



HAL
open science

Les mouvements oculaires comme indice du traitement langagier

Saveria Colonna, Coralie Vincent

► **To cite this version:**

Saveria Colonna, Coralie Vincent. Les mouvements oculaires comme indice du traitement langagier. Alliage : Culture - Science - Technique, 2024, 84. hal-04738346

HAL Id: hal-04738346

<https://hal.science/hal-04738346v1>

Submitted on 15 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Les mouvements oculaires comme indice du traitement langagier

Saveria Colonna
Coralie Vincent
UMR 7023 – Structures Formelles du Langage,
Université Paris 8 & CNRS

Introduction

Pour explorer visuellement le monde qui nous entoure, nous bougeons constamment nos yeux. L'œil alterne moments où il est (quasiment) immobile¹ et déplacements rapides entre deux pauses, on parle respectivement de fixations et de saccades oculaires.² L'information visuelle est extraite lors des fixations oculaires. L'image de la zone fixée est projetée sur la fovéa, partie centrale de la rétine où la résolution visuelle est optimale. L'acuité visuelle n'est en effet pas la même suivant la zone de la rétine et diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de son centre. Les mouvements oculaires permettent de placer les différentes zones du champ visuel dans la région visuelle où la résolution est la meilleure (en vision fovéale). Alors qu'on a la sensation de balayer l'espace visuel de façon continue, l'exploration visuelle est en réalité discontinue. La façon dont les yeux se déplacent, intimement liée aux processus cognitifs et attentionnels, a fait l'objet de nombreuses recherches en psychologie.

Dans une étude princeps, Yarbus (1967) a demandé à sept participants d'examiner la même peinture (« le visiteur inattendu » de Répine) alors que leurs mouvements oculaires étaient enregistrés et que la tâche variait pour chaque participant (par exemple, imaginer ce que faisait la famille avant l'arrivée du visiteur ou encore, décrire les vêtements portés par les personnages). Les résultats ont révélé que les participants adoptent des stratégies de balayage oculaire différentes suivant les instructions. Les études sur les mouvements oculaires ont également montré que la durée des fixations oculaires dépend (au moins en partie) du matériel perçu. Par exemple, alors que la durée moyenne des fixations oculaires pendant la lecture silencieuse est de 225 ms, elle est de 330 ms lors de l'exploration d'une scène visuelle et de 375 ms pour la lecture de partitions musicales (Rayner, 1998). La durée des fixations oculaires augmente avec la complexité du traitement cognitif en cours et de ce fait, constitue un indice précieux pour l'étude des processus cognitifs en temps réel.³ Dans cet article, nous nous concentrerons sur l'utilisation des mouvements oculaires dans les recherches en psycholinguistique.⁴

Les mouvements oculaires, utilisés comme fenêtre sur les processus sous-jacents à la compréhension du langage écrit, ont donné lieu à de nombreux travaux en lecture. La technique d'enregistrement des mouvements oculaires présente en effet l'avantage de pouvoir observer le

¹ Lors des fixations oculaires, nos yeux ne sont en réalité pas totalement immobiles, on observe des micro-mouvements, involontaires et non conscients.

² Il existe d'autres types de mouvements oculaires comme les mouvements de poursuite lisse (*smooth pursuit*) (pour des revues, voir Lévy-Schoen, 1967 ; Mahanama et al., 2022). Nous nous limiterons dans cet article aux fixations et saccades, pertinentes pour l'étude du traitement langagier.

³ Les méthodologies expérimentales dites « en temps réel » (*online*) permettent d'observer les traitements au moment où ils ont lieu. La question de la temporalité des traitements est centrale lorsqu'on cherche à modéliser la compréhension (ou la production) du langage.

⁴ La psycholinguistique vise à décrire les processus cognitifs impliqués dans la compréhension et la production du langage.

traitement du langage écrit en temps réel, tout en plaçant le participant dans des conditions proches d'une situation naturelle de lecture. De façon peut-être moins intuitive, les mouvements oculaires sont également utilisés pour étudier la compréhension du langage oral. Après avoir présenté les différentes techniques d'enregistrement des mouvements oculaires, nous verrons comment ces techniques sont exploitées pour étudier la compréhension du langage écrit d'une part, du langage oral d'autre part.

L'enregistrement des mouvements oculaires

Bref historique

L'oculométrie, qui désigne les techniques de mesure des mouvements de l'œil, est apparue à la fin du XIX^e siècle. C'est en 1879 que Louis Émile Javal mentionne pour la première fois, dans son « Essai sur la physiologie de la lecture », l'alternance de fixations et de saccades lors de la lecture, observées dans son laboratoire par M. Lamare (Wade, 2010). À l'époque, ces observations sont effectuées à l'aide d'une tige posée sur la paupière, reliée à une membrane de tambour, qui permet d'entendre les mouvements ou de les inscrire sur un cylindre enregistreur. Un procédé assez comparable permet à E. Hering d'effectuer des observations similaires la même année (Wade, Tatler et Heller, 2003).

