



Rapport
d'activité

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

2019

“ Créée pour faciliter le développement de l’Institut de la Vision, la Fondation a bénéficié, dès son démarrage, de l’aide de l’Etat. Son statut de fondation de coopération scientifique est comparable à celui des fondations d’utilité publique. Elle reste, avec Sorbonne Université, le Centre Hospitalier National d’Ophtalmologie et les organismes de recherche, un acteur clé du fonctionnement de l’Institut de la Vision surtout par son apport en personnel de support et aide à la gestion des contrats.

2019 est une année phare, elle marque les 10 ans de notre organisation et la naissance de notre projet stratégique labellisé Institut Hospitalo-Universitaire (IHU).

C’est une grande fierté pour toutes nos équipes. Cet IHU renforce encore les moyens de la fondation au service de l’Institut de la Vision.”

Jean-Charles POMEROL
Président de la Fondation Voir et Entendre

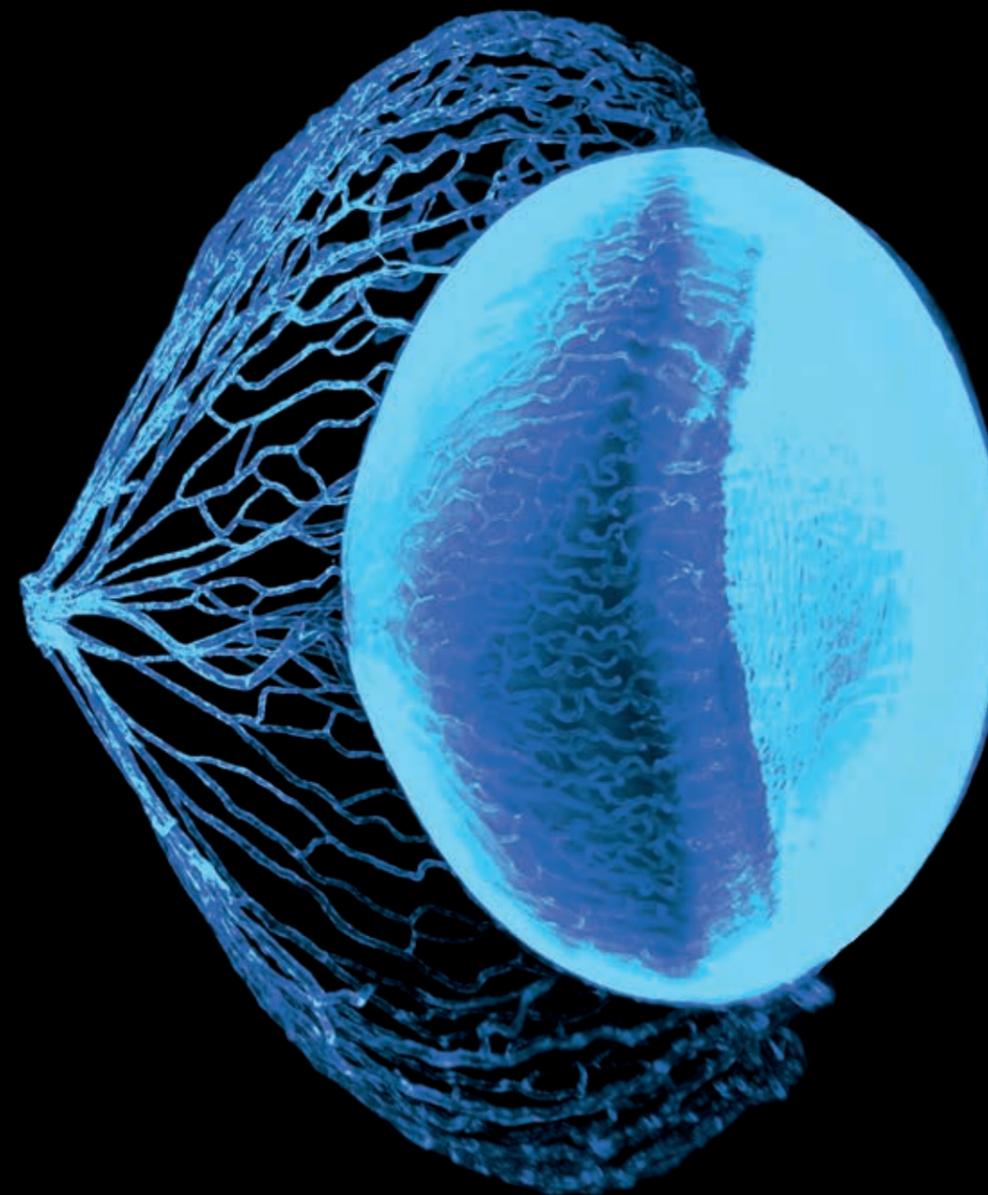


| | | |
|---|-------------------------------|----|
| 1 | INTRODUCTION | 4 |
| 2 | LA FONDATION VOIR ET ENTENDRE | 12 |
| 3 | NOS SUCCÈS 2019 | 24 |
| 4 | LA RECHERCHE | 36 |
| 5 | LA GOUVERNANCE | 54 |
| 6 | MÉCÉNAT, DONS ET LEGS | 60 |
| 7 | NOS FINANCES | 66 |

1 INTRODUCTION

- Notre histoire
- Un collectif dans l'aventure depuis 10 ans

Image d'un œil et de ses vaisseaux sanguins dans leur organisation naturelle. Développée par l'Institut de la Vision, cette technique d'imagerie appelée transparisation est un nouvel outil pour mieux comprendre l'origine des maladies rétinienne.



© Marie Darche
Equipe de Michel PAQUES de l'Institut de la Vision Paris

NOTRE HISTOIRE

1257

Fondation de la Maison des Aveugles de Paris par St Louis
300 aveugles y sont hébergés donnant le nom des Quinze-Vingts

1880

Création de la clinique ophtalmologique

1957
1974

Construction et installation progressive du Centre Hospitalier National d'Ophtalmologie (CHNO) dans la caserne des mousquetaires près de Bastille

2005

Structuration de la recherche clinique en ophtalmologie

- Label Centre d'Investigation Clinique (CIC) par l'Inserm, et DHOS (Direction de l'Hospitalisation et de l'Organisation des Soins)
- Label Centre Maladies Rares (CMR) pour les dystrophies rétiniennes héréditaires

2006

Obtention du label Institut Carnot Voir et Entendre par l'Agence Nationale pour la recherche - pour valoriser et encourager les partenariats industriels

2007

Création de la Fondation Voir et Entendre, fondation de coopération scientifique, dédiée aux maladies des différents systèmes sensoriels par les Professeurs Christine Petit et José-Alain Sahel

5 membres fondateurs : CHNO des Quinze-Vingts, Institut Pasteur, Inserm, Université Pierre et Marie Curie, Fédération des Aveugles et Amblyopes de France.

2008

- Inauguration du bâtiment Institut de la Vision sur le site des Quinze-Vingts
- Reconnaissance internationale du CIC par le label Centre Foundation Fighting Blindness (FFB), une très importante fondation américaine

- 1^{er} appel d'offres international : arrivée de 2 premières jeunes équipes à l'Institut de la Vision

2009

Création du Centre de recherche Institut de la Vision, Unité mixte de recherche Inserm, Université Pierre et Marie Curie, CNRS, qui rassemble 9 équipes de recherche.

2010

Véritable Ouverture de l'Institut de la Vision après l'incendie du 4 février 2009
Ouverture de l'incubateur d'entreprises

2011

Obtention du label Laboratoire d'excellence Labex LifeSenses dans le cadre du 1^{er} appel à projets Investissements d'avenir

2012

- 2^{ème} appel d'offres international : arrivée de 3 équipes émergentes et arrivée de 3 équipes confirmées
- Création de Streetlab, plateforme dédiée à l'accompagnement des industriels développant des produits et services innovants destinés à améliorer l'autonomie, la mobilité et la qualité de vie des personnes déficientes visuelles

2014

- Renouvellement du Centre de recherche Institut de la Vision pour 5 ans avec 15 équipes de recherche
- Renouvellement du CIC pour 5 ans
- Lancement de l'ERC Synergy : projet Helmholtz - Ondes et lumière/ Pour l'exploration du système visuel, projet coordonné par José-Alain Sahel, PI, et Mathias Fink (Institut Langevin).

2015

- Lancement du projet Recherche Hospitalo-Universitaire (RHU) LIGHT4DEAF - qui vise à étudier le syndrome de Usher afin de préparer les essais thérapeutiques qui verront le jour dans le futur.
- Lancement de la Chaire industrielle SilverSight (Essilor/FVE/UPMC) pour une meilleure compréhension du vieillissement naturel de la vision.

2016

Arrivée de 2 nouveaux Fondateurs à la Fondation Voir et Entendre : CNRS et La Fondation Agir pour l'Audition.

2018

Labellisation Institut Hospitalo-Universitaire FOrESight dans le cadre du 2^{ème} appel à projets Investissements d'avenir.

2019

- Renouvellement du Centre de recherche Institut de la Vision pour 5 ans avec 18 équipes de recherche
- Renouvellement du CIC pour 5 ans

UN COLLECTIF DANS L'AVENTURE DEPUIS 10 ANS

Jean-Charles **POMEROL**
Président de la Fondation Voir et Entendre



Chers amis, partenaires, membres, administrateurs et donateurs de l'Institut de la Vision et de la Fondation Voir et Entendre, 2019 marque l'année de nos 10 ans et un chemin parcouru ensemble dont nous pouvons être fiers.

Du côté Recherche, 2019 aura été une année brillante, avec le démarrage de l'Institut Hospitalo-Universitaire (IHU) FOReSight qui sera géré par la Fondation, ce qui est une preuve de confiance des autorités et des fondateurs envers la fondation et une reconnaissance de la valeur de notre travail. Nous avons dans la foulée adapté nos statuts et fait entrer de nouveaux partenaires dont l'AP-HP.

Mais l'année 2019 a aussi été compliquée pour la Fondation qui reste structurellement déficitaire et ne tient que grâce à nos donateurs.

Pour limiter nos pertes nous avons dû nous séparer de collaborateurs, et sous la direction d'Emmanuel Gutman, nous avons commencé à nous réorganiser.

Cependant l'année s'est terminée par une bonne nouvelle : le démarrage de l'Institut de l'Audition grâce à la prise en charge de l'Institut Pasteur et de la Fondation pour l'Audition, de plus la question du bail a été résolue in extremis avec le support de la Régie immobilière de la Ville de Paris et de la fondation Bettencourt Schueller.

Le centre de recherche « Institut de la Vision » avec ses 19 équipes a été renouvelé pour cinq ans, de même que l'Institut Carnot et la chaire industrielle SilverSight II. Je ne reviens pas sur les nombreuses distinctions dont ont bénéficié nos chercheurs, elles prouvent la vitalité de l'institut et la qualité de ses équipes. Pendant les douze ans que j'ai présidé le conseil de la FVE, je me suis efforcé d'accompagner l'extraordinaire dynamisme des équipes rassemblées sous la houlette de José-Alain Sahel, je l'ai fait en me mettant aussi à la place de l'université, des organismes de recherche, du Centre Hospitalier National d'Ophtalmologie et de Pasteur pour que notre action ne soit pas une gêne pour eux mais leur apporte, au contraire, la flexibilité qui manque aux établissements publics. Leur confiance pour la gestion de l'IHU prouve que nous avons en partie réussi, mais j'ai un regret pour finir c'est de ne les avoir pas convaincus de faire preuve de plus de souplesse dans la gestion des contrats et la prise en compte de nos frais de gestion.

Je quitterai la présidence du conseil à la fin de l'année 2020 après 12 années auprès des équipes de la Fondation Voir et Entendre.

Emmanuel **GUTMAN**
Directeur de la Fondation Voir et Entendre



J'ai la joie d'assurer la fonction de Directeur général depuis janvier 2019.

La Fondation Voir et Entendre, créée en 2007, est le véritable bras armé de l'Institut de la Vision. La recherche de partenaires, la valorisation de la recherche, l'achat d'équipements, le suivi budgétaire des projets, la recherche de financements, ou encore la communication scientifique et grand public sont autant de missions à remplir.

Les personnes engagées au sein de la Fondation contribuent largement à l'excellence de l'Institut de la Vision et à la lutte contre la cécité. La Fondation a également mandat pour représenter ses tutelles : l'université SORBONNE UNIVERSITE, l'INSERM et le CNRS.

Après avoir débuté ma carrière à l'Agence Nationale de Valorisation de la Recherche - Alsace pour accompagner les entreprises de biotechnologies, j'ai rejoint l'agence de développement économique de la Ville de Paris pour participer à la création des nouvelles générations de centres de recherche universitaires comme l'ICM, l'Institut de la Vision...

J'ai rejoint l'équipe du Professeur Sahel en 2006 pour participer à l'aventure de l'Institut de la Vision et prendre en charge les partenariats industriels et le pôle handicap.

Ces projets ont conduit à la création de Streetlab en 2012 dont l'objet social est d'améliorer l'autonomie des déficients visuels.

Philippe **TILLOUS-BORDE**
Administrateur représentant du monde économique



Co-fondateur et ancien DG du Groupe Sofiproteol/Avril, fleuron de l'industrie alimentaire en France et en Europe, pendant 30 ans, et actuellement Président de la Fondation Avril (FRUP).

En tant que membre du conseil d'administration et aussi en tant que non-voyant, j'ai le sentiment d'être au cœur du réacteur d'un centre de recherche de pointe tout à fait exceptionnel, de réputation mondiale. Ayant à l'origine une formation scientifique, j'ai conscience du niveau d'excellence de nos chercheuses et chercheurs.

Non seulement la recherche permet de comprendre et de lutter contre les handicaps individuels mais elle rend aussi un immense service à la société en anticipant l'impact sociétal de pathologies de plus en plus

prégnantes au niveau de la vision : celles liées au vieillissement par exemple, et qui touchent aujourd'hui un quart de la société française. Le dispositif de notre Institut Hospitalo-Universitaire permet de prolonger la recherche grâce au pôle handicap - Streetlab - qui, fort de ses plateformes technologiques et ses experts, met au point des méthodes de diagnostic et d'évaluation des problématiques de la vision dans différentes applications.

La Fondation Voir et Entendre soutient et offre un pont entre recherche et monde économique au service du patient.

L'entrepreneur que je suis s'en réjouit : la France est en retard pour répondre aux soucis du handicap dans la vie quotidienne et la mobilité des mal ou non-voyants. Notre mission est de porter ce sujet auprès des entreprises privées et publiques, et des pouvoirs publics, pour ensemble créer des solutions innovantes, aussi créatrices d'emplois.

José SAHEL

Directeur de l'Institut de la Vision, Directeur de l'IHU FOReSIGHT



Dix ans après sa création, l'Institut de la Vision accède à une nouvelle dimension grâce à la création de l'Institut Hospitalo-Universitaire (IHU) FOReSIGHT qui regroupe le Centre Hospitalier National d'Ophtalmologie des Quinze-Vingts, Sorbonne Université, l'Inserm, des services de l'Assistance Publique-Hôpitaux de Paris, bientôt de la Fondation Ophtalmologique Rothschild et le centre NeuroSpin du CEA.

L'objectif est de fédérer une communauté scientifique et clinique sans équivalent pour comprendre notre vision, analyser les processus pathologiques des maladies oculaires, accélérer le développement de nouvelles approches thérapeutiques et tout particulièrement de la restauration visuelle chez des patients aveugles. Il s'agit aussi d'inventer

de nouvelles technologies diagnostiques, de rassembler un ensemble d'informations sur des cohortes de patients bien caractérisées afin de préparer les essais cliniques. Améliorer la prise en charge des patients par la création de réseaux de soins, puis modéliser les hypothèses diagnostiques et les pistes thérapeutiques s'appuieront sur des bases de données sécurisées et exhaustives et l'intelligence artificielle.

L'enseignement des nouvelles technologies à destination de professionnels venus d'horizons variés ainsi que l'information du grand public et des patients sont également des axes stratégiques forts.

Ce financement octroyé par l'État au terme d'une évaluation internationale indépendante lors d'un appel d'offres très compétitif (1 lauréat sur 17 candidatures) doit nous permettre d'initier ces grands projets, qui impliqueront de solliciter de nouvelles sources de financements afin de pouvoir les conduire à leurs termes.

Les 10 prochaines années continueront ainsi de nous projeter dans l'ophtalmologie du futur.

L'objectif visé est d'être en mesure de proposer à chaque patient une prise en charge adaptée et efficace. Actuellement, de nombreuses pathologies visuelles conduisent encore inexorablement à la cécité. C'est pourquoi après avoir développé des technologies de restauration visuelle pour redonner une certaine autonomie à certains patients aveugles, nous amplifierons nos efforts et élargirons notre action pour stopper, ou à minima ralentir l'évolution de la majorité des maladies.

En tant que clinicien, mon combat, aux côtés d'équipes exceptionnelles, sera sans relâche tant que nous resterons aussi démunis face à ce handicap majeur et ses causes.

C'est dire que la tâche est infinie.

Serge PICAUD

Directeur Adjoint de l'Institut de la Vision



Les chercheurs de l'Institut de la Vision ont contribué à des travaux précliniques débouchant sur des essais cliniques en thérapie génique, thérapie optogénétique, thérapie cellulaire et prothèse rétinienne.

Collectivement, nous sommes fiers d'avoir ainsi apporté des preuves de concept pour ces thérapies et d'en avoir accéléré le transfert technologique par le biais de création d'entreprises dites « Start-up ». Ces start-up ont œuvré à démontrer la fiabilité des produits et l'absence de risques pour les patients préalablement au lancement des essais cliniques.

L'ensemble de nos travaux précliniques a reposé sur des équipes pluridisciplinaires, Cliniciens, Biologistes, Physiciens, Mathématiciens, Ingénieurs en électronique ainsi qu'un important corpus de recherches très fondamentales.

Nous sommes convaincus que la recherche appliquée se nourrit de la recherche fondamentale et inversement la recherche fondamentale trouve des questions dans les défis posés par la médecine. L'ambition est de regrouper à l'Institut de la Vision tous les talents nécessaires pour comprendre la vision et les anomalies produites par les pathologies dans le but de proposer des thérapies innovantes.

C'est pourquoi nous nous sommes affranchis des barrières disciplinaires car l'innovation technologique est le moteur des découvertes scientifiques et médicales. Pour poursuivre et amplifier nos développements thérapeutiques, nous devons à l'avenir continuer à attirer ces talents nécessaires à l'élargissement et au renouvellement de nos projets et thématiques de recherches fondamentales et appliquées.



