

# Au travers du regard

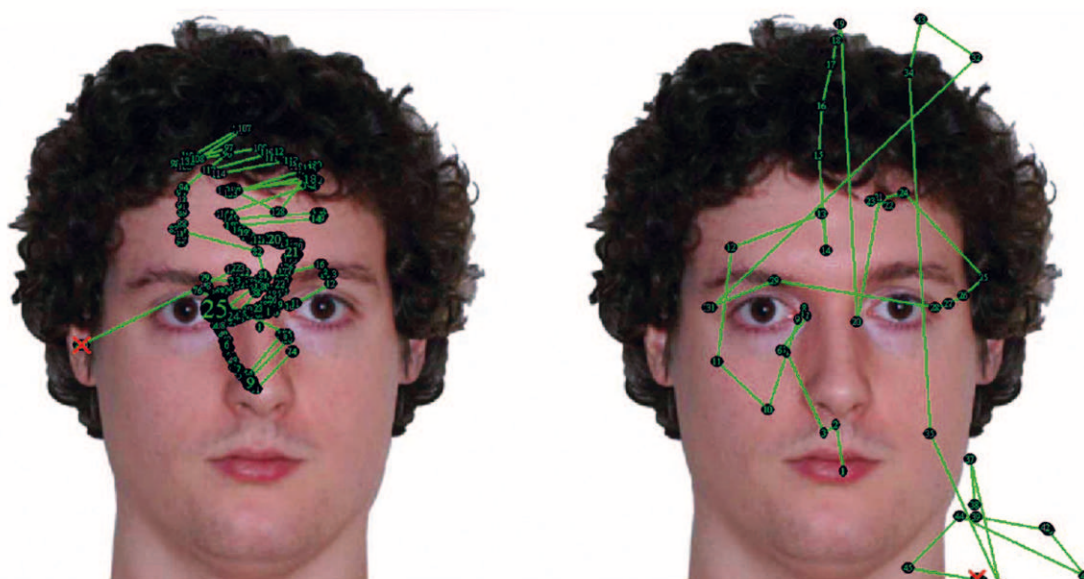
## L'autisme comme vous ne l'avez jamais vu

L'oculométrie (Eye Tracking) est une technique destinée à suivre le regard.

A partir du 19<sup>ème</sup> siècle, différentes techniques ont été inventées pour étudier les mouvements des yeux lors de la lecture. La méthode tombe ensuite en désuétude avec l'avènement des techniques d'imagerie médicale modernes. Il faut attendre l'usage de l'oculométrie dans le marketing pour voir apparaître un regain d'intérêt.

De nos jours, des oculomètres fixés sur les ordinateurs ou embarqués sur nos smartphones révèlent où nous posons notre regard. Cette information peut servir à piloter nos appareils numériques, mais aussi à comprendre comment nous explorons une page web, une affiche publicitaire, ou plus généralement notre environnement.

Pour l'équipe « Autisme » de l'unité INSERM U930 de Tours, c'est avant tout un outil de mesure des comportements d'exploration visuelle et de leurs particularités chez les personnes avec un Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA), mais ce n'est pas un outil de diagnostic.



Tracés oculaires chez un enfant au développement typique (à gauche) et chez un enfant avec un Trouble du Spectre de l'Autisme (à droite).  
© CHRU Tours

Tous les vendredi, samedi et dimanche de juin, les chercheurs présentent, démonstrations à l'appui ce qu'ils mettent en œuvre pour mieux comprendre le Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA) et améliorer les thérapeutiques.

L'exposition est présentée en partenariat avec la société SMI

# Le Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA)

Un trouble précoce du développement et du fonctionnement cérébral.

Ce trouble se caractérise souvent par un manque de réciprocité sociale voire un isolement, entraînés par **des difficultés de communication et d'interaction sociale**.

Les comportements permettant de communiquer (langage, regard ou certains gestes) peuvent être absents ou être utilisés et compris de manière particulière.



