

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 619 002**

②1 N° d'enregistrement national :

**88 08822**

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : A 61 B 3/10.

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30 juin 1988.  
③0 Priorité : US, 3 août 1987, n° 081.013.

⑦1 Demandeur(s) : WALDORF Ronald A. — US.

⑦2 Inventeur(s) : Ronald A. Waldorf.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 6 du 10 février 1989.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦3 Titulaire(s) :

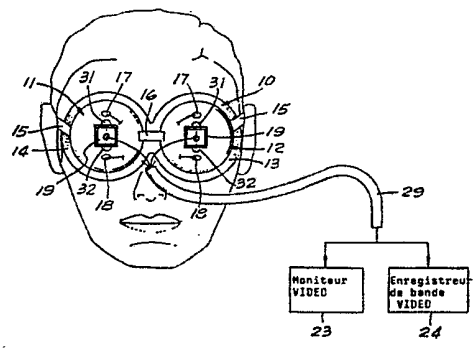
⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Herrburger.

⑤4 Appareil électroystagmographique infrarouge/vidéo pour l'observation et l'enregistrement des mouvements de l'œil.

⑤7 a) Appareil électroystagmographique infrarouge/vidéo pour l'observation et l'enregistrement des mouvements de l'œil;

b) Appareil caractérisé en ce qu'il comprend : un premier et un second oculaire 11, 12 creux comportant chacun une surface intérieure percée d'une première et d'une seconde ouverture, des moyens d'étanchéité 13, 14 pour éliminer complètement toute lumière visible risquant de tomber sur les yeux du sujet, des moyens de réflexion destinés à réfléchir et à disperser l'énergie dans la plage infrarouge du spectre; ces moyens de source infrarouge 17, 18 étant couplés à chacun des premier et second oculaires : des moyens de détection vidéo 19 destinés à détecter les images infrarouges réfléchies des mouvements horizontaux, verticaux, obliques et rotatifs de l'œil ;

c) L'invention concerne un appareil électroystagmographique infrarouge/vidéo pour l'observation et l'enregistrement des mouvements de l'œil.



R 2 619 002 - A1

APPAREIL ELECTRONYSTAGMOGRAPHIQUE INFRAROUGE/VIDEO  
POUR L'OBSERVATION ET L'ENREGISTREMENT DES MOUVEMENTS  
DE L'OEIL

---

15 La présente invention concerne  
d'une façon générale un appareil de visualisation  
optique et, plus particulièrement, les systèmes qui  
permettent la visualisation et l'enregistrement de  
mouvements verticaux, horizontaux et rotatifs de l'oeil.

20 L'évaluation des mouvements  
de l'oeil des patients est un outil de diagnostic  
important dans les investigations cliniques de certains  
troubles organiques. Les techniques qui sont décrites  
par l'art antérieur ont été désignées d'une façon générale  
par les termes d'électronystagmographie (ENG), électro-  
25 oculographie (EOG), photoélectronostagmographie (PENG)  
et lentilles de Frenzel.

Les systèmes appelés ENG et  
EOG ne diffèrent que par la constante de temps de  
l'équipement d'enregistrement. La ENG utilise une  
30 constante de temps (enregistrement en courant alternatif)  
tandis que la EOG ne le fait pas (enregistrement en courant  
continu). Les ENG et EOG utilisent la différence de  
potentiel propre entre la cornée et la rétine de l'oeil  
(potentiel cornéo-rétinien) comme moyen pour enregistrer  
35 les mouvements de l'oeil. Cette technique est basée sur

le fait que l'oeil agit comme un dipôle dans lequel la cornée est chargée positivement par rapport à la rétine. On considère que l'axe du dipôle correspond à l'axe visuel. En plaçant des électrodes à la surface de la peau au

5 voisinage de l'orbite de l'oeil, on peut enregistrer les variations de potentiel résultant des mouvements de l'oeil sur des types appropriés d'instruments polygraphiques. Le système d'enregistrement en courant alternatif de la ENG enregistre essentiellement les mouvements de l'oeil,