“ L'INSTITUT DE LA VISION S'EST IMPOSÉ COMME UN CENTRE DE RECHERCHE DE RENOMMÉE MONDIALE ET PEUT À JUSTE TITRE ÊTRE CONSIDÉRÉ COMME LE PREMIER CENTRE DE RECHERCHE DE VISION AU MONDE. ”

• Retrouvez

le rapport 2018 du Haut Comité d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Scientifique (HCERES) sur notre site internet :

www.institut-vision.org/fr/institut/presentation

2

LA FONDATION VOIR ET ENTENDRE

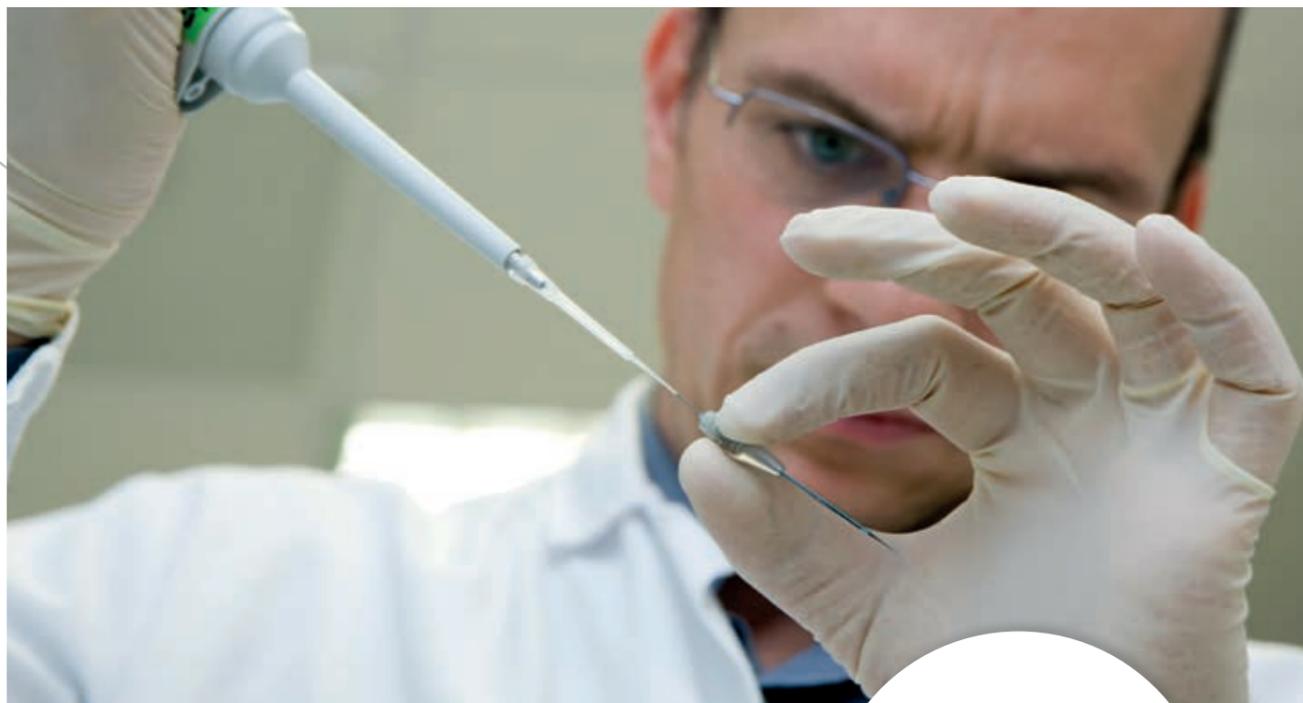
- La Mission de la Fondation Voir et Entendre
- 2019 : Naissance de l'Institut hospitalo-universitaire FOReSIGHT
- Un campus de 20 000 m² qui fédère tous les acteurs pour et avec les patients malvoyants
- Les coopérations internationales de l'Institut
- Les chiffres clés 2019

Vue du nerf oculomoteur d'une souris « Brainbow » en microscopie confocale



© Mickaël Le
Equipe de Jean Livet

LA MISSION DE LA FONDATION VOIR ET ENTENDRE



CRÉÉE EN MAI 2007, LA **FONDATION VOIR ET ENTENDRE** EST UNE FONDATION DE COOPÉRATION SCIENTIFIQUE.

La Fondation Voir et Entendre relève le défi des handicaps sensoriels de la vision et de l'audition, s'attaquant à de véritables enjeux de santé publique.

En effet, dans l'ensemble des pays industrialisés, les maladies de la vision et de l'audition gagnent progressivement du terrain, principalement à cause du vieillissement des populations.

Afin de trouver rapidement de nouveaux traitements adaptés, la Fondation rassemble, autour de thèmes de recherche communs, les équipes scientifiques, les services hospitaliers et les industriels français et internationaux les plus reconnus.

La Fondation est l'entité qui permet de coordonner les équipes d'accompagnement de la recherche de l'Institut de la Vision. Elle a un mandat pour représenter les tutelles (Sorbonne Université, INSERM et CNRS) auprès des tiers, coordonne et anime le Labex (label d'état "Laboratoire d'excellence) depuis 2012 et maintenant l'IHU depuis 2019.

L'ensemble de ses activités permettent de :

- 1 • Financer**
des projets de recherche dans nos domaines d'excellence.
- 2 • Assister**
les chercheurs dans la recherche de financements externes.
- 3 • Assurer**
le back office de tous les projets de recherche de l'Institut de la Vision : *appel d'offres public, achats, commandes, contrôle de gestion, reporting, etc...*
- 4 • Communiquer**
sur les projets scientifiques, sur les maladies sensorielles et les progrès thérapeutiques relatifs à ces maladies à destination du grand public, des patients et des scientifiques.
- 5 • Identifier**
et mettre en place des partenariats de recherche avec des industriels, des centres de recherche.
- 6 • Aider**
à la valorisation des résultats scientifiques obtenus dans les équipes de recherche.
- 7 • Accompagner**
des entreprises innovantes dédiées au domaine de la vision dans le secteur des biotechnologies, des dispositifs médicaux et du handicap (TIC) pour les intégrer dans l'écosystème de l'Institut de la Vision.
- 8 • Gérer**
des projets européens impliquant des équipes de l'IDV, et du Centre d'Investigation Clinique (CIC).
- 9 • Développer**
l'activité mécénat pour augmenter les ressources financières nécessaires au développement des programmes de Recherche.





(*) "Pré-vision"

2019 : NAISSANCE DE L'INSTITUT HOSPITALO-UNIVERSITAIRE



LE **PROJET FOReSIGHT** - DÉFENDU PAR L'INSTITUT DE LA VISION, LE CENTRE HOSPITALIER NATIONAL D'OPHTALMOLOGIE (CHNO) DES QUINZE-VINGTS, L'INSERM ET SORBONNE UNIVERSITÉ - A ÉTÉ LABELLISÉ INSTITUT HOSPITALO-UNIVERSITAIRE (IHU) PAR LE GOUVERNEMENT.

Porté par la Fondation Voir et Entendre, ce nouvel IHU a pour objectif de faire émerger la prise en charge de demain en ophtalmologie en accélérant la recherche et l'accès aux innovations thérapeutiques issues de l'Institut de la Vision et de ses partenaires internationaux.

Les enjeux de santé publique sont majeurs du fait du vieillissement de la population et de la croissance rapide du nombre de personnes touchées par des maladies comme la DMLA, la myopie, le glaucome ou les complications du diabète. Les études épidémiologiques indiquent un doublement des troubles visuels entraînant la cécité dans les 30 prochaines années et le triplement du nombre de malvoyants, pour atteindre 600 millions de personnes touchées par un déficit visuel à travers le monde en 2050.

Le **projet FOReSIGHT** est soutenu par l'Institut de la Vision, le CHNO des Quinze-Vingts, Sorbonne Université, l'Inserm, et l'AP-HP (Assistance Publique - Hôpitaux de Paris). Il sera géré par la Fondation Voir et Entendre. Le financement alloué pour le projet sera de 50 millions d'euros sur une période de 10 ans.

LA SÉLECTION

Un jury composé de 22 scientifiques étrangers de renommée internationale a analysé les 17 projets présentés et en a auditionné 7.

A l'issue de ce processus, le jury a recommandé la labellisation d'un seul projet, le projet FOReSIGHT porté par le Pr Sahel, considérant qu'il répondait dans tous ses aspects aux critères d'excellence attendus !

Le Premier Ministre, Edouard Philippe, a entériné cette sélection.

Les objectifs de l'IHU :

- **Comprendre** notre vision et le développement du système visuel.
- **Développer** l'innovation thérapeutique et diagnostique en ophtalmologie.
- **Accélérer** le transfert de ces innovations dans le domaine clinique.
- **Évaluer** la pertinence des innovations thérapeutiques pour le patient et pour la société.
- **Améliorer** la prise en charge des patients quel que soit le stade d'évolution de la maladie et quel que soit le lieu de résidence du patient.
- **Utiliser** l'intelligence artificielle pour le diagnostic et l'aide au choix thérapeutique.
- **Former** les soignants et les professionnels du secteur aux innovations thérapeutiques et à la nouvelle prise en charge des patients.
- **Construire** une éducation pour tous en ophtalmologie.

Un IHU, c'est quoi ?

Les **Instituts Hospitalo-Universitaires (IHU)** ont été créés en 2018 par le gouvernement afin de soutenir et de structurer des actions de recherche et innovation permettant d'améliorer la prise en charge des patients. **Ce sont des lieux d'excellence scientifique et médicale, construits sur un site unique intégré autour d'une thématique centrale.**

ILS REPOSENT SUR LES QUATRE PILIERS FONDAMENTAUX SUIVANTS :

- 1 Un ou plusieurs services de soins reconnus.
- 2 Des équipes de recherche de réputation mondiale.
- 3 Un enseignement universitaire attractif au niveau international.
- 4 Une valorisation des découvertes grâce à une recherche partenariale et translationnelle efficiente.

LEURS MISSIONS SONT MULTIPLES :

- **Développer** des outils diagnostiques et des thérapies innovantes en rapprochant la recherche fondamentale des préoccupations cliniques.
- **Renforcer** le transfert des connaissances grâce à un parcours de formation intégré, accélérer le passage entre recherche et applications thérapeutiques.
- **Valoriser** économiquement les découvertes et l'innovation scientifiques.

FOReSIGHT peut avoir plusieurs significations en français :
Pour la vue, Prévoyance, ou encore Vision d'avenir.
Le "e" de FOReSIGHT évoque la médecine connectée de demain !

UN CAMPUS DE 20 000 M² QUI FÉDÈRE TOUS LES ACTEURS POUR ET AVEC LES PATIENTS MALVOYANTS

18 ÉQUIPES DE RECHERCHE FONDAMENTALE ET PRÉ-CLINIQUE / 5 DÉPARTEMENTS



Développement, Génétique, Information visuelle, Photonique, Thérapeutique

12 PLATEFORMES SCIENTIFIQUES



Animalerie, Biochimie, Centre de Ressources Biologiques NeuroSensCol, Culture cellulaire, Séquençage, Cytométrie, Criblage, Histologie-Imagerie, Phénotypage, Photobiologie, Ophtalmologie préclinique, Vectorologie

STREETLAB



Plateforme technologique - handicap, Etudes d'impact, Analyses socio-économiques

FONDATION **VOIR & ENTENDRE**

Une équipe de 20 personnes pour coordonner et accompagner les projets



Un label qui encourage les partenariats industriels

Des entreprises hébergées pour accélérer le transfert technologique

iBIONEXT

iBIONEXT EST UN FOND D'INVESTISSEMENT ET DE CROISSANCE AU MODÈLE SINGULIER.

- Situé au 74 Faubourg St Antoine, à quelques mètres de notre écosystème, il a contribué à faire éclore de nombreuses start-up de l'Institut de la Vision.
- iBionext** est à la fois un amorceur, un accélérateur startup et un capital risquer. Le mode de fonctionnement d'**iBionext** permet de mutualiser des compétences de haut niveau (notamment finance et IP) entre les jeunes pousses qui ne peuvent les internaliser au début de leur vie et contribue ainsi activement à la vie des sociétés et à la leur structuration.

L'HÔPITAL DES QUINZE-VINGTS, fidèle à sa tradition d'hébergement depuis Saint Louis, dispose d'une structure de prise en charge des aveugles et des malvoyants : **la résidence Saint-Louis** pour faciliter leur vie quotidienne, au sein de la résidence et dans leur environnement proche. L'hôpital accueille **le Centre d'Investigation Clinique** et **le Centre des maladies rares**.



LES COOPÉRATIONS INTERNATIONALES DE L'INSTITUT

- ▀ **Massachusetts Eye and Ear, Harvard Medical School (USA)** : Etude sur le rôle des facteurs d'épissage de l'ARN dans la rétine et leur implication dans la rétinopathie pigmentaire.
- ▀ **Université de Berkeley (USA)** : Développement d'outils optiques pour analyser le fonctionnement du cerveau par optogénétique. Développement de nouveaux vecteurs viraux pour améliorer l'efficacité de la thérapie génique.
- ▀ **Université de Pittsburgh (USA)** : Recherche de molécules pharmacologiques pour traiter l'inflammation et l'angiogénèse dans la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA). Partenariat sur la restauration visuelle par thérapie génique soutenu par la Fondation Fighting Blindness.
- ▀ **Université Montréal (Canada)** : Etude de l'influence du microbiote sur l'inflammation rétinienne et les mécanismes de dégénérescence microvasculaire.
- ▀ **Jackson Laboratories (USA)** : Analyse moléculaire du développement du système visuel sur les modèles rongeurs disponibles dans ce centre (soutien NEI).
- ▀ **Intelligent Imaging Innovations, Inc. (Denver, USA)** : Développement de microscopes commerciaux utilisant l'holographie pour la stimulation optogénétique.
- ▀ **UCLA (USA) : Symposium Franco-Américain "Inherited Retinal Dystrophies : A Comprehensive Summit"**, Los Angeles, 2019.

Amérique latine

MEXIQUE

- ▀ **Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV, Mexico)** : Compréhension des symptômes visuels et du système nerveux central dans la maladie de Duchenne pour développer une thérapie génique.
- ▀ **Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)** : Un « Master International en Sciences de la Vision » créé avec Sorbonne Université.
- ▀ **Fundation Conde de Valencianna** : Analyse d'une très large cohorte de patients diabétiques pour caractériser les mécanismes responsables de la rétinopathie diabétique.

USA

Europe

- ▀ **Institute of Molecular and Clinical Ophthalmology Basel (Suisse)** : 10 ans de partenariat sur la restauration de la vision par optogénétique au niveau de la rétine et niveau cortical.
- ▀ **Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (Espagne)** : Etude de l'efficacité du graphène comme matériau d'électrodes pour la conception de prothèses visuelles.
- ▀ **Instituto Italiano di Tecnologia (Italie)** : Etude de nanoparticules photosensibles pour la restauration visuelle au niveau rétinien.
- ▀ **Université d'Anvers (Belgique)** : Formation d'un réseau européen de jeunes chercheurs multidisciplinaires développant de nouvelles thérapies pour les maladies de l'œil sec.
- ▀ **Université de Humboldt / Charité Berlin (Allemagne)** : Partenariat sur l'influence de l'hypertension et précisément la signalisation d'angiotensine 2 sur les pathologies rétinienne.

Asie

- ▀ **Tongren Hospital & Beijing Institute of Ophthalmology, Pékin** : Partenariat clinique sur les traitements des pathologies de la surface oculaire.
- ▀ **Kobé Japon** : French-Japanese Scientific Seminar «Restauration de la vision : thérapies émergentes», Paris, 2019.

Afrique

TUNISIE

- ▀ **Institut Pasteur de Tunis** : Projet de maturation scientifique (SATT Lutech) sur un composé anti-angiogénique du venin de vipère pour le traitement de la rétinopathie diabétique et de la DMLA.

