



ASSISTANCE
PUBLIQUE HÔPITAUX
DE PARIS
RAYMOND-POINCARÉ



Plate-Forme Nouvelles Technologies



ASSISTANCE
PUBLIQUE HÔPITAUX
DE PARIS
RAYMOND-POINCARÉ

Hôpital Raymond Poincaré
104, Bd Raymond Poincaré
92380 Garches



Etat de l'art des différents systèmes de pointages à l'œil

Angèle MASSONNEAU
Nicolas BIARD
Plate-Forme Nouvelles Technologies
pfnt.garches@rpc.aphp.fr
01.47.10.70.61

Dernière mise à jour : Novembre 2006



Sommaire

SOMMAIRE	2
SYSTEMES DE POINTAGE A L'OEIL	3
INTRODUCTION :	3
LA TECHNIQUE ELECTRO-OCULOGRAPHIQUE (MARG 1951)	3
LA TECHNIQUE DU LIMBE (TOROK ET AL. 1951).....	4
LES TECHNIQUES BASEES SUR LE PRINCIPE DE HIRSCHBERG, 1985	6
IMPORTANT:	7
MYTOBII	8
VISIOWORK	10
IRISCOM / QUICK GLANCE	12
L'ERICA	14
EYE GAZE	15
EYE ACCES	16
EYE TRACKER	18
EYE COMMAND	19
REFERENCES	20

Systemes de pointage à l'oeil

Introduction :

Le système de pointage à l'œil a suscité de nombreux projets de recherche ces dernières années. Pourtant peu de personnes en situation de handicap, susceptibles de l'utiliser en bénéficiant. Plusieurs problèmes se posent encore aujourd'hui sur l'adaptation de ces nouvelles technologies aux différentes situations de handicap auxquelles ces patients sont confrontés.

Il est essentiel que le système de pointage à l'œil réponde à différentes exigences : il doit être le moins encombrant possible, facile à calibrer et à paramétrer, fiable et à un prix abordable. D'autre part, la personne doit pouvoir être indépendante dans l'utilisation du système de pointage à l'œil devant son ordinateur.

Un dispositif de pointage à l'œil doit comporter un écran de désignation et un capteur de mouvements oculaire qui permet de déterminer quel est l'objet regardé à l'écran de la machine. Il faut également un système de validation du clic (durée de fixation du regard, clignement des paupières ou contacteur externe). L'ensemble de ce dispositif reprend alors toutes les fonctions d'un dispositif de pointage classique. Sa situation de handicap est améliorée par l'utilisation de celui-ci.

Plusieurs techniques de capture et de mesure de la direction du regard ont été développées :

LA TECHNIQUE ELECTRO-OCULOGRAPHIQUE (MARG 1951)

Son principe est de mesurer des différences de potentiel bioélectrique, résultant du champ bioélectrique rétinocornéen modulé par les rotations de l'œil dans son orbite. Des électrodes sont situées à proximité du globe oculaire, en contact avec la peau. Cette technique est l'une des premières techniques utilisées en clinique pour enregistrer la mobilité oculaire et a fait l'objet de plusieurs applications dans le domaine du handicap (Kate & Van der Meer, 1984 ; Lacourse & Hludik, 1990 ; Kaczmarek, 1992)



le système Cyclope de l'université de Valenciennes
(Kaczmarek, 1992)

Avantages :

- peu onéreux malgré les coûts de mise en conformité avec les normes de sécurité des appareils électro-médicaux
- l'enregistrement peut s'effectuer les yeux fermés ou semi-ouverts

Inconvénients :

- le contact des électrodes avec la peau peut provoquer à la longue des irritations et un inconfort
- les dérives des potentiels d'électrode et les hétérogénéités du champ électrique empêchent la réalisation de mesures absolues et rendent peu fiable la mesure des mouvements verticaux
- La tête doit être maintenue immobile pour avoir une indication précise de la direction du regard
- L'utilisateur a besoin d'une tierce personne pour l'installation
- Gros problèmes de fonctionnement pour les patients souffrant d'un nystagmus.

LA TECHNIQUE DU LIMBE (Torok et al. 1951)

Principe de fonctionnement :

Si on éclaire le limbe (séparation entre la sclère, c'est à dire le blanc de l'œil, et l'iris, la partie sombre), la quantité de lumière réfléchie dépend de la surface relative de la sclère et de l'iris dans le champ de mesure, et donc permet d'identifier la position de l'œil.