10 tandis que les positions ainsi que les mouvements de l'oeil sont enregistrés en utilisant le mode à courant continu de la EOG. Il existe des problèmes inhérents à ces deux systèmes. Les réponses de potentiel de la peau se trouvent dans la même bande de fréquences générale

15 que les mouvements de l'oeil et, chez certains sujets, sont de plus grande amplitude que le potentiel cornéo-rétinien. Un second problème se pose du fait que la polarisation des électrodes de la peau provoque des déplacements de la ligne de base du potentiel cornéo-rétinien enregistré,

20 ces déplacements pouvant empêcher l'enregistrement des mouvements de l'oeil résultants.

Certains des problèmes électroniques liés aux procédés d'enregistrement des ENG et EOG, sont résolus par le système appelé PENG. Cette technique,

25 utilisant des cellules photoélectriques sensibles à l'infrarouge montées sur des lunettes, est capable de détecter la différence de lumière réfléchie de la sclérotique par rapport à l'iris. La différence de coefficient de réflexion pendant le mouvement de l'oeil est transformée

30 en un signal électrique pouvant être enregistré sur un instrument polygraphique analogue à celui utilisé dans les procédés ENG ou EOG. Avec cette technique, le problème de l'électropolarisation ou des artefacts du potentiel de la peau, est supprimé, car aucune liaison n'est

35 faite avec la peau. Cependant, les tremblements et les

battements de paupières provoquent toujours des artéfacts qui compliquent l'analyse des traces polygraphiques. Le principal inconvénient de la PENG est que l'essai doit être effectué les yeux ouverts et que, dans certains cas, la lumière infrarouge utilisée est de longueur d'onde plus basse et peut être vue par le patient au bout d'une certaine période d'adaptation à l'obscurité. Ainsi, la fixation optique lorsqu'elle apparaît risque de réduire ou de supprimer le nystagmus. Le problème de résolution de la position de l'oeil avec la PENG est le même que celui rencontré dans les électro-techniques.

Les lentilles de Frenzel sont des verres de plus de 20 dioptries comportant une source de lumière intégrée. Elles permettent l'observation directe des mouvements de l'oeil, car les lentilles fonctionnent en verres grossissants. Les problèmes liés à ce système sont qu'il ne permet pas d'obtenir une suppression totale de la fixation optique et qu'il ne donne pas un enregistrement permanent des réponses aux mouvements de l'oeil. Le principal inconvénient de toutes les autres techniques est qu'elles ne permettent pas d'obtenir un enregistrement des mouvements rotatifs de l'oeil, c'est-à-dire des mouvements de l'oeil autour de l'axe de vision.

Pour les procédés à électrodes, cela est dû au fait que le dipôle se trouve dans le plan de l'axe de vision et que par conséquent il n'apparaît pas de variation de son enregistrement à l'endroit des électrodes pendant un mouvement de rotation de l'oeil. D'autre part, pour la PENG, le coefficient de réflexion de la sclérotique (blanc de l'oeil) et de l'iris (partie centrale colorée) ne varie pas par rapport aux détecteurs infrarouges pendant un mouvement de rotation de l'oeil.

La présente invention permet de résoudre complètement les problèmes liés aux systèmes décrits dans l'art antérieur. L'invention utilise pour cela

