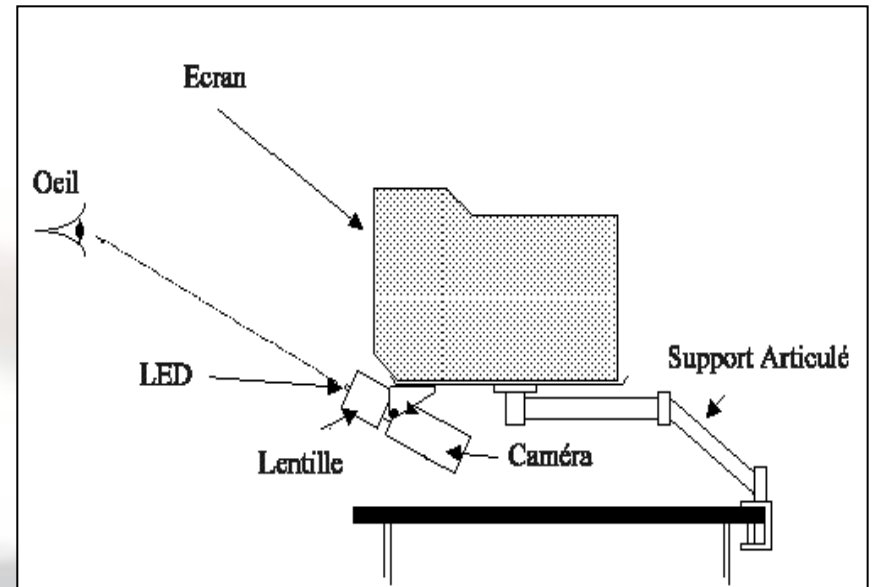


Oculométrie Cognitive

Thierry BACCINO
Laboratoire des Usages
en technologies
Numériques

baccino@lutin-userlab.fr



Méthodologie: objectifs généraux

- Méthode de la psychologie cognitive: Analyser des traces de l'activité mentale afin de décrire (et modéliser) les représentations et les processus qui gouvernent les comportements.
- Ces traces émergent de comportements observables et elles sont mesurées à:
 - Des moments différents:
 - Trace des représentations (traces *résultantes* de l'activité):
 - Etat de la mémoire, organisation des informations...
 - Trace des processus (traces *pendant* l'activité):
 - Attention, perception, raisonnement,.....
 - Des niveaux de traitement différents (Marr, 1982):
 - Niveau intentionnel ou sémantique (objectif, sens d'une action,...)
 - Niveau syntaxique (codes, règles,...)
 - Niveau physiologique (activation neuronale,...)

Psychologie

Méthodologie: objectifs généraux

- A ces traces correspond un ensemble de mesures cognitives:
 - Indicateurs *off-line* (taux d'erreurs, taux de rappel, vérification,...): *état d'activation de la mémoire*.
 - Indicateurs *on-line* (oculométrie cognitive, potentiels évoqués, chronométrie mentale,...): *décours temporel des processus cognitifs*.

Oculométrie Cognitive: définition

- Technique d'enregistrement des mouvements des yeux qui consiste à repérer en temps réel la position du regard au moyen d'un détecteur optique ou d'une caméra vidéo qui sont calés sur le reflet émis par un rayon infra-rouge envoyé sur la cornée oculaire. Ce dispositif couplé à un système informatique échantillonne régulièrement la position spatiale de l'œil et dans certains cas le diamètre pupillaire. La quantité considérable de données enregistrées est ensuite réduite pour ne retenir que les pauses de l'œil (fixations) qui témoignent des traitements cognitifs et les sauts d'une fixation à l'autre (saccades) davantage sous le contrôle de la perception et des mécanismes oculomoteurs. Les fixations et les saccades représentent les éléments fondamentaux de l'étude oculométrique à partir desquels sont calculées plusieurs mesures spatiales et temporelles du déplacement du regard: les mesures spatiales sont des distances saccadiques, des localisations ou le tracé des zones inspectées par le regard (*scanpath*), les mesures temporelles concernent les durées des fixations globales ou locales (i.e, limitées à une information précise).

