

# NEWSLETTER #18

NOV. 20



**ZOOM**  
P4/7

## **VIEILLISSEMENT VISUEL ET MOBILITÉ**

Vers une approche holistique, individualisée et écologique



**GÉNÉROSITÉ**  
P8

Ce mois-ci :

- Transmettre après sa mort pour vaincre les maladies de la vue



**En ces temps de pandémie Covid-19, notre IHU FOReSIGHT et l'Institut de la Vision ont repris le travail sur le développement des thérapies des maladies visuelles mais nous avons aussi décidé de nous impliquer dans la recherche sur ce virus. En effet, la maladie pouvant entraîner des symptômes neurologiques, nous soutenons un projet clinique d'étude des conséquences ophtalmologiques. Ensuite, pour mieux comprendre ces atteintes neurologiques, un partenariat international incluant Olivier Goureau étudie ses mécanismes d'action sur des mini-cerveaux en culture.**

Dans cette newsletter, nous avons privilégié de vous présenter notre plateforme d'évaluation du handicap et du déficit visuel en conditions de vie quotidienne. Le patient placé au cœur de la recherche, nous évaluons sa perte d'autonomie et de mobilité avec des tests objectifs et reproductibles. Ces indicateurs du handicap visuel sont de plus en plus réclamés par les agences réglementaires du médicament pour évaluer le bénéfice thérapeutique des produits de santé ou de service à la personne. L'objectif de cette plateforme est donc de reproduire les conditions de vie réelles (rue, simulateur de conduite, appartement) dans un environnement contrôlé (son, lumière, décor) où les sujets sont équipés de capteurs de mouvements pour réitérer à volonté le même test à différents temps indépendamment de l'expérimentateur. Il devient ainsi possible de comparer les performances du patient avec des enregistrements très précis avant et après le traitement quelque soient les conditions météorologiques. Les résultats vont bien au-delà de la validation des traitements comme ce fut le cas pour le Luxturna car ils apportent un nouveau regard sur les stratégies visuelles au cours du vieillissement ou des pathologies.

**José-Alain Sahel**

**Directeur scientifique Fondation Voir & Entendre**

### N'ATTENDEZ PAS

d'être concerné pour agir, donnez vous aussi pour faire avancer la recherche !



### FAIRE UN DON, C'EST SIMPLE !

EN LIGNE : [institut-vision.org](http://institut-vision.org)  
(site sécurisé pour les dons par CB)

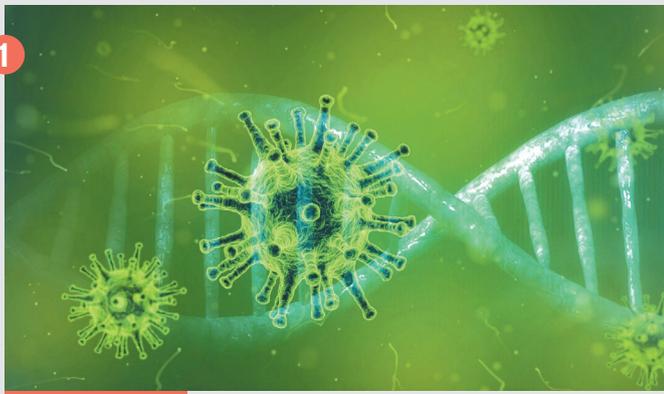
PAR COURRIER : adressez votre chèque de don à l'ordre de la Fondation Voir & Entendre au 17 rue Moreau 75012 PARIS.

### IMPORTANT :

Vous bénéficiez d'une **réduction d'impôt égale à 66 % du montant de votre don**, dans la limite de 20 % de votre revenu imposable. **75%** de votre don est déductible de votre **IFI** dans la limite de 50 000€ !

### POUR PLUS D'INFORMATION :

Arnaud Bricout  
[relation-donateur@institut-vision.org](mailto:relation-donateur@institut-vision.org)  
Tel: 01 53 46 26 07



## La Covid et les cellules souches

L'Institut de la Vision contribue à la recherche sur la Covid à l'aide de cellules souches pluripotentes humaines développées dans l'équipe d'Olivier Goureau. Ces cellules ont permis à une équipe allemande de produire de minuscules structures 3D, appelées organoïdes cérébraux, qui reproduisent des aspects clés du cerveau humain. Le virus SARS-CoV-2 pénètre dans ces structures et endommage les cellules nerveuses, expliquant ainsi les symptômes neurologiques chez de nombreuses personnes atteintes du Covid.