une source de rayonnement infrarouge qui éclaire les yeux du patient par un rayonnement infrarouge non visible. La source de rayonnement infrarouge est fixée directement à des oculaires sphériques montés sur les yeux du patient, ou le rayonnement émis peut être transmis grâce à l'utilisation d'un faisceau de fibres optiques. Les oculaires des lunettes sont complètement fermés pour empêcher toute entrée de lumière ambiante. La surface intérieure des oculaires est recouverte d'une surface réfléchissante qui réfléchit et disperse complètement l'énergie infrarouge émise. Le rayonnement infra-rouge réfléchi par l'oeil du sujet est surveillé par un détecteur vidéo associé. Le rayonnement réfléchi est surveillé directement ou peut être transmis par l'intermédiaire d'un faisceau de fibres optiques vers une lentille de relais d'une caméra vidéo destinée à permettre une visualisation infrarouge. La sortie de la caméra vidéo est couplée à un moniteur et à un enregistreur pour permettre une analyse ultérieure. Comme la présente invention est complètement opérationnelle même lorsque le patient bouge la tête, les mouvements de l'oeil qui suivent les mouvements de la tête peuvent être convenablement enregistrés. De plus, comme la lumière ambiante est supprimée et comme le rayonnement incident se trouve à l'extérieur de la bande de lumière visible, le problème de la fixation optique est complètement résolu.

La présente invention permet d'effectuer la détection, la surveillance et l'enregistrement des mouvements de l'oeil en détectant le rayonnement infrarouge réfléchi qui tombe sur l'oeil du sujet. Des lunettes fermées, comprenant une paire d'oculaires sphériques, recouvrent les yeux du sujet pour empêcher que la moindre lumière ambiante vienne tomber sur les yeux du sujet. La surface intérieure de chacun des oculaires sphériques est suffisante pour réfléchir et disperser complètement l'énergie rayonnée dans les parties infra-

rouges du spectre d'énergie. Une source d'émission de lumière infrarouge émet le rayonnement infrarouge directement dans la sphère qui intègre et distribue le rayonnement à l'oeil. La détection du rayonnement infrarouge réfléchi se fait pas une caméra vidéo couplée directement et sensibilisée au rayonnement dans la plage infrarouge. La sortie de la caméra vidéo est couplée à un équipement d'enregistrement permettant une observation en temps réel ou une analyse différée des mouvements de l'oeil observés.

On obtient une détection et une surveillance continue indépendamment de toute fixation optique, car le rayonnement infrarouge tombant sur l'oeil du sujet se trouve à l'extérieur de la plage de lumière visible.

L'invention a donc pour but de créer un appareil perfectionné pour observer et enregistrer le mouvement de l'oeil d'un sujet.

L'invention a pour autre but de créer un appareil d'observation et d'enregistrement du mouvement de l'oeil qui soit insensible au mouvement de la tête du sujet.

L'invention a encore pour but de créer un appareil d'observation et d'enregistrement d'un mouvement de l'oeil d'un sujet qui comprenne un mouvement rotatif de l'oeil.

L'invention a enfin pour but de créer un appareil d'observation et d'enregistrement d'un mouvement de l'oeil, qui soit simple et bon marché à fabriquer.

A cet effet, l'invention concerne un appareil électro-stagmographique infrarouge/vidéo pour surveiller le mouvement de l'oeil d'un sujet, appareil caractérisé en ce qu'il comprend :

(a) un premier et un second oculaire creux comportant

chacun une surface intérieure percée d'une première et d'une seconde ouverture , la première ouverture étant destinée à s'adapter autour de l'orbite de l'oeil d'un sujet;

5 (b) des moyens d'étanchéité pour éliminer complètement toute lumière visible risquant de tomber sur les yeux du sujet, en empêchant ainsi le sujet de voir quoique ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur des oculaires, des moyens d'étanchéité étant couplés aux premier et  
10 second oculaires autour des premières ouvertures de celui-ci;

(c) des moyens de réflexion destinés à réfléchir et à disperser l'énergie dans la plage infrarouge du spectre, ces moyens étant disposés sur la surface intérieure des  
15 oculaires;

(d) des moyens de source infrarouge destinés à constituer une source de rayonnement infrarouge dans la partie invisible du spectre d'énergie, sur l'oeil du sujet, ces moyens de source infrarouge étant couplés à chacun des  
20 premier et second oculaires, chacun d'eux étant en communication avec la surface intérieure de ces oculaires; et

(e) des moyens de détection vidéo destinés à détecter les images infrarouges réfléchies des mouvements horizontaux, verticaux obliques et rotatifs de l'oril, ces moyens  
25 de détection vidéo étant couplés aux premier et second oculaires par une seconde ouverture disposée dans ceux-ci dans une position diamétralement opposée à la première ouverture.