Le langage peut ne pas se développer ou ne pas être utilisé dans le but d'échanger avec les autres. Les expressions émotionnelles et les regards dirigés vers les autres peuvent être rares.

Certains comportements peuvent être répétés, voire s'accompagner de rituels ou de routines pouvant accroître l'isolement.

*Un rituel : l'alignement*



**Des intérêts limités  
et restreints**

La réponse à certaines stimulations sensorielles (sons, lumière...) peut être exacerbée, provoquant la sensation d'être submergé.



## Un spectre de comportements et de difficultés

Selon les dernières études, 1% de la population présenterait un TSA. Toutefois, les particularités de l'autisme peuvent s'exprimer de façons très variables d'une personne à l'autre, et donc avoir des conséquences très différentes sur la qualité de leur vie quotidienne (scolarisation, autonomie...).

Les causes du TSA restent encore inconnues. Des anomalies génétiques associées à des particularités cérébrales anatomiques et fonctionnelles ont été mises en évidence, mais à l'image du spectre, elles ne sont pas retrouvées chez toutes les personnes. Seules des observations fines de l'ensemble du comportement, réalisées par une équipe clinique pluridisciplinaire, permettent aujourd'hui de poser un diagnostic.

## Des thérapies personnalisées

De nombreux programmes d'accompagnement et de soutien se développent. Il n'existe pas aujourd'hui une méthode unique et exclusive. Aucun traitement médicamenteux à lui seul ne guérit le Trouble du Spectre de l'Autisme. Les interventions recommandées doivent être globales, précoces, personnalisées. Elles doivent cibler les fonctions déficitaires et aider au mieux les personnes avec un TSA à vivre dans cet environnement social qui, lui aussi, est plein de « particularités ».

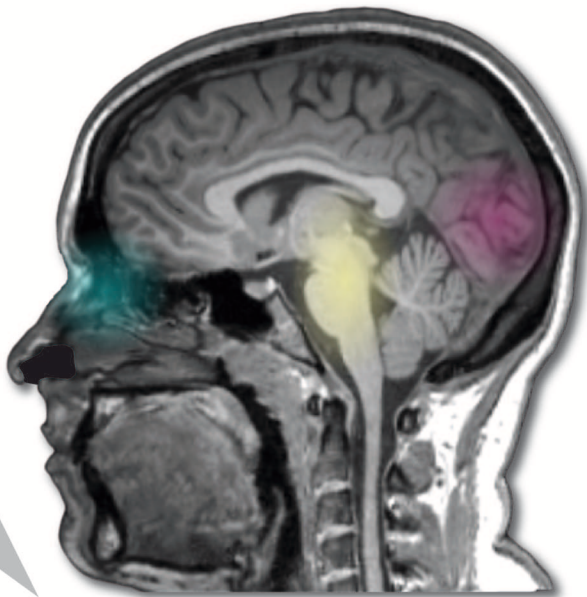


# Œil et Cerveau

## Réception

L'œil capte et transforme des images en message nerveux

La lumière issue de notre environnement pénètre dans l'œil par la pupille, traverse le cristallin et forme sur la rétine une image aussitôt transformée par des photorécepteurs en signaux électriques appelés influx nerveux. Cette étape, appelée transduction, est particulièrement importante puisque les influx nerveux sont les seules informations que le cerveau est capable de décoder et donc de comprendre.



IRM cerveau d'humain  
© Drs.

## Sensation et Perception

C'est le cerveau qui voit !

Les informations visuelles codées en signaux électriques sont transportées jusqu'au cerveau. La majeure partie des informations va jusqu'au cortex occipital où elles entraînent une sensation visuelle (« je vois quelque chose »). D'autres régions cérébrales (temporales et pariétales) entrent ensuite en jeu pour offrir une perception des informations visuelles (« je vois un visage »), qui donne un sens à ce que l'on voit.