Par la suite, plusieurs autres techniques d'observation des mouvements oculaires sont développées. Nous ne mentionnerons que les principales.

- La méthode mécanique : une sorte de lentille de contact est déposée sur l'œil et connectée en parallèle à un pointeur en aluminium. Cette méthode permet de visualiser les mouvements de l'œil, mais elle est particulièrement invasive : la lentille est en effet fixée à l'aide de plâtre de Paris sur l'œil anesthésié avec de la cocaïne (Delabarre, 1898 ; Huey, 1898). Elle évoluera sous la forme d'une ventouse.
- La méthode électro-oculographique : des électrodes placées autour des yeux mesurent les potentiels électriques induits par leur rotation (Marg, 1951 ; Haslwanter et Clarke, 2010).
- La méthode optique, non-invasive, apparaît au début du XX^e siècle (Dodge et Cline, 1901 ; Judd, McAllister et Steele, 1905 ; Diefendorf et Dodge, 1908), alors que l'usage de la photographie se démocratise. Son inconvénient, à ses débuts, est qu'elle est coûteuse en argent mais aussi en temps, le traitement des images pour suivre les mouvements oculaires étant chronophage. Elle évoluera significativement dans les années 1970 avec l'analyse d'images vidéo captées en lumière visible ou en lumière infrarouge (Merchant, Morrissette et Porterfield, 1974 ; Young et Sheena, 1975). Puis le développement de l'informatique, dans les années 1980, permettra de réaliser en temps réel une analyse précise de l'évolution du regard (Jacob et Karn, 2003).

Principe de base et applications

À l'heure actuelle, les dispositifs les plus répandus, aussi bien en situation expérimentale (sur écran ou en réalité virtuelle) qu'en situation écologique (lunettes oculométriques) sont les oculomètres à suivi optique. Les appareils utilisés avec écran en laboratoire (une barre fine placée sous l'écran à une cinquantaine de centimètres du participant, voir figure 1) comportent des diodes électroluminescentes et une ou plusieurs caméras.

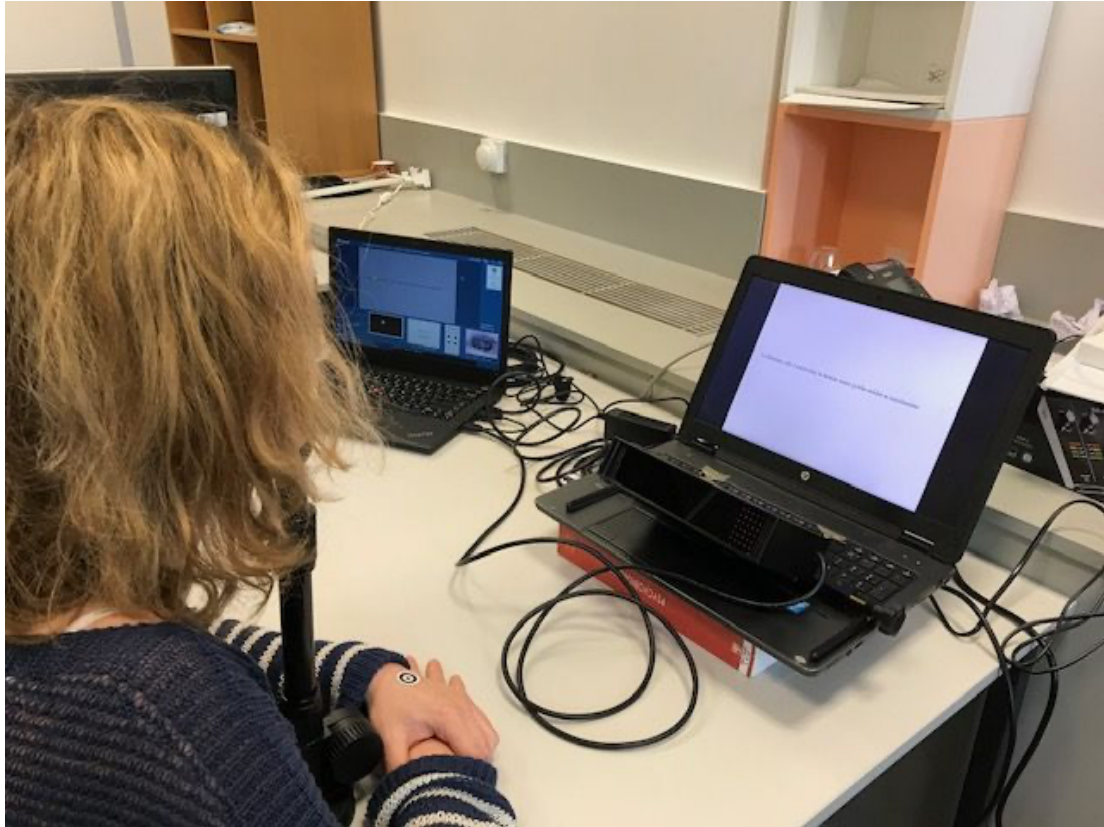


Figure 1. Dispositif d'oculométrie EyeLink Portable Duo (image : Coralie Vincent)