Cette technique a suscité plusieurs applications dans le domaine du handicap (Frietman, 1984 ; Yamada & Fukuda, 1985 ; Gauthier, 1987 ; Thomson, 1993 ; système Vision Key de Eye Can, 1996).



le système Vision Key (Eye Can, Canada)

Avantages :

- peu coûteux ; une simple source de lumière et un détecteur élémentaire suffisent, le tout pouvant être fixé sur une monture de lunette.

Inconvénients :

- l'alignement du capteur par rapport au globe oculaire n'est pas toujours évident (il n'y a pas d'image de l'œil pour repérer le bon positionnement)
- les mesures sont facilement perturbées par les mouvements de la tête



- seuls les mouvements horizontaux sont fiables car les mouvements verticaux sont perturbés par les paupières supérieures.
- Fonctionne mal avec des yeux très clairs et cette technique est particulièrement sensible aux variations brutales de luminosité.



LES TECHNIQUES BASEES SUR LE PRINCIPE DE Hirschberg, 1985

Principe de fonctionnement :

Hirschberg (strabologue de la fin du XIX^{ème} siècle) a montré que l'on peut déterminer l'orientation du regard en repérant la position du reflet d'une source de lumière sur la cornée de l'œil (reflet cornéen) par rapport à la pupille. Cette méthode permet des mesures absolues des mouvements de l'œil indépendamment des mouvements de la tête.

Cette technique a fait l'objet de plusieurs produits ou projets basé sur ce principe :

- Eye tracker Communication System (Friedman & al, 1981)
- Eye Typer de SST (USA)
- Eye Gaze de LC Technologies (USA)
- Eye Command de Handicom (Suède)
- Visioboard de la société Métrovision et l'association Delta 7 (France)

Avantages :

- technique assez précise
- sans calibration, on peut obtenir des désignations fiables sur un écran comprenant 6 cases et avec une calibration simplifiée (5 point à fixer préalablement), on peut obtenir une désignation fiable sur un tableau de 30 cases.

Inconvénients :

- le prix (de 10 000 à 27 000€)
- souvent la tête doit rester immobile, pour ne pas que les yeux sortent du champ de la caméra
- Nécessite beaucoup de calculs informatiques et donc une machine puissante, c'est pourquoi dans certains cas, il est utilisé deux machines, une pour les calculs et l'autre pour l'environnement informatique.

Ces produits peuvent être différenciés par leurs référentiels de mesure. La majorité de ces appareils utilisent un référentiel externe : l'écran de désignation et le capteur de mouvements oculaires sont solidaires et placés devant le patient. Ceci impose que l'œil soit maintenu dans le champ de la caméra ; la tête doit donc être immobile. C'est le cas de

- l'Eye tracker Communication System (Friedman & al, 1981)
- Eye Typer de SST (USA)
- Eye Acces de LC Technologies (USA)
- Eye Gaze de LC Technologies (USA)
- QUICK GLANCE Produit américain (www.eyetechds.com) qui est importé en Europe par IRISCOM (Espagne):
- ERICA de Eye Response Technologies (University of Virginia)

L'appareil peut également disposer d'un système de recherche et de suivi des mouvements de la tête.

C'est le cas de

- Visioboard de la société Métrovision et de l'association Delta 7
- Eye Command



IMPORTANT:

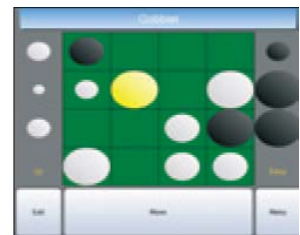
- Certains mouvements de la tête ou du corps qui ne sont pas contrôlés peuvent perturber l'utilisation du système de pointage à l'œil ; l'œil sort alors du champ de la caméra.
- En général tous les systèmes imposent de travailler en poste fixe. Peu de systèmes embarqués sur le fauteuil existent, ou alors ils ne sont pas vraiment « discrets » et/ou fiables.
- La fiabilité du système dépend des variations lumineuses, c'est pour cela que le système embarqué est plus ou moins fonctionnel...
- Pour les sujets porteurs de verres correcteurs, il peut y avoir des reflets parasites ; c'est notamment le cas des montures de lunettes métallisées. Il peut y avoir de nombreux dysfonctionnements avec des lunettes qui ne soient pas anti-reflets.
- Il est parfois nécessaire pour les personnes porteuses de lentilles de contact ou les personnes ayant une tendance à avoir les yeux secs, d'appliquer des larmes artificielles régulièrement.
- Les professionnels amenés à prescrire ou à adapter ces systèmes doivent être formés afin d'identifier ces différents obstacles. La complexité de mise en œuvre, les capacités du patient et le nombre de paramètres font qu'il est fortement recommandé de pratiquer une évaluation en situation réelle d'exploitation.

