

L'utilisation de l'oculométrie en psycholinguistique

Coralie VINCENT, ingénieure en expérimentation
Sciences et Technologies de la Musique et du Son
UMR9912, CNRS-Ircam-Sorbonne Université



INTRODUCTION À L'OCULOMÉTRIE : DÉFINITIONS ET HISTORIQUE

Les mouvements oculaires

Mouvements oculaires d'intérêt pour la psycholinguistique :

- **Fixations** : maintien du regard à un même endroit (mais yeux pas parfaitement immobiles : micro-saccades, dérives oculaires – 20-40 Hz – & micro-tremblements – 40-100 Hz)
- **Saccades** : mouvements balistiques rapides (exploration)
- **Poursuites lisses** : pour suivre un objet en mouvement

D'autres types élémentaires de mouvements oculaires :

- Vergence : mouvements disjonctifs – convergence ou divergence
- Réflexe oculo-vestibulaire : pour fixer un objet quand il y a mouvement de la tête

Qu'est-ce que l'oculométrie ?

- Processus de mesure des mouvements oculaires dans le temps : **points de focalisation du regard** et **mouvements** d'un œil/des yeux
- Réalisée avec un **oculomètre**
- Utilisée dans la recherche en :
 - Vision
 - Psychologie
 - Linguistique cognitive
 - ...
- Également utilisée en : marketing, conception de produit ; comme dispositif d'entrée pour l'Interaction Humain-Machine,...

Qu'est-ce qui peut être réellement mesuré avec un oculomètre ?

- Position des yeux
- Point de focalisation du regard (direction du regard) sur un écran d'ordinateur ou sur l'environnement – déduit, estimé
- Taille de la pupille dans certaines expériences (pupillométrie)

Pourquoi mesurer la position du regard ?

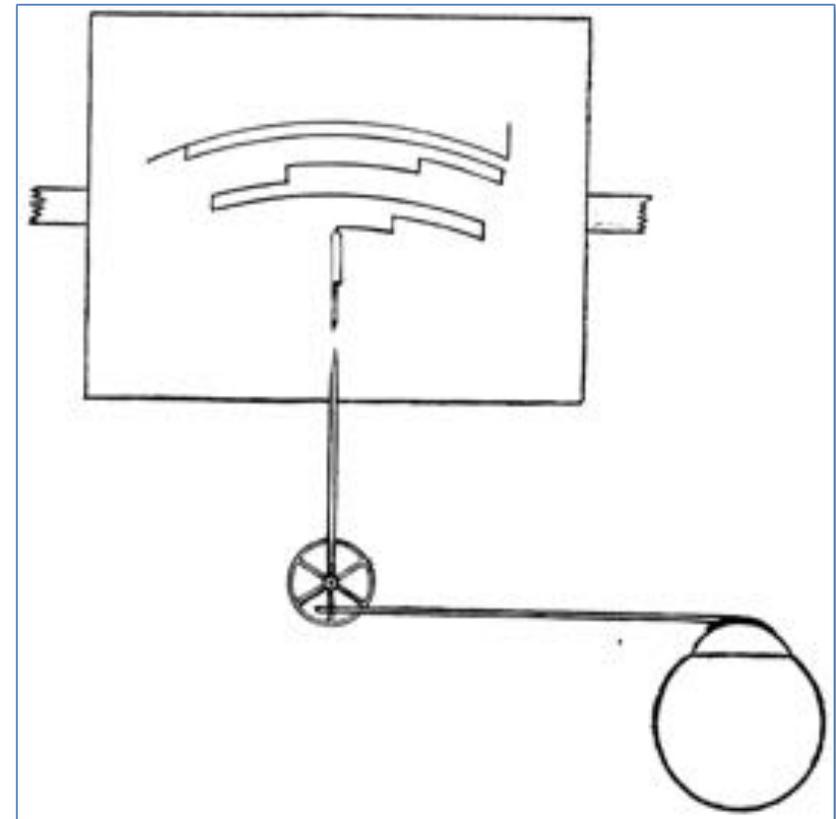
- Hypothèse de l'œil-esprit (Just et Carpenter, 1980) : les fixations révèlent les processus attentionnels et cognitifs sous-jacents au traitement de l'information
 - Mesurer mouvements oculaires =? Évaluer processus cognitifs impliqués (en temps réel ?)



+ Limite ? Être conscient que la vision périphérique existe

Rapide historique

- 1879 : Javal (lecture) ? cf Wade
- Méthode mécanique :
 - 1898 : Delabarre, Huey
 - 1965 : Yarbus
- Puis photographique :
 - 1908 : Diefendorf & Dodge
 - 1928 : Tinker
- Et électronique :
 - Depuis 1970 (Young)

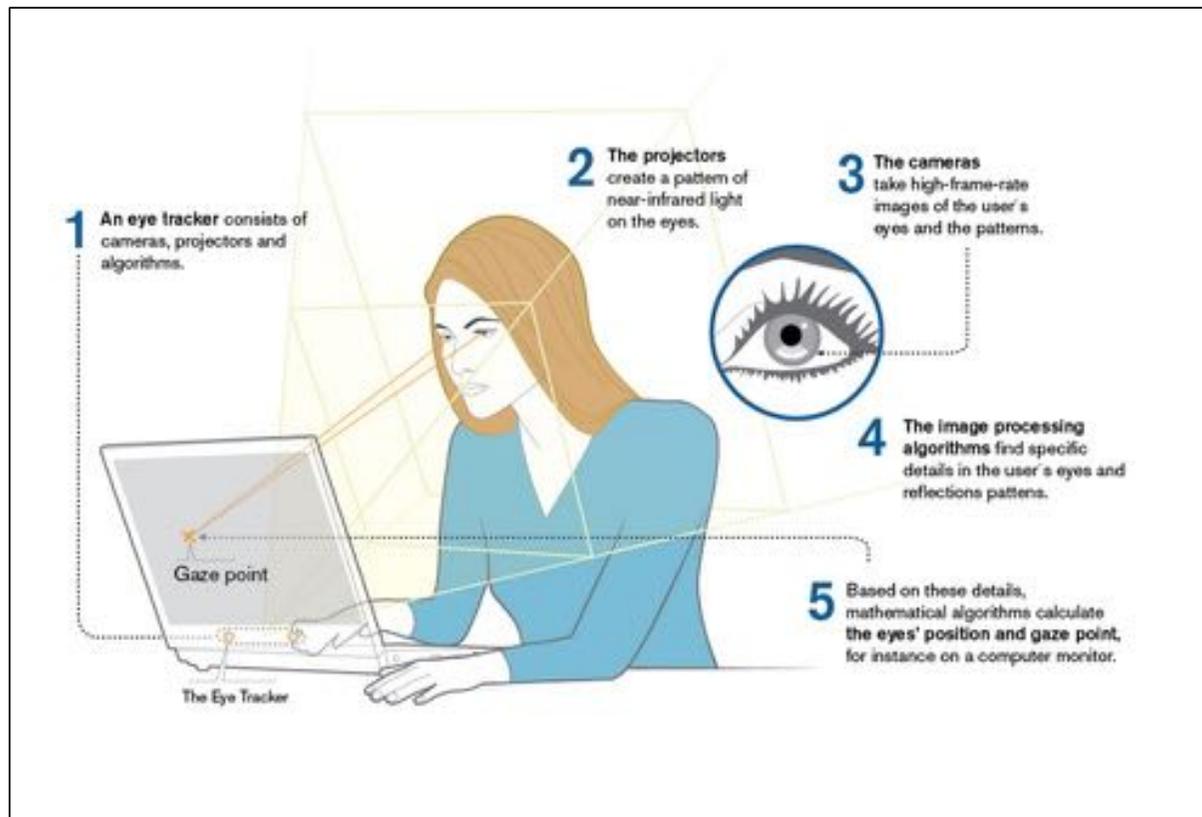


De nos jours : Quel est le système le plus utilisé ?