Baccino, T. (2002). Oculométrie Cognitive. In G.Tiberghien (Ed.), *Dictionnaire des Sciences Cognitives* (pp. 100-101). Paris: Armand Colin.

Oculométrie Cognitive: pistage cognitif



1



2



3

Historique

Yarbus (1967) est un des premiers à avoir analysé les trajectoires oculaires (*Scanpaths*) que réalisaient des sujets lorsqu'on leur posait des questions qui orientaient leur attention vers certains éléments de la scène visuelle.

Questions: 1. Exploration libre; 2. Statut social; 3. Age.

Techniques d'oculométrie

- Taxonomie:
 - Technique Electro-Oculographique (EOG)
 - Technique Galvanométrique
 - Technique du reflet cornéen
 - Capteur Optique
 - Capteur Vidéo

Technique EOG

- Principe: Electrodes disposées autour de l'oeil (Fenn & Hursh, 1934) qui mesurent une différence de potentiels électriques induits par la rotation oculaire.
- Bonne résolution temporelle
- Faible résolution spatiale



Technique galvanométrique

- Principe: Repérer dans un champ magnétique les variations de potentiels électriques induits par le mouvement d'une lentille de contact.
- Très précise (temporellement et spatialement)
- Très contraignante.



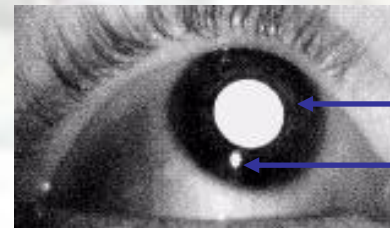
Technique reflet cornéen: capteur optique

- Principe: Reflet d'une lumière infrarouge envoyée sur la cornée et analyse de:
 - Variation d'intensité lumineuse (centre de gravité lumineux)
- Calibrage précis (empêcher les mouvements de tête)
 - *Bite bar* ou mentonnière
- Grande précision temporelle (1Khz) et spatiale (1 .. 5 mn/arc).



Technique reflet cornéen: capteur vidéo

- Principe: Reflet d'une lumière infrarouge envoyée sur la cornée et analyse du:
 - Centre pupillaire
- Algorithmes de traitement d'images (repérage du centre pupillaire)
- Tête libre.
- Précision temporelle (50..250 Hz) et spatiale ($1^\circ/\text{arc}$).
- Diamètre pupillaire



Pupille Brillante

Réflexion Cornéenne

Utilisation de l'oculométrie

- Approche expérimentale stricte: hypothèses, plans expérimentaux stricts, traitements statistiques
 - Etude des processus cognitifs *per se*.
- Approche expérimentale “de terrain”: hypothèses issues de la situation réelle, étude expérimentale...
 - Etude des processus cognitifs observés dans une situation réelle.
- Approche observationnelle: situation naturelle, analyses corrélationnelles.
 - Etude du contexte, évaluation des IHM...

Mesures oculométriques

- Mesures propres à chaque approche:

Mesures	Approche expérimentale	Approche observationnelle
Temporelle	<p>Durée Fixations:</p> <ul style="list-style-type: none">• Fixation unique/ 1^{ère} fixation• Somme des durées• Fix. Progr./Régress.• Refixations.	<p>Durée Fixations:</p> <ul style="list-style-type: none">• Somme des durées par région d'intérêt (RoI).• Refixations
Spatiale	<p>Taille Saccades</p>	<ul style="list-style-type: none">• Scanpaths intrapage.• Scanpaths interpage.

Approche expérimentale: *Exemple de la lecture*

Aude voulait retirer de l'argent lorsque la machine tomba en panne.
 Aude chercha un autre appareil après avoir récupéré sa carte bancaire.
 Pour retirer des espèces, Aude se rendit dans une rue commerçante.
 Aude entra dans une banque afin d'avoir la somme désirée.
 Aude pensa qu'il n'avait pas été facile à obtenir.