LES CHIFFRES CLÉS 2019



197
Femmes

167
Hommes

Effectif global* : 364 soit **297 ETP**
(Equivalent Temps Plein)

(*) Chiffres de la Fondation, de l'Unité de recherche, du Centre d'Investigation Clinique, du Centre de références maladies rares



23
Nationalités

18
Equipes de Recherche

55
Doctorants

33
Postdocs

8
4 services d'Ophtalmologie et 4 services hospitaliers associés

1
Centre de référence maladies rares

1
Centre d'Investigation Clinique

4
Projets financés par l'European Research Council



1
Centre de ressources biologiques

1
Equipe Exploratoire Carnot

12
Plateformes technologiques et handicap

60
Séminaires et colloques

68
Essais cliniques en cours



7
Sociétés créées et environ 400 emplois depuis 10 ans

25
Partenariats actifs - 3,1 M€ (périmètre Institut de la Vision et Fondation Voir et Entendre)



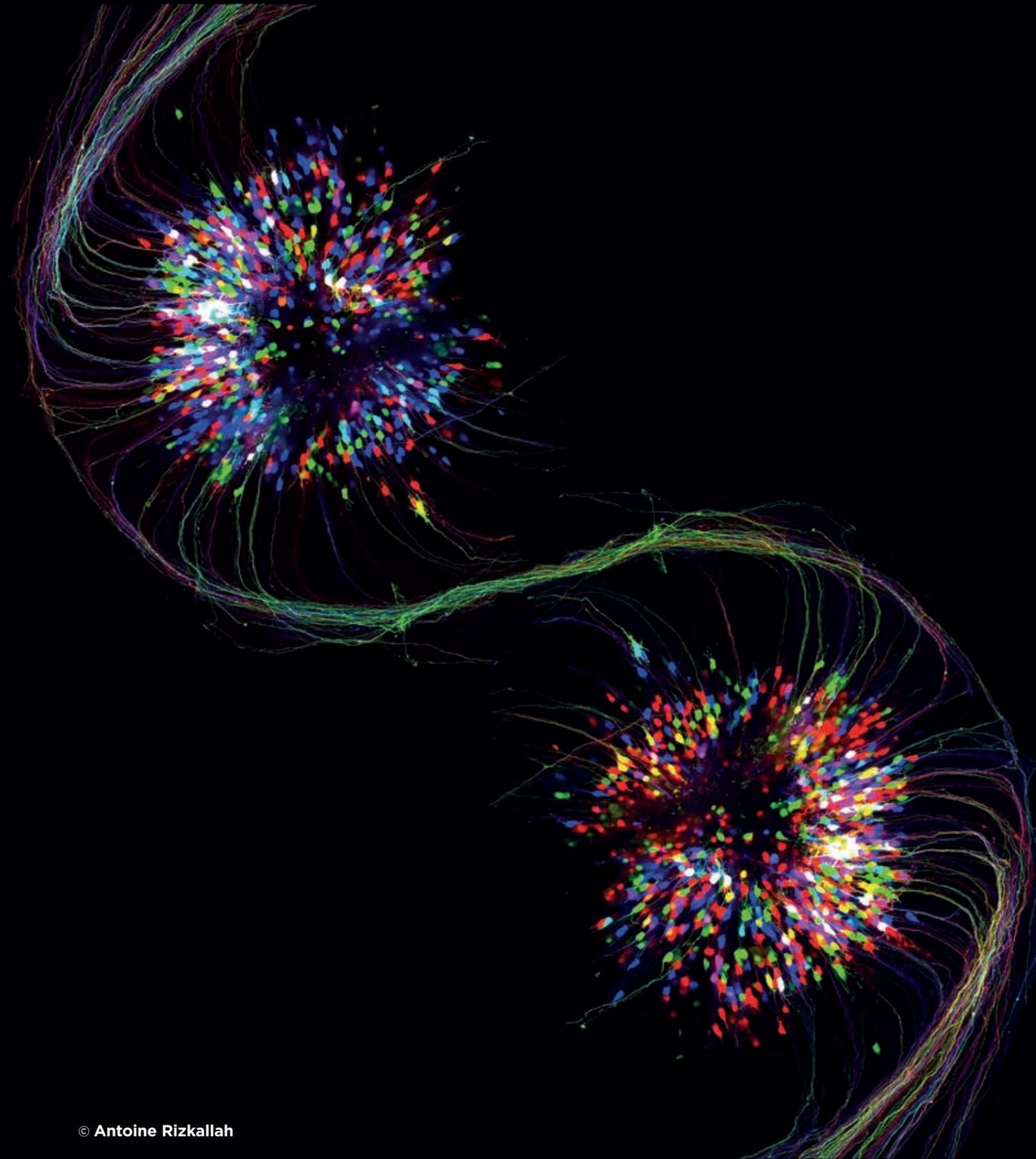
175
Publications scientifiques

1 080 202 €
de ressources issues des dons (mécénat, dons, événements et legs)

3 NOS SUCCÈS 2019

- Événement : l'Institut à 10 ans !
- Prix et Récompenses
- Rencontres à l'Institut de la Vision
- Renouvellement du label Carnot
- Institut de l'Audition
- Les nouvelles équipes et les nouveaux postes
- Les partenariats industriels et les start-ups issus de l'Institut de la vision
- La Chaire Silversight II

«L'œil Brainbow : Le peintre du cerveau, Jean Livet, s'est attaqué avec Antoine Rizkallah (Equipe Serge Picaud) à la macula. La macula est la zone centrale de notre rétine qui permet notre vision de haute acuité visuelle. La technologie Brainbow est utilisée ici pour marquer individuellement les neurones de la rétine afin d'en étudier la morphologie et la connectique dans le circuit rétinien.»



© Antoine Rizkallah



ÉVÉNEMENT : L'INSTITUT A 10 ANS !



A L'OCCASION DES **10 ANS DE L'INSTITUT DE LA VISION**, AUTOUR DES PATIENTS, DE SES COLLABORATEURS ET PARTENAIRES, PLUSIEURS PERSONNALITÉS DU MONDE ACADÉMIQUE, POLITIQUE ET ÉCONOMIQUE SE SONT RASSEMBLÉES DANS L'AMPHITHÉÂTRE RICHELIEU DE LA SORBONNE.

Valérie Pécresse, Présidente de la région Ile-de-France, a tenu à souligner la singularité de l'Institut et son excellence scientifique, reconnue à l'échelle mondiale : « *Cela nous a tous touchés que l'Institut de la Vision puisse grandir en France, puisse devenir plus beau et attirer les talents du monde entier. Chaque fois qu'on le visite, on y retrouve des talents exceptionnels du monde entier.* »

Jean Chambaz, Président de Sorbonne Université, a exprimé « *l'immense fierté de Sorbonne Université d'avoir en son sein le premier centre mondial dans le domaine !* »

D'autant plus que selon **Claire Giry**, Directrice générale déléguée de l'Inserm, plus de 1,5 million de personnes en France souffrent aujourd'hui de maladies oculaires. « *Nous avons donc extrêmement besoin d'un institut tel que l'Institut de la Vision !* »



Antoine Petit, PDG du CNRS, a ainsi synthétisé « *la force* » de cet Institut : « *d'avoir su catalyser toutes nos forces et faire un objet dont je crois que la France peut être très fière aujourd'hui.* »

La Ministre de la Santé, **Mme Buzyn** a souligné la reconnaissance internationale du complexe de recherche translationnelle (Institut de la Vision/Centre Hospitalier National d'ophtalmologie des Quinze-Vingts) par la labellisation de l'ensemble en un Institut Hospitalo-Universitaire FOReSIGHT.

Mme Agnès Buzyn,
Ministre de la Santé, lors de son allocution



De gauche à droite :
Jean Chambaz, Président de Sorbonne université,
Mme Valérie Pécresse, Présidente de la région IDF,
José-Alain Sahel, Directeur de l'Institut de la Vision



De gauche à droite :
Vanina Muller, **Gérard Muller**, **José-Alain Sahel**,
Henri Soumireu-Lartigue, **Serge Picaut**

PRIX ET RÉCOMPENSES

DISTINCTION DE L'UNIVERSITÉ DE PITTSBURGH

José Sahel a été promu Distinguished Professor à l'Université de Pittsburgh. Cette nomination constitue la plus haute distinction qui puisse être accordée à un membre du corps professoral. Elle établit l'éminence et la reconnaissance internationale des contributions et des réalisations scientifiques et technologiques d'une discipline.

MÉDAILLE GRAND VERMEIL

José Sahel a reçu la médaille Grand Vermeil de la Ville de Paris. Remise par Madame Marie-Christine Lemardeley, Maire Adjointe de Paris, cette prestigieuse médaille récompense les personnes qui ont accompli un acte remarquable concernant la capitale.

PRIX CHARPAK-DUBOUSSET

Le professeur **José Sahel** et le docteur **Serge Picaut** ont reçu le Prix Charpak Dubousset de la Fondation Boxiao-Académie Nationale de Médecine pour leurs travaux sur la restauration de la vision chez les sujets aveugles, prix récompensant chaque année un binôme clinicien/scientifique pour leurs travaux de recherche ayant conduit à une application médicale dans le domaine des soins.

PRIX FONDATION DE L'ŒIL

Spécialiste des vaisseaux sanguins de l'œil, **Michel Paques** développe un moyen de traiter les lésions qui mènent certains patients diabétiques à la cécité. Il a reçu le prix 2019 pour ses travaux sur l'occlusion veineuse rétinienne.

PRIX LA RECHERCHE 2019

Olivier Goureau, Directeur de recherche Inserm à l'Institut de la Vision, a reçu le Prix La Recherche 2019 avec **Christelle Montville**, Professeur des universités et chercheuse au laboratoire I-Stem.

Olivier Goureau (à droite) s'intéresse depuis de nombreuses années aux mécanismes gouvernant le développement de la rétine normale et pathologique. Son équipe et ses partenaires (M. Jarraya, C. Montville) ont mis au point de nouvelles approches de thérapie cellulaire utilisant les cellules souches pluripotentes humaines comme source de cellules de rétine pour le traitement des maladies dégénératives de la rétine.



Remise de la médaille Grand Vermeil de la Ville de Paris
De gauche à droite, Mme Catherine Baratti-Elbaz, Maire du XII^e, Mme Marie-Christine Lemardeley, Adjointe à la Maire de Paris - enseignement supérieur, vie étudiante et recherche, José-Alain Sahel, Directeur de l'Institut de la Vision



Michel Paques (au centre) lors de la remise du Prix



RENCONTRES À L'INSTITUT DE LA VISION

LA PREMIÈRE DAME DE FRANCE
À L'INSTITUT DE LA VISION

MADAME **BRIGITTE MACRON**
EST VENUE LE 9 JUILLET VISITER
L'INSTITUT DE LA VISION ET LA
PLATEFORME HANDICAP STREETLAB.

Le Pr José-Alain Sahel a rappelé à cette occasion l'importance du label Institut-Hospitalo-Universitaire (IHU) : programme qui va permettre de renforcer les synergies entre la recherche sur le diagnostic ou le traitement, les soins à l'hôpital des Quinze-Vingts et la formation à de nouvelles expertises.

Madame Macron s'est particulièrement intéressée aux innovations concernant la prise en charge des patients et du handicap visuel, notamment le volet de la prévention avec le dépistage des maladies de la vue.

VISITE DU PDG DE L'INSERM

Le Pr. Gilles Bloch, PDG de l'Inserm, a visité l'Institut de la Vision le 13 septembre 2019.

D'autre part, le Secrétaire Général pour l'Investissement, M. Guillaume Boudy accompagné de M. Philippe Tillous-Borde, entrepreneur français de grand renom ont visité notre Institut le 17 April 2019. Ces visites ont été l'occasion pour le Pr Sahel de présenter le projet IHU FOReSIGHT et les laboratoires et plateformes de l'Institut. Ces visites incluaient également le Centre d'Investigation Clinique du CHNO des Quinze-Vingts pour présenter les projets translationnels et discuter avec les responsables d'équipe et les partenaires des sites.



RENOUVELLEMENT DU LABEL CARNOT

INSTITUT CARNOT VOIR ET ENTENDRE



Le label Carnot, créé en 2006, est un label d'excellence décerné à des établissements de recherche à l'issue d'appels à candidatures.

Les instituts Carnot favorisent le rapprochement des acteurs de la recherche publique et du monde socio-économique, afin d'accélérer le passage de la recherche à l'innovation et d'accroître le transfert de technologies vers les acteurs économiques. Le label Carnot fait l'objet d'une évaluation régulière, ce qui garantit l'intégration de nouveaux laboratoires au dispositif et le maintien au meilleur niveau des bénéficiaires.

L'INSTITUT DE L'AUDITION



Le bâtiment du 63 rue de Charenton à Paris, destiné à l'Institut de l'Audition a été livré par la Régie Immobilière de la Ville de Paris (RIVP) à la fin 2019. En même temps, le bail qui avait été consenti à la Fondation Voir et Entendre par la ville de Paris, à l'origine du projet avec la Fondation, a été transféré à la Fondation pour l'Audition (FPA). Ce transfert a été rendu possible grâce à l'aide la RIVP et de la Fondation Bettencourt Schueller.

La FPA qui sera la fondation support de l'Institut de l'Audition a pour ambition de fédérer les talents pour faire progresser la cause de l'audition et aider les personnes sourdes ou malentendantes à mieux vivre au quotidien.

L'Institut de l'Audition qui a été inauguré en février 2020, est un Centre de recherche de l'Institut Pasteur soutenu par l'Inserm.

LES NOUVELLES ÉQUIPES...



ARRIVÉE DU SPÉCIALISTE MONDIAL DU COUPLAGE NEURO-VASCULAIRE

L'équipe de **Serge Charpak** analyse le fonctionnement du cerveau et des neurones au travers de leur consommation métabolique et, de ce fait, leur couplage aux vaisseaux sanguins.

Ce couplage sur lequel repose l'imagerie fonctionnelle cérébrale, ou imagerie par résonance magnétique (IRM), est ici examiné au niveau cellulaire et moléculaire. Sa compréhension revêt une importance particulière pour le système visuel puisque la rétine est le tissu le plus consommateur d'oxygène et donc le plus métaboliquement actif.

Soutiens financiers : Inserm, FRM, ERC, Fondation Leducq



UN SPÉCIALISTE DU POISSON-ZÈBRE ARRIVE À L'INSTITUT DE LA VISION

Filippo Del Bene travaille sur le poisson-zèbre depuis plus de 20 ans. Ses recherches portent sur le système visuel afin de

comprendre comment le cerveau interprète les informations que lui fournit l'œil pour voir. Il a été à l'avant-garde de l'adaptation et de l'application de la technologie CRISPR-Cas9 aux poissons-zèbres (voir encadré).

Il a ainsi réussi à inactiver la fonction des gènes chez les larves de poissons-zèbres et à révéler de nouveaux processus essentiels à l'établissement du réseau neuronal visuel. Son équipe a rejoint l'Institut de la Vision pour participer à de nombreux projets collaboratifs tant pour comprendre notre vision que pour produire des modèles

poissons de pathologies humaines et ainsi participer au développement d'approches thérapeutiques.

Une nouvelle installation dédiée à l'élevage des « poissons-zèbres », est en cours de construction et sera opérationnelle début 2021.

Financiers de la nouvelle plateforme : Région IDF, Fondation Voir et Entendre, Fédération des Aveugles et Amblyopes de France, Sorbonne Université, Inserm

LES CISEAUX MOLÉCULAIRES

Ces dernières années, le poisson-zèbre a été au centre d'un progrès technique qui a révolutionné la biologie moléculaire et a un énorme potentiel d'application biomédicale : **le système CRISPR/Cas9.**

Cet outil génétique utilise une protéine, naturellement présente dans les bactéries, appelée Cas9 qui est capable de couper le code génétique représenté par l'ADN.

Cette protéine agit comme un ciseau moléculaire pour couper l'ADN. Cette technologie dite CRISPR/Cas9 est actuellement la méthode la plus simple, la plus polyvalente et la plus précise de manipulation génétique. Son application va d'un outil de recherche pour manipuler le génome dans des systèmes modèles nous permettant de poser des questions sur sa fonction qui n'était pas possible auparavant, à un outil potentiel pour des approches de thérapie génique de précision où l'activité de Cas9 peut être dirigée pour réparer les gènes mutés.

...ET LES NOUVEAUX POSTES



NICOLO ACCANTO, CHERCHEUR INSERM - AU SEIN DE L'ÉQUIPE DE VALENTINA EMILIANI

Physicien de formation, **Nicolo** s'intéresse au développement et à l'application des nouvelles techniques de microscopie optique pour l'étude du cerveau. Afin de mieux comprendre la façon dont les neurones communiquent entre eux pour générer nos perceptions, il faut pouvoir mesurer l'activité de centaines de neurones dans un grand volume et dans des zones profondes du cerveau tout en gardant la résolution spatiale d'une cellule.

Pour résoudre ce grand challenge en microscopie, ses recherches se focalisent sur des techniques optiques innovantes, telles que l'holographie et l'endoscopie à deux photons. Il applique son expertise de physicien aux neurosciences, et précisément à l'étude de circuits visuels supérieurs qui traitent l'information reçue de la rétine.



ULISSE FERRARI, CHERCHEUR CNRS AU SEIN DE L'ÉQUIPE DE SERGE PICAUD

Ulisse Ferrari a été recruté en tant que chercheur au CNRS. Physicien, il va utiliser son expertise en modélisation pour étudier le codage neural dans la rétine, en utilisant des outils issus de la physique statistique et de l'intelligence artificielle. L'objectif est de comprendre comment la rétine compresse l'information à envoyer au cerveau et comment le cerveau interprète les informations reçues. Pour cela, il travaille en collaboration avec des biologistes pour concevoir des expériences sur le tissu biologique puis il analyse les données enregistrées sur des centaines de neurones pour extraire l'information contenue dans les signaux neuronaux suivant le stimulus biologique utilisé comme différentes images.



KRISTINA IRSCH, CHERCHEUR CNRS - INSTITUT ET CIC

Kristina Irsch est une physicienne spécialisée dans le développement d'instruments optiques. Après un doctorat à l'université de Heidelberg, elle a ensuite effectué des recherches en ophtalmologie à l'Université Johns Hopkins (USA) avant d'y être nommée professeur assistant. Tout en poursuivant le développement d'un appareil diagnostique pour la détection à distance des troubles de la vision chez les jeunes enfants, elle est revenue en Europe pour travailler à l'Institut de la Vision en collaboration avec l'Institut Langevin, sur le développement de méthodes d'imagerie oculaire à haute résolution.

Elle a également œuvré à l'évaluation quantitative de la transparence de la cornée, pour laquelle elle a obtenu un prix de réintégration Marie Curie Horizon 2020. Elle a obtenu un poste au CNRS pour développer des outils diagnostiques en ophtalmologie à l'Institut de la Vision. Ses recherches actuelles visent à résoudre les problèmes de transparence pour des pathologies de la cornée.

ARRIVÉE DE NOUVEAUX PERSONNELS D'APPUI À LA RECHERCHE



Delhia Viney, gestionnaire RH Sorbonne Université, est arrivée en septembre 2019, sous la direction de la Secrétaire Générale, elle est en charge la gestion de l'ensemble des personnels (Sorbonne Université, Inserm et CNRS) de la structure.



Verena Todde, gestionnaire CNRS, a pris ses fonctions en décembre 2019. Elle s'occupe des nouvelles équipes qui ont rejoint l'Institut de la Vision depuis 2018.

LES PARTENARIATS INDUSTRIELS...



Romain **GOUMENT**
Directeur des Programmes
et Partenariats

LES **PARTENARIATS INDUSTRIELS** SONT AU CŒUR DE LA STRATÉGIE D'INNOVATION DE L'INSTITUT DE LA

VISION AFIN DE PRENDRE LE RELAI DES ÉQUIPES DE RECHERCHE ET APPORTER AU CHEVET DES PATIENTS LES INNOVATIONS SORTANT DU LABORATOIRE.

Les créations de start-up entrent dans cette stratégie de partenariat privilégié avec les équipes de l'Institut de la Vision pour développer et industrialiser des produits issus de projets de recherche dès lors qu'un industriel n'existe pas dans le domaine d'innovation.

Cette industrialisation implique le développement d'une chaîne de production fiable du produit thérapeutique ou diagnostique et la démonstration de la sécurité du produit.

Les partenariats industriels ont donc une importance fondamentale pour le développement du centre de recherche en contribuant à transformer des innovations en produits/services, en apportant des moyens supplémentaires au laboratoire (personnel, équipement) et d'une manière générale en participant au dynamisme de notre écosystème.

7 sociétés créées
400 emplois depuis 10 ans
25 partenariats actifs - 3,1 M€
(périmètre Institut de la Vision
et Fondation Voir et Entendre)



...ET LES START-UPS ISSUS DE L'INSTITUT DE LA VISION

ISSUES DE LA RECHERCHE DE NOTRE INSTITUT, DIFFÉRENTES ENTREPRISES ONT ÉTÉ CRÉÉES POUR VALORISER LES TRAVAUX DE RECHERCHE RÉALISÉS À L'INSTITUT DE LA VISION.