## Orientation

Le cerveau dirige l'œil !

Le cerveau peut alors identifier l'information prioritaire et donner l'ordre aux yeux de fixer un point précis de notre environnement. Ces ordres oculomoteurs arrivent jusqu'aux muscles oculaires toujours sous la forme d'influx nerveux. L'œil se déplace ainsi dans l'orbite, réalisant une saccade, afin d'orienter le regard vers un objet d'intérêt, dont l'image est à son tour captée par l'œil et transformée en influx nerveux. Une nouvelle boucle peut alors débiter !

Dans certaines situations, par exemple pour la détection d'un danger, l'orientation du regard peut se faire de façon très rapide sans passer par l'étape de perception.

# L'oculométrie d'hier et d'aujourd'hui

1879

## Saccades et fixations au cours de la lecture

Dans le laboratoire de l'ophtalmologue Louis Emile Javal, M. Lamare met en évidence les déplacements plus ou moins amples des yeux (les saccades) entrecoupés de pauses (les fixations). Une tige posée sur la paupière, reliée à la membrane d'un petit tambour lui permet d'entendre et de compter les saccades.

1898

## Lentille de plâtre

Le psychologue Edmund Delabarre utilise une lentille de plâtre placée sur l'œil et reliée à un stylet. Les mouvements horizontaux des yeux sont retranscrits sur une bobine de papier.

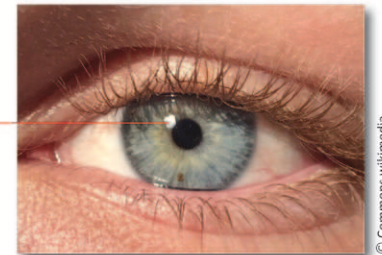


© Drs. Nicholas and Dorothy Cummings

1901

## Photochronographe

Des photographies successives du reflet de la lumière sur l'œil (reflet cornéen) permettent de reconstituer le mouvement des yeux.



© Commons.wikimedia

1941

## Ophtalmographe

Appareil permettant de filmer le mouvement des yeux.

1967

## Au-delà de la lecture

Le psychologue Alfred Yarbus montre que l'exploration d'une image ne se fait pas au hasard et qu'elle dépend de l'information recherchée.

Tracés oculaires recueillis lors de l'observation d'un tableau avec ou sans consigne.



Exploration libre



« Le visiteur inattendu » d'Ilya Repin -1884



Quel est l'âge des personnages ?

© Alfred Yarbus

## Aujourd'hui

Les oculomètres qui présentent le meilleur rapport confort/précision détectent la lumière infrarouge (invisible) émise par le dispositif et réfléchi par la cornée de l'œil.

# L'Autisme fait son cinéma

## L'Autisme au cœur de l'actualité

L'intérêt médiatique pour ce trouble neurodéveloppemental s'est fortement accru au cours des vingt dernières années.

**De débats télévisés en documentaires, l'autisme, ou plus précisément le Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA), remplit des étagères entières.**

### Des images à nuancer

Grâce à la richesse et la diversité des situations présentées, l'autisme est aujourd'hui connu de tous.

Cette large diffusion d'informations est bénéfique (diagnostics plus précoces, création de structures adaptées, accompagnement personnalisé...), mais elle présente aussi un inconvénient : l'image populaire de l'autisme n'est pas un exact reflet de la réalité.



# Au-delà de l'Autisme

## Aujourd'hui

L'oculométrie (*Eye Tracking*) est un outil répandu dans de nombreuses disciplines. Le développement de systèmes mobiles et légers permet de collecter des données en situation réelle et dans des contextes très variés.

### Quelques exemples :

#### Domaine médical

Des personnes qui ne peuvent plus s'exprimer verbalement (intubées en service de réanimation, ou handicapées) bénéficient de l'oculométrie pour communiquer avec les autres en bougeant les yeux.