D'autres avantages selon l'invention sont caractérisés en ce que les oculaires creux  
30 sont sphériques; en ce que des moyens de camera vidéo sont placés le long de l'axe optique de l'oculaire, et en ce que les moyens de source infrarouge sont montés dans une disposition optique formant un certain angle avec  
35 l'axe optique; en ce que l'angle oblique formé entre



coupe partielle de la relation entre l'oeil d'un utilisateur et l'oculaire de lunette sphérique de la forme préférée de l'appareil de détection et de surveillance infrarouge/vidéo selon l'invention.

5

L'invention sera mieux comprise en se référant aux figures 1 et 2 dans lesquelles la forme préférée de réalisation de l'appareil selon l'invention est représentée. Comme indiqué, l'un des besoins de base, lié à tout dispositif clinique, est la faculté d'enregistrer le mouvement de l'oeil qui se produit du fait du mouvement de la tête de l'utilisateur.

En se référant maintenant à la figure 1, l'ensemble de lunettes 10 est monté sur les yeux du sujet pour empêcher toute lumière ambiante de tomber sur les yeux du sujet. En éliminant la lumière ambiante de la zone d'examen, on supprime la fixation optique ce qui permet ainsi d'obtenir un enregistrement permanent des réponses au mouvement véritable de l'oeil. L'ensemble de lunettes 10 (figure 1) comprend une paire d'oculaires sphériques 11 et 12 destinés à enfermer totalement les orbites des yeux de l'utilisateur, et à éliminer complètement toute lumière ambiante risquant de tomber sur l'oeil du sujet.

25

Comme on peut le voir sur la figure 2, l'oculaire 12 comporte un cache de protection d'une seule pièce 13 qui vient s'appuyer le long du côté de la figure de l'utilisateur pour bloquer le passage de toute lumière ambiante. L'oculaire 11 utilise un cache de protection 14 exactement de la même manière que le cache de protection 13 correspondant à l'oculaire 12. Les parties intérieures des oculaires 11 et 12 sont de forme sphérique. Les caches de protection 13 et 14 sont réalisés typiquement dans un matériau flexible capable de se conformer aux courbes de la figure du sujet. Une bande

30  
35

élastique 15 est reliée aux oculaires respectifs 11 et 12 pour maintenir en place l'ensemble de lunettes 10. Comme la présente invention doit pouvoir être utilisée par n'importe quel utilisateur, les oculaires 11 et 12 sont reliés par un accouplement articulé 16 se fixant entre les oculaires respectifs 11 et 12.

Comme un but de l'invention est de permettre la surveillance du mouvement de l'oeil sans rencontrer le problème de la fixation optique, on utilise de l'énergie se situant dans la plage infrarouge pour la faire tomber sur l'oeil du sujet et obtenir des images. L'émission de l'énergie dans la plage infrarouge s'effectue à des longueurs d'onde se situant dans une zone invisible pour l'oeil humain, c'est-à-dire au-delà de l'extrémité rouge du spectre de lumière visible. La forme préférée de réalisation de l'invention utilise une paire d'éléments rayonnants infrarouges 17 et 18, ces éléments étant typiquement constitués par des diodes électroluminescentes infrarouges (DEL-IR). Comme indiqué sur les figures 1 et 2, les diodes électroluminescentes 17 et 18 sont montées à travers les parois des oculaires 11 et 12 dans des positions respectives se situant au-dessus et au-dessous de l'axe optique 20. L'axe optique 20 est défini comme la ligne reliant la pupille du sujet à la caméra vidéo 19 directement couplée.