GenSight Biologics développe une thérapie génique pour le traitement de la neuropathie optique héréditaire de Leber, une thérapie actuellement en essai clinique de phase III. (voir page 48). Cette entreprise a également lancé un essai clinique sur la thérapie optogénétique pour restaurer la vue de patients atteints de rétinopathie pigmentaire.

SparingVision veut préserver la vision centrale des patients atteints de rétinopathie pigmentaire avec l'expression d'un facteur trophique (voir page 45).

Pixium vision développe des stratégies de restauration de la vue par des rétines artificielles qui sont actuellement en essai clinique sur des patients atteints de dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) (voir page 47).

Tilak Healthcare a mis au point un serious game (jeux sérieux) sur smartphone qui permet au médecin de suivre l'évolution au quotidien d'une DMLA sans déplacer le patient.

StreetLab évalue également les patients mais cette fois sur des plateformes hautement spécialisées (rue artificielle, conduite automobile virtuelle) pour démontrer le bénéfice thérapeutique de médicaments en essai clinique ou de produits pour déficients visuels (voir page 51).

Prophesee produit des caméras dites « biomimétiques événementielles » dont le fonctionnement s'apparente au fonctionnement de l'œil humain ; ses applications sont multiples (véhicule autonome, robotique, téléphone, médecine, ...).

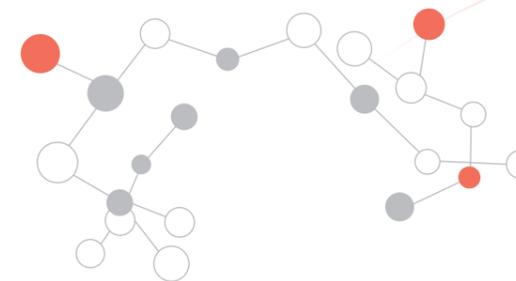
Chronolife développe des « drones réanimateurs » pour analyser en temps réel les paramètres des patients en réanimation.

Enfin, **GrAIMatterLabs** génère de nouveaux microprocesseurs bioinspirés dédiés à l'intelligence artificielle ou au machine learning.

La création de ces entreprises résulte de notre volonté d'accompagner et d'accélérer le transfert des résultats de la recherche vers l'industrie pour en faire de vrais produits sûrs et efficaces. Cet accompagnement se traduit également par l'établissement d'importants contrats de recherche partenariale avec notre centre de recherche financés par ces entreprises ou des entités comme la Banque Publique d'Investissement et les projets européens H2020.



LA CHAIRE SILVERSIGHT II



CHAIRE INDUSTRIELLE SILVERSIGHT II

Le vieillissement visuel s'accompagne de multiples altérations, qu'elles soient anatomiques, neurophysiologiques, perceptives ou cognitives.

Cette dégradation des fonctions visuelles réduit progressivement et inéluctablement l'autonomie au quotidien des personnes âgées. Avec le vieillissement de la population, l'impact grandissant de ces troubles de la vision devient un réel problème de santé publique.

La **Chaire Silversight II** permettra de mieux comprendre et anticiper ces changements en transférant des connaissances fondamentales vers des technologies innovantes portées par des industriels pour l'amélioration de la vision, de l'attention, de la mobilité et des capacités exécutives des personnes âgées.

Une autre mission majeure de la CHAIRE SILVERSIGHT II est d'enrichir les connaissances cliniques et fondamentales afin de discriminer, le plus en amont possible le vieillissement pathologique.

Financeurs : ANR, Essilor, SNCF



4 LA RECHERCHE

- Le cercle vertueux du développement thérapeutique
- Définir les besoins médicaux : Cohortes et Imagerie
- Comprendre la vision et son développement
- Modélisation et biomarqueurs des pathologies
- Thérapie et restauration visuelle
- Recherche translationnelle : les essais cliniques en cours
- Vision et handicap
- Nos talents

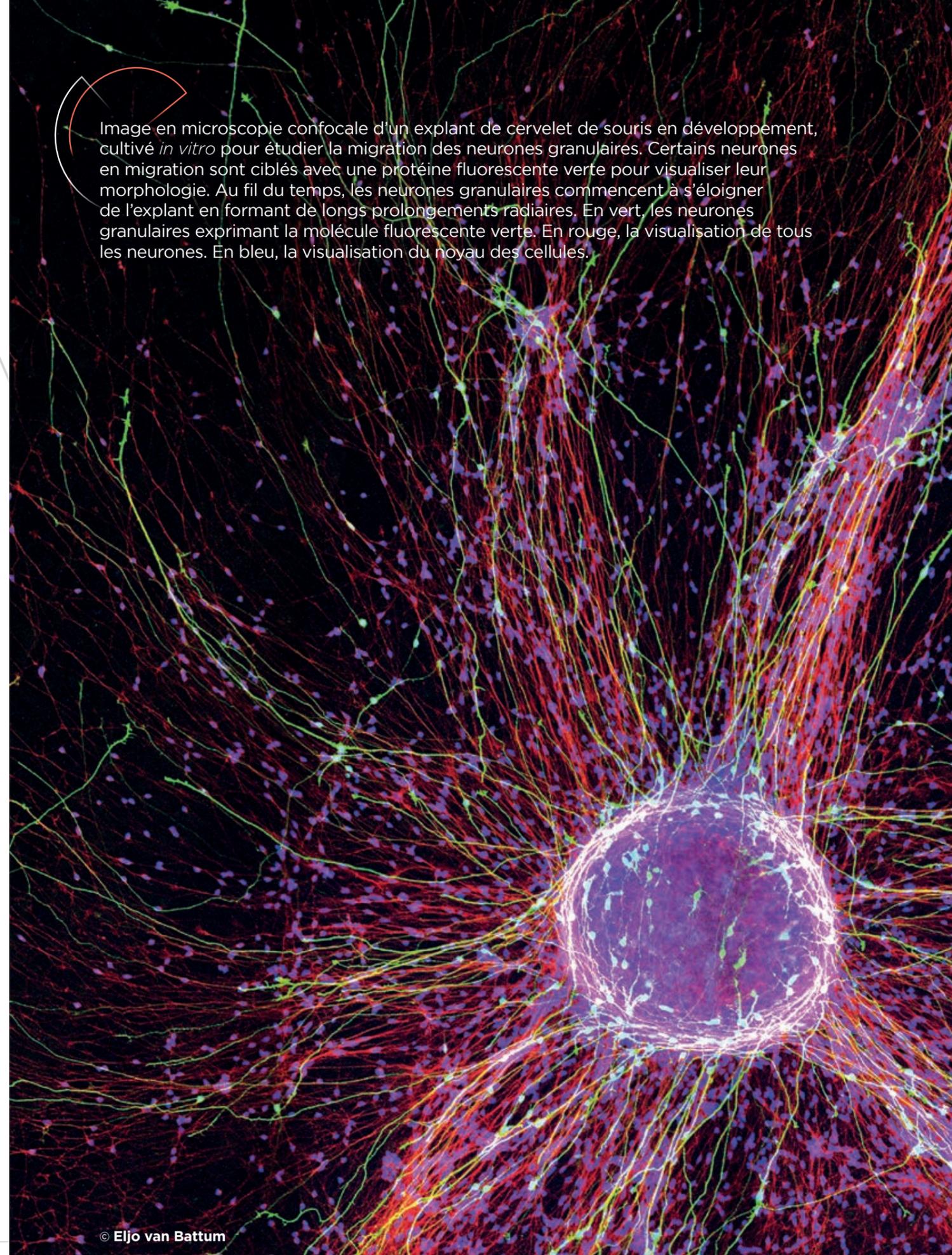


Image en microscopie confocale d'un explant de cervelet de souris en développement, cultivé *in vitro* pour étudier la migration des neurones granulaires. Certains neurones en migration sont ciblés avec une protéine fluorescente verte pour visualiser leur morphologie. Au fil du temps, les neurones granulaires commencent à s'éloigner de l'explant en formant de longs prolongements radiaux. En vert, les neurones granulaires exprimant la molécule fluorescente verte. En rouge, la visualisation de tous les neurones. En bleu, la visualisation du noyau des cellules.

LE CERCLE VERTUEUX DU DÉVELOPPEMENT THÉRAPEUTIQUE

A L'INSTITUT DE LA VISION, LA RECHERCHE EST PLURIDISCIPLINAIRE (CLINIENS, BIOLOGISTES, PHYSICIENS, MATHÉMATIENS) POUR POUVOIR ADRESSER LES QUESTIONS FONDAMENTALES ET APPLIQUÉES.

Education & Formation

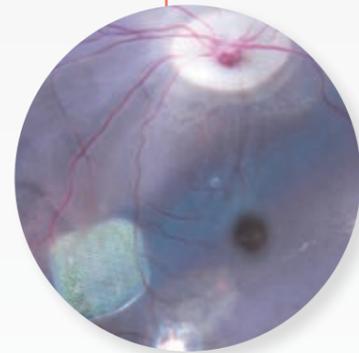
- **Définir** avec les cliniciens les besoins médicaux au cours de l'examen clinique des cohortes de patients.
- **Comprendre** la vision humaine avec l'idée que l'innovation technologique permet d'accélérer cette compréhension.
- **Modéliser** les pathologies humaines pour comprendre les mécanismes physiopathologiques.
- **Développer** des stratégies thérapeutiques et réhabilitatrices sur l'animal.
- **Transférer** les stratégies thérapeutiques en clinique avec des partenaires industriels.

L'évaluation itérative des stratégies thérapeutiques les inscrit dans le cycle vertueux de la recherche pour une amélioration continue de la prise en charge thérapeutique des patients.

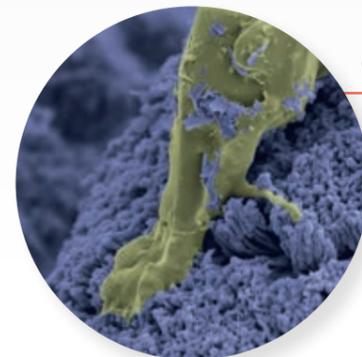
RÉSULTATS



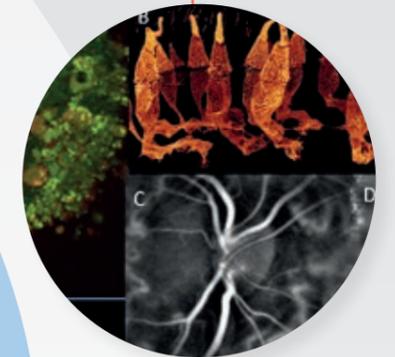
SOLUTIONS



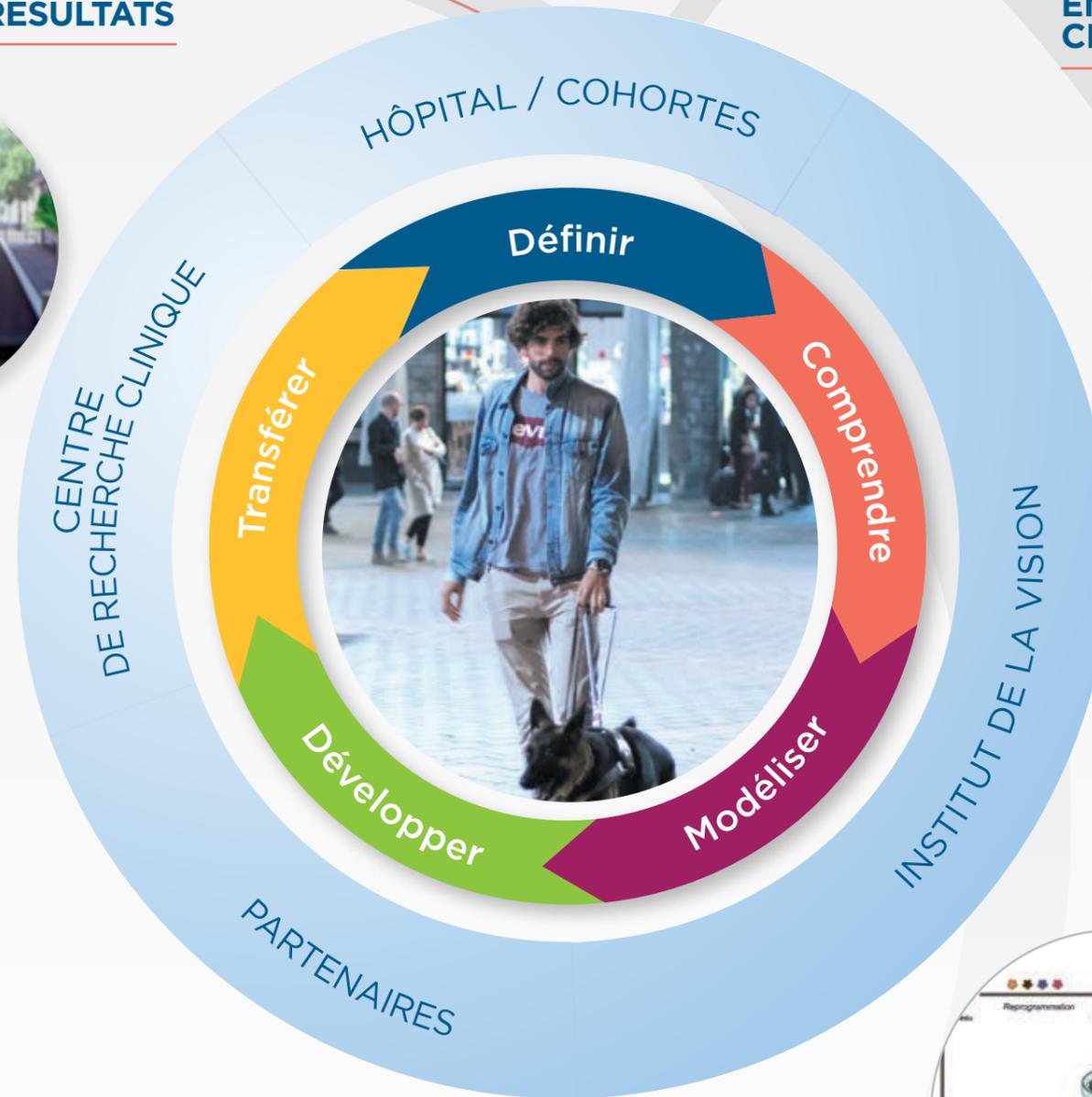
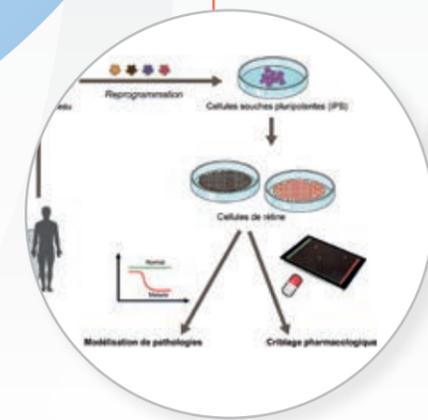
CIBLES



ENJEUX CLINIQUES



PROBLÈMES SCIENTIFIQUES

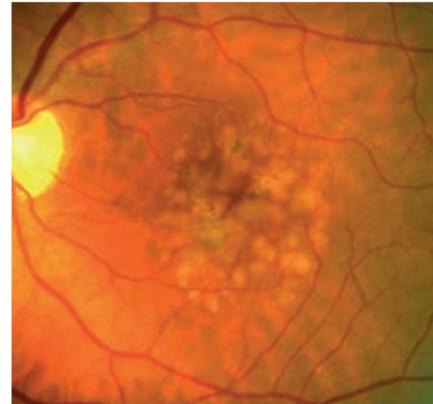


DÉFINIR LES BESOINS MÉDICAUX : COHORTES ET IMAGERIE

MACUSTAR : DÉVELOPPER DE NOUVEAUX CRITÈRES CLINIQUES POUR LES FUTURS ESSAIS CLINIQUES AFIN DE TRAITER LA DÉGÉNÉRESCENCE MACULAIRE LIÉE À L'ÂGE SÈCHE

Le **Pr Sahel** participe à une étude clinique observationnelle rassemblant un consortium de 20 sites cliniques en Europe, coordonnée par l'Université de Bonn, en Allemagne. L'objectif de ce projet est de développer de nouveaux critères cliniques pour classer les patients atteints par la dégénérescence maculaire liée à l'âge sèche à différents stades d'évolution pour préparer les essais cliniques et comprendre les facteurs de risque pour le passage du stade intermédiaire à avancé de la DMLA.

Financeurs : Innovative Medicines Initiative

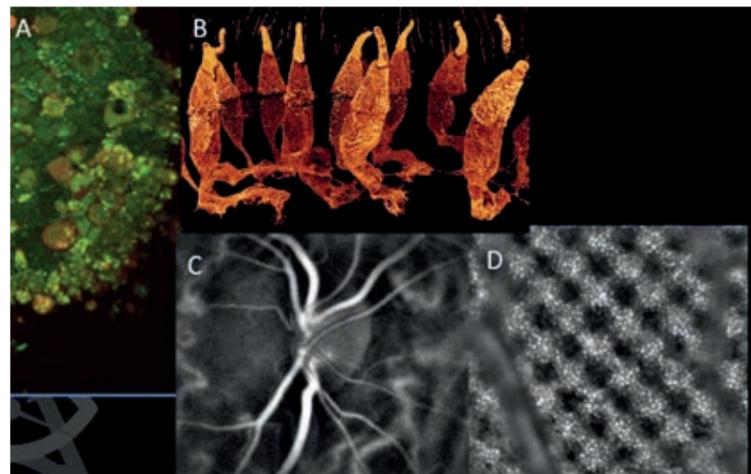


Fond d'œil d'un patient atteint de DMLA sèche.

VOIR DANS L'ŒIL NOS CELLULES VIVRE ET FONCTIONNER

Les nombreuses structures présentes dans l'œil sont accessibles moyennant la mise au point de « microscopes » suffisamment performants. Cela permet de suivre l'évolution des maladies de l'œil et d'observer les conséquences de maladies aussi banales que l'hypertension artérielle, le diabète ou au contraire très rares comme les maladies génétiques de l'enfant. **Michel Paques** et un groupe de recherche comprenant médecins, physiciens, informaticiens et biologistes, situés au sein de l'hôpital des Quinze-Vingts, sont dédiés à la mise au point de nouvelles technologies d'imagerie diagnostique pour étudier, chez les patients porteurs de maladies de l'œil, les mécanismes de ces pathologies.