#### Interaction homme-machine

L'oculométrie améliore l'ergonomie des interfaces sur écran et celle des cockpits d'avion, des voitures et des engins de chantier. Les images des jeux vidéo et des dispositifs de réalité virtuelle défilent selon le mouvement des yeux.

Les écrans des smartphones deviennent "intelligents" : les mouvements et l'orientation de la tête sont détectés ce qui permet de modifier l'orientation de l'affichage en fonction de celle du visage et de maintenir le rétroéclairage.

#### Marketing

Les professionnels du marketing s'intéressent aux zones que nous fixons dans une image. La récolte de ces informations permet d'améliorer la lecture et l'efficacité des spots publicitaires, d'optimiser les rayons de supermarchés, et d'identifier les emballages les plus attractifs.

Sur les pages web, les liens sponsorisés ne sont pas placés au hasard !

## Et demain ? Quelle éthique ?

Des travaux en cours depuis 2010 laissent envisager un diagnostic précoce des troubles neurodéveloppementaux et neurodégénératifs. Depuis 2008, des tests préliminaires visent à identifier les comportements jugés suspects (MALINTENT system).

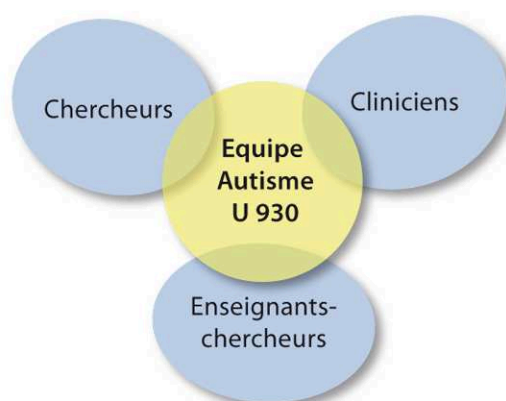
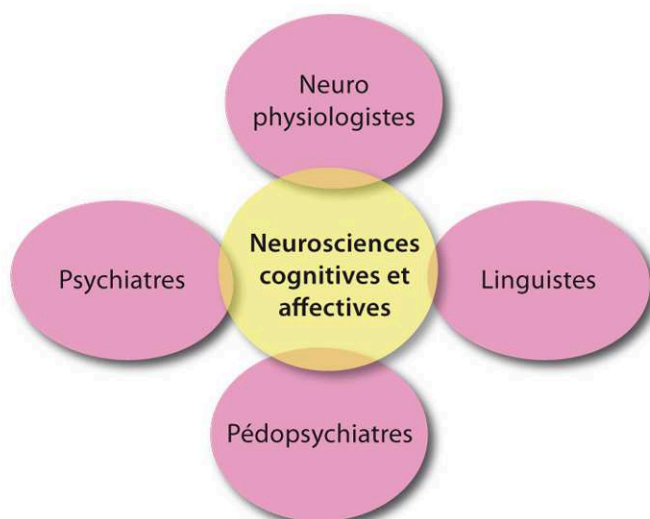
Que deviendront les données collectées avec l'oculométrie ? Elles pourront être vendues et utilisées à des fins que nous n'avons peut-être pas encore envisagées.

# L'équipe Autisme

## de l'unité Imagerie et Cerveau

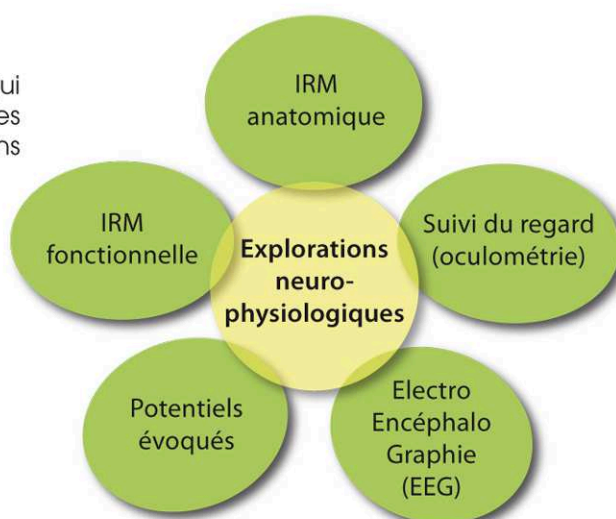
### UMR U930 Inserm - Université François-Rabelais de Tours