## Streetlab démontre le bénéfice thérapeutique du Luxturna, une nouvelle thérapie génique, dans le quotidien des patients

**Equipe Streetlab à l'Institut de la Vision :**  
Chloé PAGOT PhD, Karine BECKER et Emilie BOCHIN

Luxturna est une nouvelle thérapie génique pour les adultes et enfants souffrant d'une dystrophie rétinienne héréditaire ciblant le gène RPE65. Depuis décembre 2018, le CHNO des Quinze Vingts a traité une dizaine de patients. Ils se sont prêtés avant l'opération, puis un mois, trois mois, six mois et un an après l'opération à des examens visuels et des tests de locomotion. La mobilité a été évaluée dans la plateforme Streetlab qui reproduit un environnement urbain réaliste (Figure 2). Les patients avaient pour consigne de suivre un chemin délimité tout en évitant des

obstacles (e.g. poubelle, boîte aux lettres). Les parcours ont été réalisés dans quatre conditions d'éclairage d'intensité croissante : 2 lux, 7.5 lux, 50 lux et 500 lux. Que ce soit d'un point de vue visuel ou locomoteur, les résultats sont probants.

Dans notre test de mobilité, les résultats montrent des diminutions significatives des temps de parcours du nombre de collisions principalement dans les situations de très bas éclairages. En d'autres mots, les patients se déplacent plus rapidement et parviennent à mieux percevoir les objets moins contrastés sous faible luminance. Ce bénéfice thérapeutique se ressent dans leur quotidien. Par exemple, une enfant n'a plus besoin de lampe frontale pour lire ou une patiente perçoit le portail de sa maison même la nuit.



### Sites Internet & réseaux sociaux !

Retrouvez toutes nos actualités et événements en nous suivant sur nos sites internet et réseaux sociaux :

-  [institut.vision.paris](https://www.institut.vision.paris)
-  [institut-de-la-vision](https://www.institut-de-la-vision)
-  [@InstVisionParis](https://twitter.com/InstVisionParis)
-  [www.institut-vision.org](https://www.institut-vision.org)

- 1** Corona virus, pandémie Covid-19
- 2** Exemple d'un parcours de mobilité utilisé pour valider les effets du traitement Luxturna

## LE VIEILLISSEMENT VISUEL, UN PROCESSUS COMPLEXE ET MULTI-ÉCHELLE

À l'instar des toutes nos modalités sensorielles, notre vision se dégrade avec le temps. Le vieillissement affecte progressivement tous les niveaux du traitement visuel : de la structure de l'œil aux fonctions sensorielles et cognitives. Les propriétés optiques de l'œil changent avec l'âge, engendrant une réduction de l'illumination rétinienne, une augmentation de la diffusion de la lumière intraoculaire et une augmentation des aberrations optiques. Au niveau sensoriel, des changements dans les processus de transduction, transmission et traitement neuronal de l'information visuelle, se produisent tant dans la rétine que dans les aires corticales. Ces modifications entraînent des pertes perceptives en termes d'acuité visuelle, sensibilité au contraste et au mouvement, perception de la profondeur, distinction des couleurs, étendue du champs visuel et adaptation aux changements de luminosité. Au niveau cognitif, l'âge altère également les processus d'encodage et de stockage des informations qui sont accompagnées par des changements des fonctions attentionnelles et mnésiques.



Ces modifications multi-échelle des fonctions visuo-cognitives ont des conséquences inévitables sur l'équilibre, la mobilité et l'orientation spatiale des personnes âgées. Ces capacités sont primordiales pour le bon fonctionnement de la boucle perception-action, qui sous-tend, dans

toutes les activités du quotidien, notre interaction avec l'environnement. Par conséquent, une dégradation de ces capacités peut avoir un impact significatif sur la qualité de vie et l'autonomie des personnes âgées : leur environnement a tendance à se rétrécir car la fréquence des déplacements

se réduit, ce qui peut amorcer un processus de confinement spatial, d'isolement social et in fine de dépendance. L'enjeu est majeur, étant donné la nécessité de mieux comprendre et anticiper l'impact socio-économique et de santé publique des troubles perceptifs et cognitifs liés au vieillissement de la population mondiale (actuellement, on décompte dans le monde environ 500 millions de personnes âgées plus de 65 ans, un nombre qui atteindra 2 milliards en 2050, OMS).