Financeurs : ERC, Conseil Régional Ile-de-France, ANR, Carnot, Fondation de France, Programme Recherche Hospitalo-Universitaire, Fondation Fighting Blindness, Association Contre l'OVR

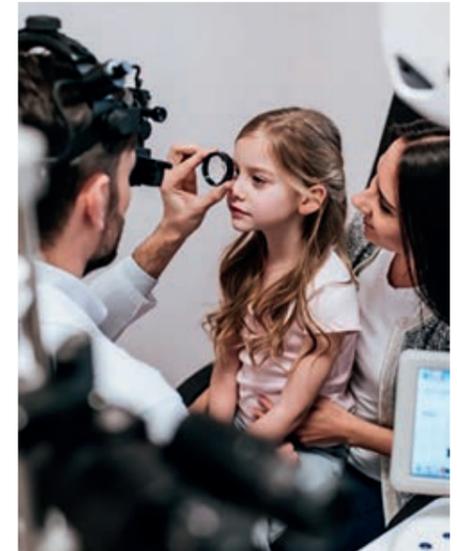


Aperçu des technologies développées dans notre groupe : **A et B**, imagerie expérimentale de culture d'organe et de photorécepteurs humains ; **C et D**, imagerie chez des patients du flux sanguin et des cellules photoréceptrices.

COHORTES ET DYSTROPHIES RÉTINIENNES HÉRÉDITAIRES

Le centre des maladies rares et le CIC1423 du CHNO des Quinze-Vingts ont réalisé plusieurs projets avec l'équipe codirigée par **Isabelle Audo** et **Christina Zeitz** pour caractériser sur le plan ophtalmologique et sur le plan génétique les patients atteints de pathologies rétiniennes héréditaires (e.g. Rétinopathie pigmentaire, Maladie de Stargardt, Syndrome de Usher). L'objectif est de dégager des marqueurs prédictifs de la sévérité de la maladie et de sa progression afin de préparer de futurs essais cliniques pour ces pathologies cécitantes. Dans le cas du Syndrome de Usher, les études s'inscrivent dans le projet RHULIGHT4DEAF (financement « Programme d'investissement d'avenir » de l'ANR) coordonné par le **Pr José Sahel** et obtenu avec le **Pr Christine Petit** (Institut de l'Audition) pour développer des approches thérapeutiques visant à arrêter ou réduire les pertes sensorielles visuelles et auditives.

Financier : ANR

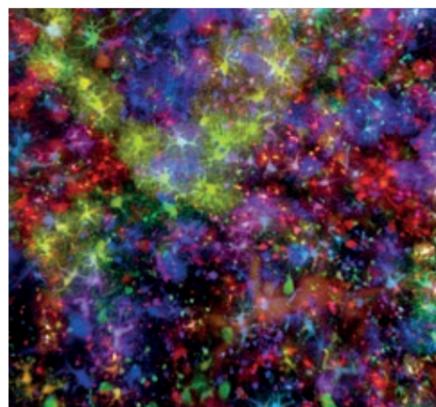


COMPRENDRE LA VISION ET SON DÉVELOPPEMENT

CARTOGRAPHIER LE CERVEAU ET RETRACER SON DÉVELOPPEMENT À L'ÉCHELLE DE LA CELLULE, EN 3D ET EN COULEURS

Jean Livet à l'Institut de la Vision a développé un « code couleur » pour identifier les cellules neurales issues d'une même cellule souche. Cette approche est illustrée sur les astrocytes, cellules gliales du cerveau. Une nouvelle approche de microscopie haute résolution a été développée avec Emmanuel Beaufrais (Ecole Polytechnique) pour visualiser les cellules sur des cerveaux entiers.

Financeurs : ANR, FRM, ATIP-Avenir program, ERC, Région IDF et Fondation ARC pour la Recherche sur le Cancer, Université Paris-Saclay

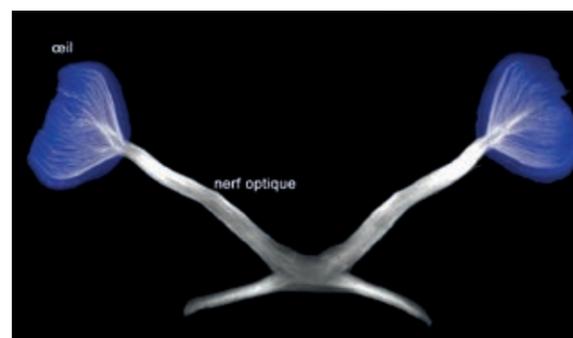


• Astrocytes marqués en couleur imagés en 3D par microscopie ChroMS

A LA RECHERCHE DES ORIGINES DE LA DÉGÉNÉRESCENCE RÉTINIENNE

L'équipe d'**Alain Chédotal** a mis au point la technique eyeDisco permettant de visualiser en 3D le système visuel. Cette méthode a été utilisée pour révéler que la dégénérescence des photorécepteurs pouvait être induite au cours du développement embryonnaire par une mauvaise mise en place des projections rétiniennes comme dans le cas de mutation du gène "Deleted in Colorectal Carcinoma (Dcc)", qui est également impliqué dans les cancers colorectaux. EyeDisco constitue donc une technique d'avenir pour mieux comprendre les pathologies rétiniennes.

Financeur : ANR

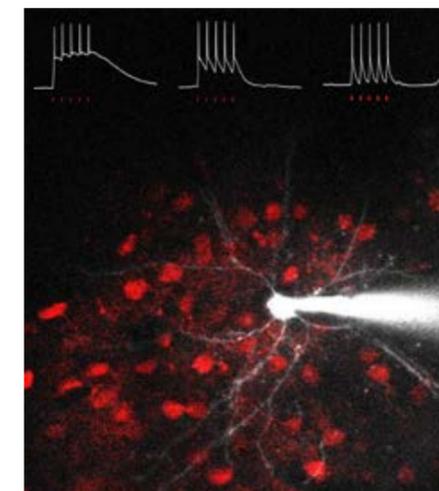


• Les projections rétiniennes (ici en blanc) d'un embryon de souris sont mises en évidence par la technique de eyeDisco. Ces fibres partent de l'œil pour former le nerf optique. Toutes les cellules rétiniennes sont visualisées en bleu.

VALENTINA EMILIANI, UNE SPÉCIALISTE DE RENOMMÉE INTERNATIONALE D'OPTOGÉNÉTIQUE ET DE BIO-PHOTONIQUE

L'optogénétique permet de contrôler optiquement l'activité des neurones en leur faisant produire une protéine photosensible (opsine) par thérapie génique. Pour utiliser cette stratégie dans la compréhension du cerveau et de la vision, l'équipe de **Valentina Emiliani** a développé une technique de mise en forme du faisceau lumineux (holographie numérique) qui permet d'illuminer un ensemble de neurones avec une résolution spatiale et une précision temporelle jusqu'à maintenant inégalées. Appliquée à la vision, en particulier à la rétine, cette approche permet de voir et de comprendre le rôle de chaque sous ensemble de neurones dans la transmission de l'information visuelle vers le cerveau et à terme d'apporter un éclairage nouveau sur des pathologies liées à cette transmission.

Financeurs : ANR, Chaire Axa, Fondation Bettencourt Schueller, NIH, FRM, HFSP, Getty Lab



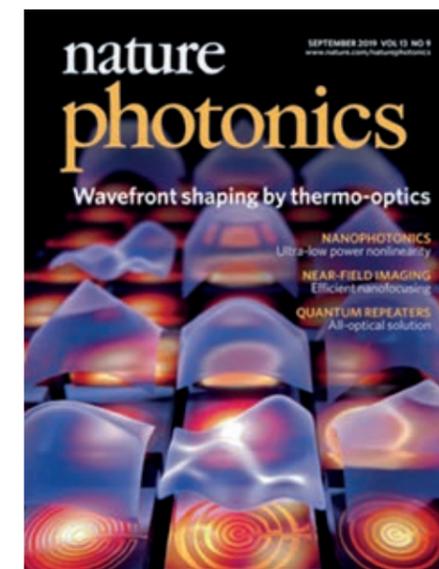
• Utilisation de l'optogénétique et de l'illumination holographique pour stimuler un neurone *in vivo*

DES LENTILLES MINIATURISÉES CONTRÔLÉES ÉLECTRIQUEMENT

Un matériau chauffé dévie la lumière : ainsi, des mirages apparaissent dans l'air chaud. L'équipe Microscopies 3D du **Pr Gilles Tessier** a utilisé ce processus pour produire des microlentilles.

Cette technologie permet de compenser les aberrations optiques et ainsi améliorer la qualité des images pour l'observation des neurones dans la profondeur du cerveau, mais les applications sont nombreuses (téléphones, endoscopes) ou la projection d'images.

Financeurs : ANR, ERC, Région Ile-de-France



• Des micro-résistances de formes optimisées chauffent localement un polymère pour manipuler la lumière, refocaliser ou corriger des aberrations (Credit : Clément Molinier, Institut de la Vision) - Couverture de Nature Photonics

■ RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES Cf. page 72

MODÉLISATION ET BIOMARQUEURS DES PATHOLOGIES

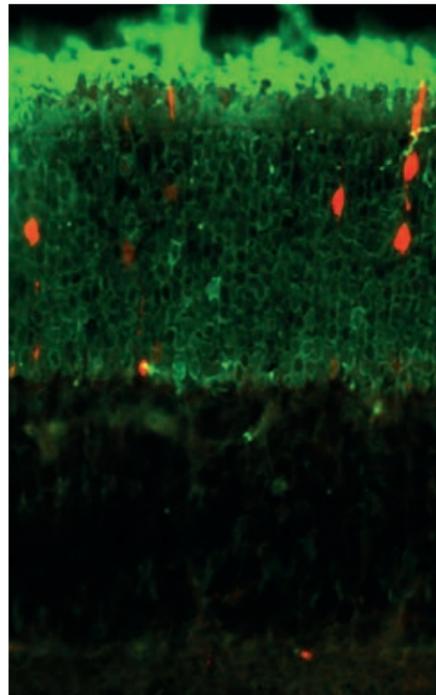
MANIPULATION DE SIGNAUX CELLULAIRES ALTÉRÉS DANS CERTAINES FORMES DE RÉTINITE PIGMENTAIRE

Le GMP cyclique contrôle l'activité des photorécepteurs de la rétine. Des anomalies de sa régulation sont à l'origine d'une part importante des rétinopathies pigmentaires. L'équipe de **Xavier Nicol** a développé SponGee, un outil permettant de contrôler les variations de GMP cyclique au sein d'un type cellulaire déterminé et dans un compartiment choisi au sein de la cellule, sans affecter les cellules ou compartiments voisins. Cette approche permet d'envisager le développement de stratégies thérapeutiques ciblant le GMP cyclique, en réduisant le risque d'effets secondaires délétères.

Financeurs : Institut Carnot Voir et Entendre, ANR.

- Restriction de SponGee aux photorécepteurs.

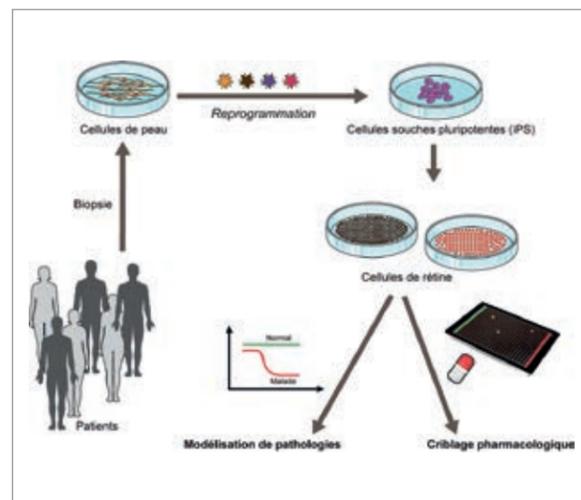
L'expression de SponGee (en rouge) peut être restreinte aux photorécepteurs (en vert) et exclu des autres couches de la rétine contenant d'autres types cellulaires (dans la partie inférieure de l'image). Ceci permet de manipuler la signalisation GMP cyclique de façon spécifique dans les photorécepteurs sans affecter les autres cellules de la rétine. © Sandrine Couvet



BANQUE DE CELLULES iPS SUR LES MALADIES DE LA RÉTINE

Obtenues à partir de cellules de peau et capables de produire tous les types de cellules du corps humain avec leur possible expansion à l'infini, les cellules souches pluripotentes induites (cellules iPS) offrent la possibilité d'étudier et de comprendre l'impact de maladies sur les cellules humaines d'une manière qui n'était pas possible auparavant. L'équipe de **Olivier Goureau** a commencé à établir une « banque de cellules iPS sur les maladies de la rétine » (rétinopathie pigmentaire, glaucome et dégénérescence maculaire liée à l'âge) qui constitue une ressource précieuse pour mieux comprendre les mécanismes responsables du développement de la maladie et pour la recherche de médicaments d'intérêt thérapeutique.

Financeurs : Sanofi, Fondation Voir et Entendre, ANR



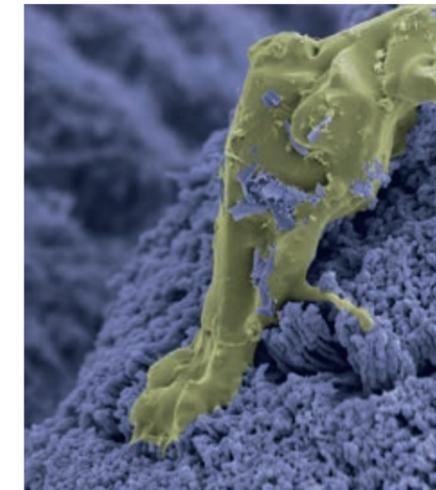
- Génération de cellules de rétine humaine pour la compréhension des maladies de la rétine

BRISER LE CERCLE VICIEUX DE LA DÉGÉNÉRESCENCE MACULAIRE LIÉE À L'ÂGE (DMLA)

Trouver un traitement pour la DMLA, une maladie multifactorielle avec une forte composante génétique, est un enjeu majeur en ophtalmologie aujourd'hui.

L'équipe de **Florian Sennlaub** a découvert que certaines variantes génétiques les plus fortement impliquées dans la DMLA, favorisent l'accumulation de macrophages dans la rétine. Ces macrophages s'activent et font des photorécepteurs des victimes collatérales de l'inflammation ce qui attire davantage de macrophages : un cercle vicieux se développe. Ces découvertes constituent un pas décisif dans le développement de nouvelles stratégies thérapeutiques pour la DMLA et les inflammations chroniques.

Financeurs : INSERM, ANR, Carnot, et l'Association de Prévoyance Santé d'ALLIANZ, et une donation généreuse de Doris and Michael Bunte.

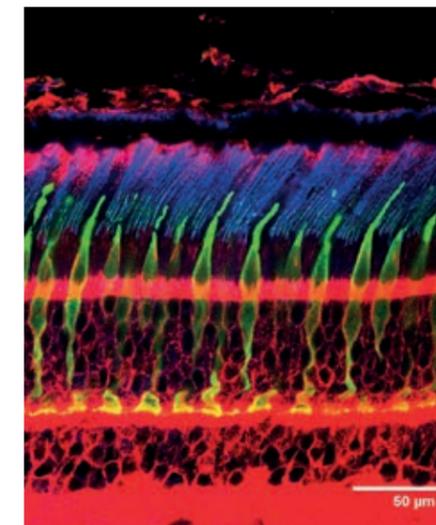


- L'illustration représente un macrophage sous-rétinien (jaune) entre les segments externes des photorécepteurs (violet) d'une souris atteinte d'inflammation pathogénique chronique (cliché de microscopie électronique à balayage en fausses couleurs).

LE PHOTORÉCEPTEUR À CÔNE : UN MÉTABOLISME EFFRÉNÉ SOUS LE CONTRÔLE DU FACTEUR DE SURVIE

Thierry Lévillard et le **Pr José Sahel** ont identifié le facteur de survie RdCVF pour les photorécepteurs à cônes et découvert son mécanisme d'action. L'une des formes de ce facteur de survie augmente l'entrée du glucose dans les cônes. Une modélisation mathématique de son équipe montre que cette entrée de glucose dans les cônes est primordiale pour le renouvellement quotidien de la partie photosensible du photorécepteur. La disparition de ce facteur produit par les photorécepteurs à bâtonnets dans les pathologies comme la rétinopathie pigmentaire prive les cônes de leur énergie et les entraînent vers la mort. La solution thérapeutique développée avec Sparing Vision prévoit d'introduire le gène du facteur de survie dans une autre cellule pour maintenir l'activité métabolique des cônes et donc leur survie.

Financeurs : ANR, Sparing Vision



- Rétine de macaque observée au microscope confocal, marquée au moyen d'anticorps fluorescents. Les anticorps utilisés permettent d'observer les cônes en vert, les bâtonnets en bleu, et le cytosquelette d'actine de toutes les cellules en rouge.

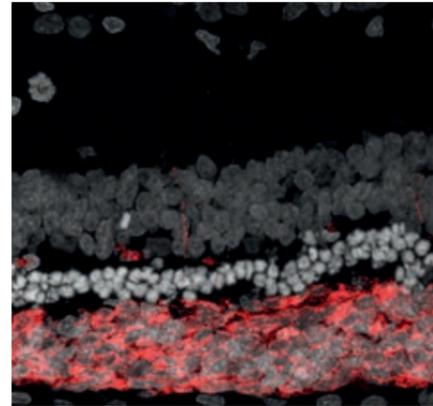
■ RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES Cf. pages 72/73

THÉRAPIE ET RESTAURATION VISUELLE

RESTAURATION DE LA VISION PAR THÉRAPIE CELLULAIRE

L'objectif de l'équipe d'**Olivier Goureau** est de développer une thérapie cellulaire basée sur l'utilisation des cellules souches pluripotentes. L'équipe a réussi à différencier ces cellules pluripotentes humaines en différents types cellulaires rétiniens selon un protocole répondant aux exigences cliniques pour la thérapie cellulaire. Une stratégie de tri cellulaire magnétique a ensuite permis d'obtenir une population homogène de photorécepteurs compatibles pour la transplantation cellulaire dans différents modèles animaux rongeurs ou primates non humains. L'équipe cherche maintenant à transformer ces cellules pour la transplantation et la restauration visuelle par la nouvelle technologie d'édition du génome (CRISPR-Cas9).