Au sein du centre universitaire de pédopsychiatrie du CHRU de Tours, cette équipe multidisciplinaire a développé une expertise dans le domaine de l'autisme depuis de nombreuses années tant pour les évaluations du développement et du fonctionnement cérébral et cognitif que pour la mise en place de rééducations fonctionnelles de la communication sociale. L'équipe couvre l'ensemble des champs de la recherche en neurosciences cognitives et affectives.



L'équipe a adopté une approche translationnelle qui inclut une description clinique fine et approfondie des troubles ainsi qu'une grande variété d'explorations neurophysiologiques.

### La recherche se situe au cœur de la clinique



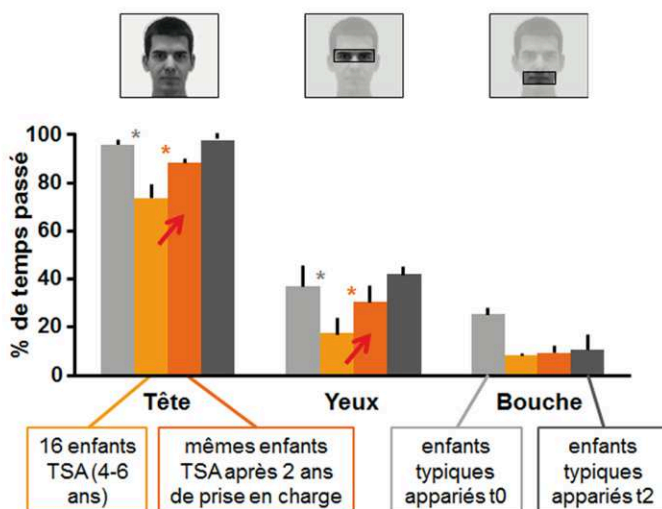
**U930** est le seul laboratoire en France qui rassemble en son sein une expertise dans le domaine de la sémologie clinique, de la linguistique, de la neurophysiologie et de la thérapeutique, tout en développant une approche intégrée sur l'ensemble du spectre de l'autisme, de l'enfant à l'adulte.

# L'oculométrie dans l'autisme

À l'hôpital de jour du CHRU de Tours, l'oculométrie est utilisée pour évaluer le comportement des enfants avec un Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA) et l'efficacité de leur thérapie.

## Un outil de suivi thérapeutique

Des enfants ont été testés sur une tâche d'exploration de visages avant et après leur thérapie. Le temps passé à explorer un visage est significativement inférieur chez un groupe d'enfants avec un TSA (orange clair) que chez un groupe d'enfants typiques appariés (gris clair).



Après deux ans de prise en charge, la différence d'exploration entre les enfants avec TSA (orange foncé) et enfants typiques appariés (gris foncé) est réduite : le regard des enfants avec TSA s'est réorienté vers les visages et en particulier la région des yeux.