Les diodes, disposées frontalement ou légèrement désaxées par rapport à la caméra, envoient vers les yeux une lumière infrarouge imperceptible par l'œil humain. Frontalement, il se passe ce qu'on appelle « l'effet yeux rouges » : le fond de l'œil, rouge, renvoie cette couleur et rend la pupille lumineuse, permettant ainsi de déduire la position du regard. La lumière envoyée par les diodes légèrement désaxées permet, quant à elle, d'évaluer la distance entre le centre de la pupille (qui est alors sombre) et le reflet de la lumière sur la cornée (voir figure 2). Les images collectées par la ou les caméras sont transmises à un ordinateur dans lequel, après une étape de calibrage,⁵ des algorithmes infèrent en temps réel ce que l'œil ou les yeux regardent à chaque image collectée. Suivant le modèle d'oculomètre, on peut enregistrer entre 25 et 2000 images par seconde, la précision temporelle est donc très variable d'un modèle à l'autre.

⁵ Une phase de calibrage précède l'enregistrement des mouvements oculaires de chaque participant afin d'établir au mieux la correspondance entre l'affichage sur l'écran et les points de regard détectés par le dispositif, prenant ainsi en compte les caractéristiques physiologiques de chaque individu et son environnement (voir Holmqvist, Nyström, Andersson, Dewhurst, Jarodzka et Van de Weijer, 2011, section 4.5, p. 189-197).

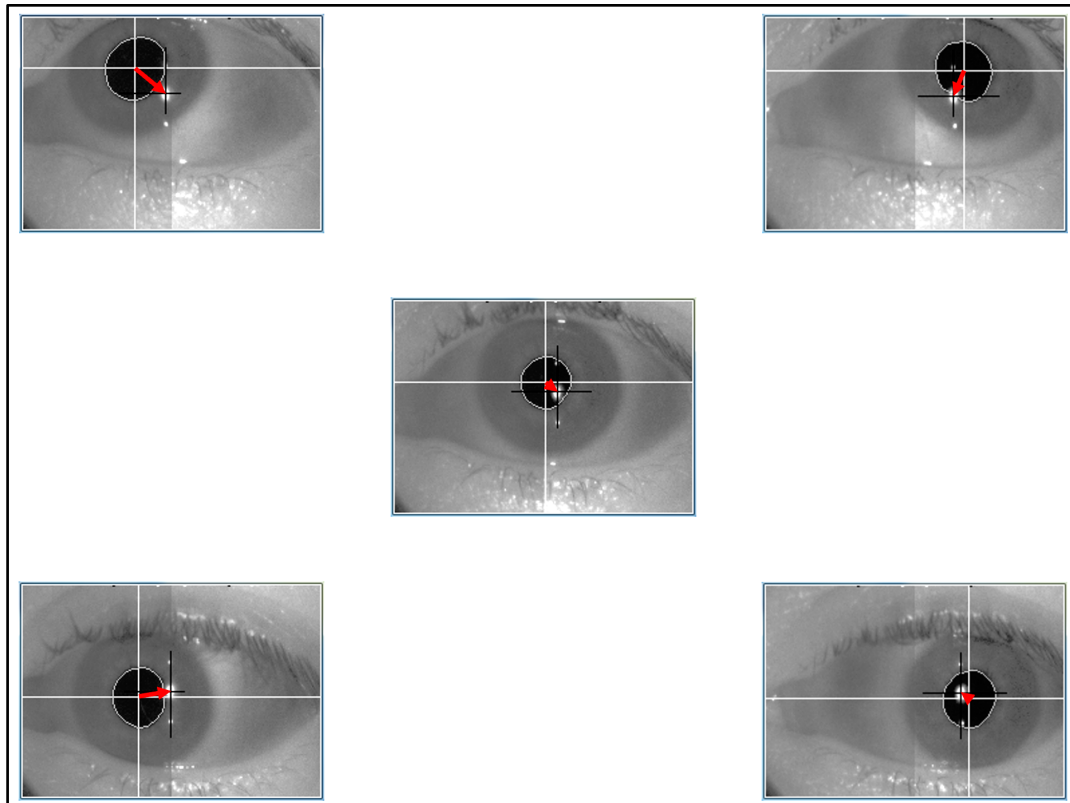


Figure 2. Dans le cas de la pupille sombre, c'est le vecteur (ici en rouge) entre le centre de la pupille et le reflet cornéen qui est évalué et indique la direction du regard (image : Coralie Vincent)