Bien qu'il soit évident que la forme préférée de réalisation utilise des sources de rayonnement infrarouges 17 et 18, ces sources pourraient être remplacées par un ensemble utilisant une source de lumière incandescente émettant de la lumière visible et invisible c'est-à-dire de la lumière infrarouge. Dans cette variante de réalisation, la source de lumière visible est associée à un filtre infrarouge qui filtre toute la lumière se situant dans la plage de fréquences visibles et ultraviolettes, pour ne laisser passer qu'une bande

étroite dans la plaque infrarouge invisible, c'est-à-dire dans la plage d'environ  $0,85$  à  $1 \times 10^{-6}$  m.

La caméra vidéo 19 est une camera vidéo du commerce à faible niveau de lumière pouvant recevoir l'image infrarouge invisible de l'oeil. A titre d'exemple, on peut utiliser un Modèle Pulnix TM540CCD (marque déposée) pour réaliser la camera vidéo 19. La taille réduite de la caméra vidéo 19 permet de la fixer directement sur les oculaires sphériques 11 et 12 à travers une ouverture 21 se situant sur l'axe optique 20. Après passage à travers une lentille, la caméra vidéo 19 traite le signal vidéo de manière classique. Le signal de sortie de la caméra vidéo 19 est transmis par un câble électronique 29 à un moniteur vidéo standard 23 pouvant être utilisé pour des opérations de surveillance en temps réel, et à un enregistreur de bande vidéo 24 qui enregistre tous les signaux de sortie et offre la possibilité d'effectuer une analyse différée des réponses aux mouvements de l'oeil, ou à un calculateur pour une analyse en temps réel.

La forme de réalisation des oculaires sphériques 11 et 12 associés au positionnement relatif des diodes électroluminescentes 17 et 18, et à la caméra vidéo 19, comme indiqué sur la figure 2, permet de détecter et de surveiller complètement les mouvements horizontaux, verticaux, obliques et rotatifs de l'oeil de l'utilisateur. Pour obtenir une détection et une surveillance complète et détaillée du mouvement de l'oeil identifié ci-dessus, en l'absence d'une source de fixation optique c'est-à-dire de lumière dans la plage visible du spectre, la surface intérieure de chaque oculaire sphérique 11 et 12 est recouverte d'une couche 30 d'un matériau réflecteur capable de réfléchir et de disperser complètement l'énergie émise par les diodes électroluminescentes 17 et 18. Comme l'un des buts de la présente invention est de permettre une surveillance précise d'un mouvement de rotation de l'oeil c'est-à-dire d'une rotation

de l'oeil autour de son axe de vision, la structure représentée sur la figure 2 offre des possibilités nettement améliorées.

Pour surveiller la composante rotative du mouvement de l'oeil, il est nécessaire de relever un point de repère quelconque sur l'iris 25. Comme indiqué, la forme de réalisation de l'invention représentée sur les figures 1 et 2 permet la mise en place d'une caméra vidéo de formation d'images 19 le long de l'axe optique 20. Comme l'iris 25 comporte un grand nombre de stries dirigées radialement, le rayonnement infrarouge réfléchi et détecté par la caméra vidéo 19 met en évidence des stries en permettant ainsi au système de surveiller la composante rotative du mouvement de l'oeil du sujet. Bien qu'il soit évident que la forme préférée de réalisation de l'invention utilise un profil sphérique pour les oculaires 11 et 12, il apparaît également qu'on peut utiliser des variantes de forme géométrique dans la mesure où elles permettent une réflexion et une dispersion essentiellement uniformes de l'énergie infrarouge émise à l'intérieur du volume défini par les oculaires 11 et 12.