○ FIX PROGRESSIVES
 ○ FIX REGRESSIVES
 ○ FIX RETOUR LIGNE

	FP	FR	Total
Nombre	3	2	5
Durée (ms)	784	617	1401

Montoya, S., Denhiere, G., & Baccino, T. (2002). Resolving pronominal ambiguity: Role of contextual constraints. *Current Psychology Letters: Behaviour, Brain & Cognition*, 8, 7-21.

Approche observationnelle: *Evaluation d'Interfaces Homme-Machine (IHM)*

Indicateurs d'utilisabilité	Efficience	Efficacité
		QCM
Intra-page (inspection)	<ul style="list-style-type: none">• Durée/Nombre des Fixations.• Matrice de transitions• Scanpaths (Dist. Leven.)• Nombre de Refixations	<ul style="list-style-type: none">• Taux d'erreurs
Inter-page (navigation)	<ul style="list-style-type: none">• Nombre d'inspections• Page scanpaths (Dist. Leven.)	

Analyse Observationnelle

Plan du site Nous contacter

A propos de l'ANIL Nos partenaires Votre ADIL Recherche sur le site

Bienvenue sur le site de l'ANIL

L'Agence Nationale pour l'Information sur le Logement

Le guide du logement

- > Vous et les Professionnels
- > Accession à la propriété
- > Propriétaire occupant
- > Louer
- > Difficultés
- > Cautions
- > Investissement locatif
- > Injustices

Calculez ...

Financement d'une opération, échéancier de prêt, frais annexes, révision de loyer, plus value, investissement locatif...

FAQ

Vous avez des questions ? Nous avons des réponses ...

Lumière sur ...

L'actualité en bref et les dernières publications

En savoir plus

Les bases de données des spécialistes du logement

- > Les études de l'ANIL et des ADIL
- > L'actualité réglementaire
- > Questions / Réponses
- > Jurisprudence

©Anil MARS 2001

	Fix	Sac
Number	11	10
Duration (ms)	2534	156
Amplitude (pix.)	-	1232

Scanpath	1-2-3-2-5-6-8
-----------------	---------------

Distance de Levensthein
(alignement de 2 séquences)

- 1232568
- 12234
- ➔ Dissimilarité du scanpath (d=4)

Références

- Baccino, T. (1999). Exploring the flicker effect: The influence of in-flight pulsations on saccadic control. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 19(3), 266-273.
- Baccino, T. (2002). Oculométrie Cognitive. In G.Tiberghien (Ed.), *Dictionnaire des Sciences Cognitives* (pp. 202-203). Paris: Armand Colin.
- Baccino, T. (2004). *La lecture électronique*. Grenoble: PUG.
- Baccino, T. (2010). Eye Movements and concurrent ERP's: EFRPs investigations in reading. In S. Liversedge, Ian D. Gilchrist & S. Everling (Eds.), *Handbook on Eye Movements*. Oxford University Press.
- Baccino, T., Bellino, C., & Colombi, T. (2005). *Mesure de l'utilisabilité des Interfaces*. Paris: Hermès Science Publisher (Lavoisier).
- Baccino, T., & Manunta, Y. (2005). Eye-Fixation-Related Potentials: Insight into Parafoveal Processing. *Journal of Psychophysiology*, 19(3), 204-215.
- Chanceaux, M., Guérin-Dugué, A., Lemaire, B. & Baccino, T. (2009). A Model to simulate Web Users' Eye Movements, *Interact'09*, vol.5726, p.288-300. 24th- 28th August, Uppsala (Suède).
- Strahm, M. & Baccino, T. (2006). L'impact des schémas non-analogiques conceptuels dans la compréhension de textes expositifs: stratégies visuelles selon l'expertise, *Psychologie Française*, 51(1), 25-40.