L'oculométrie est exploitée dans de nombreux domaines tels que le marketing (Wedel, 2015) et l'expérience utilisateur (Bergstrom et Schall, 2014). En sciences cognitives, elle est utilisée dans des champs aussi variés que l'évaluation de la charge cognitive des pilotes dans les cockpits d'avion (Ziv, 2016) ou les neurosciences (potentiellement combinée à de l'électroencéphalographie, voir Stephani, Driller, Dimigen et Sommer, 2020). Elle est également de plus en plus employée pour l'étude des arts tels que la peinture (de Buswell, 1935 à Rosenberg et Klein, 2015 ainsi que Winicki, 2017), le cinéma (Dwyer, Perkins, Redmond et Sita, 2018), la musique (Fink, Lange et Groner, 2019) et la danse (Dyck, Lenoir, Lesaffre et Leman, 2014). Cet usage permet d'étudier les liens entre les processus cognitifs en jeu dans la perception des œuvres et leur contenu. D'autres études visent à évaluer si une expertise dans un domaine artistique génère des comportements oculaires différents (nombre, durée et emplacements des fixations) entre experts et non-experts. Goolsby (1994) a par exemple observé que des musiciens, experts en déchiffrement musical, réalisaient plus de fixations sur la partition que les non-experts, mais que celles-ci étaient plus courtes. Enfin, et c'est ce qui nous intéresse ici, l'oculométrie est utilisée en linguistique (Conklin, Pellicer-Sánchez et Carrol, 2018).

Ce que nous apprennent les mouvements oculaires sur le traitement du langage

L'enregistrement des mouvements oculaires pendant la lecture

Pendant la lecture, la durée moyenne des fixations oculaires est de 200 à 250 ms et la taille des saccades de 7 à 9 caractères (pour une revue, voir Rayner, 1998). Tous les mots ne sont donc pas fixés, les mots fonctionnels et les mots courts ayant moins de chance d'être fixés que les mots longs (voir par exemple, Rayner et McConkie, 1976). Bien que la majorité des saccades

aille dans le sens de la lecture, 10 à 15 % des saccades sont des retours en arrière, on parle de régressions (ou saccades régressives). Ces régressions, tout comme la durée des fixations, augmentent avec la difficulté du texte lu et sont un indice de la complexité du traitement langagier en cours (Rayner et al., 1989).

L'utilisation de l'enregistrement des mouvements oculaires pour l'étude de la compréhension repose sur le postulat d'un contrôle cognitif du guidage oculaire. Suivant l'hypothèse de l'œil-esprit de Just et Carpenter (1980), le mot fixé correspond au mot traité. Le mot fixé serait immédiatement traité et ne serait quitté qu'une fois le traitement achevé. Cette hypothèse est cependant à nuancer. D'une part, le comportement oculaire pendant la lecture n'est pas uniquement guidé par des facteurs cognitifs mais obéit également à des contraintes visuo-motrices (voir par exemple, Reichle, Rayner et Pollatsek, 2003). D'autre part, les données expérimentales révèlent à la fois des effets de pré-traitement en vision parafovéale et des effets dits *spillover*. Dans le cas d'un effet *spillover*, le traitement d'une zone de texte se poursuit alors que le regard a quitté cette zone. Par exemple, l'effet de la fréquence lexicale (i.e. le fait qu'un mot rare soit lu plus lentement qu'un mot fréquent dans la langue) s'observe sur le temps de fixation du mot mais également sur la durée de la fixation qui suit le mot (Rayner et Duffy, 1986). Ces caractéristiques prises en compte, l'enregistrement des mouvements oculaires demeure un outil adapté à l'étude en temps réel des traitements impliqués dans la compréhension du langage.

La technique d'enregistrement des mouvements oculaires pendant la lecture a été particulièrement prolifique dans le domaine de la compréhension de phrases. Les modèles psycholinguistiques font en effet des hypothèses différentes quant au déroulement temporel des traitements lors de l'interprétation d'une phrase et les données obtenues grâce à l'oculométrie ont contribué à les départager. Suite aux propositions de Fodor (1983) sur la modularité de l'esprit, tout un courant de la psycholinguistique (à l'époque dominant) s'est développé autour de l'idée d'un fonctionnement modulaire du langage. C'est le cas de la théorie *Garden Path* (Frazier et Fodor, 1978 ; Frazier, 1979, 1987) suivant laquelle, lors de l'interprétation d'une phrase, on opère initialement un traitement syntaxique autonome, i.e. sans tenir compte des autres informations (dont sémantiques et contextuelles). Dans le cas de l'attachement d'une proposition relative ambiguë telle qu'en (1a), la même stratégie, consistant à attacher la proposition relative au dernier constituant (le voisin dans l'exemple), serait appliquée dans toutes les langues. Si cet attachement initial s'avère sémantiquement non plausible comme en (1b), le lecteur va alors déclencher une réanalyse, engendrant un coût de traitement (on parle d'effet *Garden Path*). Au niveau du comportement oculaire, ce coût de traitement s'observe par des durées de fixations plus longues et des régressions plus nombreuses en (1b) qu'en (1a) sur la zone qui désambiguïse l'attachement (après *réemment*) :

(1a) La gardienne affectionne la copine du voisin qui a récemment changé d'employeur.

(1b) La gardienne affectionne la copine du voisin qui a récemment accouché de jumeaux.