MyTobii

Présentation :

MyTobii est un dispositif de pointage à l'œil se présentant sous forme d'une Tablet PC avec des émetteurs/capteurs infrarouges intégrés. Ceux-ci repèrent les zones du regard de l'utilisateur.

MyTobii est basé sur l'étude du comportement du regard humain et dispose d'une interface spécifique créée pour répondre à cette étude du regard. Cette interface spécifique offre certaines applications auxquelles l'utilisateur accède avec le regard. Aucun curseur ne doit être déplacé, MyTobii repère la zone de la cible et en fonction de la présence d'une zone à cliquer et réalise la commande (boutons présents dans l'interface) fixée par l'utilisateur. La validation se fait par une temporisation paramétrable ou à l'aide d'un contacteur externe (2 entrées jack sont présentes sur la Tablet PC).



Cette interface spécifique permet à l'utilisateur d'accéder une saisie de texte par un clavier à l'écran (avec des fonctions de copier, coller,...) et d'enregistrer le texte saisi. L'utilisateur peut ouvrir et modifier des documents textes. L'interface permet également l'envoi et la réception d'email. Deux jeux sont également disponibles (Goblet et le Démineur). D'autres applications logicielles spécialement adaptées pour le MyTobii peuvent être installées et être associées à MyTobii avec un bouton lien (moyennant quelques manipulations).

Au niveau connectique et outre son écran tactile, le MyTobii offre 2 entrées Jack, 2 ports USB et une prise réseau.



**Avantages :**

- Reconnaissance du regard non perturbé par les verres et les montures de lunette, le port de lentilles, les fluctuations de luminosité (même en cas de faible niveau lumineux ...)
- Paramétrable à 1 œil ou 2.
- Validation de la cible fixée ayant pour objectif d'assouplir l'utilisation d'un pointage à l'œil, sans avoir à déplacer le curseur.
- Paramétrage et calibration extrêmement simple et rapide
- Calibration et paramétrage pouvant être enregistrés sous des profils utilisateurs.
- Simple d'utilisation.

Inconvénients :

- Peu d'applications utilisables. Il est simplement possible faire du traitement de texte et de gérer sa messagerie. En revanche, il n'est pas possible de naviguer sur Internet
- IHM en anglais (En cours de traduction en Français).
- Une fois dans Windows l'utilisateur doit déplacer un curseur et un émulateur de clic est nécessaire pour réaliser une validation.
- Le pointage n'est pas très précis sous l'environnement Windows et est difficilement utilisable.
- Doit encore subir des évolutions pour correspondre aux besoins d'applications des utilisateurs (entre autre l'accès à Windows et aux services offerts par Internet et le multimédia)
- Prix important sans la formation et l'installation.

Prix : 17 000 euros

En conclusion, ce produit est intéressant dans sa simplicité de paramétrage et d'utilisation, ainsi que dans la fiabilité de pointage (élément que l'on peut déplorer avec la plupart des produits similaires), mais on trouve dommage que pour le prix annoncé, la MyTobii ne puisse pas offrir à l'utilisateur la possibilité de naviguer sur Internet, de bénéficier des applications multimédia (gestion des photos, d'une bibliothèque musicale et des vidéos) et de piloter entièrement l'interface Windows.

Fabricant : Tobii Technology,
Société basée à Stockholm, Suède.
Contact : <http://www.tobii.com/contact/>

Revendeur français :
PROTEOR
www.proteor.com

Source : www.tobii.com

VISIBOARD



Présentation :

VISISOBORD est doté d'un système qui comporte deux caméras :

- la caméra "tête" qui repère la position des deux yeux
- la caméra "oeil" qui détermine la direction du regard à partir de la position du reflet cornéen par rapport au centre de la pupille

Ainsi VISIBOARD remplace la souris de l'ordinateur utilisé avec Windows. Le déplacement du curseur est alors possible par le regard, et la validation correspondant au clic gauche de la souris peut être déclenchée soit par une fixation prolongée, ou bien par un clignement de l'œil ou encore par un contacteur.