- Oculomètre électronique qui nécessite :
 - Caméra(s)
 - LEDs émettant une lumière dans le proche infrarouge
 - Algorithmes

LES OCULOMÈTRES : PRINCIPE, TYPES ET SPÉCIFICATIONS

Principe

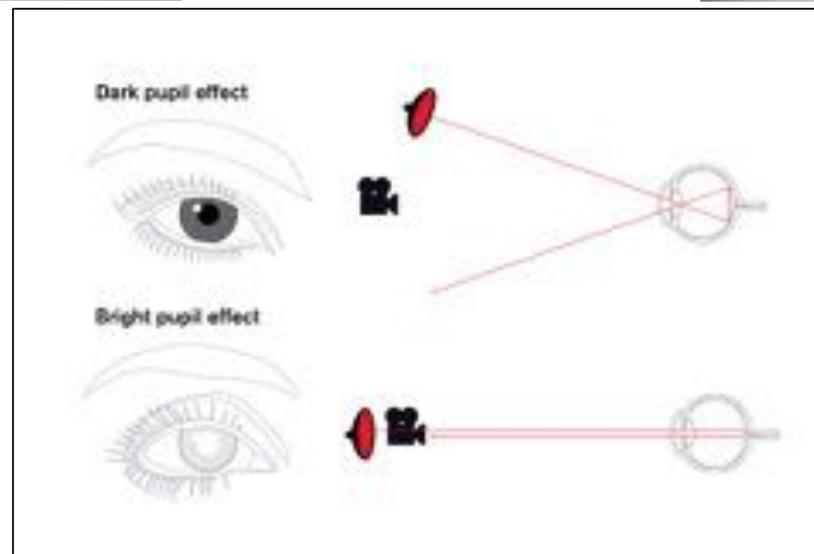
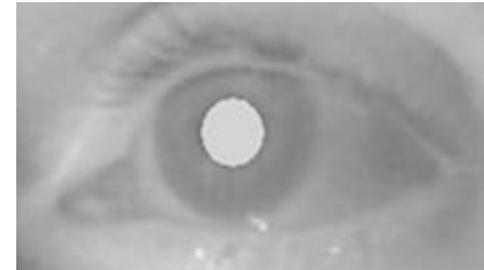


Principe : Motifs créés par les LEDs

- Pupille sombre



- Pupille lumineuse



Principe :

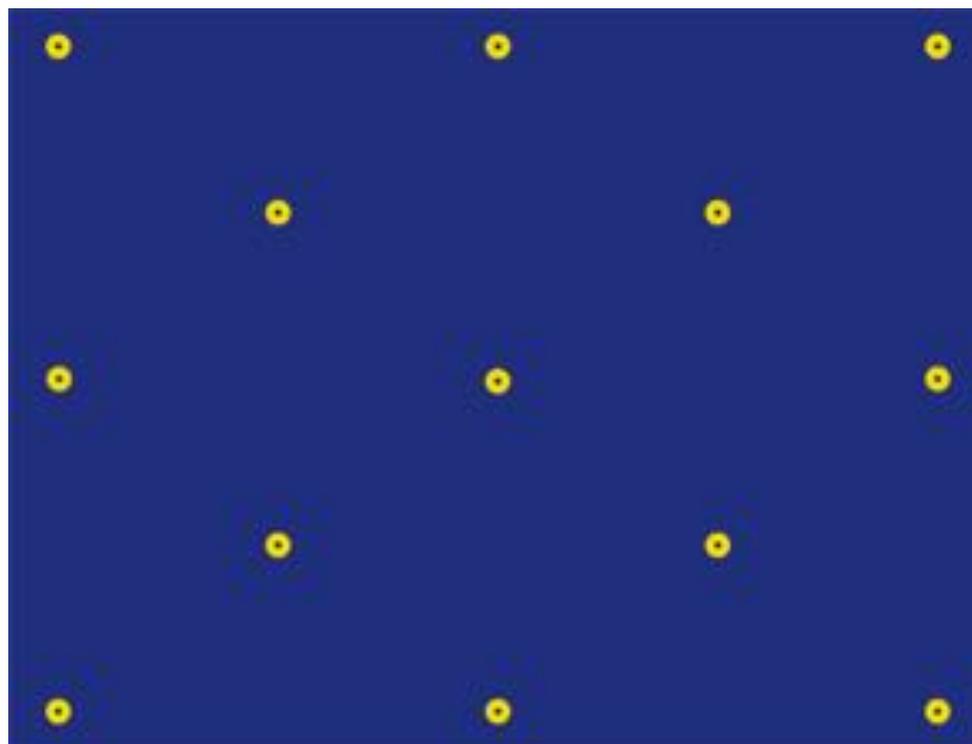
Exemples de divers fabricants

Normalement indiqué dans la documentation :

- SMI et SR Research (EyeLink) : pupille sombre et reflet cornéen
- Tobii : pupille lumineuse et pupille sombre (pour la plupart de leurs oculomètres)

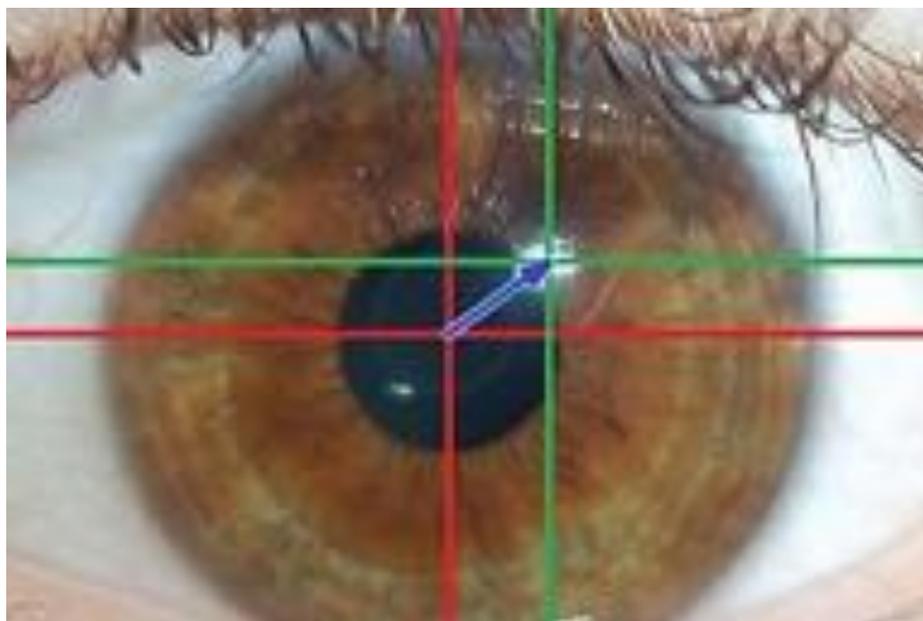
Principe : Nécessité de calibrer (étalonner)

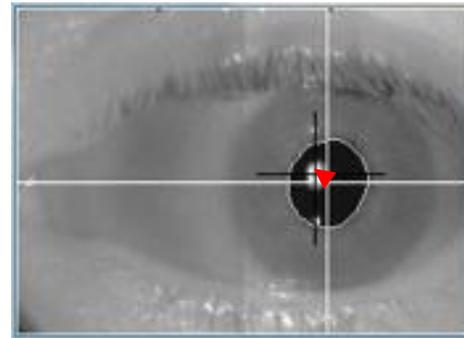
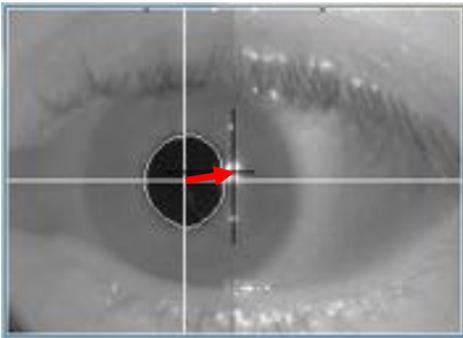
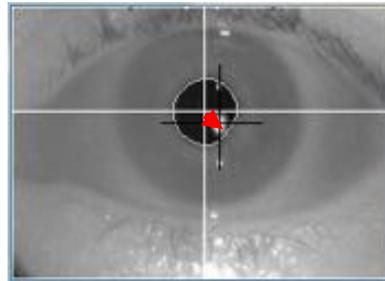
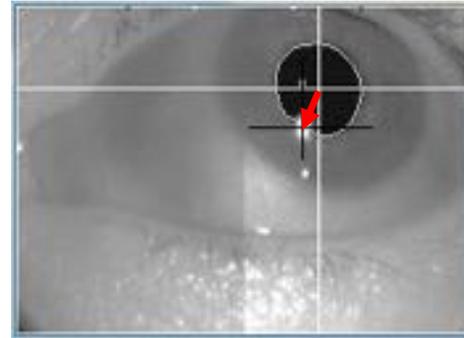
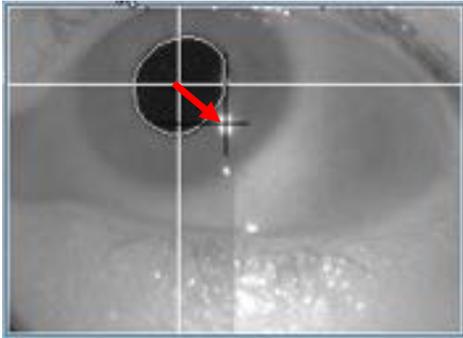
- Ajustage avec 5, 9 ou 13 points