Les données ainsi recueillies ont permis de révéler que, contrairement aux prédictions de la *Garden Path*, les préférences d'attachement varient suivant les langues. Alors que, comme prédit par la *Garden Path*, les locuteurs anglophones préfèrent attacher la proposition relative au dernier constituant, l'attachement au premier constituant (la copine dans les exemples) est préféré dans d'autres langues dont le français (pour une revue, voir Colonna et Pynte, 2002). Les conclusions des études en lecture ne sont cependant pas parfaitement généralisables à la compréhension orale. Si certains processus sont communs à la compréhension orale et écrite, d'autres sont dépendants de la modalité. Dans la section suivante, nous présentons comment l'oculométrie est utilisée pour l'étude en temps réel de la compréhension orale.

L'enregistrement des mouvements oculaires pour l'étude du langage oral

Dans une étude pionnière, Cooper (1974) demandait à des participants d'écouter de petites histoires alors qu'on leur présentait visuellement des objets dont certains étaient présents dans l'histoire, d'autres pas. Les participants portaient préférentiellement leur regard sur les objets mentionnés dans l'histoire entendue. Cooper a également observé que les mouvements oculaires sont synchrones avec le texte entendu, ils se portent sur l'objet mentionné au moment où il est entendu (ou dans les 200 millisecondes qui suivent). Le travail de Cooper semble avoir été oublié jusqu'à ce que son paradigme soit repris et adapté par Tanenhaus et son équipe (Tanenhaus, Spivey-Knowlton, Eberhard et Sedivy, 1995) sous le nom de paradigme du monde visuel (*visual world paradigm*). Alors que dans les études en lecture, la manipulation du contexte se limite au contexte linguistique, avec le paradigme du monde visuel, il est possible d'observer comment les informations contextuelles visuelles contraignent l'interprétation d'une phrase. Pour ce faire, Tanenhaus et collaborateurs (1995) ont fait écouter aux participants des phrases telles qu'en (2) dans lesquelles le syntagme prépositionnel (SP) *on the towel* est temporairement ambigu. Il peut en effet soit dénoter la destination de la pomme (argument du verbe), soit l'endroit où se trouve la pomme (modificateur du nom).

(2) *Put the apple on the towel in the box.*

Mets la pomme sur la serviette dans la boîte.

Tanenhaus et al. (1995) ont manipulé le contexte visuel. Dans une condition « un seul référent », la phrase orale est présentée en même temps qu'une scène visuelle comprenant une seule pomme sur une serviette ainsi qu'une autre serviette vide, une boîte et un crayon. Dans la condition « deux référents », il y a deux pommes, une sur une serviette (*towel*) et l'autre sur une serviette de table (*napkin*). Dans cette condition, un SP modificateur du nom permet de désambiguïser de quelle pomme on parle, la pomme (qui est) sur la serviette. Suivant la *Garden Path*, mentionnée au chapitre précédent, l'analyse syntaxique la plus simple devrait être construite (à savoir interpréter le SP ambigu comme argument du verbe et destination de la pomme) quelles que soient les informations non syntaxiques (et donc contextuelles). Les locuteurs ne devraient initialement pas tenir compte des informations référentielles données par le contexte visuel (le nombre d'entités *pomme*) et regarder la serviette vide (la fausse destination de la pomme) au moment où ils traitent le SP ambigu. Or, Tanenhaus et al. observent plus de regards vers la fausse destination (la serviette vide) dans la condition « un référent » que dans la condition « deux référents ». Ce qui leur permet de conclure que le contexte visuel, lorsqu'il comporte deux référents possibles, permet d'interpréter correctement le SP comme modificateur du nom avant même d'avoir traité le SP désambiguïseur *in the box*. Contrairement aux prédictions de la *Garden Path*, ces résultats montrent que les locuteurs prennent en compte précocement les informations contextuelles visuelles lors de l'interprétation d'une phrase.

À la suite de l'expérience de Tanenhaus et al. (1995), le paradigme du monde visuel a largement été développé pour l'étude en temps réel du traitement du langage oral (pour une revue, voir Huettig, Romers et Meyer, 2011). Un certain nombre de ces travaux porte sur la résolution d'anaphore et plus spécifiquement, sur l'interprétation des pronoms. Pour observer les stratégies mises en œuvre pour relier un pronom à son antécédent, une phrase orale comportant un pronom ambigu comme en (3) est simultanément présentée à une scène visuelle avec les différents référents représentés comme dans la figure 3. Dans la phrase en (3), le pronom *il* a deux antécédents possibles, le sujet de la proposition principale (le balayeur) ou l'objet (le facteur). La préférence d'interprétation des locuteurs est inférée suivant le référent vers lequel les regards se portent après avoir entendu le pronom ambigu.

(3) Le balayeur a aidé le facteur avant qu'il rentre chez lui.



Figure 3. Exemple d'image présentée avec la phrase en (3).