Financeurs : Fondation Voir et Entendre, ANR, UNADEV, Retina France

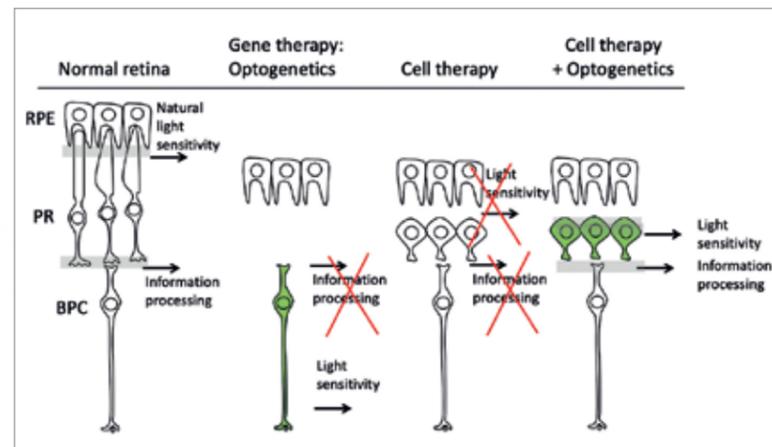


• Greffe de photorécepteurs humains (rouge) sous la rétine de rat aveugle

TRANSPLANTATION DE PHOTORÉCEPTEURS OPTOGÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉS : RÉCUPÉRATION DE LA FONCTION VISUELLE

Si la thérapie génique est porteuse d'un espoir d'améliorer la vie de personnes souffrant de maladies génétiques de la rétine, de nombreux patients arrivent malheureusement trop tard à la clinique pour en bénéficier car ils ont déjà perdu leurs photorécepteurs et finalement peu de maladies héréditaires peuvent actuellement être traitées par thérapie génique. L'équipe de **Deniz Dalkara** (Nature Comms 2019) a montré que la vision peut être redonnée aux animaux après transplantation de photorécepteurs dérivés de cellules souches modifiées optogénétiquement. La restauration structurelle et fonctionnelle de la rétine ouvre ainsi un espoir de redonner la vue à des patients ayant perdu leurs photorécepteurs.

Financeurs : LCL, ERC, CNRS, INSERM, Sorbonne Université, Marie Curie CIG, DFG, Center for Regenerative Therapies Dresden, FZT 111 Cluster of Excellence (M.A, BMBF)

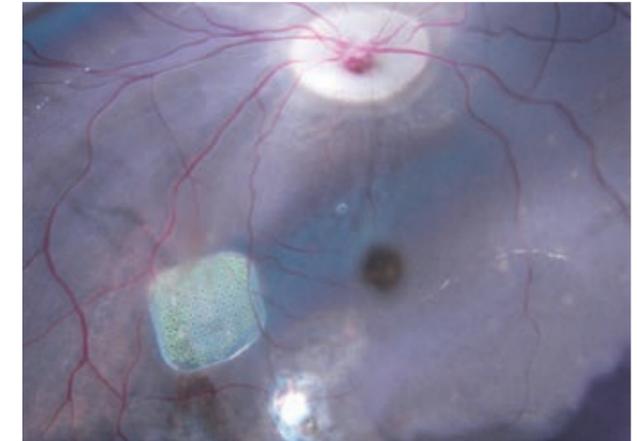


• Légende de la figure : Représentation schématique du triple défi que représente le remplacement des cellules photoréceptrices. Les photorécepteurs transplantés ne parviennent pas à développer une structure de segments externes (OS) normale et manquent de sensibilité à la lumière. L'introduction d'une opsine microbienne hyperpolarisante dans les dérivés des photorécepteurs avant la transplantation offre une nouvelle approche pour la restauration de la vision dans les stades tardifs de la dégénérescence rétinienne. RPE - épithélium pigmentaire rétinien ; PR - photorécepteur ; BPC - cellules bipolaires.

REVOIR AVEC UNE PROTHÈSE RÉTINIENNE

La prothèse rétinienne PRIMA (Pixium Vision) est une petite plaque d'électrodes sans fil sensible à la lumière. Avec l'aide de Pierre Pouget (Institut du Cerveau), les équipes de **Serge Picaud** et **Ryad Benosman** ont montré que cette prothèse peut activer la rétine aveugle de primate non-humain avec une très grande résolution spatiale (Nature Biomedical Engineering 2020). Dans les services du Pr Sahel (Fondation Rothschild, CHNO des Quinze-Vingts), la prothèse de 378 électrodes a été introduite sous la rétine centrale atrophiée des patients atteints de dégénérescence maculaire liée à l'âge. Quatre patients sur cinq ont déjà retrouvé une acuité visuelle de 20/460 à 20/560 autorisant la reconnaissance d'objets ou la lecture de mots (Ophtalmology, 2020). Les essais cliniques se poursuivent en Europe et aux USA pour la demande d'autorisation de mise sur le marché.

Financeur : BPI

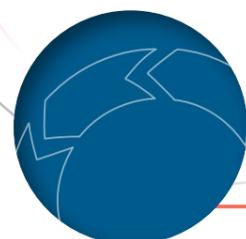


• Prothèse rétinienne PRIMA (Pixium Vision) sous la rétine de primate comme l'indique la présence des vaisseaux sanguins au-dessus de la prothèse.



■ RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES Cf. page 73

RECHERCHE TRANSLATIONNELLE : LES ESSAIS CLINIQUES EN COURS



NOS DÉVELOPPEMENTS TRANSLATIONNELS SONT EN ESSAIS CLINIQUES

THÉRAPIE GÉNIQUE

(avec GenSight Biologics, une start-up biotech de l'Institut de la Vision)



La thérapie génique GS010 (lenadogene nolparavec, LUMEVOQ®) est développée pour le traitement de la neuropathie optique héréditaire de Leber (NOHL), une maladie mitochondriale rare qui conduit à une perte irréversible de la vue chez les adolescents et les jeunes adultes. **Le candidat médicament** utilise un vecteur viral AAV2 contenant le gène mitochondrial humain ND4 qui est muté chez les patients. Ce traitement **est actuellement en Phase III d'essai clinique** pour le traitement de la NOHL et a reçu en France l'**Autorisation Temporaire d'Utilisation (ATU)** par l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament (ANSM) en décembre 2019 pour traiter les patients ne pouvant plus rentrer dans les essais cliniques.

RÉTINE ARTIFICIELLE

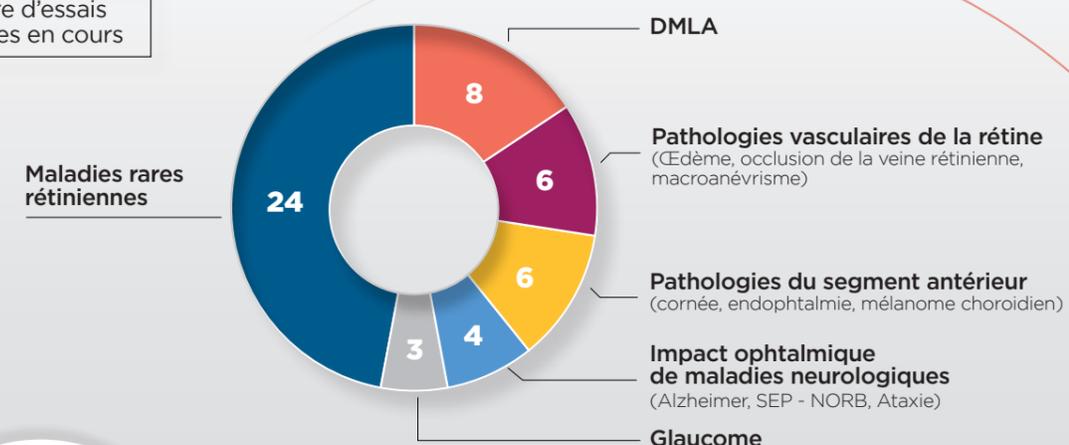
(avec Pixium Vision, une start-up en bioélectronique de l'Institut de la Vision)



La **rétilne artificielle PRIMA est un système de vision bionique innovant** qui vise à compenser la cécité centrale et à améliorer l'indépendance, la mobilité et la qualité de vie au quotidien pour les patients souffrant de maladies dégénératives rétiniennes comme la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA). Des données cliniques prometteuses obtenues dans le cadre de l'étude clinique française montrent que PRIMA restitue durablement et avec une bonne tolérance, la perception visuelle chez les patients implantés, leur permettant de lire des mots. **Les résultats positifs de PRIMA chez les patients atteints de la forme sèche de la DMLA** ont été publiés pour la première fois dans la prestigieuse revue « Ophthalmology ». Une première implantation du système PRIMA a été réalisée aux Etats-Unis en janvier 2020 dans le département d'ophtalmologie du centre médical de l'Université de Pittsburgh dirigé par le Professeur Sahel.

■ RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES Cf. page 73

Nombre d'essais cliniques en cours

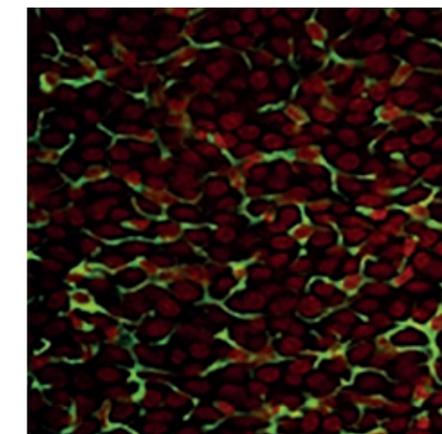


THÉRAPIE CELLULAIRE

L'année 2019 a été marquée par **le lancement du premier essai français de thérapie cellulaire pour des maladies de la vision**. L'objectif est de remplacer les cellules déficientes de l'épithélium pigmentaire de la rétine dans des pathologies comme la Dégénérescence maculaire liée à l'âge DMLA ou la rétinopathie pigmentaire. Les équipes de I-Stem et de l'Institut de la Vision ont mis au point un « patch » destiné à être greffé aux personnes atteintes de rétinopathie pigmentaire. Ce « patch » est constitué d'une membrane amniotique humaine portant des cellules d'épithélium pigmentaire développées à partir de cellules souches humaines embryonnaires. Après une validation sur le rongeur, l'innocuité de cette transplantation a été démontrée sur les primates non-humains, dont la rétine présente une macula semblable à celle de l'homme. Cette approche innovante ouvre **des perspectives thérapeutiques pour les maladies de la rétine, qu'elles soient génétiques et donc rares, ou liées au vieillissement et donc fréquentes, notamment pour la forme sèche de la DMLA**.

DES AVANCÉES POUR LUTTER CONTRE LES DOULEURS OCULAIRES CHRONIQUES

Le **CIC des Quinze-Vingts** comprend une unité dédiée à des recherches cliniques consacrées au glaucome, une des principales maladies responsables de cécité, et aux pathologies de la surface oculaire, sources de douleurs oculaires chroniques souvent invalidantes et sans traitement spécifique efficace. De nombreux essais thérapeutiques sous la direction du **Pr Baudouin** sont en cours ou ont été effectués. La première unité multidisciplinaire de prise en charge de la douleur oculaire a ainsi été créée en 2019. Des explorations innovantes ont été développées pour explorer les causes de la douleur, identifier des biomarqueurs, mettre l'intelligence artificielle au service de l'imagerie diagnostique, développer l'utilisation de l'IRM fonctionnelle... La lutte contre la douleur oculaire n'en est qu'à ses débuts. Le rôle de certains récepteurs des nerfs cornéens est ainsi en cours d'identification. Enfin la qualité de vie est évaluée en conditions semi-réelles, grâce à la plateforme Streetlab, pour accélérer la reconnaissance du handicap des patients.



• Exemple de recherche sur les biomarqueurs : identification des cellules dendritiques infiltrant la surface oculaire

Financiers : Santen, Novartis, Théa, Horus Pharma, CHNO des Quinze-Vingts, ANR

VISION ET HANDICAP



© CNRS image. En utilisant la plateforme de recherche Streetlab, une rue artificielle a été réalisée pour permettre aux sujets jeunes et âgés de naviguer dans un environnement réel. Les mouvements du corps et des yeux étaient enregistrés lorsque les sujets exploraient l'environnement et naviguaient vers un emplacement cible non indexé.

EFFET DU VIEILLISSEMENT VISUEL SUR LA MOBILITÉ ET L'ORIENTATION DANS L'ESPACE.

Lorsque nous nous déplaçons dans l'environnement, notre vision nous permet de percevoir et sélectionner les repères pertinents parmi un flux d'information continu. L'équipe d'**Angélo Arléo** a mis en évidence un changement des stratégies d'utilisation de repères visuels pour la navigation spatiale lié à l'âge : résultat de l'observation des mouvements des yeux et du corps dans l'espace réel contrôlé, Streetlab.

Les résultats montrent que les personnes âgées adaptent leur stratégie de navigation à des indices géométriques globaux, potentiellement plus simples à extraire visuellement et à mémoriser. La compréhension de ces mécanismes constitue un prérequis important pour le développement de solutions visant à améliorer l'autonomie et la qualité de vie des personnes âgées.

Financiers : ANR, Essilor, CNRS

ECOMODE : UN TÉLÉPHONE POUR AVEUGLES ET MALVOYANTS



Le projet ECOMODE a pour objectif de développer une nouvelle génération d'interface homme-machines pour faciliter la navigation sur smartphone et tablettes des personnes âgées et malvoyantes, notamment à l'aide d'une caméra biomimétique (inspirée de la vision humaine), qui fonctionne quelque soit les conditions environnementales (intensités lumineuse et sonore) et sans surconsommation de la batterie. Ce projet européen visant à une meilleure intégration des personnes âgées et malvoyantes dans la société a été initié par le **Pr Ryad Benosman** et il inclut la start-up de l'IdV PropheSee qui produit les caméras biomimétiques innovantes.

Financier : Communauté Européenne



STREETLAB, spin off de l'Institut de la Vision et de Sorbonne Université, a pour missions d'améliorer l'autonomie des personnes déficientes visuelles et de proposer notamment des protocoles expérimentaux adaptés pour évaluer les comportements (e.g. stratégie de déplacement, recherche visuelle) et les effets des traitements dans leur vie quotidienne.

En 2019, la plateforme de mobilité (appartement, la rue artificielle,) a permis de démontrer l'efficacité du traitement de thérapie génique « Luxturna » proposé par Novartis à des enfants et des adultes atteints de rétinopathie pigmentaire (gène RPE65). Grâce à plusieurs parcours de mobilité où les patients devaient éviter des obstacles dans différentes conditions d'éclairage allant de la pénombre à un éclairage de jour, il a été mis en évidence de manière objective une amélioration significative des performances des patients suite au traitement. Même plusieurs mois après traitement, le nombre de percussions d'obstacles a significativement diminué et cette diminution était bien plus importante dans les conditions à faible éclairage. Les patients mentionnent qu'ils sont beaucoup plus à l'aise dans les conditions de pénombre et font moins d'erreurs de trajectoire.

D'autres études en cours permettent de valider des tests non discriminants pour évaluer l'aptitude à la conduite des personnes atteintes de déficiences visuelles, de différencier de manière objective des verres ophtalmiques, d'évaluer un outil de rééducation orthoptique à distance...

Enfin depuis 2 ans, les équipes de Streetlab et l'hôpital des Quinze-Vingts mettent au point de nouveaux tests d'évaluation du bénéfice thérapeutique des traitements ophtalmologiques grâce à des casques immersifs de réalité virtuelle.



NOS TALENTS



INSTITUT DE LA VISION EQUIPES RECHERCHE

Directeur :
José-Alain SAHEL
Directeur Adjoint :
Serge PICAUD

**5 départements,
18 équipes de recherche,
1 équipe exploratoire Carnot,
10 plateformes technologiques**

Département DÉVELOPPEMENT

- **Alain CHEDOTAL**
Développement, évolution et fonction des systèmes commissuraux
- **Olivier GOUREAU**
Développement et régénération de la rétine : apport des cellules souches pluripotentes
- **Filippo DEL BENE**
Développement et fonctionnement du système visuel des vertébrés
- **Jean LIVET**
Neurogenèse et développement des circuits neuronaux
- **Xavier NICOL**
Développement des cartes sensorielles

Département GÉNÉTIQUE

- **Isabelle AUDO** et **Christina ZEITZ**
Identification des défauts de gènes entraînant des maladies oculaires progressives ou non progressives
- **Thierry LÉVEILLARD**
Signalisation métabolique et redox du gène nucleoredoxin-like, application aux rétinopathies pigmentaires

Département TRAITEMENT DE L'INFORMATION VISUELLE

- **Serge PICAUD**
Transmission de l'information visuelle : codage neuronal et restauration visuelle
- **Ryad BENOSMAN**
Vision et Calcul naturel
- **Serge CHARPAK**
Imagerie du traitement de l'information sensorielle et du couplage neurovasculaire
- **Romain BRETTE**
Neurosciences computationnelles des systèmes sensoriels
- **Angelo ARLEO**
Vieillesse visuelle et action

Département PHOTONIQUE

- **Valentina EMILIANI**
Microscopie à modulation du front d'onde
- **Gilles TESSIER**
Microscopies 3D

Département THÉRAPEUTIQUE

- **Christophe BAUDOIN** et **Stéphane MÉLIK-PARSADANIANTZ**
Pathophysiologie du segment antérieur de l'œil
- **Emeline NANDROT**
Physiologie de l'épithélium pigmentaire rétinien et pathologies associées
- **Florian SENNLAUB** et **Michel PAQUES**
Inflammation, dégénérescence et remodelage vasculaire dans les pathologies rétinienne
- **Deniz DALKARA**
Thérapies géniques et modèles animaux des maladies neurodégénératives

ÉQUIPE EXPLORATOIRE ET PLATEFORMES

- **Valérie FONTAINE**
Equipe exploratoire Carnot
- **Isabelle AUDO**
Centre de ressources biologiques (certifié NFS-96-900)
- **Dominique SANTIARD-BARON**
Plateformes technologiques *Modèles animaux, Phénotypage, Histologie et Imagerie, Vectorologie, Culture cellulaire, Biochimie, Cytométrie, Photobiologie, Séquençage, criblage à haut contenu et à haut débit*
- **Emmanuel GUTMAN**
Plateformes handicap - Homelab et Streetlab
- **Christelle DAVRINCHE**
Assurance qualité

SERVICES CLINIQUES ET RECHERCHE CLINIQUE

Services CHNO des Quinze-Vingts

- Service d'Ophthalmologie
Christophe BAUDOIN et **Antoine LABBÉ**
- Service d'Ophthalmologie
Vincent BORDERIE
- Service d'Ophthalmologie
José-Alain SAHEL et **Michel PAQUES**
- Laboratoire de biologie médicale et d'ophtalmo-biologie
Françoise BAUDOIN
- Service de neuro-imagerie et radiologie
Christophe HABAS