Avantages :

- la tête n'a pas besoin de rester immobile
- utilisable dans différentes ambiances lumineuses
- le bras articulé permet une utilisation en position assise, semi-assise ou couchée
- accès complet à l'environnement Windows

Inconvénients :

- son encombrement
- son prix (27 000 €)
- nécessite un examen ophtalmologique préalablement
- n'est pas compatible sur Mac
- Port de lunettes déconseillé

Constructeur :



ASSISTANCE PUBLIQUE HÔPITAUX DE PARIS
RAYMOND-POINCARÉ

METROVISION

4 rue des Platanes

59840 Pérenchies

FRANCE

tel 33 3 20 17 19 57

fax 33 3 20 17 19 51

email_export@metrovision.fr

Est distribué en France par le biais de l'association Delta 7 :

Association Delta 7

24, rue Marc Seguin

75 018 PARIS

fax : 01 40 38 91 80

info@delta7.asso.fr

www.delta7.asso.fr

IRISCOM / QUICK GLANCE



Présentation :

QUICK GLANCE est un système de reconnaissance des mouvements oculaires. Une caméra est fixée en bas de l'écran et vise l'œil de l'utilisateur. Deux émetteurs de lumières infra rouges sont placés sur le côté de l'écran. Le logiciel **QUICK GLANCE** place le curseur à l'endroit souhaité. Le clic de la souris se faisant par un clignement de l'œil (durée réglable) ou par un contacteur. Le curseur de la souris se déplace réellement à l'écran pixel par pixel en fonction de la position de l'œil en temps réel.

Avantages :

- compatible PC et tous types de Windows XP
- pas d'accessoire sur la tête et utilisable dans différentes ambiances lumineuses.

Inconvénients :

- la tête doit rester relativement immobile pour une utilisation fiable,
- fonctionne mal sans lunettes antireflets,
- si l'œil sort du champ de la caméra, il faut refaire un calibrage dit « centrage ».

Prix :

Système de contrôle oculaire QG 2SH : 6000€(6330,00€Vocalisis, ref : 7H18) sans les logiciels spécifiques du type clavier virtuel, synthèse vocale et outil de communication.
Installation du matériel, personnalisation, formation et service technique : 1800€
Ordinateur portable (facultatif) : 1000€

Où les contacter ?

Iriscom Sistemas, S.L. Pedro Palomo Alfonso Jose María Arrazola

Parque Tecnológico de Miramón

Mikeletegui 56

20009 San Sebastian

Espagne

Mobile: (+34) 619 288 104

Mobile: (+34) 943 512 132



ASSISTANCE PUBLIQUE HÔPITAUX DE PARIS
RAYMOND-POINCARÉ

E-mail: ppalomo@iriscom.org
arrazola@iriscom.org
Web : www.iriscom.org

Distributeur :
Vocalisis
www.vocalisis.com

L'ERICA



Principe de fonctionnement :

Le système de pointage à l'œil ERICA, permet par le biais du mouvement de l'oeil de venir commander une tablette PC ou tout autre type d'ordinateur (Mac uniquement OS10. 3 à ce jour ou PC).

Ce dispositif est composé d'une caméra fixée en dessous de l'écran (cf. photo ci-dessus). Le curseur informatique est amené physiquement à l'endroit pointé par l'utilisateur sans mouvement intermédiaire.

Avantages :

- Des jours d'essais gratuits sont proposés
- Installation très simple et si l'œil sort du champ de la caméra, il n'y a pas besoin de refaire de centrage ou de calibrage, la position du regard est en coordonnée absolue,
- Il peut être embarqué sur un fauteuil roulant avec une version spécifique d'un bras Daessy.

Inconvénients :

- l'œil doit rester dans le champ de la caméra

Prix : 10 000€(avec la plate forme Qualiworld).

Producteur : Eye Response (<http://www.eyeresponse.com>)

Disponible en France : société OrdiTICE

OrdiTICE

Immeuble "Le Castellan"

1, chemin de la Belette

91410 Dourdan

Tél : 01 64 59 66 70

Mail : infos@orditice.com

<http://www.orditice.com>



EYE GAZE



Présentation :

Eye Gaze est un système de pointage à l'oeil doté d'une caméra montée d'une cellule infrarouge qui suit le regard de la personne. Le rayon est réfléchi par la rétine et se dirige vers un écran tactile.