Comme dans de nombreux domaines de la psycholinguistique, la question débattue est de savoir si les stratégies des locuteurs dépendent de processus cognitifs universels ou varient suivant les propriétés des langues. Dans le cas de l'interprétation d'un pronom tel qu'en (3), une hypothèse est que, quelle que soit leur langue, les locuteurs utilisent la même stratégie cognitive qui consiste à relier le pronom à l'antécédent le plus récent (ici le facteur). Or, les résultats révèlent que la préférence d'interprétation du pronom varie suivant la langue. Alors que les francophones préfèrent l'objet (le facteur) comme antécédent du pronom, les germanophones préfèrent le sujet (le balayeur) (Hemforth et al., 2010). Ces résultats montrent que les stratégies d'interprétation du pronom dépendent des propriétés de la langue. L'existence en français d'une structure alternative non ambiguë pour exprimer la référence au sujet telle qu'en (4) déterminerait la préférence des locuteurs francophones pour l'objet en (3), une telle alternative n'existant pas en allemand (pour une discussion, voir Colonna, Schimke et Hemforth, 2014).

(4) Le balayeur a aidé le facteur avant de rentrer chez lui.

L'ensemble de ces études montre les avantages de l'enregistrement des mouvements oculaires pour étudier en temps réel les traitements impliqués dans la compréhension du langage oral ; en particulier, lorsqu'on s'intéresse au lien entre le traitement des informations visuelles et linguistiques.

Vers d'autres utilisations de l'œil comme fenêtre sur les processus psycholinguistiques

Nous avons vu que les mouvements oculaires sont un indice comportemental de l'activité cognitive en temps réel, et comment ils sont exploités pour l'étude du traitement du langage écrit (en lecture) et oral (paradigme du monde visuel). Nous voudrions conclure sur une autre technique utilisée comme indice de l'activité cognitive, la pupillométrie, qui consiste à mesurer les variations de diamètre de la pupille. Mesurable grâce à un oculomètre, son utilisation appliquée à l'étude du traitement langagier s'est développée ces dernières années (pour une revue, voir Schmidtke, 2018). Hess et Polt (1964) ont observé que, lors de la résolution de problèmes arithmétiques, la taille de la pupille augmente avec la difficulté. La dilatation de la pupille est en effet corrélée à la charge cognitive et peut être utilisée comme indice de la

complexité du traitement linguistique en cours. Les principaux effets observés avec les mouvements oculaires sont également observés grâce à la dilatation de la pupille. C'est le cas de l'effet *Garden Path*, vu au chapitre précédent. Engelhardt, Ferreira et Patsenko (2010) ont fait écouter des phrases telles qu'en (5) pour lesquelles l'absence de rupture prosodique (#) après le verbe *cleaned* va entraîner une réanalyse (ou effet *Garden Path*). Le coût de traitement associé à la réanalyse entraîne une dilatation de la pupille, la pupille étant plus dilatée lorsqu'il n'y a pas de rupture prosodique que lorsqu'il y en a une (laquelle prévient l'interprétation fautive de *the dog* comme objet du verbe).

(5) *While the woman cleaned (#) the dog that was big and brown stood in the yard.*

Pendant que la femme nettoyait (#) le chien qui était gros et brun se tenait dans la cour.

L'effet de la fréquence lexicale a également été répliqué avec la pupillométrie. Lors de la reconnaissance lexicale, un mot rare engendre une dilatation de la pupille plus importante qu'un mot fréquent (voir par exemple, Kuchinke, Võ, Hofmann et Jacobs, 2007). La pupillométrie peut également être utilisée pour l'étude de la production du langage.⁶ Duñabeitia et Costa (2015) ont par exemple observé que la pupille est plus dilatée lorsqu'on parle dans sa langue seconde que lorsqu'on s'exprime dans sa langue native. Comme pour l'enregistrement des mouvements oculaires, le principal avantage de la pupillométrie est de permettre d'observer les processus sous-jacents au traitement du langage au moment où ils ont lieu. Ces deux méthodes présentent également l'avantage d'être non-invasives et de placer les participants dans des situations proches de conditions naturelles de compréhension et de production du langage.

Bibliographie

- Jennifer Romano Bergstrom et Andrew Schall, *Eye Tracking in User Experience Design*, Amsterdam / Boston, Morgan Kaufmann, 2014, 374 p.
- Guy T. Buswell, *How people look at pictures: a study of the psychology and perception in art*, Oxford, University of Chicago Press, 1935.
- Saveria Colonna et Joël Pynte, « La levée des ambiguïtés syntaxiques : apport des recherches interlangues », *L'année psychologique*, vol. 102, n° 1, 2002, p. 151-187.
- Saveria Colonna, Sarah Schimke et Barbara Hemforth, "Information structure and pronoun resolution in German and French: Evidence from the visual-world paradigm", in Barbara Hemforth, Barbara Mertins et Cathrine Fabricius-Hansen (eds.), *Psycholinguistic Approaches to Meaning and Understanding across Languages*, New-York, Springer International Publishing, 2014, p. 175-195.
- Kathy Conklin, Ana Pellicer-Sánchez et Gareth Carrol, *Eye-Tracking: A Guide for Applied Linguistics Research*, Cambridge, Cambridge University Press, 2018, 232 p.
- Roger M. Cooper, "The control of eye fixation by the meaning of spoken language: A new methodology for the real-time investigation of speech perception, memory, and language processing", *Cognitive Psychology*, vol. 6, n° 1, 1974, p. 84-107.
- Edmund B. Delabarre, « A method of recording eye-movements », *The American Journal of Psychology*, vol. 9, n° 4, 1898, p. 572-574.
- Allen Ross Diefendorf et Raymond Dodge, "An experimental study of the ocular reactions of the insane from photographic records", *Brain*, vol. 31, n° 3, 1908, p. 451-489.