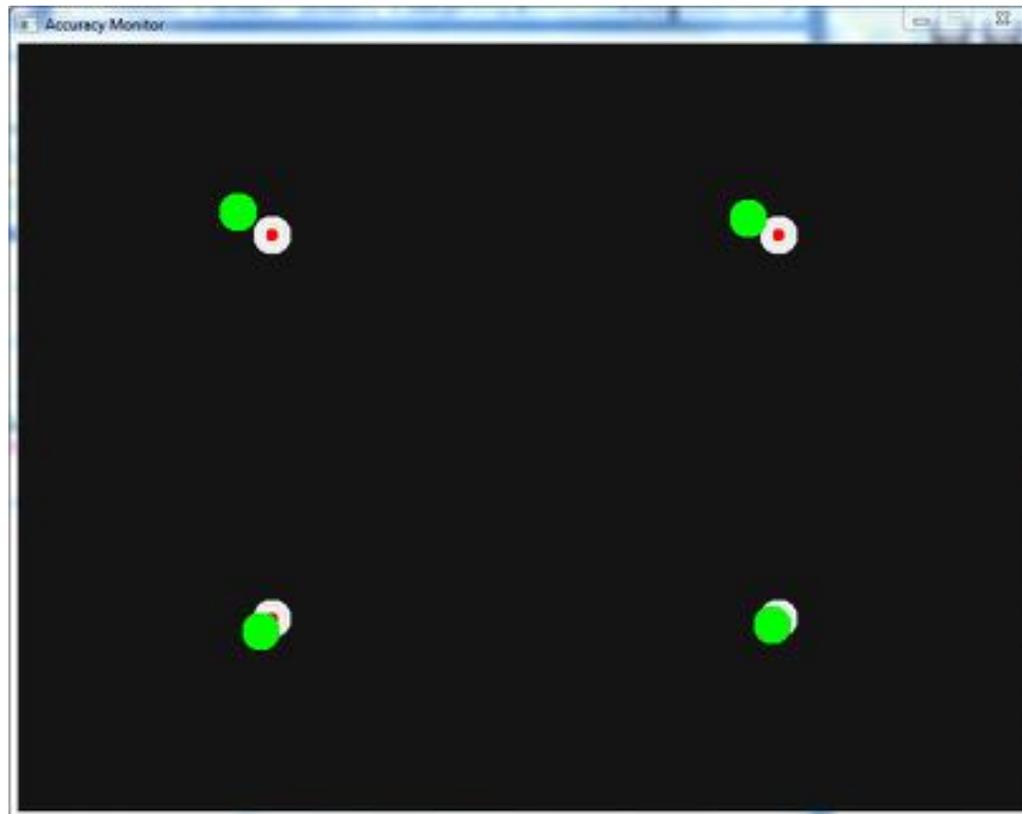
Principe : Nécessité de calibrer

- Distance centre de la pupille (rouge) / reflet cornéen (vert)
→ vecteur (bleu)





Principe : Validation du « calibrage »



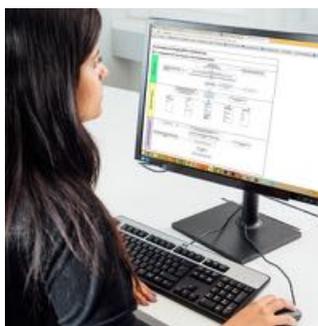
Types d'oculomètres

Fixes

- Monté sur tour (*tower mount*)



- Distant (*remote*), inclus dans l'écran ou barrette placée sous l'écran



Porté

- Lunettes (sans fil)



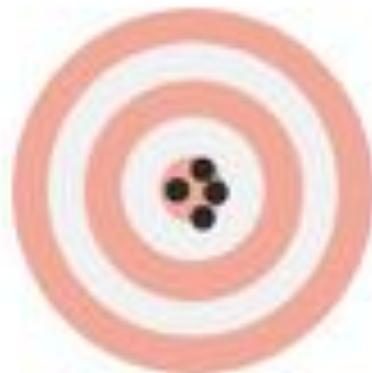
Spécifications :

Fréquence d'échantillonnage

- Nombre d'images par seconde en [Hz]
- De 30 Hz à 2000 Hz (voire 10000 Hz dans la recherche)
- Saccades : 20-40 ms; fixations : au moins 60 ms
- D'après le théorème d'échantillonnage de Nyquist–Shannon, fréquence de 33.3 Hz est suffisante pour étudier les fixations :

$$f_s = 2 \times f_{max} = \frac{2}{0.06} \approx 33.3 \text{ Hz}$$

Spécifications : Précision et exactitude



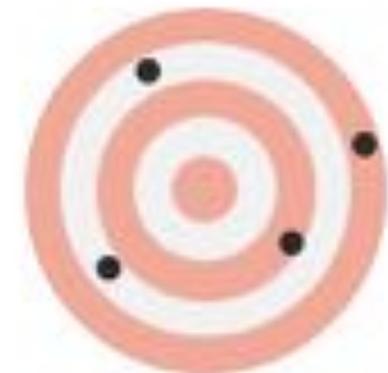
Exactitude =
Élevée
Précision =
Élevée



Exactitude =
Faible
Précision =
Élevée



Exactitude =
Élevée
Précision =
Faible



Exactitude =
Faible
Précision =
Faible

©2022 Parlons sciences

Spécifications :

Précision et exactitude

- Une précision de 1° , sur un écran situé à 60 cm, signifie une précision de :

$$l = \frac{2\pi r}{360} = \frac{2\pi \times 60}{360} = \frac{\pi}{3} \sim 1 \text{ cm}$$

Spécifications :

Mono- vs binoculaire

- Oculométrie binoculaire conseillée pour :
 - Les enfants (distance des points de regard des 2 yeux plus large que chez les adultes)
 - Les expériences où la double vision – diplopie – peut se produire
 - Les participants qui ont des dysfonctionnements neurologiques affectant la vergence
 - Les études où les mesures des saccades sont importantes.

Spécifications :

Exemple du Tobii Pro Fusion

Eye tracking technique	Video-based pupil and corneal reflection eye tracking with dark and bright pupil illumination modes. Dark pupil tracking is supported in all sample frequencies. Bright pupil tracking is supported at 60 and 120 Hz. Two cameras capture stereo images of both eyes for robust, accurate measurement of eye gaze and eye position in 3D space, as well as pupil diameter.
Eye tracking mode	N/A (default)
Sampling frequency	30 Hz, 60 Hz, 120 Hz, or 250 Hz (max. frequency depends on hardware version)
Precision ¹	0.04° RMS in optimal conditions (applying Savitzky-Golay filtering, settings listed in the test report) 0.2° RMS in optimal conditions (raw signal)
Accuracy ¹	0.3° in optimal conditions
Binocular eye tracking	Yes
Eye tracker latency	Mean latency < 13 ms @ 250 Hz (SD < 1.2 ms) ²

