sagittal PSAG, entre, d'une part, le plan

facial PVO, et d'autre part, la direction longitudinale de la figure géométrique 61. Lorsque cet angle ARV varie, l'écart entre les bandes noires varie lui aussi en projection dans le plan de capture d'images PCI. Cet angle ARV est égal à la somme de l'angle AMV et de l'angle fixe TETA de  $30^\circ$  que forme la figure géométrique 61 avec la normale N90. L'angle ARV varie donc de la même manière que l'angle AMV.

Le système de traitement et de calcul 93 mesure alors l'écart entre les bandes de la figure géométrique 61 sur l'image qu'il a capturée. Comme précédemment, il est prévu une configuration de référence de la figure géométrique 61 pour laquelle le couple de données constituées de l'angle ARV et de l'écart entre les bandes est connu. Par comparaison des valeurs de mesures d'écart de bandes réalisées sur l'image capturée avec les valeurs d'écart de bandes de référence, le système de traitement et de calcul 93 en déduit une variation d'écart. Comme précédemment, la comparaison des écarts de bandes est réalisée en tenant compte du facteur d'échelle de l'image capturée. Puis, le système de traitement et de calcul détermine, en fonction de cette variation d'écart, l'angle ARV. Puis l'angle AMV est déterminé à partir de l'angle ARV.

Le système de traitement et de calcul détermine ainsi l'orientation des axes XLG, XLD de chaque lentille gauche et droite par rapport au plan de Francfort et au plan sagittal PSAG. En conséquence, l'orientation des plans associées à chaque lentille de présentation gauche et droite est connue dans le référentiel du porteur. On connaît alors l'orientation de chaque lentille correctrice à monter dans la monture par rapport à l'oeil correspondant.

Pour calculer la distance entre la lentille 100 et l'oeil OG correspondant, le système de traitement et de calcul 93 détermine la distance D entre le centre de la partie supérieure gauche PGS de l'image de la pupille PG déviée par le premier prisme 31 et le centre de la partie inférieure PGI de l'image de la pupille déviée par le deuxième prisme 32 (figure 4).

Pour calculer la distance entre la lentille 100 et l'oeil OG correspondant, le système de traitement et de calcul 93 détermine la distance D entre le centre de la partie supérieure gauche PGS de l'image de la pupille PG déviée par le premier prisme 31 et le centre de la partie inférieure PGI de l'image de la pupille déviée par le deuxième prisme 32 (figure 4).

Le système de traitement et de calcul 93 détermine alors la distance entre la lentille 100 et l'œil OG à partir de la distance D au moyen d'une relation de proportionnalité. La distance entre la lentille 101 et l'œil OD correspondant est déterminée de même. On déduit alors de la distance entre chaque lentille 100, 5 101 et l'œil OG, OD correspondant et de l'orientation de chaque lentille, la configuration du référentiel de la lentille correctrice à réaliser par rapport aux yeux du porteur.

Dans une configuration du porteur telle que, d'une part, le porteur regarde droit devant lui, c'est-à-dire telle que le plan sagittal PSAG est 10 perpendiculaire au plan de capture d'images PCI, l'angle AMG doit être égal à l'angle AMD.

Lorsque les angles AMG, AMD présentent un écart de valeurs, on en déduit alors que la tête du porteur est tournée d'un angle de pivotement APIV 15 donné.

Comme représenté sur la figure 7, l'angle de pivotement APIV est l'angle formé, dans le plan horizontal PH, entre la médiatrice AO des deux yeux et l'axe normal au plan de capture d'images PCI.

La différence de valeur entre l'angle AMG et l'angle AMD est proportionnelle à la valeur de l'angle APIV. Le système de traitement et de calcul 20 93 calcule alors une valeur de l'angle de pivotement APIV en fonction de la différence de valeur mesurée entre les angles AMG, AMD. Cette valeur de l'angle de pivotement APIV permet de corriger les valeurs des angles AMG, AMD.

En outre, pour améliorer la personnalisation de la conception optique de chaque lentille, on détermine également des paramètres géométrico- 25 morphologiques qui permettent d'améliorer la répartition des gradients d'indice lors de la conception de la lentille.

Le système de traitement et de calcul 93 détermine ainsi par reconnaissance d'image, en tenant compte du facteur d'échelle, les cotes de largeur B et de longueur A de chacun des cercles 11, 12 entourant les lentilles de 30 présentation. Le système de traitement et de calcul 93 détermine également par reconnaissance d'image la hauteur HG, HD de l'œil OG, OD correspondant en mesurant sur l'image capturée, en tenant compte du facteur d'échelle, la distance séparant la ligne de séparation 34 positionnée sur le centre de la pupille PG,PD et le point de référence pris comme étant le point le plus bas de la lentille.

Pour mesurer l'écart interpupillaire PDS, le système de traitement et de calcul 93 détermine par reconnaissance d'image, pour chaque oeil, le centre du segment défini entre les points N1, N2 (Figure 4). Les points N1, N2 sont définis par les points d'intersection des images déviées des contours inférieur et supérieur de la pupille avec la ligne de séparation 34, qui sont les plus éloignés entre eux. En effet, les déviations dues aux prismes de chaque paire de prisme étant de même intensité mais de sens opposés, le centre du segment N1N2 défini ci-dessus correspond bien au centre de la pupille non déviée. Le segment défini par les centres ainsi obtenus des deux pupilles PG, PD fournit la distance interpupillaire PDS. On peut également mesurer les demi-écarts pupillaires PDS1, PDS2 en mesurant la position horizontale du centre de chaque pupille PG, PD par rapport au centre du pontet nasal 15.

La mesure de l'écart interpupillaire PDS ou ses demi-écarts pupillaires PDS1, PDS2 est réalisée ici pour une configuration de convergence de référence. Selon cette configuration de convergence de référence, il est prévu que les yeux du porteur fixent une lumière sur les moyens de capture d'images, par exemple la diode infrarouge 92, que le porteur vise du regard. Le système de traitement et de calcul détermine alors, en fonction de la distance de prise de capture et de la valeur d'écart interpupillaire PDS (ou de demi-écart) correspondante mesurée, la valeur de cet écart interpupillaire pour une vision à l'infini.

Bien entendu, toutes les mesures réalisées sur l'image tiennent compte du facteur d'échelle.

Il est également possible d'améliorer la précision de calcul des valeurs de la distance interpupillaire, demi-écart interpupillaire, et de la cote de largeur A en corrigeant ces valeurs calculées en fonction des angles AMD, AMG précédemment calculés, ou encore de l'angle de pivotement APIV ou de la différence de distance entre les yeux OG, OD et les lentilles 100, 101 correspondantes. De même, les mesures de la cote de hauteur B et de la hauteur HG, HD de la pupille de chaque oeil peuvent être améliorées en tenant compte de la valeur de l'angle AMV.

L'inclinaison des directions longitudinales des figures géométriques 71, 81 par rapport aux directions longitudinales des baguettes 23, 24 est utilisée pour augmenter les valeurs de variations d'écart entre les bandes lorsque les angles AMG, AMD varient. L'écart entre deux bandes résultant de la variation des angles

AMG, AMD par rapport aux configurations de référence connues est ainsi plus facilement repérable. Ainsi la comparaison des écarts est représentative de la composante horizontale de l'orientation de chacun des cercles 11, 12 de la monture, et donc de chaque lentille, ce qui limite les erreurs de mesure.

5 Il en est de même de l'inclinaison de la direction longitudinale de la figure géométrique 61 par rapport à la normale N90. En effet, cette inclinaison augmente les valeurs de variations d'écart entre les bandes lorsque l'angle AMV varie.

En variante, comme représenté sur la figure 10, il est possible d'utiliser un seul prisme 31 par œil. Le bord inférieur 34 joue alors le rôle de la ligne de  
10 séparation. Comme représenté sur la figure 11, la ligne de séparation définie par le bord inférieur 34 est placée sur le centre de la pupille PG du porteur. L'image de la partie supérieure de la pupille est déviée horizontalement d'une distance D3, tandis que l'image de la pupille inférieure est visible directement par les moyens de capture d'images 90 sans être déviée. Comme précédemment on déduit de la  
15 distance D3 la distance entre la lentille 100 et l'œil OG correspondant. On déduit de même la distance entre l'œil OD et la lentille 101.