⁶ Les mouvements oculaires peuvent également être utilisés pour l'étude de la production du langage. Certaines études, que nous n'avons pas présentées dans cet article, utilisent en effet un paradigme, proche du paradigme du monde visuel, au cours duquel les participants doivent décrire ce qu'ils voient (voir par exemple, Griffin et Bock, 2000 ; Meyer, Sleiderink et Levelt, 1998).

- Raymond Dodge et Thomas Sparks Cline, "The angle velocity of eye movements", *Psychological Review*, vol. 8, n° 2, 1901, p. 145-157.
- Jon Andoni Duñabeitia et Albert Costa, "Lying in a native and foreign language", *Psychonomic Bulletin & Review*, vol. 22, n° 4, 2015, p. 1124-1129.
- Tessa Dwyer, Claire Perkins, Sean Redmond et Jodi Sita (eds.), *Seeing into Screens: Eye Tracking and the Moving Image*, London, Bloomsbury Publishing Inc, 2018, 288 p.
- Edith Van Dyck, Matthieu Lenoir, Micheline Lesaffre et Marc Leman, "Recognizing induced emotions of happiness and sadness from dance movement", *PLOS ONE*, vol. 9, n° 2, 2014, p. e89773.
- Paul E. Engelhardt, Fernanda Ferreira et Elena G. Patsenko, "Pupillometry reveals processing load during spoken language comprehension", *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 63, n° 4, 2010, p. 639-645.
- Lauren K. Fink, Elke B. Lange et Rudolf Groner, "The application of eye-tracking in music research", *Journal of Eye Movement Research*, vol. 11, n° 2, 2019, p. 10.16910/jemr.11.2.1.
- Jerry A. Fodor, *The Modularity of Mind*, Cambridge, The MIT Press, 1983, 145 p.
- Lyn Frazier, *On comprehending sentences: syntactic parsing strategies*, thèse de doctorat, University of Connecticut, 1979.
- Lyn Frazier, "Sentence processing: A tutorial review", in M. Coltheart (ed.), *Attention and performance 12: The psychology of reading*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1987, p. 559-586.
- Lyn Frazier et Janet Dean Fodor, "The sausage machine: A new two-stage parsing model", *Cognition*, vol. 6, n° 4, 1978, p. 291-325.
- Thomas W. Goolsby, "Eye movement in music reading: Effects of reading ability, notational complexity, and encounters", *Music Perception*, vol. 12, n° 1, 1994, p. 77-96.
- Zenzi M. Griffin et Kathryn Bock, "What the eyes say about speaking", *Psychological Science*, vol. 11, n° 4, 2000, p. 274-279.
- Thomas Haslwanter et Andrew H. Clarke, "Chapter 5 - Eye movement measurement: electro-oculography and video-oculography", *Handbook of Clinical Neurophysiology*, "Vertigo and Imbalance: Clinical Neurophysiology of the Vestibular System", Elsevier, vol. 9, 2010, p. 61-79.
- Barbara Hemforth, Lars Konieczny, Christoph Scheepers, Saveria Colonna, Sarah Schimke et Peter Baumann, "Language specific preferences in anaphor resolution: Exposure or gricean maxims?", in S. Ohlsson & R. Catrambone (eds.), *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 2010, p. 2218-2223.
- Eckhard H. Hess et James M. Polt, "Pupil size in relation to mental activity during simple problem-solving", *Science*, vol. 143, n° 3611, 1964, p. 1190-1192.
- Kenneth Holmqvist, Marcus Nyström, Richard Andersson, Richard Dewhurst, Halszka Jarodzka et Joost Van de Weijer, *Eye Tracking: A comprehensive guide to methods and measures*, Oxford / New York, Oxford University Press, 2011, 537 p.
- Falk Huettig, Joost Rommers et Antje S. Meyer, "Using the visual world paradigm to study language processing: A review and critical evaluation", *Acta Psychologica*, vol. 137, n° 2, 2011, p. 151-171.
- Edmund B. Huey, "Preliminary experiments in the physiology and psychology of reading", *The American Journal of Psychology*, vol. 9, n° 4, 1898, p. 575-586.
- Robert J. K. Jacob et Keith S. Karn, "Commentary on section 4 — Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises", in J. Hyönä, R. Radach et H. Deubel (eds.), *The Mind's Eye*, Amsterdam, Elsevier, 2003, p. 573-605.