On peut ainsi constater que l'invention crée un dispositif qui résout essentiellement toutes les difficultés liées aux dispositifs selon l'art antérieur. La présente invention permet d'obtenir une détection, une surveillance et un enregistrement continus des mouvements de l'oeil quelle que soit la position de la tête du sujet. Comme l'oeil en cours d'examen est complètement "illuminé" par le rayonnement se situant dans la plage infrarouge, la lumière est invisible pour le sujet ce qui supprime ainsi la fixation optique. De plus, comme le mouvement de l'oeil peut être surveillé indépendamment de tout mouvement de la tête, on peut surveiller les réponses physiologiques de l'oeil qui se produisent du fait d'un mouvement de la tête, ce qui permet ainsi de collecter

des données qu'il était très difficile ou même impossible d'obtenir jusqu'ici.

Pendant certaines procédures, il est souhaitable de pouvoir disposer de sources  
5 de fixation optique avec les oculaires 11 et 12. La présente invention fournit la possibilité de surveiller l'oeil pendant l'incidence d'une ou plusieurs sources déterminées de lumière visible, dans le but d'obtenir une fixation optique. Comme on peut le voir à la  
10 figure 2, les sources de lumière 31 et 32 constituent les sources d'énergie lumineuse dans la plage visible et peuvent être constituées par des diodes électroluminescentes classiques pour une application de source ponctuelle de  
15 fixation visuelle. Toutes les commandes des diodes électroluminescentes 17 et 18, des diodes 31 et 32, et la transmission des signaux vidéo vers le moniteur vidéo 23 et vers l'enregistreur de bande vidéo 24, sont acheminées par le câble 29 couplé classiquement à l'ensemble de lunettes 10.

REVENDEICATIONS

- 5 1- Appareil électronystagmo-  
graphique infrarouge/vidéo pour surveiller le  
mouvement de l'oeil d'un sujet, appareil caractérisé en  
ce qu'il comprend :
- (a) un premier et un second  
oculaire (11, 12) creux comportant chacun une surface  
10 intérieure percée d'une première et d'une seconde ou-  
vertures, la première ouverture étant destinée à s'adap-  
ter autour de l'orbite de l'oeil d'un sujet;
- (b) des moyens d'étanchéité  
(13, 14) pour éliminer complètement toute lumière visible  
15 risquant de tomber sur les yeux du sujet, en empêchant  
ainsi le sujet de voir quoi que ce soit à l'intérieur ou  
à l'extérieur des oculaires, ces moyens d'étanchéité étant  
couplés aux premier et second oculaires autour des pre-  
mières ouvertures de celui-ci;
- (c) des moyens de réflexion  
20 destinés à réfléchir et à disperser l'énergie dans la  
plage infrarouge du spectre, ces moyens étant disposés  
sur la surface intérieure des oculaires;
- (d) des moyens de source  
25 infrarouge destinés à constituer une source de rayonne-  
ment infrarouge dans la partie invisible du spectre  
d'énergie, sur l'oeil du sujet, ces moyens de source  
infrarouge (17, 18) étant couplés à chacun des premier  
et second oculaires, chacun d'eux étant en communication  
30 avec la surface intérieure de ces oculaires; et
- (e) des moyens de détection  
vidéo (19) destinés à détecter les images infrarouge  
réfléchies des mouvements horizontaux, verticaux, obliques  
et rotatifs de l'oeil, ces moyens de détection vidéo étant  
35 couplés aux premier et second oculaires par une seconde

ouverture disposée dans ceux-ci dans une position diamétralement opposée à la première ouverture.

5 2- Appareil électronystagmographique infrarouge/vidéo selon la revendication 1, caractérisé en ce que les oculaires (11, 12) creux sont sphériques.

10 3- Appareil électronystagmographique infrarouge/vidéo selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que des moyens de camera vidéo (10) sont placés le long de l'axe optique (20) de l'oculaire, et en ce que les moyens de source infrarouge sont montés dans une disposition oblique formant un certain angle avec l'axe optique.