En outre comme les moyens de capture d'images 90 voient directement la partie inférieure de chaque œil, le système de traitement et de calcul 93 peut mesurer directement sur l'image capturée, en tenant compte du facteur d'échelle,  
20 la distance interpupillaire PDS ou les demi-écarts interpupillaire PDS1, PDS2. La suppression d'un prisme par œil permet également de diminuer le nombre de pièces utilisées et d'obtenir un gain de poids.

Il est également prévu un deuxième mode de réalisation qui reprend en partie les éléments du premier mode de réalisation représentés en particulier sur  
25 les figures 2 et 3. Comme représenté sur la figure 12, on retrouve un système de repérage 200 qui comporte un élément de repérage 700 associé à l'œil gauche OG du porteur, ou encore à la lentille gauche, et un élément de repérage 800 associé à l'œil droit OD du porteur, ou encore la lentille droite. Chaque élément de repérage 700, 800 comporte comme précédemment une tranche qui présente une  
30 figure géométrique 710, 810 qui s'étend selon la direction longitudinale de la tranche. Les éléments de repérage 700, 800 sont comme précédemment montés sur des baguettes de telle sorte que chaque figure géométrique 710, 810 forme chacun un angle TETA d'environ 30° avec la direction longitudinale de la baguette correspondante.

On retrouve un moyen de pivotement 296 des deux éléments de repérage 700, 800 autour d'un axe vertical dans la configuration du porté.

On retrouve également une barre de maintien 290 qui comporte des ouvertures oblongues le long des quelles peuvent se déplacer des plots de guidage 294, 295 attachés aux éléments de repérage 700, 800. Dans ce  
5 deuxième mode de réalisation, l'élément de repérage vertical 60 présent dans le premier mode de réalisation a été supprimé.

Comme dans le premier mode de réalisation, les baguettes sont pourvues de moyens de fixation qui sont disposées sur les cercles des lentilles  
10 correspondantes.

Des prismes (non représentés) tels que décrits dans le premier mode de réalisation aux figures 2 ou 10 sont également utilisés pour mesurer la distance entre chaque oeil et la lentille correspondante. Ces prismes viennent en appui contre les lentilles de présentation à la position de la croix de montage de telle  
15 sorte que l'on puisse définir comme précédemment les plans PLG et PLD (figure 1) tangents à la lentille de présentation au point de la croix de montage. Ces plans PLG et PLD sont considérés comme étant également les plans tangents à la lentille correctrice à concevoir au point de la croix de montage. La détermination du vecteur normal au plan PLG, PLD correspondant permet alors de connaître  
20 l'orientation de la lentille de présentation et donc l'orientation la lentille correctrice à concevoir.

Les deux éléments de repérage 700, 800 présentent comme rappelé ci-dessus la même structure que les deux éléments de repérage 700, 800 du premier mode de réalisation mais ils sont utilisés de manière différentes comme  
25 expliqué ci-dessous. Globalement, dans ce deuxième mode de réalisation, l'orientation de chaque lentille correctrice à concevoir est déterminée à partir de l'orientation dans le plan de capture d'image de l'élément de repérage 700, 800 correspondant alors que, dans le premier mode de réalisation, l'orientation de chaque lentille correctrice à concevoir est déterminée à partir non seulement de  
30 l'élément de repérage horizontal 70, 80 correspondant mais également de l'élément de repérage vertical 60.

Le procédé de détermination de l'orientation de chaque lentille correctrice à concevoir selon ce deuxième mode de réalisation est décrit ci-

dessous pour la lentille gauche, mais est bien entendu applicable à la lentille droite.

Le repère XOYZ est défini de la manière que dans le premier mode de réalisation. Le centre O du repère est le milieu du segment joignant les deux yeux  
5 du porteur. Le plan OYZ est le plan sagittal. Le plan OXZ est le plan de Francfort considéré comme parallèle au plan horizontal PH dans la configuration du porté et le plan OXY est le plan facial.

Il en résulte que l'axe OY est sensiblement parallèle à la direction verticale V. L'axe OZ est la médiatrice des deux yeux et l'axe OX est l'axe  
10 sensiblement horizontal passant par les deux yeux.

On considère que l'orientation du plan PLG, dans la configuration du porté pour laquelle a été capturée l'image, résulte d'une rotation d'un plan initialement parallèle au plan OXY, (c'est-à-dire un plan facial) autour de l'axe vertical OY d'un angle ALPHA, puis d'une rotation autour de l'axe horizontal OX  
15 d'un angle BETA.

Comme représenté sur la figure 14, dans l'hypothèse où le plan PLG est initialement parallèle au plan vertical OXY, la baguette qui est fixée sur le cercle de la lentille est orientée selon l'axe OX. La tranche de l'élément de repérage 700 qui comporte la figure géométrique 701 est repérée par ses extrémités AB. La  
20 figure géométrique 701 s'étendant sur toute la longueur de la tranche, il revient au même de s'intéresser aux extrémités de la tranche ou aux extrémités de la figure géométrique 701. On rappelle que la direction longitudinale de la tranche forme avec la direction longitudinale de la baguette correspondante un angle TETA de l'ordre de 30°.

On considère alors que dans la configuration du porté, la tranche représentée par le segment d'extrémité AB a subi, comme le plan PLG, une rotation autour de l'axe vertical OY de l'angle ALPHA, puis une rotation autour de l'axe horizontal OX de l'angle BETA.

Comme pour le premier mode de réalisation représenté sur la figure 3,  
30 les moyens de capture d'images capturent l'image du système de repérage 200 fixé sur la monture portée par la tête du porteur. Cette capture d'image est réalisée dans le plan de capture d'image PCI qui est considéré ici comme parallèle au plan XOY.

Le calcul des angles ALPHA et BETA est réalisé à l'aide de la capture d'image de la manière suivante. Le système de traitement et de calcul 93 mesure sur l'image capturée, en tenant compte du facteur d'échelle, la longueur projetée LN du segment AB sur l'axe horizontal OX et la longueur projetée LM du segment

5 AB sur l'axe vertical OY (figure 15). Comme dans le premier mode de réalisation, la barre de maintien est utilisée pour calculer le facteur d'échelle lié à la distance de capture d'image et à la focale de l'objectif des moyens de capture d'images.

Les calculs détaillés ci-dessous établissent les équations qui permettent à partir des longueurs projetées LN et LM de déterminer les angles ALPHA et

10 BETA.

Comme rappelé ci-dessus, l'image capturée fournit une projection du segment AB dans le plan XOY. Pour simplifier les calculs on considère que, initialement, c'est-à-dire avant toute rotation d'angle ALPHA ou BETA, l'extrémité A est située sur l'axe OX et l'extrémité B est située sur l'axe OZ. Les coordonnées

15 des points A et B sont les suivantes:

$$A (L \cdot \cos(\text{TETA}), 0, 0) \text{ et } B (0, 0, L \cdot \sin(\text{TETA})).$$

La matrice de rotation MAB, qui permet d'appliquer une rotation d'angle ALPHA autour de l'axe OY puis une rotation d'angle BETA autour de l'axe OX, est la suivante dans le repère OXYZ :

20

$$\begin{pmatrix} \cos(\text{ALPHA}) & 0 & -\sin(\text{ALPHA}) \\ -\sin(\text{ALPHA}) \cdot \sin(\text{BETA}) & \cos(\text{BETA}) & -\sin(\text{BETA}) \cdot \cos(\text{ALPHA}) \\ \sin(\text{ALPHA}) & \cos(\text{BETA}) & \cos(\text{ALPHA}) \cdot \cos(\text{BETA}) \end{pmatrix}$$

25 En appliquant cette matrice aux coordonnées des points A, B du segment AB, on obtient les coordonnées des points A', B' du segment AB dans la configuration du porté :

A' ( $L \cdot \cos(\text{TETA}) \cdot \cos(\text{ALPHA})$ ,  $-L \cdot \cos(\text{TETA}) \cdot \sin(\text{ALPHA}) \cdot \sin(\text{BETA})$ ,  $-L \cdot \cos(\text{TETA}) \cdot \cos(\text{BETA}) \cdot \sin(\text{ALPHA})$ ) et

30 B ( $-L \cdot \sin(\text{TETA}) \cdot \sin(\text{ALPHA})$ ,  $-L \cdot \sin(\text{TETA}) \cdot \sin(\text{BETA}) \cdot \cos(\text{ALPHA})$ ,  $L \cdot \sin(\text{TETA}) \cdot \cos(\text{ALPHA}) \cdot \cos(\text{BETA})$ )

En prenant les deux premières coordonnées de chaque point A', B', on en déduit les relations suivantes entre les longueurs projetées LN et LM et les angles ALPHA et BETA :