### **Mieux comprendre le vieillissement visuel : vers une approche holistique, individualisée et écologique**

Les recherches fondamentales et cliniques menées à l'Institut de la Vision et au Centre d'Investigation Clinique de l'Hôpital Ophtalmologique des Quinze-Vingts, permettent une meilleure compréhension de la nature multifactorielle du vieillissement visuel. L'approche adoptée est de nature holistique et a vocation à mieux tenir compte de la grande variabilité interindividuelle qui accompagne le vieillissement visuel. En effet, il est fondamental de placer au centre de nos réflexions scientifiques l'ensemble des caractéristiques propres à chaque individu (par ex., son profil physiologique, neurologique, mais aussi psychologique et sociologique), afin d'élucider les facteurs influençant les différentes trajectoires de vieillissement à l'échelle individuelle. Il s'agit d'une condition nécessaire pour identifier des marqueurs génétiques et comportementaux pouvant aider à prévenir, réduire, ou limiter les facteurs de risques et préserver ainsi la vision jusqu'à des âges avancés.

Concernant l'impact du vieillissement sur le traitement d'informations visuo-spatiales, un marqueur comportemental efficace pour évaluer les processus d'exploration active de l'environnement est la dynamique du regard. En effet, le monde visuel est organisé de façon hiérarchique, où la perception est élaborée d'une part grâce à l'intégration spatiale de petits éléments contenus dans une scène visuelle, et d'autre part, grâce à l'intégration temporelle d'éléments à différents intervalles de temps.

Les mouvements oculaires jouent donc un rôle essentiel à la fois pour explorer l'environnement et suivre des cibles en mouvement. Un autre principe fondamental sur lequel sont basées les recherches réalisées à l'Institut de la Vision, consiste à utiliser des paradigmes « écologiques » pour étudier la dynamique du regard, ainsi que les mouvements du corps et de la tête. Un paradigme écologique présuppose la mise en œuvre de conditions expérimentales très proches de la réalité, tout en demeurant hautement contrôlées. Cette approche donne lieu à des mesures très naturelles du comportement d'exploration active de l'environnement, permettant, entre autres, d'évaluer de nombreux degrés de liberté et de tenir compte du spectre complet des informations sensorielles perçues par les sujets.

### **Les plateformes technologiques de Streetlab**

À l'Institut de la Vision, cette approche écologique est rendue possible grâce à l'existence des plateformes de recherche de la société Streetlab. Créée en 2012 à l'initiative de Sorbonne Université et de l'Institut de la Vision, cette structure s'est donnée pour objectif de développer des produits et des services pour accompagner les personnes âgées ou souffrant d'une pathologie visuelle dans leur vie quotidienne pour gagner en autonomie et qualité de vie. L'équipe pluridisciplinaire de Streetlab est composée de spécialistes de la basse vision (scientifiques, ingénieurs, ergonomes, ergothérapeutes, orthoptistes et psychologues) et elle conçoit et mène les expérimentations avec les patients au sein des plateformes. Dans les décors plus vrais que nature de la rue artificielle ou de l'appartement laboratoire (Figures 1-3), scientifiques et industriels étudient ainsi l'effet du vieillissement naturel et pathologique et cherchent de nouvelles solutions thérapeutiques pour les personnes déficientes visuelles. Une autre mission consiste à mener des tests sous forme de tâches

- 
- 1** **Plateforme Streetlab (rue artificielle) pour contrôler et analyser les déplacements des patients handicapés visuels**

standardisées (navigation spatiale, préhension, déplacement, etc.) pour mieux appréhender les capacités des personnes, l'évolution d'une pathologie ou encore le bénéfice d'une thérapie. Les performances des personnes sont mesurées à l'aide d'un réseau de 14 caméras permettant d'analyser le mouvement du corps. Les mouvements des yeux sont également étudiés précisément grâce à un système d'oculométrie (Figure 4). Il est ainsi possible d'étudier la trajectoire du corps, la fréquence et la taille des pas, les mouvements oculaires et de la tête des sujets dans de multiples scénarios, par exemple dans des tâches d'évitement d'obstacles, ces paramètres pouvant varier selon le sujet et la pathologie.