Spécifications : Latence de l'oculomètre

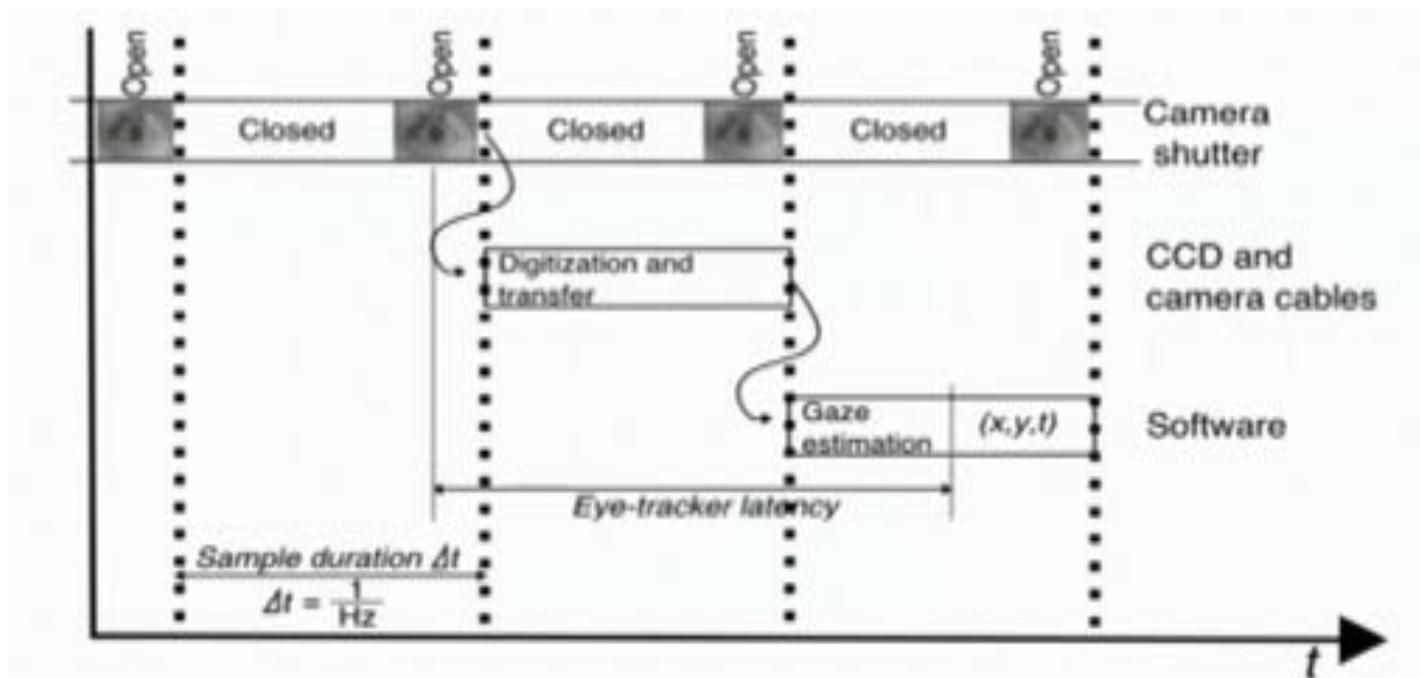


Fig. 4.19 In a video-based eye-tracker, three processes are at work before we have our (x, y, t) : First, the camera intake is open and light is let in. The stabilized image data are then transferred to the computer. Finally, feature detection and gaze estimation is conducted by computer software and (x, y, t) is available.

DONNÉES OCULOMÉTRIQUES : RECUEIL, VISUALISATION, TRAITEMENT ET ANALYSE

Déroulement d'une expérience : Expérience préliminaire

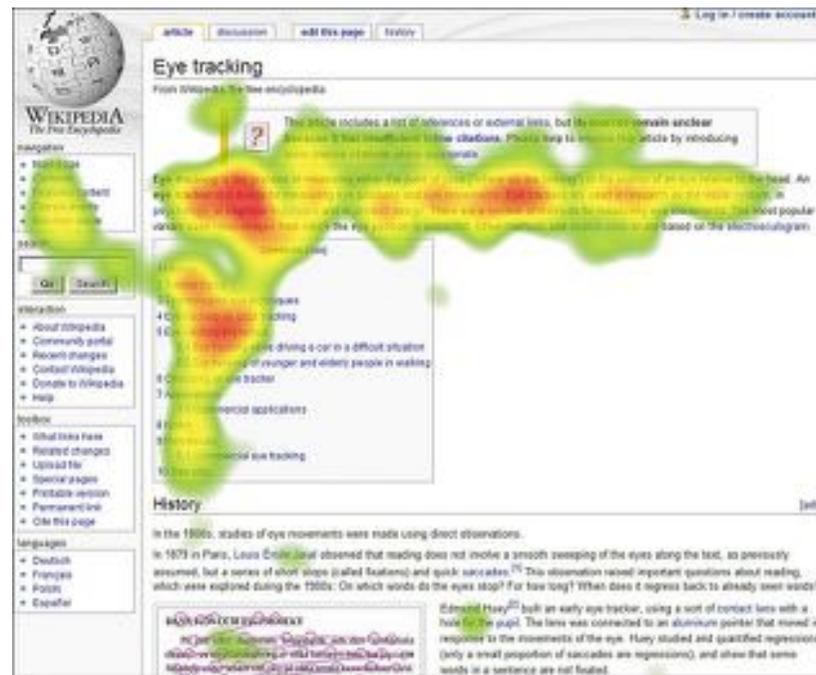
- Bien avant :
 - Formuler une/des hypothèse/s
 - Préparer les stimuli, programmer l'expérience
 - Réaliser un test pilote avec quelques (faux) sujets du même âge
 - Tester la phase d'analyse des données obtenues
- Quand tout ça est ok, vous pouvez passer à la vraie expérience !

Déroulement d'une expérience d'oculométrie typique

- Avant :
 - Vérifier les paramètres de l'oculomètre (par exemple, régler la résolution de l'écran).
- Pendant :
 - Mettre le participant à l'aise en « papotant » avec lui AVANT l'expérience
 - Oculomètre monoculaire : déterminer quel est l'œil dominant du participant
 - Expliquer au participant le fonctionnement de l'appareil (= ce qu'il a besoin de savoir pour être bien positionné) [en s'asseyant à l'oculomètre], puis le faire asseoir devant l'oculomètre
 - Calibrer et valider (également entre les blocs)
 - Lancer l'expérience (démarrer l'enregistrement !)
- Après :
 - Visualiser les données pour vérifier leur qualité (le cas échéant, exclure des items/participants)
 - Définir les aires d'intérêt (Aoi – qui peuvent être dynamiques dans certaines expériences)
 - Effectuer les mesures avec le logiciel d'analyse de l'oculomètre ou les calculer à partir des données brutes (pour déterminer fixations et saccades).

Visualisation des données : Carte de densité (heatmap)

- Fixations agrégées des participants



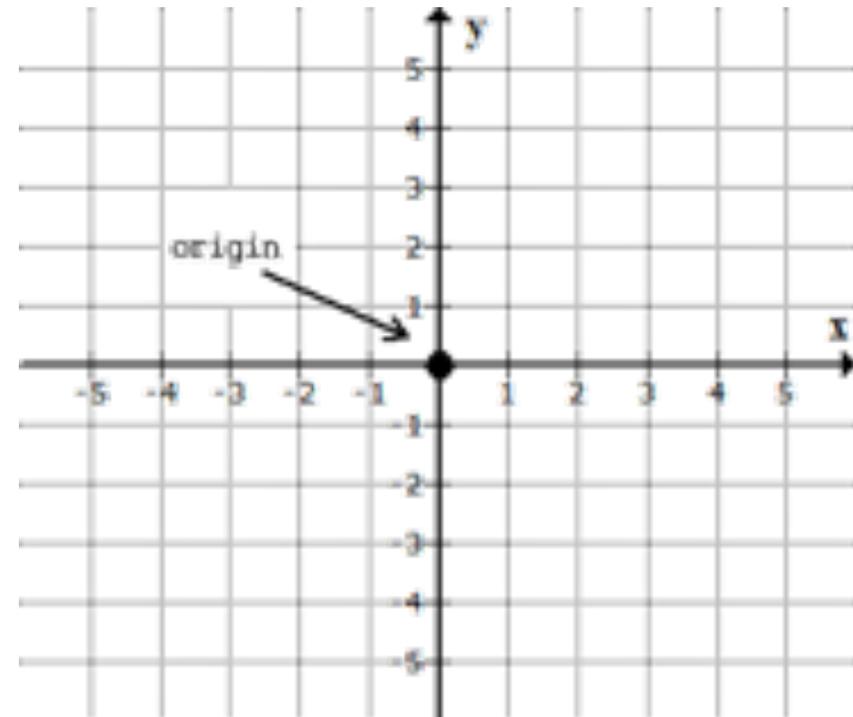
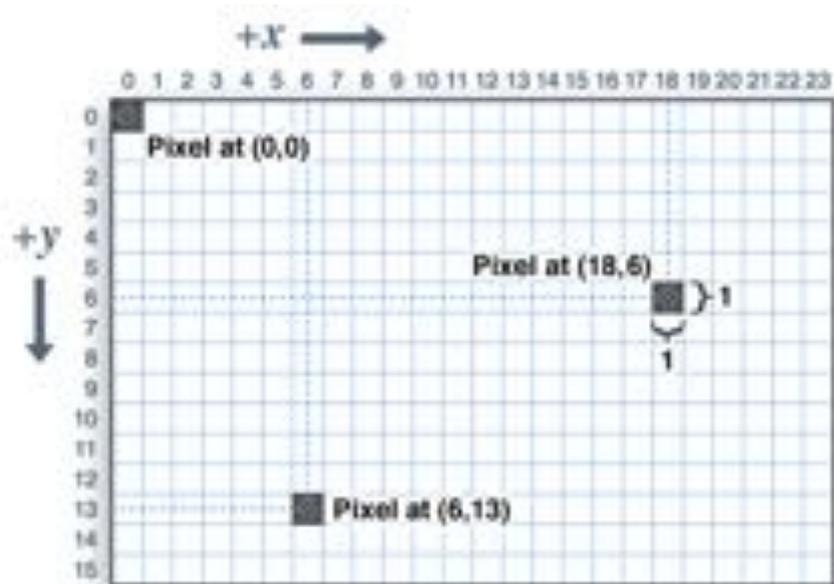
Visualisation des données : Trajectoire de balayage (scanpath)