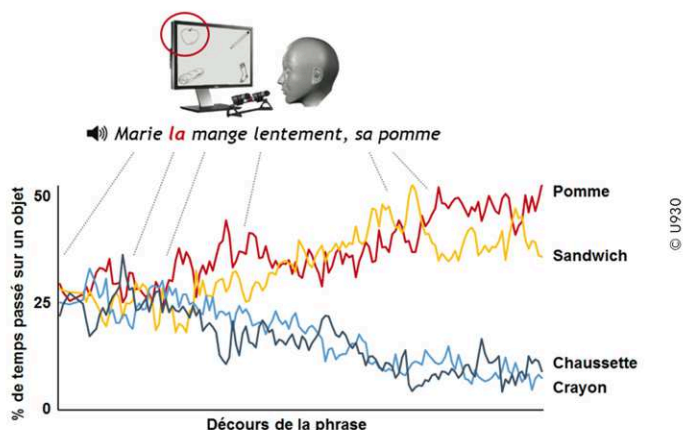
© U930

## Un outil d'évaluation non verbale

Dans certaines conditions, le regard s'oriente automatiquement vers l'objet d'intérêt d'une scène visuelle. L'oculométrie permet d'évaluer la compréhension du langage chez les personnes qui ne peuvent répondre verbalement.

Un enfant avec TSA écoute une phrase de construction complexe.

Son regard s'oriente différemment vers les images présentées à l'écran, reflétant la compréhension de la phrase.



© U930

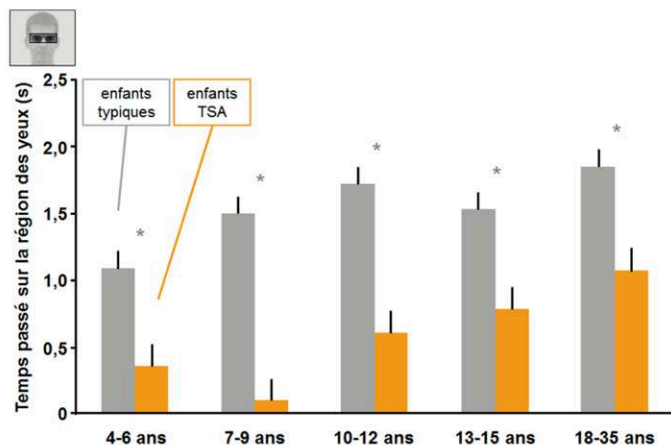


# L'oculométrie dans l'autisme

Les personnes avec un Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA) présentent des difficultés d'interaction sociale. L'oculométrie permet d'étudier leurs comportements et leurs capacités. C'est un outil de suivi thérapeutique et d'évaluation non verbale, pas un outil de diagnostic.

## Des différences d'exploration oculaire

Comment les personnes avec un TSA explorent-elles des scènes sociales et les visages ?



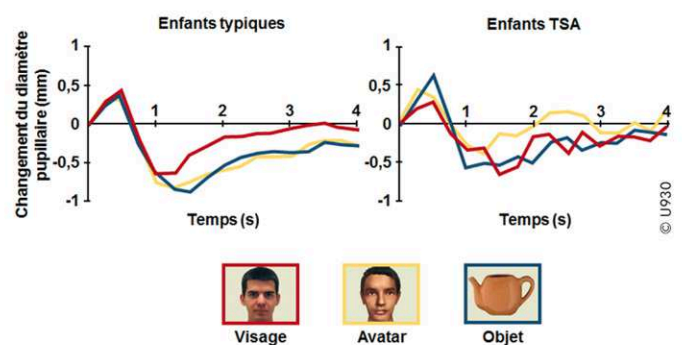
Contrairement aux enfants et aux adultes typiques, les personnes avec un TSA explorent moins les visages et encore moins la région des yeux.

## Des différences de réponse pupillaire

Les personnes avec un TSA ont, de base, une pupille moins dilatée que des personnes typiques. Leur pupille ne se dilate pas à la vue d'un visage.

Après une constriction de la pupille consécutive à la présentation d'une image lumineuse,

un visage (en rouge) déclenche une dilatation pupillaire significativement plus importante qu'un objet (en bleu) ou un avatar (en jaune) chez les enfants typiques, contrairement aux enfants avec un TSA.



Remarque : la taille de la pupille est un reflet du fonctionnement du système nerveux autonome, de l'éveil physiologique et du traitement cérébral attentionnel et émotionnel.