### → Cas d'étude n° 1.

#### **Le vieillissement visuel modifie les stratégies d'orientation spatiale lors de tâches de navigation**

Dans une étude réalisée à l'aide de la plateforme rue artificielle (Figure 1), les chercheurs de l'Institut de la Vision et de Streetlab ont comparé le type d'indices spatiaux utilisés par des personnes jeunes et âgées pour s'orienter dans l'environnement, c'est-à-dire, se repérer dans l'espace et planifier leur trajectoire vers un but. Cette expérience, publiée dans la revue *Nature Human Behaviour*<sup>(1)</sup>, a mis en évidence un changement de stratégie d'orientation spatiale lié à l'âge, à partir de l'observation des mouvements des yeux et du corps. Les personnes âgées, lorsqu'elles sont désorientées, utilisent préférentiellement les indices géométriques globaux, potentiellement plus simples à extraire visuellement et mémoriser, alors que les jeunes adultes s'orientent grâce aux configurations des points de repère. Chaque groupe a montré une dynamique du regard spécifique au type de stratégie choisie pour s'orienter. Ainsi, les mouvements des yeux, ont permis de prédire le type de stratégie de codage spatial utilisé par chaque sujet. Ces résultats, obtenus dans des conditions écologiques grâce aux plateformes Streetlab, vont à l'encontre d'une hypothèse classique selon laquelle les personnes âgées ne pourraient pas utiliser de stratégies de

navigation complexes (dites allocentriques). En effet, ils suggèrent que l'utilisation des stratégies allocentriques par des personnes âgées est possible, à condition que des indices géométriques soient présents dans l'environnement.

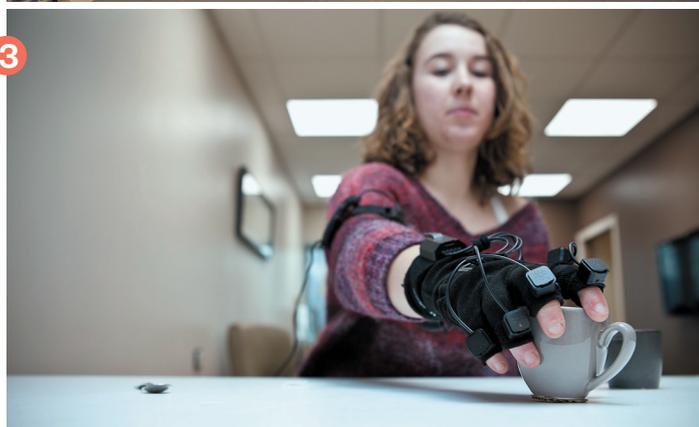
### → Cas d'étude n° 2.

#### **Les stratégies de mouvement du regard dans le cadre d'une maladie évolutive : la rétinite pigmentaire**

La rétinite pigmentaire (RP) est une maladie rare caractérisée par une dégénérescence au niveau des cellules de la rétine pouvant provoquer une perte de la vision périphérique graduelle voire une cécité. La perte du champ visuel périphérique explique la majorité des difficultés rencontrées par les patients lors de leurs déplacements. Les chercheurs de Streetlab et de l'Institut de la Vision ont évalué l'impact de la perte du champ visuel périphérique sur les stratégies du regard pendant la locomotion afin d'identifier les mécanismes de compensation développés par les patients. Dans un article publié dans *Frontiers in Human Neuroscience*<sup>(2)</sup>, ils ont mis en évidence des changements dans les stratégies du regard chez les sujets RP, qui explorent davantage leur environnement avec leur regard et leur tête. Ces résultats identifient les changements adaptatifs de la coordination sensori-motrice, afin d'assurer une conscience visuelle de l'environnement, de détecter les changements de configuration spatiale, et de collecter des informations pour le déplacement. Ils sont d'une importance cruciale pour la conception de procédures de réhabilitation optimisées.

### → Conclusions

Les études sur les multiples facettes du vieillissement visuel permettent de concevoir des stratégies de prise en charge des seniors plus personnalisées, contribuant à la mise en œuvre de solutions plus adaptées à l'évolution du système de santé. Les connaissances issues de ces recherches peuvent également aider à mieux répondre aux besoins accrus en matière d'autonomie des personnes âgées et de retentissement au niveau de leurs liens sociaux. Enfin, elles permettent de réfuter l'association systématique entre les mots vieillissement et déclin, et donc de changer notre regard sur les personnes âgées.