- Pour un participant

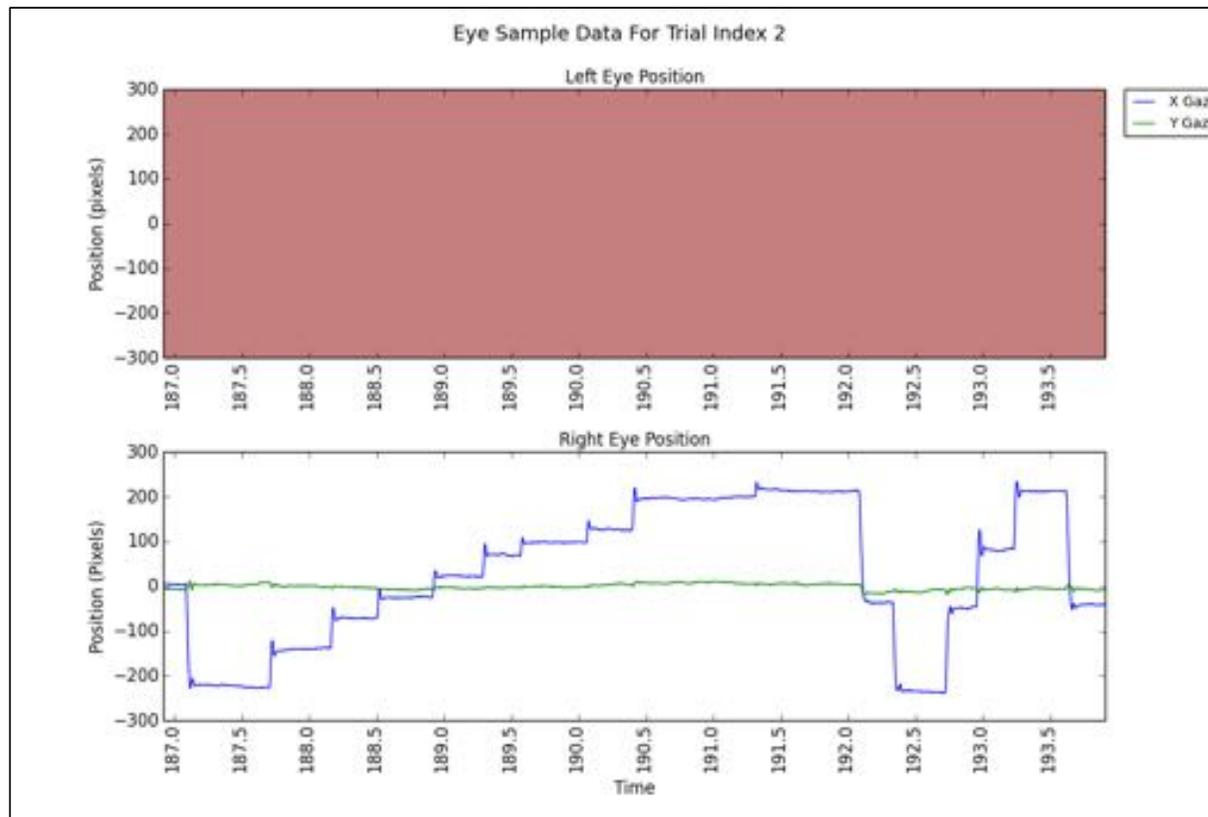


Visualisation des données : Coordonnées sur l'écran

- En général, en informatique (CRT) • [PsychoPy](#)



Visualisation des données : Positions en fonction du temps



(pré-)Traitement des données

- Il est nécessaire de vérifier les données (clignements, dérives, mauvais calibrage...)
- Participants avec $< 90\%$ d'échantillons valides devraient être écartés des analyses (sauf pour les populations spécifiques – bébés, pathologie,...)
- Si vous faites vos analyses depuis les données brutes, calculez à quelle catégorie de mouvement appartient chaque échantillon (plusieurs algorithmes existent, un algorithme simple pour les fixations est disponible dans [PyGazeAnalyzer](#)).

Analyse des données : Aires d'intérêt (Aoi)

- Zones qui vous intéressent (statiques ou dynamiques)
// jouer au flipper
- Exemples de mesures :
 - Première fixation (quand ? où ? durée)
 - Nombre de fixations
 - Durée des fixations
 - Régression (pour la lecture)

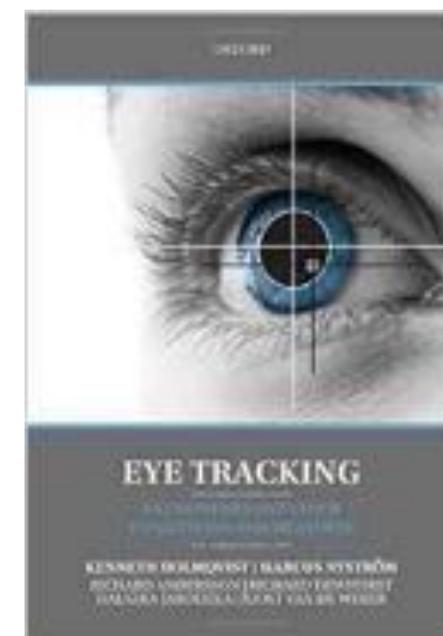
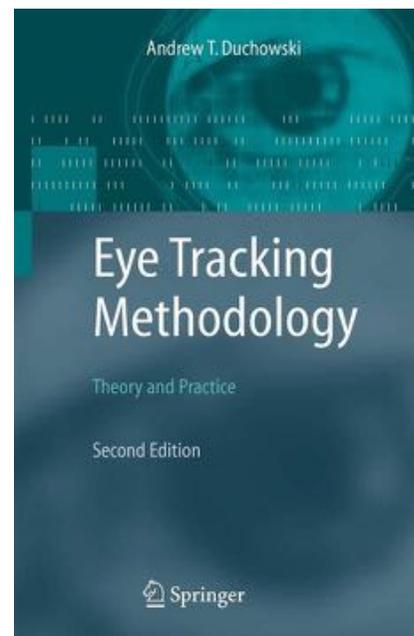
RETOUR D'EXPÉRIENCE : MON UTILISATION DE L'OCULOMÉTRIE

Mon parcours

- Formation initiale en ingénierie du son, initiation à la vidéo
- 2003-2005 : responsable de service audiovisuel
- 2005-2010 : ingénieure au LPP (phonétique et phonologie)
mesures acoustiques et physiologiques, caméra ultra-rapide
- 2011-2022 : ingénieure au SFL (psycholinguistique)
oculométrie, capture de mouvement
 - 2019 : soutenance d'un mémoire d'ingénieur CNAM de métrologie portant sur l'oculométrie

Formation à l'oculométrie

- En interne
- Lecture
 - Duchowski, 2007 (2^e éd.)
 - Holmqvist et al., 2011 (1^e éd.)
- Fabricants (principalement Tobii)
- Tobii EyeTrackBehavior, 2011
- CLEAR workshop, 2016
(Child Language & Eyetracking:
Analyses and Rationale)