$LN = L \cdot \cos(\text{TETA} - \text{ALPHA})$  et

$LM = L \cdot \sin(\text{BETA}) \cdot \sin(\text{TETA} - \text{ALPHA})$

On en déduit alors ALPHA et BETA par les relations suivantes :

$\text{ALPHA} = \arccos(NL/L) + \text{TETA}$  et

5  $\text{BETA} = \arcsin(ML/L/\sin(\text{TETA} - \text{ALPHA}))$

Le système de traitement applique la matrice de rotation MAB au vecteur OZ, de coordonnées (0,0,1) dans le repère OXYZ, qui est le vecteur normal au plan PLG au point de la croix de montage lorsque celui-ci est considéré initialement, c'est-à-dire avant toute rotation, parallèle au plan OXY. On obtient  
10 alors le vecteur normal VAB au plan PLG recherché, le plan PLG ayant subi les deux rotations d'angle ALPHA et BETA. Ce vecteur VAB a pour composantes dans le repère OXYZ :

15 
$$\begin{bmatrix} -\sin(\text{ALPHA}) \\ -\sin(\text{BETA}) \cdot \cos(\text{ALPHA}) \\ \cos(\text{ALPHA}) \cdot \cos(\text{BETA}) \end{bmatrix}$$

L'orientation de la lentille correctrice gauche est ainsi déterminée par le vecteur VAB calculé ci-dessus qui est normal au plan PLG dans la configuration  
20 du porté.

On détermine de la même manière l'orientation de la lentille correctrice droite en déterminant les composantes du vecteur normal au point de la croix de montage au plan PLD dans la configuration du porté.

Comme pour le premier mode de réalisation, la distance entre chaque  
25 œil et la lentille correspondante est déterminée au moyen d'un ou de deux prismes en mesurant la déviation de l'image de la pupille.

L'orientation de chaque lentille correctrice à concevoir ainsi que leur distance par rapport à l'œil correspondant étant déterminées, la configuration du référentiel de chaque lentille par rapport au référentiel du porteur, et notamment  
30 par rapport à l'œil correspondant, est connue.

Le système de traitement procède également à la détermination des paramètres géométrico-morphologiques dits de répartition de gradients d'indice tels que la distance interpupillaire, les demi-distances interpupillaires, la hauteur

de chaque pupille, et les cotes de largeur et de longueur des cercles de la monture.

En outre, comme pour le premier mode de réalisation, si la valeur de l'angle ALPHA déterminée pour le plan PLG est différente de la valeur de l'angle  
5 ALPHA déterminée pour le plan PLD, et dans l'hypothèse que la monture est symétrique, on en déduit que la tête du porteur est tournée d'un angle de pivotement donné autour de l'axe OY. Comme précédemment, on détermine cet angle de pivotement qui est proportionnel à la différence de valeurs des angles  
10 ALPHA mesurés et on recalcule les longueurs mesurées sur l'image capturée en fonction de l'angle de pivotement déterminé. On peut également réaliser une ou plusieurs itérations de calcul pour obtenir des valeurs plus précises des angles ALPHA et BETA et des mesures réalisées sur l'image.

Comme représenté sur les figures 12 et 13, il est également prévu de disposer une antenne 600, ou bâtonnet, qui est fixée à un socle circulaire 601 et  
15 qui est dirigée selon la normale à ce socle. Le socle est disposé au centre de la tranche de la barre de maintien 290 qui fait face aux moyens de capture d'images 90 et qui porte la figure géométrique 293. Il en résulte que l'antenne s'étend sensiblement dans le plan horizontal PH.

Dans l'hypothèse où la capture d'image est réalisée dans un plan bien  
20 parallèle au plan facial XOY et que la monture est symétrique, l'extrémité de l'antenne est située, sur l'image capturée (c'est-à-dire en projection), au centre de la face circulaire du socle. Dans l'hypothèse où la capture d'image est réalisée dans un plan non parallèle au plan facial XOY et/ou dans l'hypothèse où la monture n'est pas symétrique, l'extrémité de l'antenne est décalée  
25 horizontalement par rapport au centre de la face circulaire du socle. Le système de traitement détermine alors, en fonction de la distance de décalage mesurée de l'extrémité de l'antenne, l'angle de pivotement de la tête et/ou l'asymétrie des parties gauche et droite de la monture. Le système de traitement peut également  
30 tenir compte des valeurs mesurées des angles de rotation ALPHA des lentilles pour déterminer précisément la valeur de l'angle de pivotement et la valeur d'asymétrie des deux lentilles, le cas échéant. On peut prévoir de réaliser plusieurs itérations pour obtenir des valeurs précises des angles de rotation ALPHA des lentilles et de l'angle de pivotement de la tête du porteur.

Les mesures réalisées sur l'image sont alors corrigées en fonction des valeurs d'angle déterminées ci-dessus.

Dans le cas d'une monture symétrique, l'antenne peut être utilisée pour positionner correctement la tête du porteur avant la capture d'image, en s'assurant qu'il n'y ait pas, en projection dans le plan facial, de décalage de l'extrémité de l'antenne par rapport au centre du socle afin d'avoir un angle de pivotement de la tête nul.

La barre de maintien 290 est également utilisée pour orienter l'image capturée de telle sorte que l'axe OX soit bien situé dans le plan horizontal. Si l'on mesure un angle non nul entre la direction longitudinale de la barre de maintien 290, qui est la direction de l'axe OX, avec la direction horizontale de l'image capturée, le système de traitement applique une rotation en sens inverse de la même valeur pour rétablir l'axe OX parallèle à l'horizontale.

La présente invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés, mais l'homme du métier saura y apporter toute variante conforme à son esprit.

En variante, on peut prévoir que le dispositif soit conçu pour fonctionner pour une orientation du plan de Francfort qui n'est pas parallèle au plan horizontal PH du repère terrestre. Il est alors possible de mettre en œuvre les premier et deuxième modes de réalisation du procédé décrit ci-dessus, mais en considérant que la direction verticale est définie relativement au porteur et non pas par rapport au repère terrestre. Autrement dit, la direction verticale est alors définie comme étant la direction perpendiculaire à l'axe primaire de regard du porteur et contenue dans le plan sagittal PSAG. Le plan horizontal, perpendiculaire à la direction verticale, est alors défini comme étant confondu avec le plan de Francfort.

Les procédés décrits dans les premier et deuxième modes de réalisation et leurs variantes peuvent également être appliqués dans le cas d'une paire de lunettes de type percée. Dans ce cas, chaque baguette est directement fixée sur la lentille de présentation correspondante. Les calculs ou mesures réalisés relativement aux cercles (géométrie, orientation) dans la description ci-dessus sont alors réalisés relativement aux lentilles de présentation montées sur la monture de type percé. En variante, pour une monture de type cerclée, on peut prévoir de réaliser ces procédés avec une monture dépourvue de lentilles de présentation. Dans ce cas, les tiges des prismes appuient sur les cercles de la

monture. On peut alors définir globalement pour chaque cercle son plan moyen passant par la position la croix de montage. On réalise alors les procédés tels que décrit dans le premier où le deuxième mode de réalisation en recherchant l'orientation de ce plan.

- 5           Toujours dans le cas d'une monture de type cerclée, il est possible de ne prévoir qu'une lentille de présentation gauche ou droite, en considérant que la configuration du référentiel de l'autre lentille est obtenue par symétrie par rapport au plan de symétrie de la monture. Dans ce cas, il est possible de garder les deux éléments de repérage associés aux deux yeux pour déterminer un éventuel angle
- 10 de pivotement. Il est également possible de ne prévoir qu'un seul élément de repérage associé à un des deux yeux, en supposant que la tête est bien droite et que le plan de symétrie de la monture est bien confondu avec le plan sagittal.