### Références associées aux cas d'études :

- (1) Bécu M, Sheynikhovich D, Tatur G, Agathos CP, Bologna LL, Sahel JA, Arleo A (2020) Age-related preference for geometric spatial cues during real-world navigation. *Nature Human Behaviour*, 4(1):88-99.
- (2) Authié CN, Berthoz A, Sahel JA, Safran AB (2017). Adaptive gaze strategies for locomotion with constricted visual field. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 387.

### Contacts chercheurs :

**Dr. Angelo Arleo**, Dr CNRS, Institut de la Vision, INSERM, CNRS, Sorbonne Université, 17, rue Moreau F-75012 Paris, France. [arleo@inserm.fr](mailto:arleo@inserm.fr); +33 (0)1 53 46 26 52.

**Dr. Colas Authié**, Chercheur à Streetlab, 17 rue Moreau, F-75012 Paris, France, [colas.authie@streetlab-vision.com](mailto:colas.authie@streetlab-vision.com), +33 (0)1 53 46 25 94.

- 1 Une rue artificielle aux décors de théâtre, murs en briquettes ou tagués, boîtes à lettres, distributeur de billets et façades de magasins en bois... Derrière les panneaux amovibles et au plafond, des hauts parleurs diffusent une ambiance sonore (bruits de circulation, cris d'enfants, etc.), des panneaux LEDS font modéliser les conditions de vie en intérieur ou extérieur aux différents moment de la journée. Streetlab permet de tester les fonctions visuelles dans les tâches de la vie quotidienne.
- 2 Une régie permet de contrôler tous les paramètres de la rue artificielle, le monitoring de l'expérience et l'enregistrement des données.
- 3 À côté de la rue artificielle, un appartement laboratoire (ou homelab) reproduit un cadre de vie domestique pour travailler sur l'habitat des personnes déficientes visuelles : un environnement réaliste, un contrôle des éléments pour une approche scientifique et en toute sécurité pour les patients. Nous sommes dans une autre plateforme technologique du Streetlab.
- 4 Un oculomètre (dans la photo, celui de MocapLab) permet d'enregistrer les mouvements des yeux afin d'évaluer la stratégie d'exploration visuelle des sujets.

## Institut de la Vision :

transmettre après sa mort pour vaincre les maladies de la vue

**Soutenir la recherche sur les maladies de la vision, c'est redonner de l'espoir à tous ceux qui souffrent.**



**Grâce à la transmission de votre patrimoine, nous pourrions aller encore plus loin, merci !**

“ La différence entre l'échec et la réussite tient parfois à la poursuite du combat pendant un quart d'heure de plus. ”

**Pr José-Alain SAHEL, Fondateur et directeur de l'Institut de la Vision** (il a ainsi découvert l'une des causes de la perte de la vision en réalisant une manipulation de plus que prévu).

### Reconnue d'utilité publique

L'Institut de la Vision relève de la Fondation Voir & Entendre, fondation de coopération scientifique qui bénéficie de tous les avantages fiscaux des fondations reconnues d'utilité publique. Elle peut ainsi recevoir des dons et legs exonérés de droits de succession. La Fondation Voir & Entendre peut également être désignée en qualité de bénéficiaire d'un contrat d'assurance vie.



**Bon à savoir :** Si vous choisissez de gratifier notre Fondation avec un legs ou une assurance vie, vous devez indiquer sur votre testament ou dans la clause bénéficiaire de votre contrat d'assurance le libellé suivant :

**Fondation Voir et Entendre -  
Institut de la Vision,  
17 rue Moreau - 75012 Paris.**



### UNE QUESTION ?

Votre contact privilégié :

**M. Arnaud BRICOUT**

01 53 46 26 48

[arnaud.bricout@institut-vision.org](mailto:arnaud.bricout@institut-vision.org)

F O N D A T I O N  
**VOIR & ENTENDRE**



**Fondation Voir et Entendre,  
Institut de la Vision,  
17 rue Moreau, 75012 Paris**

**Institut de la Vision - [www.institut-vision.org](http://www.institut-vision.org)**