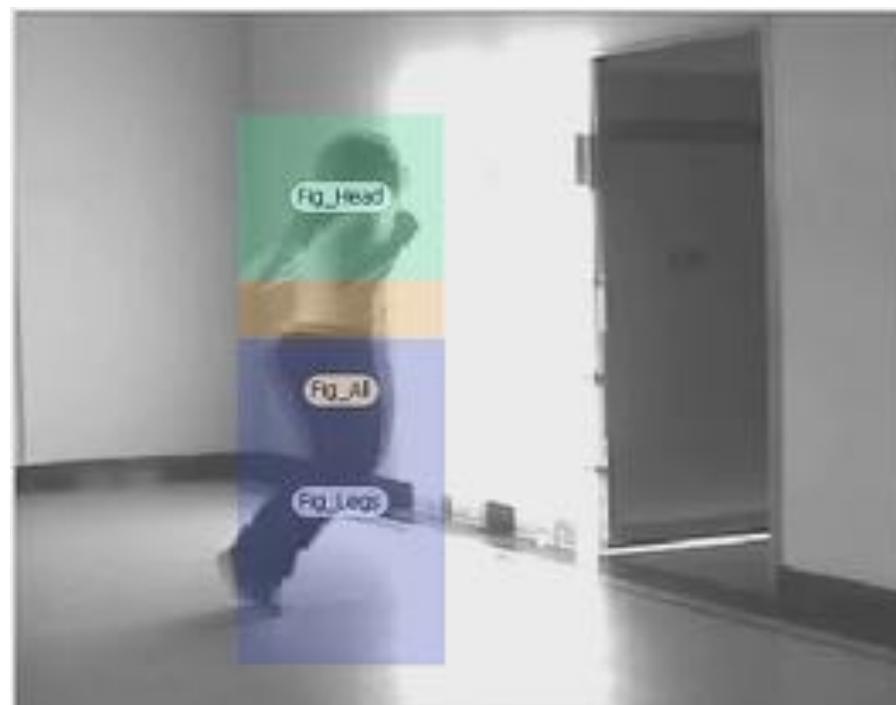


Protocoles

- Typologie du mouvement
- Paradigme du monde visuel
- Lecture (relatives en mandarin)
- Langue des Signes Française

Typologie du mouvement

- Tobii X120 (60 et 120 Hz)
- Mesures : nombre et durée des « fixations » dans chaque aire d'intérêt dynamique, trajectoires de balayage
- Apports techniques : scripts d'interpolation et de correction des données oculométriques



Typologie du mouvement : Contributions

- Engemann, H., Vincent, C., Soroli, E., & Hickmann, M. (2016). *Conceptualization in process: Motion event processing in English and French*. 3rd AttLis workshop 'The Attentive Listener in the Visual World', Potsdam, Germany.
- Soroli, E., Hickmann, M., Hendriks, H., Engemann, H., & Vincent, C. (2015). *Language effects on spatial cognition? Cross-linguistic evidence and eye-tracking*. NINJAL International Symposium: Typology and Cognition in Motion Event Descriptions, Tokyo, Japan.
- Soroli, E., & Vincent, C. (2014). *Représentations spatiales et stratégies linguistiques: Qu'ont à nous dire les mouvements oculaires sur l'interface langage-cognition ?*. Journée d'études internationale 'Multimodalité - perspectives interdisciplinaires : nouvelles questions et nouvelles méthodologies', Paris, France.
- Soroli, E., Vincent, C., Engemann, H., Hendriks, H., & Hickmann, M. (2019). *Event integration mechanisms across languages and their psychological reality*. 15th International Cognitive Linguistics Conference: "Crosslinguistic Perspectives on Cognitive Linguistics", Nishinomiya, Japan.
- Vincent, C., Soroli, E., Engemann, H., Hendriks, H., & Hickmann, M. (2018). *Tobii or not Tobii? Assessing the validity of eye tracking data: Challenges and solutions*. Scandinavian Workshop on Applied Eye Tracking (SWAET), Frederiksberg, Denmark.

Paradigme du monde visuel : Études sur la résolution d'anaphore

- SR Research EyeLink 1000
- Mesures : fréquence du regard (en %) sur l'un ou l'autre des deux éléments de l'image
- Apports scientifiques :
 - Position du pronom en allemand
 - Influence d'une construction alternative en français
 - Acquisition d'une langue 2^{nde}
 - Enfants développement (a)typique



Paradigme du monde visuel : Contributions

- Colonna, S., Schimke, S., & Hemforth, B. (2015). Different effects of focus in intra- and inter-sentential pronoun resolution in German. *Language, Cognition and Neuroscience*, 30(10), 1306–1325.
<https://doi.org/10.1080/23273798.2015.1066510>
- Colonna, S., & Vincent, C. (2022). *Les mouvements oculaires comme indice du traitement langagier*. Colloque international et interdisciplinaire “Les sciences dans tous les sens : sœurs jumelles ou sœurs ennemies ?”, Mulhouse, France.
- Colonna, S., & Vincent, C. (2024). Les mouvements oculaires comme indice du traitement langagier. *Alliage*.
- Colonna, S., Vincent, C., Pinvidic, L., & Schimke, S. (2020). Influence d’une construction alternative sur l’interprétation d’un pronom chez les enfants francophones au développement typique et atypique du langage. *7e Congrès Mondial de Linguistique Française (CMLF 2020)*, 78, 10001.
<https://doi.org/10.1051/shsconf/20207810001>
- de La Fuente, I., Schimke, S., Vincent, C., Hemforth, B., & Colonna, S. (2016). *Topicality-based vs exposure-based preferences in pronoun resolution in French: Evidence from questionnaires and eye-movements*. 22nd Architectures and Mechanisms for Language Processing Conference (AMLaP 2016), Bilbao, Spain.
- Schimke, S., de la Fuente, I., Hemforth, B., & Colonna, S. (2018). First Language Influence on Second Language Offline and Online Ambiguous Pronoun Resolution. *Language Learning*, 68(3), 744–779.
<https://doi.org/10.1111/lang.12293>

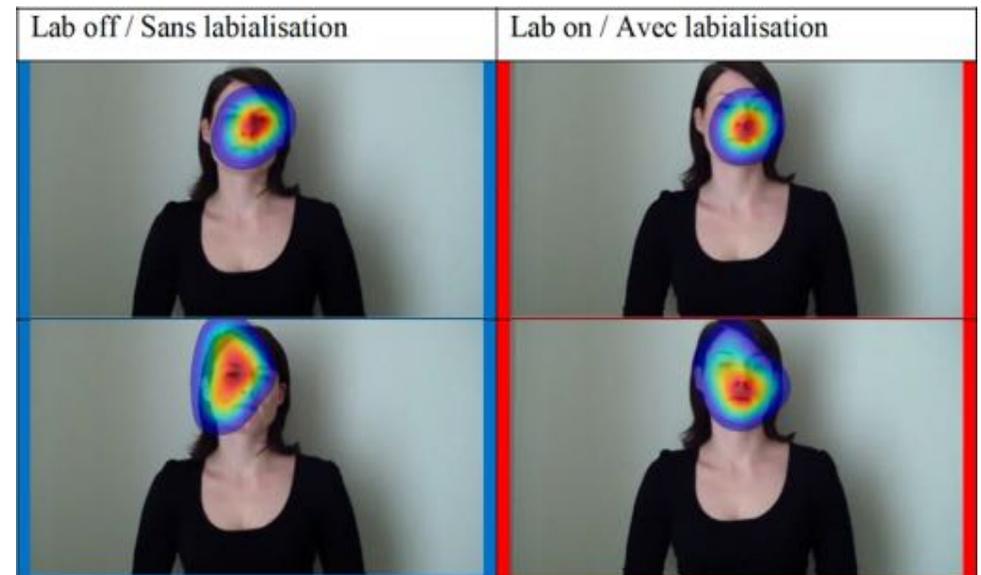
Lecture (relatives en mandarin)

- SMI Hi-Speed 1250
- Mesures : fixations, régressions,...
- Apports techniques : scripts de pré-traitement des données

刺客襲擊的鐵匠鑄造了寶劍

Langue des Signes Française

- The Eye Tribe (30 Hz), low cost
- Mesures : fixations sur le visage
- Apports scientifiques :
 - vérification du fait que les sourds signeurs regardent principalement le visage (Emmorey et al., 2009)
 - observation : la labialisation entraîne un déplacement des fixations des yeux vers la bouche (Huguet, 2016)

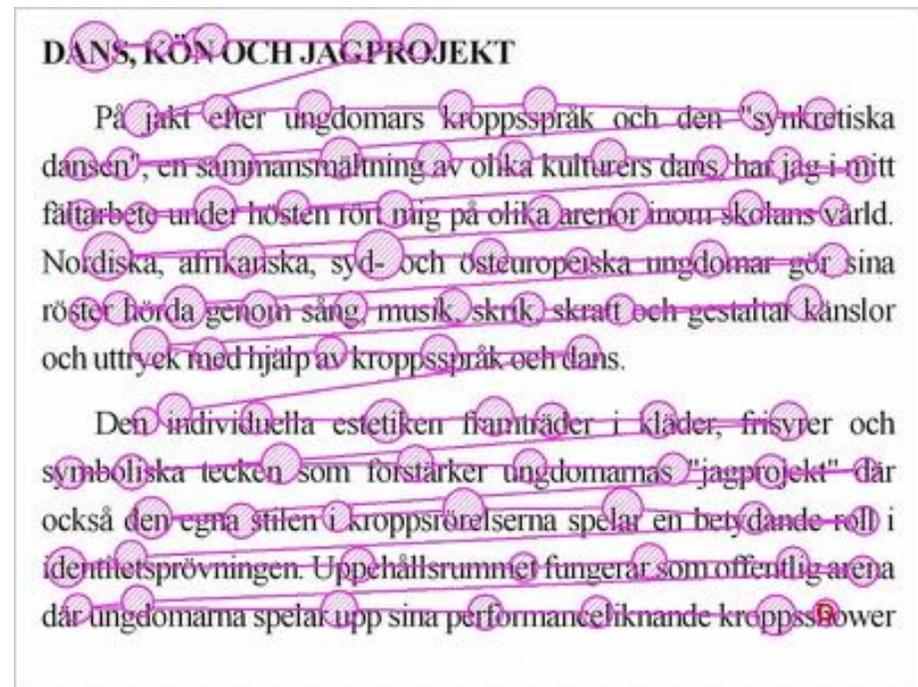


RETOUR D'EXPÉRIENCE : QUELQUES PROBLÈMES, SOLUTIONS ET CONSEILS

Quelques problèmes :