Services AP-HP

- DHU Vision et handicaps
Bahram BODAGHI
- URC ECO (Hôtel-Dieu)
Isabelle DURAND-ZALESKI
- Pharmaco-épidémiologie (Pitié Salpêtrière)
Françoise TUBACH, **Agnès DECHARTRES**

Centre d'Investigation Clinique (CIC 1423 - Inserm-CHNO)

Médecin Coordonnateur
José-Alain SAHEL

MODULE PLURITHÉMATIQUE

Coordinateur :
Saddek MOHAND-SAID

- **Saddek MOHAND-SAID**
Rétine
- **Isabelle AUDO**
Cohortes
- **Marie-Hélène ERRERA**
Inflammation oculaire
- **Christophe BAUDOIN** et **Antoine LABBÉ**
Pathologies de la surface oculaire - Glaucome
- **Catherine VIGNAL**
Neuro-Ophtalmologie
- **Vincent BORDERIE**
Cornée - Chirurgie réfractive

MODULE INNOVATION TECHNOLOGIQUE

Coordinateur :
Michel PAQUES

- **Michel PAQUES**
Imagerie
- **Avinoam SAFRAN**
Handicap - Réhabilitation

EQUIPES ACCOMPAGNEMENT DE LA RECHERCHE

Directeur :
Emmanuel GUTMAN
Secrétaire Générale :
Dominique SANTIARD-BARON

Les équipes d'appui à la recherche coordonnent les activités de l'Institut de la Vision et accompagnent le développement et le financement des projets scientifiques :

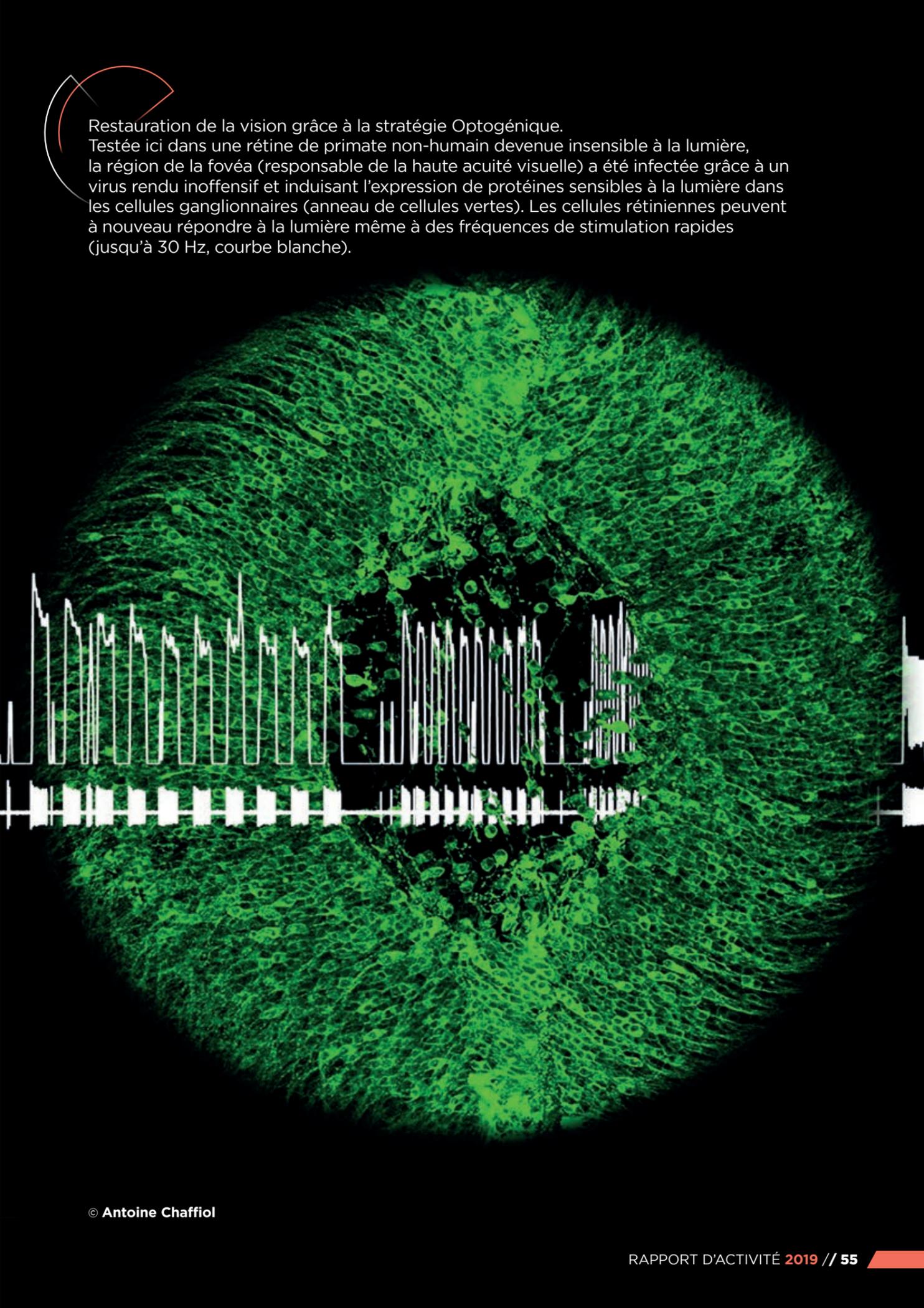
- **PROGRAMMES ET PARTENARIATS :**
Montage et la gestion des programmes de recherche, veille ciblée des appels à projet nationaux, européens et internationaux, aide au transfert de technologies
- **MÉCÉNAT :**
Relations donateurs et mécénat d'entreprises
- **COMMUNICATION MÉDICALE ET SCIENTIFIQUE :**
Gestion du site internet et des réseaux sociaux, information médicale et scientifique sur les maladies
- **FINANCES ET GESTION :**
Commandes, Missions, Mise en place et Suivi des budgets, comptabilité, Appels d'offre
- **RESSOURCES HUMAINES :**
Gestion administrative des recrutements en lien avec nos tutelles, suivi des personnels ; formation
- **SERVICES GÉNÉRAUX :**
Faire le lien entre les équipes et le mainteneur du bâtiment, coordonner les travaux, gestion des accès
- **SYSTÈMES D'INFORMATION :**
Assistance aux utilisateurs, sécurité informatique, système de sauvegarde des données



5

LA GOUVERNANCE

- Le Conseil d'Administration
- Le Comité d'Orientation et de Gestion de l'IHU
- Le Conseil Scientifique



Restauration de la vision grâce à la stratégie Optogénique.
Testée ici dans une rétine de primate non-humain devenue insensible à la lumière, la région de la fovéa (responsable de la haute acuité visuelle) a été infectée grâce à un virus rendu inoffensif et induisant l'expression de protéines sensibles à la lumière dans les cellules ganglionnaires (anneau de cellules vertes). Les cellules rétiniennes peuvent à nouveau répondre à la lumière même à des fréquences de stimulation rapides (jusqu'à 30 Hz, courbe blanche).

© Antoine Chaffiol

LA GOUVERNANCE

LE CONSEIL D'ADMINISTRATION

LA FONDATION VOIR ET ENTENDRE EST ADMINISTRÉE PAR UN **CONSEIL D'ADMINISTRATION** COMPOSÉ DE 18 MEMBRES RÉPARTIS EN DIFFÉRENTS COLLÈGES :

- **Fondateurs** (CHNO des Quinze-Vingts, Institut Pasteur, Inserm, Sorbonne Université, Fédération des Aveugles de France) **et nouveaux fondateurs** (CNRS, Fondation Pour l'Audition depuis 2016, AP-HP depuis 2019), personnalités qualifiées, représentants du monde économique, représentants élus des chercheurs, enseignants-chercheurs et autres personnels, représentants des collectivités locales et territoriales.
- **Le conseil d'administration** est présidé depuis 2008 par Monsieur **Jean-Charles Pomerol**, Président de la Fondation Voir et Entendre, ancien Président de l'UPMC - Paris 6.
Madame **Sophie Marchandet**, Directrice adjointe de l'hôpital des Quinze-Vingts, est trésorière de la Fondation depuis cette année, elle a succédé à Monsieur François Romaneix, Directeur-Adjoint, Institut Pasteur.
- **Le conseil d'administration** est l'organe collégial chargé de toute question intéressant la bonne marche de la Fondation et de régler par ses délibérations les affaires qui la concernent, comme le vote des budgets et l'approbation des comptes. Il se prononce également sur les orientations stratégiques présentées par le Directeur. Il se réunit au minimum deux fois par an, mais aussi souvent que l'intérêt de la Fondation l'exige. En 2019, le conseil d'administration s'est réuni à trois reprises, notamment pour la modification de ses statuts en juin 2019, permettant d'intégrer le comité d'orientation et de gestion de l'IHU (COG-IHU), la Fondation étant la structure juridique désignée pour la gestion et la conduite de l'IHU FOReSIGHT pour les 10 prochaines années.



Nos membres fondateurs



Composition du Conseil d'Administration

- **CHNO des Quinze-Vingts**
Jean-François SÉGOVIA
Directeur
Sophie MARCHANDET
Directrice Adjointe
- **Institut Pasteur**
François ROMANEIX
Directeur Général Adjoint Administratif
Patrick TRIEU-CUOT
Chargé des partenariats
- **Inserm**
Claire GIRY
Directrice Adjointe Inserm
Elli CHATZOPOULOU
Directrice des Partenariats et des Relations Extérieures
- **Sorbonne Université (SU)**
Jean CHAMBAZ
Président
Jean-Charles POMEROL
Conseiller
- **Fédération des Aveugles et des Amblyopes de France**
Hamou BOUAKKAZ
- **CNRS**
Bernard POULAIN
Directeur Adjoint Scientifique INSB
- **Fondation Pour l'Audition**
Armand de BOISSIÈRE
Secrétaire Général de la Fondation Bettencourt-Schueller
- **AP-HP**
Martin HIRSCH
Directeur Général
- **Personnalité Qualifiée**
Mathias FINK
Professeur de l'ESCPIC, Fondateur et ancien Directeur de l'Institut Langevin
- **Représentante des collectivités locales et territoriales**
Marie-Christine DIRRINGER
Directrice - Conseil Régional Ile-de-France
- **Représentants élus des chercheurs, enseignants-chercheurs et autres personnels**
Saddek MOHAND-SAID
MCU-PH
Serge PICAUD
DR1 Inserm
- **Représentants du monde économique**
Eric BIZAGUET
Directeur du Laboratoire Correction Auditive
Philippe TILLOUS-BORDE
Président de la Fondation Avril



LE COMITÉ D'ORIENTATION ET DE GESTION DE L'IHU

LE **COG** EST COMPOSÉ DE **8 MEMBRES** DONT 6 MEMBRES DÉSIGNÉS PAR LES FONDATEURS DE L'IHU (SU, CHNO, Inserm).

- Le **Comité d'Orientation et de Gestion (COG) pour l'Institut-Hospitalo-Universitaire** est chargé de superviser le travail du comité exécutif de l'IHU et de proposer au CA de la Fondation toutes les décisions et résolutions qui concernent à la fois la Fondation et l'IHU. Il donne son avis concernant les points à l'ordre du jour du Conseil d'Administration de la Fondation relatifs à l'IHU. En particulier, le COG valide et présente, pour approbation, au Conseil d'Administration de la Fondation, le budget de l'IHU tel que proposé par le comité exécutif de l'IHU. Un comité d'intégrité scientifique et un comité de valorisation ont également été constitués.

Composition du Comité d'Orientation et de Gestion de l'IHU

MEMBRES FONDATEURS DE L'IHU

- **Sorbonne Université**
Nathalie DRACH-TEMAN
Vice-Présidente Recherche
Bruno RIOU
Doyen de la faculté de médecine
- **Inserm**
Claire GIRY
Directrice Générale déléguée
Elli CHATZOPOULOU
Directrice des Partenariats et des Relations Extérieures
ou Camille CHAUDONNERET
Déléguée Régionale Paris 6-12
- **CHNO**
Jean-François SEGOVIA
Directeur
Sophie MARCHANDET
Directrice Adjointe

MEMBRES NON FONDATEURS DE L'IHU

Bernard POULAIN
Directeur Adjoint Scientifique INSB CNRS
Philippe TILLOUS-BORDE
Président de la Fondation Avril



LE CONSEIL SCIENTIFIQUE

LES **DOUZE PERSONNALITÉS ÉTRANGÈRES** MEMBRES DU CONSEIL SCIENTIFIQUE ONT ÉTÉ DÉSIGNÉES PAR LE CONSEIL D'ADMINISTRATION.

- Le **Conseil Scientifique** est consulté à l'occasion de la sélection des projets, notamment lors des appels d'offres de la Fondation (projets, recrutement de nouveaux chefs d'équipe).
- **Son rôle** est d'émettre des recommandations et des conseils concernant la qualité des projets et la pertinence des stratégies. Il est consulté sur les grandes orientations scientifiques et les projets scientifiques dans le cadre d'appel d'offres interne à la Fondation avant leur approbation par le Conseil d'Administration.

Composition du Conseil Scientifique

EXPERTS AUDITION

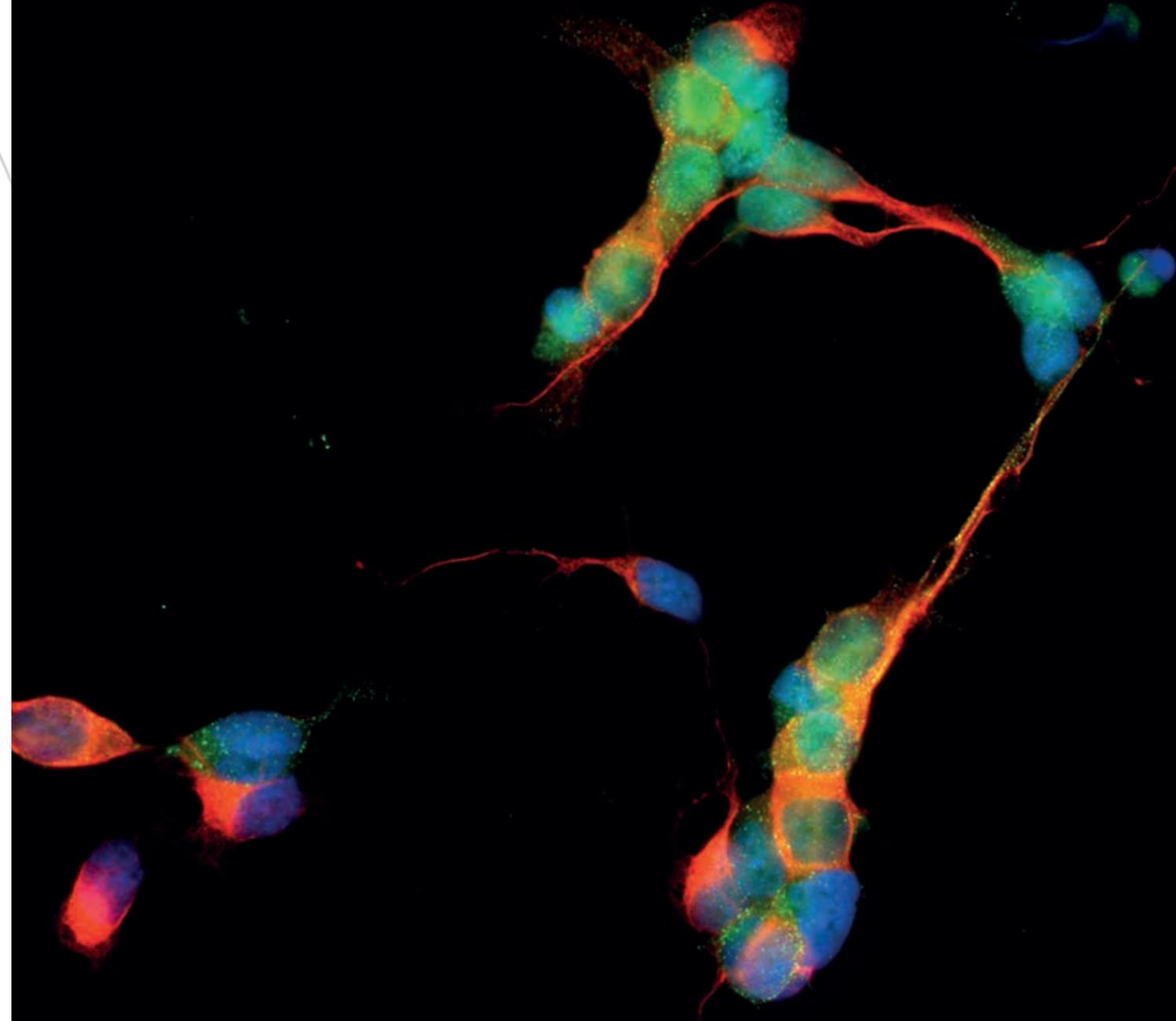
- Steve D. BROWN
MRC Harwell
Oxfordshire, Royaume-Uni
- Robert FETTIPLACE
Université Sheffield
Royaume-Uni
- Larry R. LUSTIG
UCSF Medical Center
San Francisco, Etats-Unis
- Guy RICHARDSON
Université Sussex
Brighton, Royaume-Uni
- Robert V. SHANNON
House Ear Institute
Los Angeles, Etats-Unis
- Anne-Lise GIRAUD
Université de Genève
Suisse

EXPERTS VISION

- Carlos BELMONTE
Universidad Miguel Hernandez
Alicante, Espagne
- Alan BIRD
Institute of Ophthalmology,
UCL Londres, Royaume-Uni
- Paola BOVOLENTA
Universidad Autonoma de Madrid
Espagne
- Emiliana BORRELLI
Université de Californie (UCI),
Irvine, Etats-Unis
- John DOWLING
Université Harvard Cambridge,
Massachusetts, Etats-Unis
- Hendrik SHOLL
Institute of Molecular and Clinical
Ophthalmology, Suisse

6 MÉCÉNAT,
DONS ET LEGS

«Cellules dissociées en 2D provenant d'organoïdes rétiniens en 3D après 90 jours de différenciation. En vert et en rouge, deux marqueurs des cellules ganglionnaires.»



© Juliette Wohlschlegel
Equipe I. Audo - C. Zeitz

MÉCÉNAT D'ENTREPRISE, DONS ET LEGS

POURQUOI SE LEVER CHAQUE MATIN ?