15 4- Appareil électronystagmographique infrarouge/vidéo selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'angle oblique formé entre l'axe optique et les moyens de source infrarouge, correspond sensiblement à  $15^\circ$  d'arc.

20 5- Appareil électronystagmographique infrarouge/vidéo selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de source infrarouge sont constitués par des diodes électroluminescentes infrarouges (17, 18).

25 6- Appareil électronystagmographique infrarouge/vidéo selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de source infrarouge sont constitués par une source de lumière visible et un filtre infrarouge associé à celle-ci, ce filtre infrarouge laissant passer des radiations de longueurs d'ondes supérieures à celles de la lumière visible.

30 7- Appareil électronystagmographique infrarouge/vidéo selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de source d'illumination destinés à constituer une source

35

de rayonnement de lumière dans la partie visible du spectre, à l'endroit de l'oeil du sujet, ces moyens de source d'illumination étant couplés aux premier et second oculaires.

5 8- Appareil électronystagmo-  
graphique infrarouge/vidéo selon la revendication 7,  
caractérisé en ce que les moyens de source d'illumination  
sont constitués par une diode électroluminescente  
rayonnant de l'énergie dans le spectre visible.

10 9- Appareil électronystagmo-  
graphique infrarouge/vidéo selon la revendication 1,  
pour surveiller le mouvement de l'oeil d'un sujet, appareil  
caractérisé en ce qu'il comprend:

15 (a) un ensemble de lunettes  
comprenant un premier et un second oculaire creux  
sphériques comportant chacun une surface intérieure et se  
trouvant percés d'une première et seconde ouverture, la  
première ouverture étant destinée à s'adapter autour de  
l'orbite de l'oeil et suivant l'axe optique du sujet, chacun  
20 de ces oculaires étant disposé autour de l'orbite de l'oeil  
du sujet pour empêcher toute lumière ambiante visible de  
tomber sur les yeux du sujet en empêchant ainsi le  
sujet de voir quoi que ce soit à l'intérieur ou à l'exté-  
rieur de l'ensemble de lunettes;

25 (b) un revêtement réfléchissant  
(30) disposé sur la surface intérieure des premier et  
second oculaires, cette surface réfléchissante étant  
destinée à réfléchir et à disperser l'énergie dans la plage  
infrarouge du spectre;

30 (c) des moyens de détection  
vidéo (19) destinés à détecter les images infrarouges  
réfléchies des mouvements horizontaux, verticaux,  
obliques et rotatifs de l'oeil, ces moyens de détection  
vidéo étant couplés à l'oculaire par une seconde ouverture  
35 ménagée dans celui-ci, cette seconde ouverture étant

disposée à travers l'oculaire dans une position diamé-  
tralement opposée à la première ouverture et en alignement  
avec l'axe optique; et

(d) au moins une source de  
5 rayonnement infrarouge émettant un rayonnement de longueurs  
d'onde se situant dans la plage infrarouge, invisible, c'est-  
à-dire dans la plage d'environ 0,85 à  $1 \times 10^{-6}$  m, cette  
source de rayonnement infrarouge étant couplée aux  
oculaires dans une disposition oblique formant un  
10 certain angle par rapport à l'axe optique et aux moyens  
de détection vidéo, ce qui permet ainsi au rayonnement  
infra-rouge réfléchi par l'oeil du sujet, d'être renvoyé  
vers les moyens de détection vidéo.

15 10- Appareil électro-nystagmo-  
graphique infrarouge/vidéo selon la revendication 9,  
caractérisé en ce que deux sources d'émission infrarouges  
sont couplées à chacun des oculaires.

20 11- Appareil électro-nystag-  
mographique infrarouge/vidéo selon la revendication 9,  
caractérisé en ce qu'il comprend en outre une source  
d'émission de rayonnement d'illumination présentant des  
longueurs d'onde se situant dans la plage visible, cette  
source étant couplée aux oculaires de façon que de la  
25 lumière visible soit rayonnée sur l'oeil du sujet.