Avantages :

- peu être embarqué sur le fauteuil roulant
- compatible sur Mac et PC
-

Inconvénients :

- La tête doit rester relativement immobile pour ne pas que les yeux sortent du champ de la caméra
- Eviter les endroits très clairs comme fenêtres et lampes halogènes .
- Le prix (un peu plus de 25000\$), soit approximativement 21 000 €

Evolutions :

Le projet Eyegaze System's Eyefollower est un système qui possède 2 caméras et qui améliorerait de façon notable la reconnaissance du mouvement de l'oeil. La tête peut bouger et les yeux ne sortent pas du champ de la caméra.

(<http://www.eyegaze.com/2Products/Eyefollower/Eyefollower.htm>)

Contact :

LC TECHNOLOGIES, INC.
Eyegaze Systems

EYETRACKING and EYE-CONTROLLED TECHNOLOGY

3955 Pender Drive

Suite 120

Fairfax, Virginia 22030

Phone: 1-800-eyegaze (393-4293) or 1-703-385-7133

Fax: 1-703-385-7137

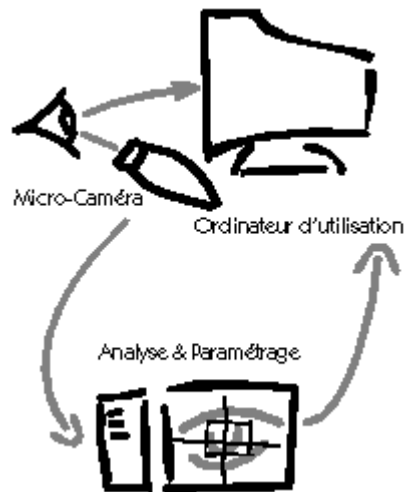
Email: info0309@eyegaze.com

Site en français : http://www.gschlosser.de/eyegaze_francais.htm

EYE ACCES

Présentation :

Eye Access est un système de désignation oculaire qui utilise des techniques d'imagerie numérique, sans reflet cornéen, et un ensemble d'algorithmes particuliers pour calculer la direction du regard avec précision.





Le système **eye access** utilise deux ordinateurs :

1. Le désignateur oculaire

Il se compose d'un ordinateur et d'une carte d'acquisition vidéo spécialisée, d'un casque équipé d'une micro-caméra avec carte électronique intégrée, d'un logiciel de paramétrage de la capture de la caméra (cadrage de l'oeil, réglages de sensibilité...), et d'un moniteur de contrôle en niveaux de gris.

Cet ensemble est complété par la connectique nécessaire à son raccordement au réseau, ainsi qu'à l'ordinateur d'utilisation.

2. L'ordinateur d'utilisation

L'ordinateur d'utilisation est, quant à lui, un ordinateur multimédia doté d'un écran couleur de 17 pouces, répondant aux caractéristiques suivantes :

- Pentium 100 Mhz (la puissance du processeur)
- 32 Mo de RAM (mémoire vive)
- Moniteur 17 pouces couleur, carte graphique bonne résolution
- HD 1 Go ou plus (disque dur de grosse capacité)
- Lecteur CD-ROM (et audio) quadruple vitesse
- Carte son + 2 enceintes audio
- Logiciel système NeXTSTEP 3.3 (compatible UNIX 4.3 BSD)
- Périphériques (clavier, souris, imprimante jet d'encre)
- Carte Fax-Modem, connexion Internet 6 mois, synthèse vocale, système domotique
- Logiciels d'application (Eye Acces, Eye Monitor, Comm Acces, Home Acces)

Le système Eye Access était proposé au tarif de 68 000 F HT (10 365 €), actuellement il ne semble plus être vendu sur le marché, probablement remplacé par des systèmes moins encombrants...

Ce tarif comprenait, la totalité du système tel qu'il est décrit ci-dessus, sans options particulières (formation complémentaire, maintenance sur site).

Producteur :

LC TECHNOLOGIES, INC.

Eyegaze Systems

EYETRACKING and EYE-CONTROLLED TECHNOLOGY

3955 Pender Drive

Suite 120

Fairfax, Virginia 22030

Phone: 1-800-eyegaze (393-4293) or 1-703-385-7133

Fax: 1-703-385-7137

Email: info0309@eyegaze.com

EYE TRACKER



Remote Camera System



Head Mounted System



nVisor SX



HMD modules

Principe de fonctionnement :

Arrington Research a développé différents systèmes capables de suivre les mouvements oculaires comme le « Remote Camera system » et le logiciel de mesure des mouvements de l'oeil « View Point ». Aucune application ne semble être réalisée pour les personnes en situation de handicap. Toutefois, ils ne permettent pas de déplacer le curseur à l'écran (sauf à priori le « Remote System Camera »). Plusieurs produits sont des projets en cours (Head Mounted System, nVisor SX, HMD modules). Ils travaillent aussi actuellement sur un logiciel de suivis des mouvements de la tête tel que celui de Rjcooper ou de Qualilife.