- En variante, pour le calcul de la distance entre la lentille et l'oeil correspondant avec un seul prisme on peut réaliser un relevé de la distance de
- 15 décalage à l'oeil nu au moyen d'une graduation portée sur le bord inférieur du prisme ou un relevé manuel à l'aide d'un réglet.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de détermination, dans les conditions du porté, d'au moins une composante de l'orientation d'une lentille ophtalmique correctrice de lunettes par rapport à la tête de son futur porteur, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes  
5 de :
  - montage sur la monture (10) et/ou sur une lentille de présentation (100,101) équipant la monture d'un système de repérage (20 ; 200) comportant au moins un élément de repérage (60, 70, 80 ; 700 ; 800) ayant au moins une caractéristique géométrique connue,
  - 10 - capture en deux dimensions, dans un plan facial vertical (PCI), de l'image de l'élément de repérage (60, 70, 80 ; 700 ; 800),
    - traitement de cette image capturée de l'élément de repérage pour en mesurer une caractéristique géométrique dépendant de la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage,
    - 15 - calcul, en fonction de cette caractéristique géométrique mesurée de l'image capturée de l'élément de repérage et de la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage, d'au moins une composante de l'orientation de la lentille.
2. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la composante  
20 calculée correspond à une orientation autour d'un axe sensiblement transversal à l'axe de regard primaire du porteur.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel on compare la caractéristique géométrique mesurée de l'image capturée de l'élément de repérage avec la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage,  
25 et en ce que l'étape de calcul d'au moins une composante de l'orientation de la lentille est réalisée en fonction de cette comparaison.
4. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel on calcule, en fonction de cette comparaison, au moins la composante horizontale de l'orientation de la lentille correctrice.
- 30 5. Procédé selon l'une des revendications précédentes prise en dépendance de la revendication 3, dans lequel :
  - le système de repérage (20) comporte au moins deux éléments de repérage horizontal (70, 80), dont un premier élément de repérage horizontal (70)

monté directement ou indirectement sur un des deux cercles (11) de la monture (10) ou sur une des deux lentilles de présentation (100) équipant la monture (10) et un second élément de repérage horizontal (80) monté sur l'autre cercle (12) de la monture (10) ou sur l'autre lentille de présentation (101),

5 - l'étape de capture comporte la capture en deux dimensions, dans un plan facial (PCI), de l'image des éléments de repérage horizontal (70, 80),

- l'étape de traitement comporte le traitement de cette image capturée pour en mesurer, pour chaque élément de repérage, une caractéristique géométrique dépendant de la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage correspondant,

10 - l'étape de comparaison comporte les comparaisons des caractéristiques géométriques mesurées de l'image capturée des éléments de repérage avec les caractéristiques géométriques connues correspondantes de ces éléments de repérage horizontal (70, 80) et le calcul, en fonction de ces comparaisons, d'au moins une composante horizontale de l'orientation de la  
15 lentille correctrice.

6. Procédé selon la revendication précédente, appliqué à la détermination, dans les conditions du porté, d'au moins une composante horizontale de l'orientation de chaque lentille correctrice d'une même paire de lunettes par  
20 rapport à la tête du futur porteur et dans lequel on calcule, en fonction des comparaisons des caractéristiques géométriques mesurées de l'image capturée des éléments de repérage (70, 80) avec les caractéristiques géométriques connues correspondantes, au moins la composante horizontale de l'orientation et  
chaque lentille correctrice.

25 7. Procédé selon l'une des deux revendications précédentes, dans lequel on calcule, en fonction des comparaisons des caractéristiques géométriques mesurées de l'image capturée des éléments de repérage horizontal (70, 80) avec les caractéristiques géométriques connues correspondantes, la composante horizontale (APIV) de l'orientation de la médiatrice des yeux (A0).

30 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes prise en dépendance de la revendication 3, dans lequel on calcule, en fonction de cette comparaison, au moins la composante verticale de l'orientation de la lentille.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel on mesure la distance (X) entre les moyens de capture d'image (90) et le système de repérage (20).

5 10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel on mesure sur l'image capturée, en tenant compte d'un facteur d'échelle, l'une au moins des paramètres de personnalisation suivantes : la distance inter-pupillaire (PDS), les demi-distances interpupillaire (PDS1, PDS2), les cotes de largeur (A) et de hauteur (B) de chaque lentille de présentation (100, 101), la hauteur (HG, HD) de chaque pupille.

10 11. Procédé selon la revendication précédente prise en dépendance des revendications 7 et 8, dans lequel les valeurs mesurées sur l'image capturée de la distance inter-pupillaire (PDS), les demi-distances interpupillaires (PDS1, PDS2), les cote de largeur (A) de chaque lentille de présentation (100, 101) sont corrigées en fonction de l'angle de pivotement (APIV) mesuré et en ce que les valeurs de la  
15 hauteur (B) de chaque lentille de présentation et de la hauteur (HG, HD) de chaque pupille sont corrigées en fonction de la composante verticale de l'orientation calculée.

12. Procédé selon l'une des deux revendications précédentes prise en dépendance de la revendication 9, dans lequel la distance inter-pupillaire (PDS),  
20 et/ou les demi-distances interpupillaire (PDS1, PDS2) sont calculées pour un regard du porteur à l'infini, en fonction de la distance (X) entre les moyens de capture d'images (90) et le système de repérage (20).

13. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel :

25 - le système de repérage (200) comporte au moins un élément de repérage horizontal et vertical (700) monté directement ou indirectement sur un des deux cercles de la monture ou sur une des deux lentilles de présentation équipant la monture,

- l'étape de capture comporte la capture en deux dimensions, dans un plan facial, de l'image de l'élément de repérage horizontal et vertical (700),

30 - l'étape de traitement comporte le traitement de cette image capturée pour en mesurer deux caractéristiques géométriques (LN, LM) qui dépendent de la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage horizontal et vertical (700),

- l'étape de calcul comporte le calcul, en fonction des deux caractéristiques géométriques mesurées (LN, LM) de l'image capturée de l'élément de repérage et de la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage, des composantes horizontale et verticale de l'orientation de la lentille.

5 14. Procédé de conception optique personnalisée d'une lentille ophtalmique correctrice comportant le procédé de détermination d'au moins une composante de l'orientation de la lentille correctrice par rapport à la tête du futur porteur selon l'une des revendications précédentes et le calcul des géométries de l'une et/ou  
10 l'autre des faces optiquement utiles de la lentille et/ou des gradients d'indice de la lentille en fonction de la ou des composantes de l'orientation de la lentille correctrice déterminées.

15 15. Dispositif de détermination, dans les conditions du porté, d'au moins une composante de l'orientation d'une lentille ophtalmique correctrice de lunettes par rapport à la tête de son futur porteur, caractérisé en ce qu'il comporte :

15 - un système de repérage (20 ; 200) comprenant, d'une part, des moyens de sa fixation (25, 26) sur la monture (10) ou sur au moins une lentille de présentation montée sur ladite monture, et, d'autre part, au moins un élément de repérage (60, 70, 80 ; 700, 800) ayant au moins une caractéristique géométrique connue,

20 - des moyens de capture d'images aptes à capturer l'image en deux dimensions (90), dans un plan facial vertical (PCI), de l'élément de repérage (60, 70, 80 ; 700, 800) lorsque le système de repérage (20 ; 200) est fixé sur la monture (10) portée par le porteur,

25 - des moyens de calcul et de traitement de cette image capturée pour, d'une part, mesurer une caractéristique géométrique dépendant de la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage et, d'autre part, calculer, en fonction de cette caractéristique géométrique mesurée de l'image capturée de l'élément de repérage et de la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage, au moins une composante de l'orientation de la lentille.

30 16. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel le système de repérage (200) comporte au moins un élément de repérage horizontal et vertical (700) et des moyens pour le montage direct ou indirect de cet élément sur un cercle de la monture ou sur une lentille de présentation équipant la monture, cet élément de repérage horizontal et vertical étant agencé pour que ladite



caractéristique géométrique mesurée de l'image capturée de l'élément de repérage dépende des composantes horizontale et verticale de l'orientation dudit cercle de la monture ou de ladite lentille de présentation.

17. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel le système de repérage (200) comporte au moins un premier et un second élément de repérage horizontal et vertical (700, 800) et des moyens de montage du premier élément de repérage horizontal et vertical (700) sur un des deux cercles de la monture ou sur une des deux lentilles de présentation (100) équipant la monture et du second élément de repérage horizontal et vertical (800) sur l'autre cercle de la monture ou sur l'autre lentille de présentation.

18. Dispositif selon la revendication 15, dans lequel le système de repérage (20) comporte au moins un élément de repérage horizontal (70) et des moyens (25, 26) pour le montage direct ou indirect de cet élément sur un cercle (11) de la monture (10) ou sur une lentille de présentation (100) équipant la monture (10), cet élément de repérage horizontal (70) étant agencé pour que ladite caractéristique géométrique mesurée de l'image capturée de l'élément de repérage dépende de la composante horizontale de l'orientation dudit cercle (11) de la monture (10) ou de ladite lentille de présentation (100).

19. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel le système de repérage (20) comporte au moins un premier et un second élément de repérage horizontal (70, 80) et des moyens de montage (25, 26, 27, 28) du premier élément de repérage horizontal (70) sur un des deux cercles (11) de la monture (10) ou sur une des deux lentilles de présentation (100) équipant la monture (10) et du second élément de repérage horizontal (80) sur l'autre cercle (12) de la monture (10) ou sur l'autre lentille de présentation (101).

20. Dispositif selon l'une des revendications 17 et 19, dans lequel les deux éléments de repérage (70, 80 ; 700, 800) sont montés articulés autour d'un axe de pivotement (A1) sensiblement vertical.

21. Dispositif selon l'une des revendications 15 à 20, comportant des moyens de mesure de la distance (X) entre les moyens de capture d'images (90) et le système de repérage (20).

22. Dispositif selon l'une des revendications 15 à 21, dans lequel la caractéristique géométrique connue de l'élément de repérage (60, 70, 80 ; 700, 800) comprend une figure géométrique (61, 71, 81 ; 701, 801) conçue de telle

sorte que la configuration géométrique de cette figure géométrique (61, 71, 81 ; 701, 801 ) projetée dans ledit plan facial de capture d'images (PCI) soit représentative d'au moins une composante de l'orientation de cet élément de repérage (60, 70, 80 ; 700, 800).

5           23. Dispositif selon l'une des revendications 15 à 22, comportant au moins un élément optique à effet prismatique (31) associé à l'un des deux yeux (OG, OD) du porteur, qui présente un bord (33 ; 34) parallèle à la direction de son effet prismatique et qui est monté mobile en translation sensiblement verticalement par rapport au système de repérage (20 ; 200) pour pouvoir être mis dans une position  
10 de mesure telle que ledit bord (33 ; 34) coupe en vue de face la pupille (PG) de l'œil (OG) afin de décaler l'image d'une partie (PGS) de la pupille (PG) et dans lequel les moyens de traitements (93) sont conçus pour déduire de l'image de la partie (PGS) de la pupille (PG) décalée par l'élément optique à effet prismatique (31), la distance entre une lentille de présentation (100) équipant la monture et  
15 l'œil (OG) correspondant.

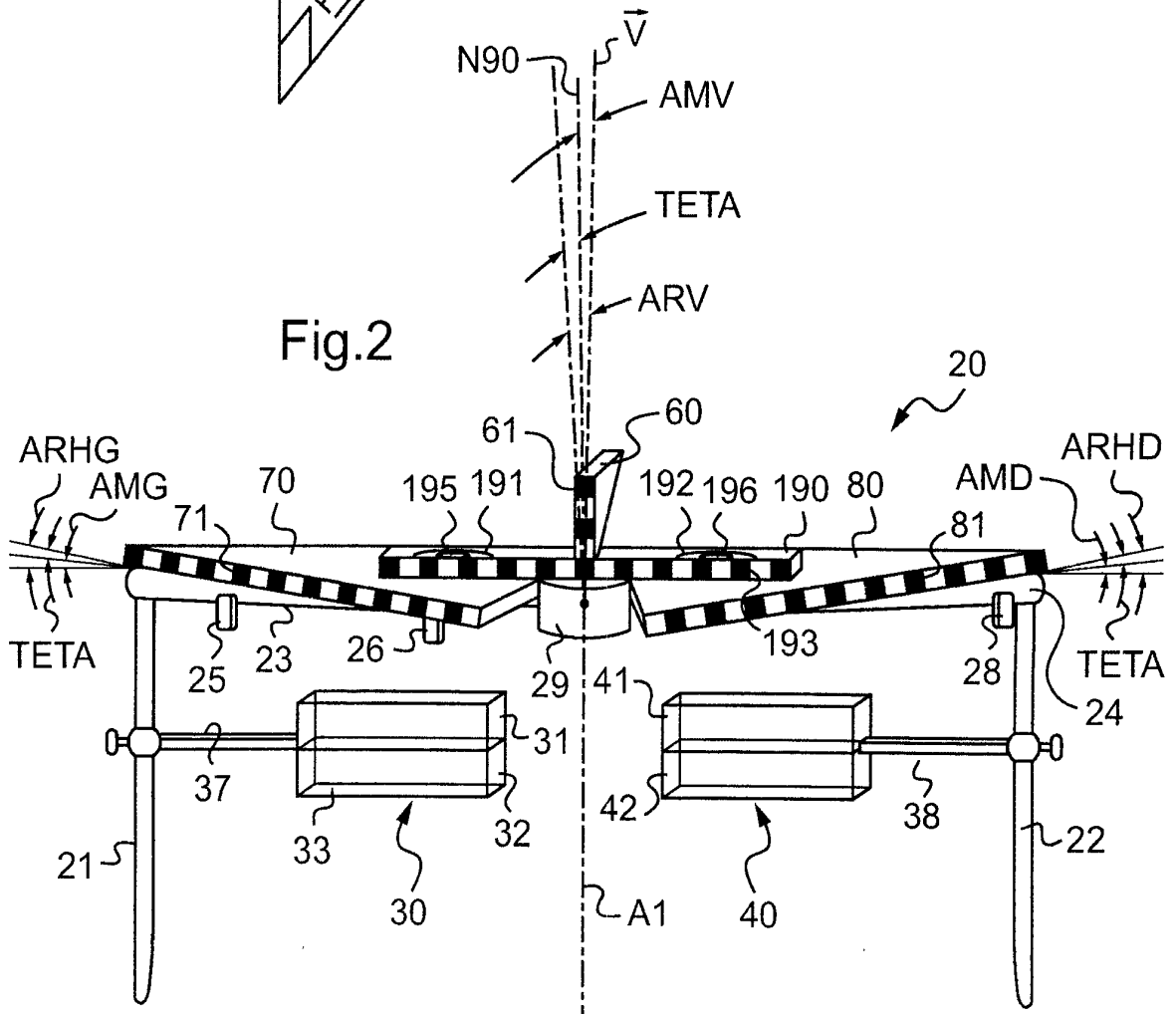
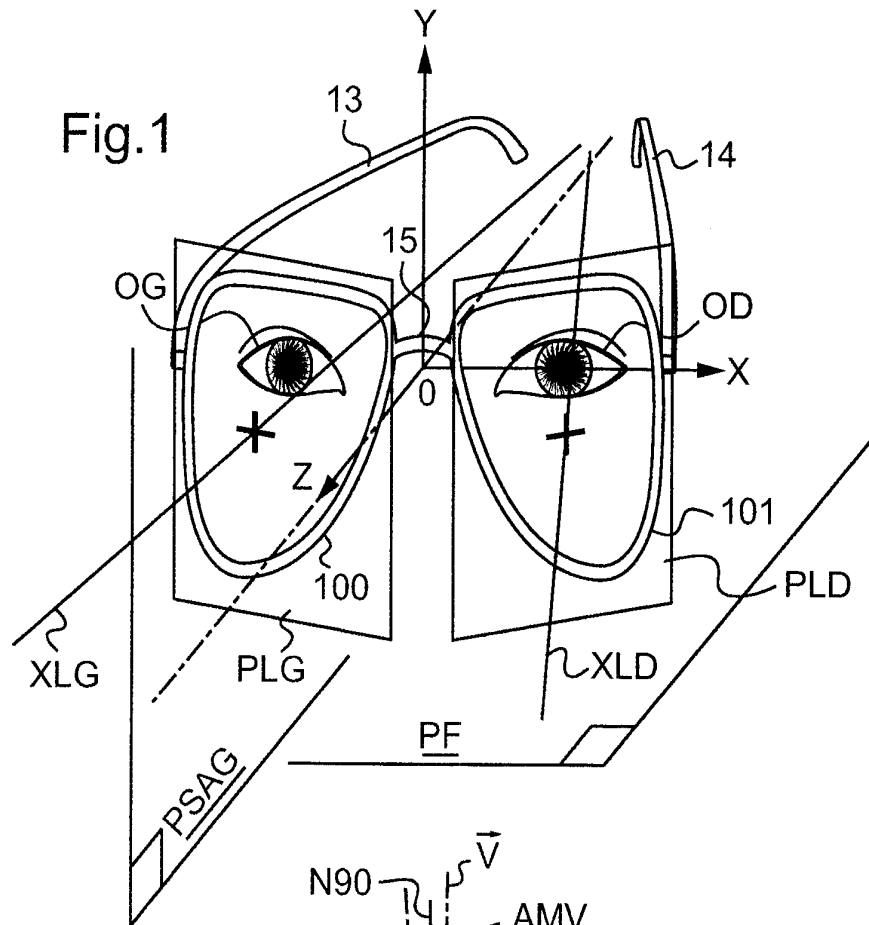
24. Dispositif selon la revendication précédente, comportant, pour l'œil considéré, un unique élément optique à effet prismatique (31).