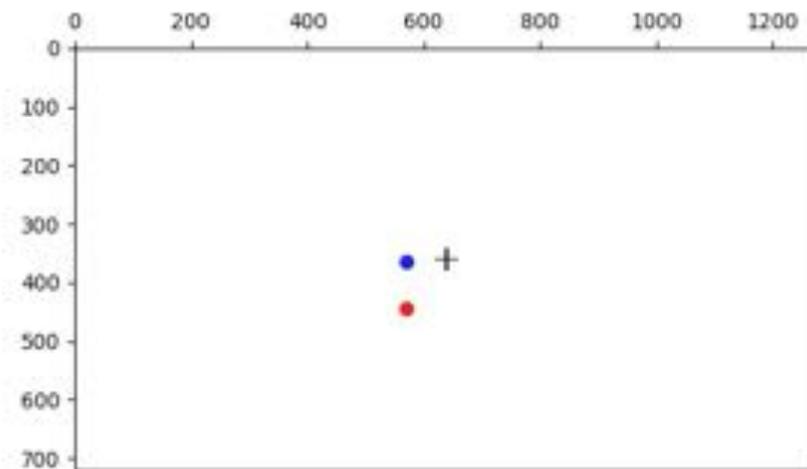
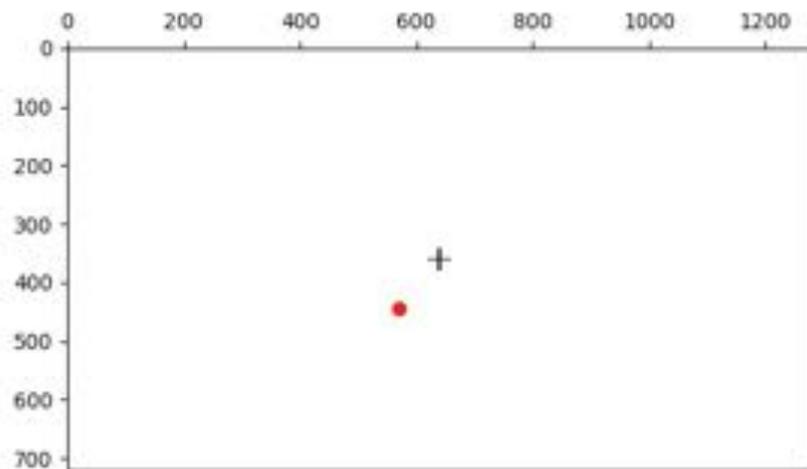
Matériel – Précision du Tobii X120

- [Problème](#) (fév. 2016) :
 - Décalage systématique entre fixation réelle et estimée par Tobii
 - Relevé par plusieurs collègues (étude sur la lecture – à Aix ?)
 - Demande d'ajout d'un paramètre « calibration fine-tuning »
- [Réponse](#) de Tobii (déc. 2019) :
Malheureusement impossible pour l'instant



Quelques problèmes : Matériel – Précision du Tobii X120

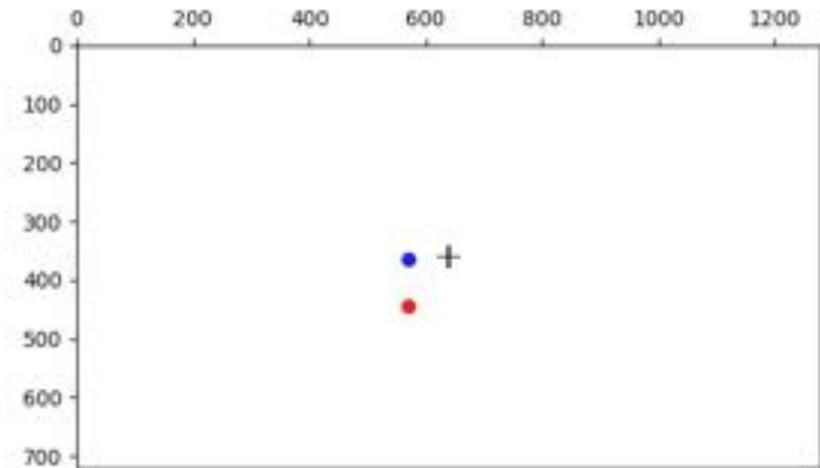
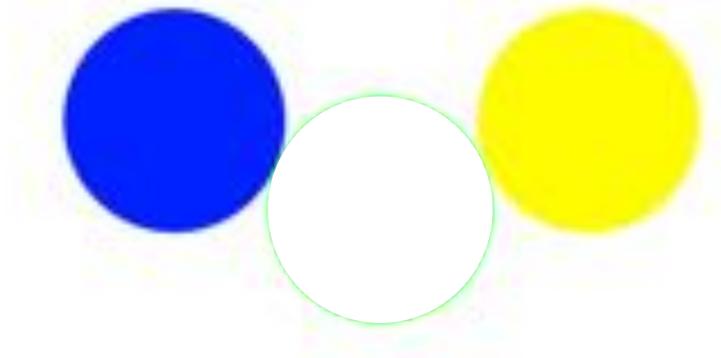
- Solution : écriture de scripts de [correction des données](#) (tentative)



Quelques problèmes :

Algorithmes – « Des vessies pour des lanternes »

- Problème : filtrage des données
- Fixation vs saccade
- // est-ce bleu ou jaune ?



- Solution : [sp tool](#)

Quelques problèmes :

Éthique de la recherche – Le cas Holmqvist

- 2017 : [message](#) sur l'*Eye-movement mailing list* incluant le [Pressrelease](#)
- 2024 : Apparition d'une rubrique « Retracted items » dans Zotero
- Attention quand vous lisez/citez les travaux de ce chercheur...



Quelques conseils en vrac : Recueil de données

- Luminosité
 - Supprimer lumière infrarouge parasite (soleil) pour certains types d'oculomètres
 - Limiter variations de luminosité
- Mascara
 - Démaquillant et coton dans la salle de passation
- Mouvements de tête
 - Mentonnière, consignes, croix de fixation avant stimuli...
- Pas de solution systématique
 - Lunettes, lentilles de contact, yeux humides, paupières tombantes, iris sombre...

Quelques conseils en vrac : Recueil de données

- Bien choisir paramètres d'acquisition
- Apprendre à utiliser les appareils et faire des essais (transfert + mini-analyse) AVANT de partir sur le terrain
- Ne pas oublier d'appuyer sur "REC" !
- Garder en tête l'influence qu'a l'environnement sur le comportement des participants... – Minimiser les machines , rassurer les participants, lire les consignes ou les enregistrer
- Noter références des appareils et, éventuellement, leur emplacement (prendre des photos de l'installation)

Quelques conseils en vrac : Recueil de données

- Si possible, limiter l'expérience à 30 minutes ou faire une pause de 5-10 minutes entre deux parties < 30 minutes si la séance dépasse 30 minutes
- Durée totale de la session < 90 minutes (fatigue)
- Nombre de participants : prévoir large (technique inexploitable dans 5% des cas)
- Vérifier (visualiser) les données régulièrement : chaque jour/semaine ? (personne autre que l'expérimentateur)
- Sauvegarder les données chaque demi-journée, sur 2 supports

Quelques conseils en vrac : Recueil de données

- Montrer un point/une croix de fixation centré/e que le participant doit regarder avant chaque stimulus
- Si choix entre éléments : les objets présentés doivent être, si possibles, équidistants de ce point de fixation
- Éviter stimuli complexes (photographie avec éléments sur plusieurs plans, objets partiellement cachés,...)
- Et conseils habituels (stimuli cibles + distracteurs, orientation)
- Des stimuli simples simplifieront d'autant l'analyse

Quelques conseils en vrac : Recueil de données avec des enfants

- Problème : plus complexes à enregistrer que les adultes (plus instables, mouvements oculaires plus rapides,...)
- Solution : siège auto ?
- + Tâche de désignation : risque d'occultation → lunettes ? (comme dans Trueswell et al., 1999 par exemple)



Quelques conseils en vrac : Analyse de données

- Qualité des données primordiale ! L'évaluer dès que possible
- « Garbage in, garbage out »
- Utiliser ou programmer les algorithmes les plus adaptés pour répondre à question(s) de recherche
- Question des logiciels d'analyse « clef en main »
 - lire attentivement la documentation des constructeurs
 - faire test comparatif avec une analyse « à la main »
- Ne pas hésiter à contacter le fabricant (également pour recueil)

Merci à...