- Charles H. Judd, Cloyd N. McAllister et W. M. Steele, "General introduction to a series of studies of eye movements by means of kinoscopic photographs", *Psychological Review Monographs*, vol. 7, n° 1, 1905, p. 1-16.
- Marcel A. Just et Patricia A. Carpenter, "A theory of reading: From eye fixations to comprehension", *Psychological Review*, vol. 87, n° 4, 1980, p. 329-354.
- Lars Kuchinke, Melissa L.-H. Võ, Markus Hofmann et Arthur M. Jacobs, "Pupillary responses during lexical decisions vary with word frequency but not emotional valence", *International Journal of Psychophysiology*, vol. 65, n° 2, 2007, p. 132-140.
- Ariane Lévy-Schoen, « Les mouvements oculaires d'exploration », *L'année psychologique*, vol. 67, n° 2, 1967, p. 569-599.
- Bhanuka Mahanama, Yasith Jayawardana, Sundararaman Rengarajan, Gavindya Jayawardena, Leanne Chukoskie, Joseph Snider et Sampath Jayarathna, "Eye movement and pupil measures: A review", *Frontiers in Computer Science*, vol. 3, 2022.
- Elwin Marg, "Development of electro-oculography: Standing potential of the eye in registration of eye movement", *A.M.A. Archives of Ophthalmology*, vol. 45, n° 2, 1951, p. 169-185.
- John Merchant, Richard Morrissette et James L. Porterfield, "Remote measurement of eye direction allowing subject motion over one cubic foot of space", *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 21, n° 4, 1974, p. 309-317.
- Antje S. Meyer, Astrid M. Sleiderink et Willem J. M. Levelt, "Viewing and naming objects: eye movements during noun phrase production", *Cognition*, vol. 66, n° 2, 1998, p. B25-B33.
- Keith Rayner, Sara C. Sereno, Robin K. Morris et Anna Schmauder, "Eye movements and on-line language comprehension processes", *Language and Cognitive Processes*, vol. 4, n°s 3-4, 1989, p. SI21-SI49.
- Keith Rayner, "Eye movements in reading and information processing: 20 years of research", *Psychological Bulletin*, vol. 124, 1998, p. 372-422.
- Keith Rayner et Susan A. Duffy, "Lexical complexity and fixation times in reading: Effects of word frequency, verb complexity, and lexical ambiguity", *Memory & Cognition*, vol. 14, n° 3, 1986, p. 191-201.
- Keith Rayner et George W. McConkie, "What guides a reader's eye movements?", *Vision Research*, vol. 16, 1976, p. 829-837.
- Erik D. Reichle, Keith Rayner et Alexander Pollatsek, "The E-Z Reader model of eye-movement control in reading: Comparisons to other models", *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 26, n° 4, 2003, p. 445-476.
- Raphael Rosenberg et Christoph Klein, "The moving eye of the beholder: Eye tracking and the perception of paintings", in Joseph P. Huston, M. Nadal, F. Mora, L. F. Agnati et C. J. Cela-Conde (eds.), *Art, Aesthetics, and the Brain*, Oxford, Oxford University Press, 2015, p. 79-108.
- Jens Schmidtke, "Pupillometry in linguistic research: An introduction and review for second language researchers", *Studies in Second Language Acquisition*, vol. 40, n° 3, 2018, p. 529-549.
- Tilman Stephani, Kirk K. Driller, Olaf Dimigen et Werner Sommer, "Eye contact in active and passive viewing: Event-related brain potential evidence from a combined eye tracking and EEG study", *Neuropsychologia*, vol. 143, 2020, p. 1-36.
- Michael K. Tanenhaus, Michael J. Spivey-Knowlton, Kathleen M. Eberhard et Julie C. Sedivy, "Integration of visual and linguistic information in spoken language comprehension", *Science*, vol. 268, n° 5217, 1995, p. 1632-1634.
- Nicholas J. Wade, "Pioneers of eye movement research", *i-Perception*, vol. 1, n° 2, 2010, p. 33-68.

- Nicholas J. Wade, Benjamin W. Tatler et Dieter Heller, “Dodge-ing the issue: Dodge, Javal, Hering, and the measurement of saccades in eye-movement research”, *Perception*, vol. 32, n° 7, 2003, p. 793-804.
- Michel Wedel, “Attention research in marketing: A review of eye-tracking studies”, in Jonathan Fawcett, Evan Risko et Alan Kingstone (eds.), *The Handbook of Attention*, Cambridge, The MIT Press, 2015, p. 569-588.
- Delphine Winicki, « Oculométrie et histoire de l’art », *Mémoire Vive*, 2017. Disponible en ligne sur : <https://memoireviveedl.wordpress.com/2017/01/02/oculometrie-et-histoire-de-lart/> (Consulté le : 9 janvier 2023).
- Alfred L. Yarbus, *Eye Movements and Vision*, New York, Plenum Press, 1967, 222 p.
- Laurence R. Young et David Sheena, “Survey of eye movement recording methods”, *Behavior Research Methods & Instrumentation*, vol. 7, n° 5, 1975, p. 397-429.
- Gal Ziv, “Gaze behavior and visual attention: A review of eye tracking studies in aviation”, *The International Journal of Aviation Psychology*, vol. 26, n°s 3-4, 2016, p. 75-104.