25. Dispositif selon l'une des revendications 15 à 24, dans lequel, ledit élément de repérage (60, 70, 80 ; 700, 800) ayant au moins une caractéristique  
20 géométrique connue représentative de l'orientation de la monture (10) ou de la lentille de présentation, lesdits moyens de fixation permettent le basculement du système sur la monture autour d'un axe sensiblement horizontal et contenu dans un plan moyen de la monture ou de la lentille de présentation.

26. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel il est prévu  
25 des moyens de rappel, élastiques ou gravitaires, du système de repérage en basculement contre la lentille de présentation (100, 101) ou la monture (10).

27. Produit de programme d'ordinateur comportant des instructions pour mettre en œuvre un procédé de conception optique personnalisée d'une lentille ophtalmique correctrice selon la revendication 14.

30           28. Produit de programme d'ordinateur comportant des instructions pour mettre en œuvre un procédé de détermination d'au moins une composante de l'orientation d'une lentille correctrice par rapport à la tête d'un futur porteur selon l'une des revendications 1 à 13.



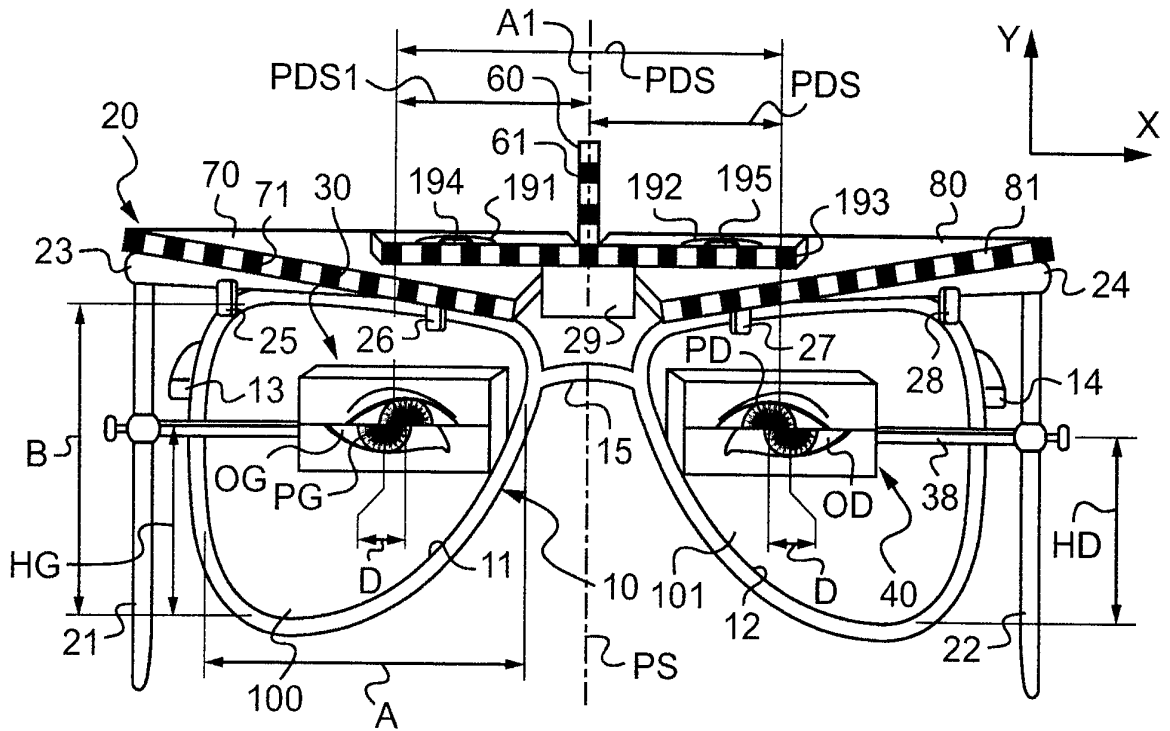


Fig.3

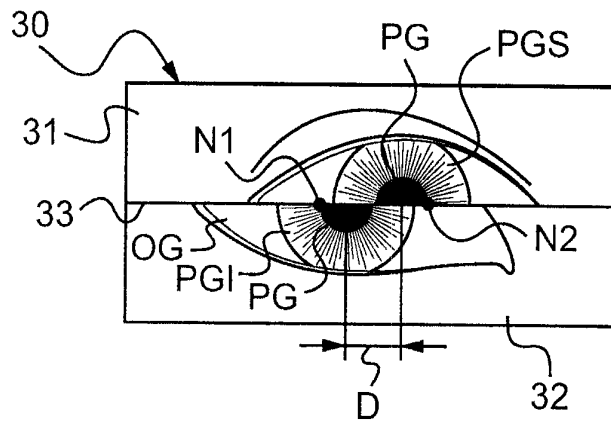


Fig.4

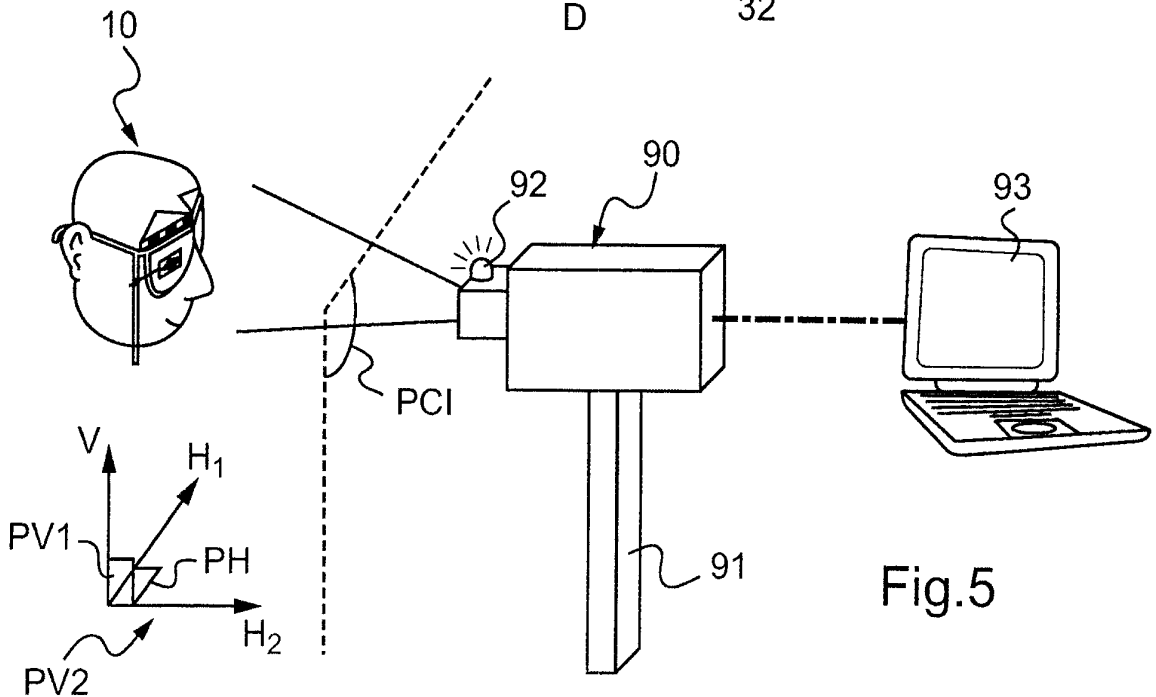


Fig.5

3/5

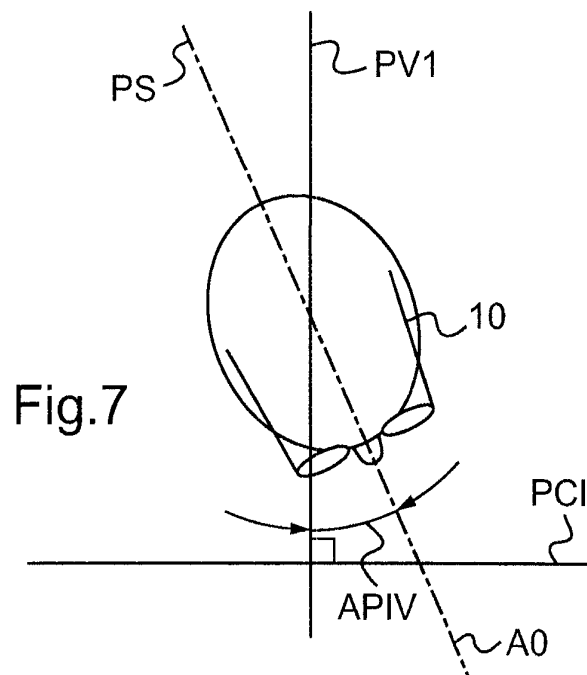
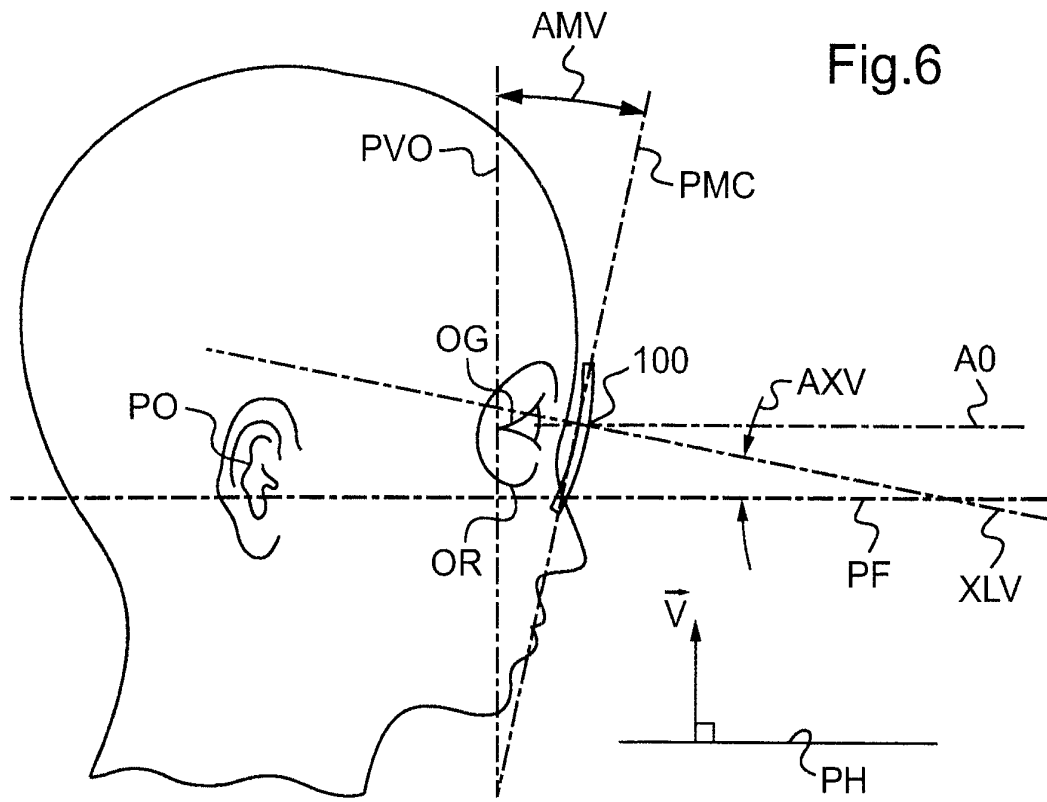