Léopoldine Brand
Emmanuelle Huguet
William Schmidt
Barbara Hemforth
Sarah Schimke
Saveria Colonna
Antoine Luu Denise Wu
Henriëtte Hendriks
Helen Engemann
Maya Hickmann†
Efsthathia Soroli
Gaël Obein Israel de la Fuente

Lexique français-anglais

- Aires d'intérêt : Areas of Interest (Aoi)
 - Ajustage (calibrage) : adjustment
 - Carte de densité : heatmap
 - Clignements d'yeux : (eye) blink
 - Direction du regard, regard : gaze
 - Étalonnage : calibration
 - Exactitude : accuracy
 - Fixation : fixation
 - Fréquence d'échantillonnage [Hz] : sampling frequency
 - Mentonnière : chin rest
 - Point de focalisation du regard : point of gaze
 - Poursuite lisse : smooth pursuit
 - Précision : precision
 - Pupille lumineuse : bright pupil
 - Pupille sombre : dark pupil
 - Oculomètre : eye-tracker
 - Oculométrie : eye tracking
 - Reflet cornéen : corneal reflexion
 - Saccade : saccade
 - Trajectoire de balayage : scanpath
- + voir le [« Vocabulaire international de Métrologie »](#) (2012) et le [site de l'OQLF](#)

Références

Historique

- Delabarre, E. B. (1898). A Method of Recording Eye-Movements. *The American Journal of Psychology*, 9(4), 572–574. <https://doi.org/10.2307/1412191>
- Diefendorf, A. R., & Dodge, R. (1908). An Experimental Study of the Ocular Reactions of the Insane from Photographic Records. *Brain*, 31(3), 451–489. <https://doi.org/10.1093/brain/31.3.451>
- Huey, E. B. (1898). Preliminary Experiments in the Physiology and Psychology of Reading. *The American Journal of Psychology*, 9(4), 575–586. <https://doi.org/10.2307/1412192>
- Javal. (n.d.). *Physiologie de la lecture et de l'écriture*. https://archive.org/stream/b21286851/b21286851_djvu.txt
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87(4), 329–354. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.87.4.329>
- Tinker. (1928). A photographic study of eye movements in reading formulae. *Genetic Psychology Monographs*, 3(2), 68–182.
- Wade, N. J., & Tatler, B. W. (2008). Did Javal measure eye movements during reading? *Journal of Eye Movement Research*, 2(5), Article 5. <https://doi.org/1614430369>
- Wade, N. J., Tatler, B. W., & Heller, D. (2003). Dodge-ing the issue: Dodge, Javal, Hering, and the measurement of saccades in eye-movement research. *Perception*, 32(7), 793–804. <https://doi.org/10.1068/p3470>
- Yarbus, A. L. (1967). *Eye Movements and Vision*. Plenum Press.
- Young, L. R. (1970). Recording Eye Position. In M. Clynes & J. H. Milsum (Eds.), *Biomedical Engineering Systems*. McGraw-Hill.
- Young, L. R., & Sheena, D. (1975). Survey of eye movement recording methods. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, 7(5), 397–429. <https://doi.org/10.3758/BF03201553>

Références

Généralités

- Bojko, A. (2013). *Eye Tracking the User Experience: A Practical Guide to Research*, New York, USA: Rosenfeld Media.
- Duchowski, A. T. (2017). *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice* (3rd ed.). Springer International Publishing.
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., & Weijer, J. van de. (2011). *Eye Tracking: A comprehensive guide to methods and measures* (1st ed.). Oxford University Press.

Paradigme du monde visuel

- Traxler, M. J., Morris, R. K., & Seely, R. E. (2002). Processing subject and object relative clauses: Evidence from eye movements. *Journal of Memory and Language*, 47, 69–90.

Références

Enfants

- Bradshaw, J., Fu, X., Yurkovic-Harding, J., & Abney, D. (2023). Infant embodied attention in context: Feasibility of home-based head-mounted eye tracking in early infancy. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 64, 101299. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2023.101299>
- Dalrymple, K. A., Manner, M. D., Harmelink, K. A., Teska, E. P., & Elison, J. T. (2018). An Examination of Recording Accuracy and Precision From Eye Tracking Data From Toddlerhood to Adulthood. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00803>
- Francois, J. R., Coufal, K. L., Chaparro, B. S., & Francois, J. R. (2018). The Use of Eye-Tracking in the Investigation of Prelinguistic Infants: A Review. *Annals of Cognitive Science*, 2(1), Article 2.
- Gredebäck, G., Johnson, S., & von Hofsten, C. (2009). Eye Tracking in Infancy Research. *Developmental Neuropsychology*, 35(1), 1–19. <https://doi.org/10.1080/87565640903325758>
- Hessels, R. S., & Hooge, I. T. C. (2019). Eye tracking in developmental cognitive neuroscience – The good, the bad and the ugly. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 40, 100710. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2019.100710>
- Smith, T. J., & De Urabain, I. R. S. (2017). Eye tracking. In B. Hopkins, E. Geangu, & S. Linkenauger (Eds.), *The Cambridge Encyclopedia of Child Development* (2nd ed., pp. 97–101). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316216491.016>
- Stone, A., & Bosworth, R. G. (2019). Exploring Infant Sensitivity to Visual Language using Eye Tracking and the Preferential Looking Paradigm. *Journal of Visualized Experiments (JoVE)*, 147, e59581. <https://doi.org/10.3791/59581>
- Tomalski, P., & Malinowska-Korczak, A. (2020). What Do Young Infants Do During Eye-Tracking Experiments? IP-BET – A Coding Scheme for Quantifying Spontaneous Infant and Parent Behaviour. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00764>
- Trueswell, J. C., Sekerina, I., Hill, N. M., & Logrip, M. L. (1999). The kindergarten-path effect: Studying on-line sentence processing in young children. *Cognition*, 73(2), 89–134. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(99\)00032-3](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(99)00032-3)

Références

Webinaire, guide, tutoriel

- *Eye tracker focus: Barre (fixé) ou de lunettes (porté)?* (n.d.). Retrieved 17 October 2024, from <https://www.tobii.com/resource-center/webinars/barre-fixe-ou-lunettes-porte>
- Dunn, M. J., Alexander, R. G., Amiebenomo, O. M., Arblaster, G., Atan, D., Erichsen, J. T., Ettinger, U., Giardini, M. E., Gilchrist, I. D., Hamilton, R., Hessels, R. S., Hodgins, S., Hooge, I. T. C., Jackson, B. S., Lee, H., Macknik, S. L., Martinez-Conde, S., Mcilreavy, L., Muratori, L. M., ... Sprenger, A. (2024). Minimal reporting guideline for research involving eye tracking (2023 edition). *Behavior Research Methods*, 56(5), 4351–4357. <https://doi.org/10.3758/s13428-023-02187-1>
(en remplacement de Holmqvist, K., Örbom, S. L., Hooge, I. T. C., Niehorster, D. C., Alexander, R. G., Andersson, R., Benjamins, J. S., Blignaut, P., Brouwer, A. M., Chuang, L. L., Dalrymple, K. A., Drieghe, D., Dunn, M. J., Ettinger, U., Fiedler, S., Foulsham, T., van der Geest, J. N., Hansen, D. W., Hutton, S. B., ... Hessels, R. S. (2022). Eye tracking: Empirical foundations for a minimal reporting guideline. *Behavior Research Methods*. <https://doi.org/10.3758/s13428-021-01762-8>)
- Kasneci, E., Gao, H., Ozdel, S., Maquiling, V., Thaqi, E., Lau, C., Rong, Y., Kasneci, G., & Bozkir, E. (2024). *Introduction to Eye Tracking: A Hands-On Tutorial for Students and Practitioners* (arXiv:2404.15435). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.15435>

Questions ?