Avantages :

- pour les systèmes des photos 2, 3 et 4, la tête peut bouger

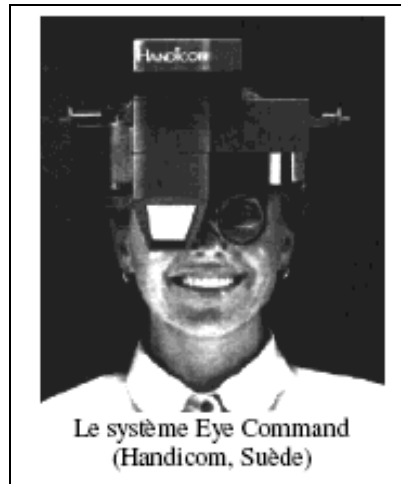
Inconvénients :

- la tête doit rester immobile pour le système Eye Tracker (photo 1)
- Pour les systèmes des photos 2, 3 et 4, la personne dépend d'un tiers pour lui mettre ses lunettes dans le cas où ceci serait applicable pour des personnes ne possédant pas l'usage de leurs membres supérieurs
- le prix : 6 000 £ US (soit 8 800 €) pour un système Eye Tracker complet (logiciel + camera)

Constructeur : ARRINGTON RESEARCH, INC

www.arringtonresearch.com/remoteframe.html

EYE COMMAND



Constructeur : HANDICOM (Suède)

Principe de fonctionnement :

Le système Eye Command est un système de visualisation utilisé dans l'aviation militaire. Il utilise un capteur et l'écran de désignation est porté sur un casque. Ce système n'a jamais été utilisé dans le milieu du handicap.

Avantages :

- La personne peut bouger la tête

Inconvénients :

- son encombrement
- son design
- vraisemblablement, son poids

Prix : Non communiqué



REFERENCES

- Friedman MB, Kiliany G, Dzmura M, Anderson D. *The eyetracker communication system*. Proc John Hopkins 1st national search for applications of personal computing to aid the handicapped 1981.
- Frietman EEE *The detection of eyeball movements with the eye-sistant. Theoretical and applied aspects of eye movement research*. Gale & Johnson eds Elsevier Science Pub 1984
- Gauthier GM *Bientôt des ordinateurs commandés par le regard*. Science & Vie Micro 1987,45,109-111.
- Hirschberg J *Über die Messung des Schieldgrades und die Dosierung der Schieloperation*. Zentrabl Prakt Augenheild. 1885, 8, 325.
- Kaczmarek R *Commande oculaire pour l'aide à la communication et au contrôle de l'environnement par l'handicapé moteur*. Motricité Cérébrale 1992, 13, pp.24-30.
- Kate JH, VanderMeer P *An electro-ocular switch for communication of the speechless*. Med Prog Technol 1984,10,135-141
- Lacourse JR, Hludik FC *An eye movement communication-control system for the disabled*. IEEE Trans BME 1990,37,12,1215-1220.
- Thomson *Système d'aide à la communication pour personnes handicapées*. Questionnaire 1993.
- Yamada M, Fukuda T *Eye movement control technique in word processor speeds communication for profoundly handicapped*. JEE 1985, 74-77.

http://perso.wanadoo.fr/metrovision/pdf/1996_charlier.pdf

<http://www.info.univ-angers.fr/pub/frantz/logicom/rapport/oculaire.html>

<http://www.arringtonresearch.com/index.html>

http://www.handisurf.net/eye_access/eye_access.htm

<http://www.eyegaze.com/2Products/Eyefollower/Eyefollower.htm>

<http://www.eyegaze.com/>

<http://www.iriscom.org/francais.htm>

http://www.proteor.fr/proteor/fr/ht/index_cata.htm

<http://www.eyeresponse.com/>

http://perso.wanadoo.fr/metrovision/pdf/1996_charlier.pdf

<http://www.metrovision.fr/index-fr.html>

<http://www.delta7.asso.fr/visioboard/partenaires.html>