Fig.8

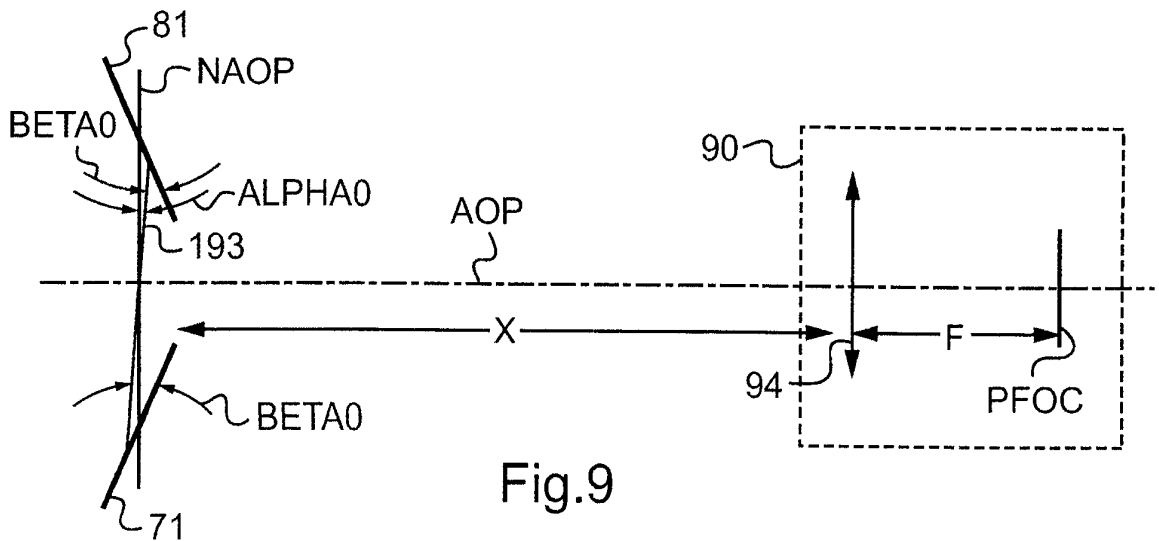
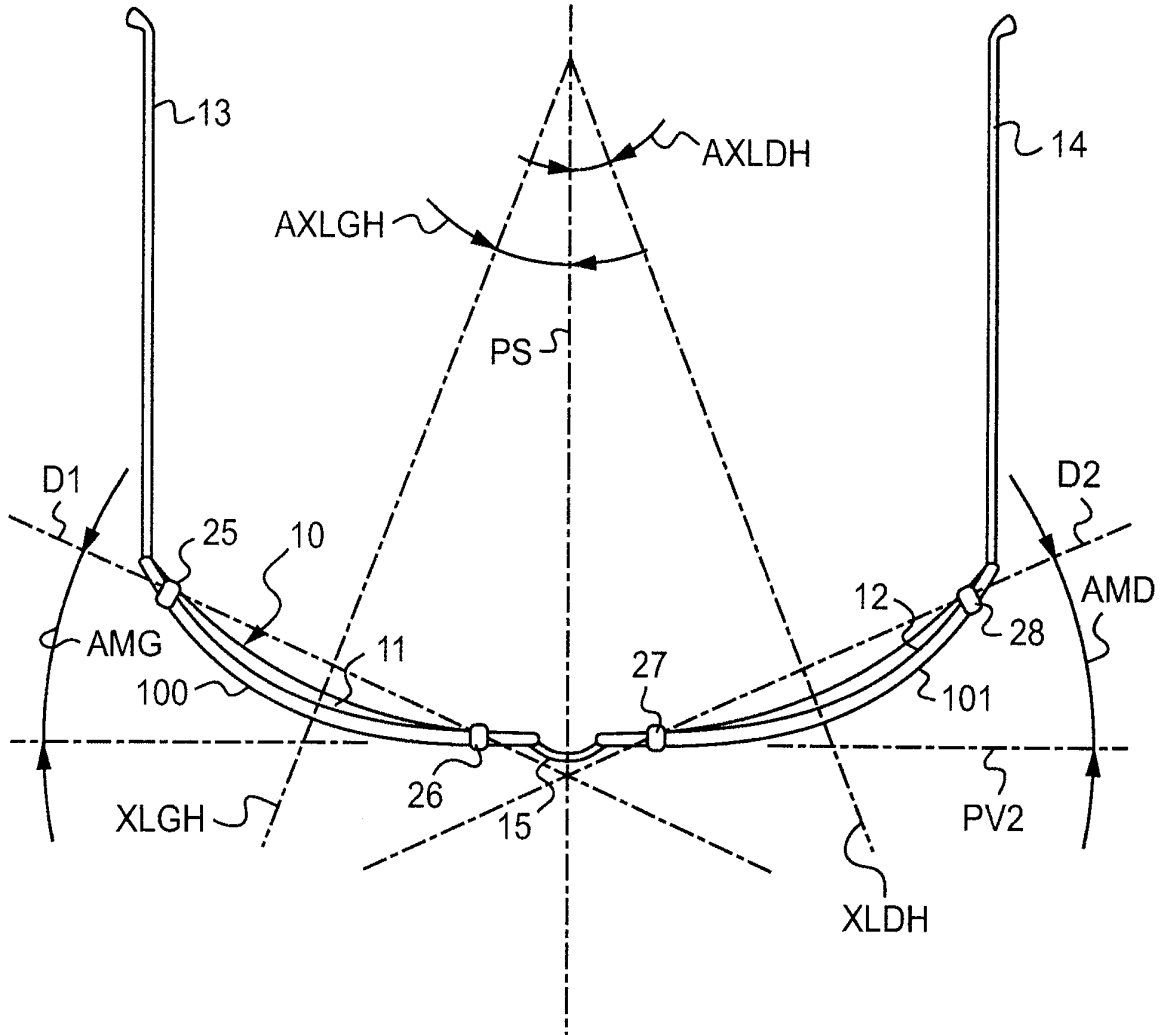
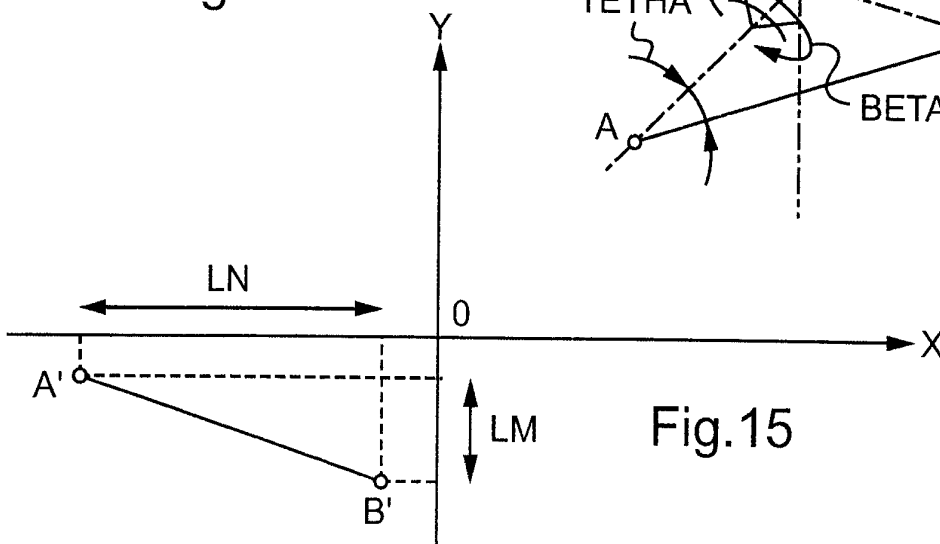
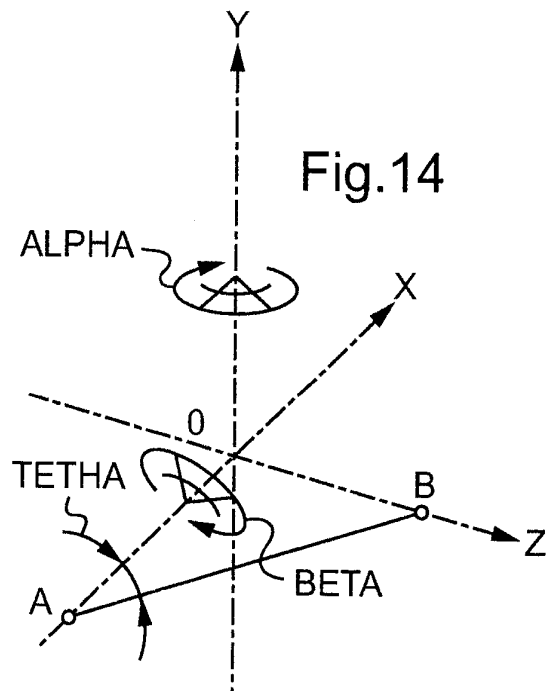
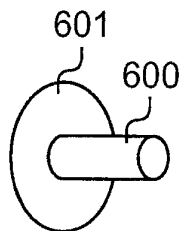
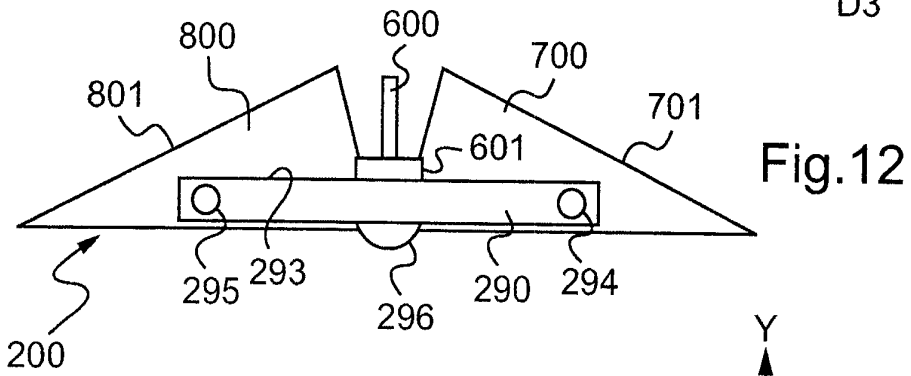
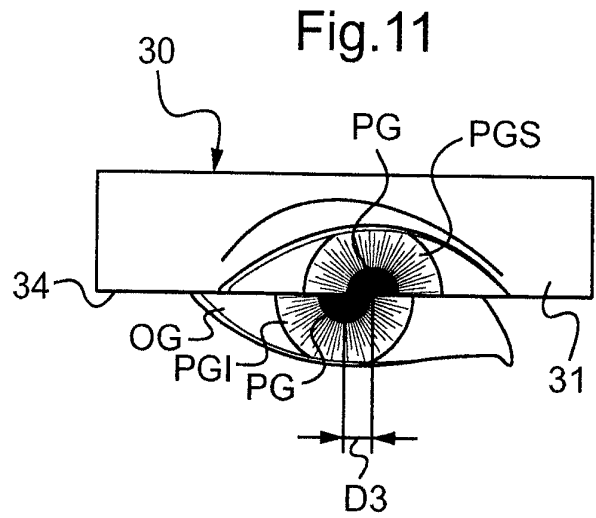
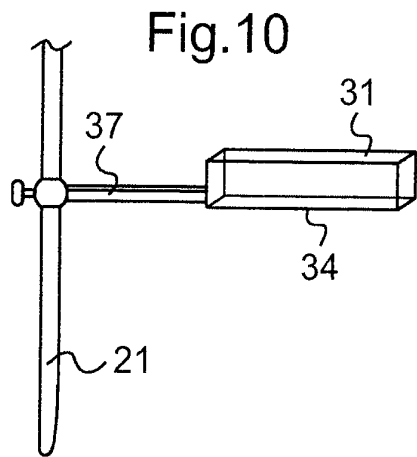


Fig.9





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 687651  
FR 0608036

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2006/029875 A (CARL ZEISS VISION GMBH [DE]; KUBITZA MATTHIAS [DE]) 23 mars 2006 (2006-03-23) * page 14, ligne 11 - page 15, ligne 27; figure 4 *	1-28	G02C13/00 G01B11/26
X	WO 2005/071468 A (OPHTHONIX INC [US]; WARDEN LAURENCE [US]; DREHER ANDREAS W [US]; MURPH) 4 août 2005 (2005-08-04) * alinéa [0030] - alinéa [0039]; revendication 19; figure 9 *	1,14,15, 27,28	
A	US 2001/026351 A1 (GAO FENG [US] ET AL) 4 octobre 2001 (2001-10-04) * le document en entier *	1-28	
X	EP 1 450 201 A (OLLENDORF HANS-JOACHIM [DE]) 25 août 2004 (2004-08-25) * alinéa [0008] - alinéa [0018]; revendication 1 *	1,14,15, 27,28	
X	WO 01/84222 A (MOTHES FRANK [DE]) 8 novembre 2001 (2001-11-08) * revendication 1; figures 1,3 *	1,14,15, 27,28	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G02C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 avril 2007		Jestl, Markus	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0608036 FA 687651**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **18-04-2007**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2006029875 A	23-03-2006	DE 102004045012 A1 DE 102004063981 A1	30-03-2006 13-07-2006
WO 2005071468 A	04-08-2005	EP 1714184 A1	25-10-2006
US 2001026351 A1	04-10-2001	AUCUN	
EP 1450201 A	25-08-2004	DE 102004008262 A1	09-09-2004
WO 0184222 A	08-11-2001	AT 300754 T DE 10033983 A1 EP 1277081 A1 US 2003098953 A1	15-08-2005 31-10-2001 22-01-2003 29-05-2003