Arnaud **BRICOUT**
Responsable du Mécénat

Mon parcours de "Fundraiser" ("chercheur de financements") s'est construit sur une vingtaine d'années, au sein de structures telles que Save the children Alliance, Kids National Office à Londres puis en France à l'Unicef. Aujourd'hui, à la Fondation Voir et Entendre pour l'Institut de la Vision, je suis devenu leur « chercheur d'Or » : je collecte des fonds pour soutenir les recherches des « vrais chercheurs ».

Une ambition forte m'anime toujours au quotidien. Atteint moi-même d'une rétinopathie pigmentaire, il s'agit pour moi de participer à l'émergence d'un monde meilleur pour et avec les patients déficients visuels.

En mars 2011, j'ai donc rejoint la Fondation, au sein de l'Institut de la Vision, comme Responsable du Mécénat pour créer et développer un service de collecte de fonds. Toutes ressources confondues, en 9 ans, un peu plus de 10 millions d'euros ont été ainsi collectés.

Les travaux menés par nos médecins-chercheurs sur le handicap sensoriels sont incontournables pour relever les enjeux de santé publique qui touchent près de 10 millions de personnes* en France. Bien que non-mortelles, les maladies sensorielles engendrent une perte d'autonomie pourtant indispensable à la vie sociale, avec le risque d'enfermement sur soi et un coût élevé pour la société (aidants) et souvent aussi un effet double peine lié à la perte d'autonomie.

Mon objectif est de recruter et de fidéliser de nouveaux donateurs ou mécènes :

- **Les rencontrer** pour leur présenter nos résultats et nos projets.
- **Discuter** avec eux de nouvelles stratégies de mécénat et de collecte, de nouveaux projets scientifiques et thérapeutiques.
- **Participer** à des actions médiatiques, défis sportifs et solidaires qui mêlent nos équipes internes (chercheurs et équipes supports) avec l'engagement des patients.
- **Solliciter** un soutien financier (mécénat, dons IR et IFI, donations, legs...) sans intrusion et en bâtissant des liens de confiance à travers la communication sur nos avancées scientifiques et thérapeutiques.

L'espoir n'est pas vain. Le chemin semble parfois long pour les patients et il nécessite un engagement pérenne à nos côtés.

En cette fin d'année 2019, l'équipe s'agrandit avec la venue de Valérie Maillard au poste de Chargée de mécénat, la collaboration scientifique d'Alvaro Rendon, Directeur de recherche émérite. Notre Président Jean-Charles Pomerol contribue également à notre action pour le suivi des successions et des legs.

Aujourd'hui, je suis fier de contribuer avec mon équipe aux côtés des chercheurs à l'amélioration des conditions de vie de tous ces patients malvoyants et non voyants.

JE VOUS REMERCIE TOUTES ET TOUS TRÈS SINCÈREMENT
DE NOUS FAIRE CONFIANCE POUR MENER CE COMBAT.

* Malvoyants et malentendants

MÉCÉNAT D'ENTREPRISES ET SUBVENTION D'ASSOCIATIONS

Les Fondations d'entreprise, les mécènes et les associations maintiennent leur engagement à nos côtés :

- La **Fondation Optic 2000**, la **Fondation Dalloz** sous l'Égide de l'Institut de France, le **Comité National de Coordination de l'Action pour le Handicap (CCAH)** et le **groupe APICIL** la **Fondation Obélisque** sous l'égide de la **Fondation de France**, l'**Opticien Lissac**, le site **www.entrefleuristes.com** et le **Comité d'entreprise de COTY SAS** poursuivent leur soutien aux projets de la Fondation sans discontinuer.
- Les associations de patients telles que l'**Association Pour les beaux yeux d'Emma**, **Information Recherche Rétinopathie Pigmentaire (IRRP)**, l'**Association les Cannes Blanches**, l'**Association Les Yeux de l'Amour** renforcent leurs subventions pour les équipes de recherche.

De nouveaux mécènes financiers viennent soutenir des programmes novateurs en recherche thérapeutique ou à la croisée des maladies et du handicap visuel :

- **CARREFOUR Solidarité** avec son événement « les Boucles du Cœur » en mai 2019 a soutenu la lutte contre les maladies génétiques qui touchent les enfants. L'opération développée avec le concours de 2 hypermarchés : Aix-en-Provence La Pioline (06) et Montreuil (93).



- **BOUYGUES SA** est le 1^{er} mécène à soutenir le projet Iris Vision développé par notre plateforme Handicap Streetlab ; un projet innovant de lunettes à réalité augmentée pour améliorer le quotidien des personnes déficientes visuelles.

- **Le Fonds de dotation AFER** pour la recherche médicale a sélectionné un projet de thérapie génique sur Usher développé par l'équipe de Deniz Dalkara. Le Fonds AFER répond à un projet d'actions d'intérêt général pour la recherche médicale en faveur de l'allongement de la durée et de la qualité de la vie humaine.

- Des organisations associatives et d'aide aux patients – Les associations **Vue d'ensemble** et **Union d'Entr'Aide de la vue** rejoignent le groupe de mécènes en laissant le libre-arbitre de l'affectation de leur subvention au Comité scientifique de la Fondation.

MERCI
à nos mécènes
entreprises :

Agenda Quo Vadis
avec la grande
distribution E. Leclerc
AG2R La Mondiale,

Allianz

Alten

Ampoules Osram

Bouygues Immobilier

Bouygues SA

CCAH et son
réseau de mutuelles

Coty SAS

Entrefleuristes.com

Entrepreneurs & Go

Fondation Dalloz

Fondation Gecina

Fondation LCL

Fondation Louis Vuitton

Fondation Obélisque

Fondation Seb

Fonds Handicap
et Société

Groupe Humanis

Klesia

Lapeyre

Leroy Merlin

Lissac

Malakoff Médéric

MeilleureAssurance.com

Saint-Gobain

Super U

OPTIC 2000, MÉCÈNE HISTORIQUE DE L'INSTITUT DE LA VISION



Depuis 10 ans, Optic 2000 est engagé aux côtés des chercheurs

Parce qu'investir dans la recherche c'est améliorer la santé de toute la société, **Optic 2000** est mécène de l'Institut de la Vision depuis 2009. Premier mécène à nous faire confiance, l'entreprise, Messieurs Didier Papaz et Yves Guénin ainsi que leurs équipes, offrent un soutien pérenne qui répond pleinement aux engagements de l'enseigne.

La coopérative Optic 2000 a choisi de soutenir un lieu qui favorise le partage entre chercheurs, médecins et industriels et au sein duquel elle a pu trouver sa place. Les projets développés par les équipes de l'Institut de la Vision, notamment sur les déficiences sensorielles et les pathologies oculaires, rejoignent l'objectif poursuivi par l'enseigne.

NOUS REMERCIONS CHALEUREUSEMENT LA DIRECTION D'OPTIC 2000 ET L'ENSEMBLE DE SES ÉQUIPES POUR LEUR SOUTIEN EXCEPTIONNEL.

Au cours de la décennie, Optic 2000 a ainsi soutenu plusieurs projets stratégiques :

- **Développement de stratégies** thérapeutiques pour la régénération du nerf optique (*Alain Chédotal*).
- **Une thérapie génique** pour restaurer une fonction visuelle normale dans la cécité nocturne congénitale stationnaire (*CNCS*) (*Christina Zeitz*).
- **Préserver la vision centrale** et prévenir la cécité des patients souffrant de rétinopathie pigmentaire grâce à la protéine RdCVF (*Thierry Lévillard*).
- **Analyser** comment la plasticité cérébrale contribue à la restauration visuelle avec une prothèse rétinienne (*Avinoam Safran*).
- **Restaurer** une vision utile avec une prothèse corticale pour des patients ayant perdu la connection œil-cerveau (*Serge Picaud*).

MÉCÉNAT DE COMPÉTENCE

Les 10 ans de l'Institut de la Vision ont été soutenus par un spot télévisé : **Une obscure clarté** - un oxymore pour illustrer en image le bénéfice thérapeutique modélisé d'une des avancées majeures réalisées par les chercheurs de l'Institut de la Vision.

► Découvrez le film de nos 10 ans !

Ce film a été rendu possible grâce à la mobilisation et à la générosité des équipes techniques et artistiques de la société **NIGHTSHIFT GROUP** spécialisée dans la production de contenus audiovisuels et digitaux. Des compositeurs, comédiens, voix et figurants, ainsi que de nombreux amis ont permis de trouver gracieusement les décors. Un mécène tel que le **Comité d'entreprise COTY SAS**, et des chaînes nous ont offert les diffusions télévisées.

DU FOND DU CŒUR,
NOUS VOUS REMERCIONS INFINIMENT
POUR VOTRE GÉNÉROSITÉ !

ESPACE GRACIEUX DANS LES MÉDIAS

La campagne de communication gracieuse s'est étalée sur novembre et décembre 2019 avec pour objectif d'inciter les spectateurs à faire un don au profit de nos recherches. Le clip a ainsi été diffusé sur **France Télévision, France 2 et France 5** et dans le **groupe CANAL+** (Polar+, Comédie+, Planète, Planète c1, planète A&E et InfoSport) ainsi que dans 400 salles de cinéma **UGC**.

NOUS REMERCIONS TRÈS SINCÈREMENT CES MÉDIAS QUI, PAR LEUR SOUTIEN, PERMETTENT D'ACCROÎTRE LA VISIBILITÉ DE NOS TRAVAUX AUPRÈS DU GRAND PUBLIC.

BÉNÉVOLAT

Des experts nous ont offert gracieusement leur savoir-faire en communication, relecture de nos infolettres et conseil en succession.

NOUS REMERCIONS CHALEUREUSEMENT ARTHUR AUMOITE, LAURENT FONTAINE-CZACZKES, SOPHIE BOBET, PHILIPPE KOENIG.

ÉVÈNEMENT



A l'occasion des 10 ans de l'Institut de la Vision (2009-2019), une participation à la Course des Héros a mobilisé près de 200 donateurs et permis de collecter 14 000€ versés aux projets prioritaires menés à l'Institut de la Vision. Trois entreprises ont soutenu cet événement sportif et solidaire avec leurs salariés, notamment **EUROGEM** du groupe **ATALIAN, ROCKWOOL France SAS** et **SANTEN**.

GÉNÉROSITÉ DU PUBLIC

En 2019, les revenus issus des dons des particuliers s'élèvent à près de 552 672 € notamment grâce au traitement de deux successions et à un nouveau legs.

A l'adage bien connu, on peut ajouter « les petits dons font les grandes rivières de la générosité ». C'est le cas des dons mensuels par prélèvement automatique, lesquels garantissent aux chercheurs un soutien sur le temps long. Chaque don est important, quel que soit son montant. Il transmet aux chercheurs un message de confiance et d'encouragement. Un seul don peut faire éclore un nouveau projet à partir d'une réalité vécue par un patient, et susciter de l'espoir, que la recherche permettra d'entrevoir.

En avril, l'équipe mécénat a organisé une conférence avec ses grands donateurs pour présenter les grandes avancées menées au cours des 10 ans écoulés. La conférence a été suivie d'une visite de notre laboratoire où les chercheurs ont pu présenter leurs travaux aux donateurs.

Informer régulièrement des avancées des travaux menés par nos chercheurs et médecins permet de maintenir un lien privilégié avec nos publics. C'est là tout le sens de nos Newsletters, lesquelles ont vocation à expliquer les maladies liées à la vue et à l'audition, mais aussi rendre compte des recherches réalisées par nos équipes internationales, les avancées obtenues, les perspectives offertes et surtout l'espoir qui en découle pour les patients.

RETROUVEZ nos 4 Newsletters de l'année



COMMENT NOUS AIDER « Sans fleur ni couronne »

A l'initiative d'un donateur, la Fondation Voir et Entendre a mis en place une opération qui nous touche par sa générosité et sa simplicité : *substituer par un don l'achat de fleurs lors des obsèques d'une personne proche qui en a fait le souhait.*

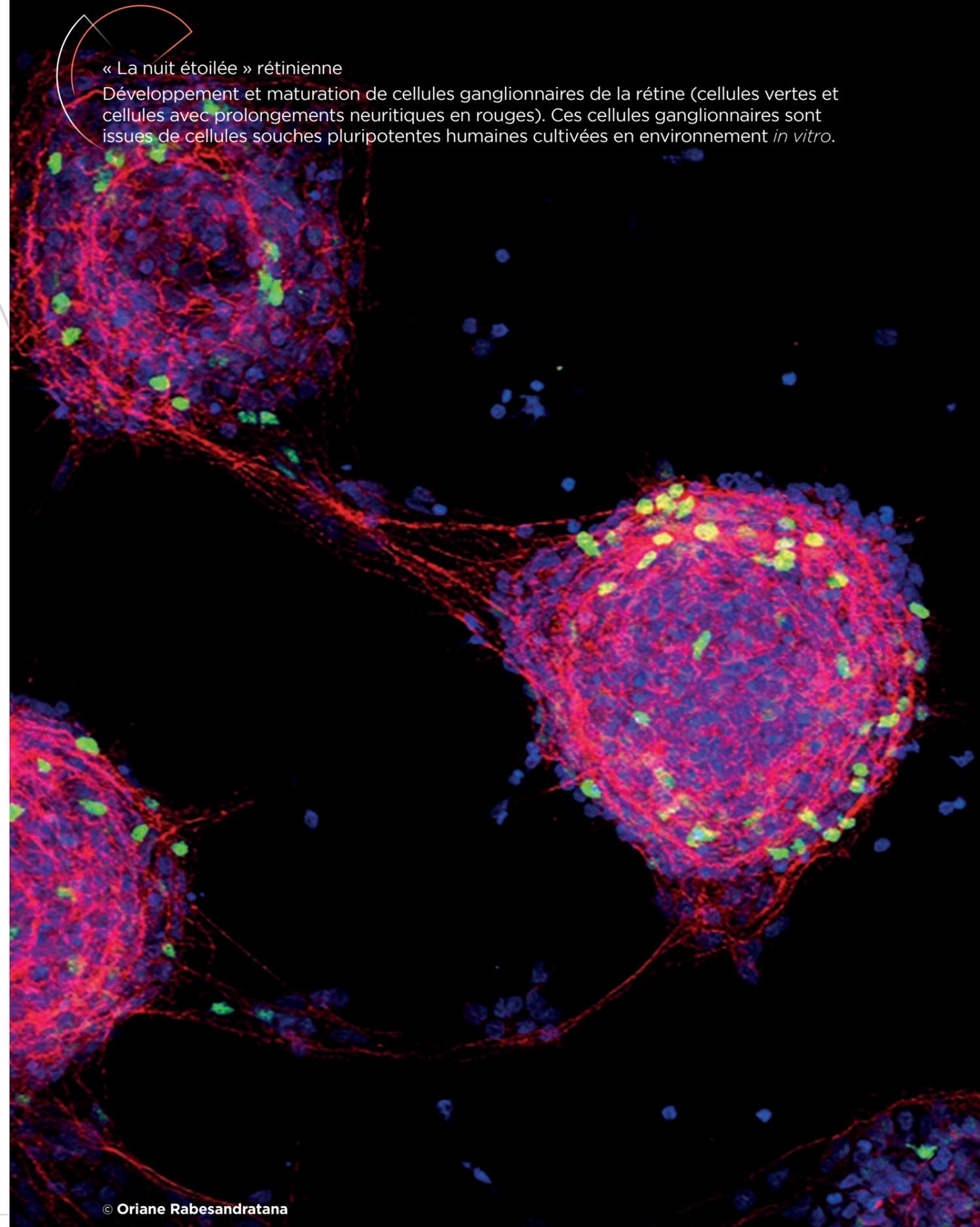
Si le don n'est pas anonyme, il ouvre droit à une réduction d'impôt. C'est la possibilité donnée à chacun de contribuer au financement des projets de recherche d'intérêt général menés par l'Institut de la Vision.



7 NOS FINANCES

« La nuit étoilée » rétinienne

Développement et maturation de cellules ganglionnaires de la rétine (cellules vertes et cellules avec prolongements neuritiques en rouges). Ces cellules ganglionnaires sont issues de cellules souches pluripotentes humaines cultivées en environnement *in vitro*.

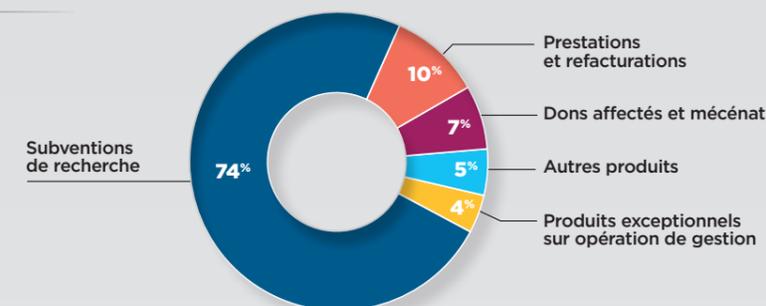


© Oriane Rabesandratana

NOS FINANCES

FONDATION
VOIR & ENTENDRE

Synthèse des produits par type de ressources



Une fondation au service de la recherche biomédicale

La Fondation Voir et Entendre (FVE) héberge et coordonne une partie des activités de l'Institut de la Vision (IDV), de la recherche fondamentale à la recherche clinique.

Ses missions principales sont les suivantes :

- ▀ **L'installation et l'hébergement d'équipes** académiques de recherche fondamentale.
- ▀ **La gestion de programmes de recherche** ambitieux autour de la déficience visuelle, de la médecine préventive, prédictive, personnalisée et participative.
- ▀ **Le développement de partenariats de recherches transdisciplinaires**, intégrés et multicentriques de recherche visant à l'approfondissement des connaissances en biologie de la vision.
- ▀ **La contractualisation d'alliances** stratégiques visant à promouvoir une médecine innovante.

Un compte Emploi Ressources 2019 en hausse à 22 950 K€

Du point de vue de ses missions sociales, la FVE a continué à soutenir l'Institut de la Vision et sa communauté de chercheurs à travers la mise en place et la gestion des grands programmes scientifiques d'excellence, à commencer par l'IHU du programme Investissement d'avenir, de nouveaux programmes européens et internationaux, et de la gestion de tous les financements de la recherche obtenus par les équipes labellisées de Sorbonne Université, du CNRS et de l'INSERM.

Le soutien des grands acteurs institutionnels n'a pas fait défaut, comme l'abondement de l'Institut Carnot (renouvelé pour 4 ans), ni celui de nos mécènes historiques, principalement *Optic 2000*, *Fondation de France*, *CCAH*, *Fondation DALLOZ*, *Opticiens LISSAC*...etc.



| EMPLOIS (en K€) | Emplois 2019 | Affectation emplois des ressources collectées auprès du public utilisée en 2019 | RESSOURCES (en K€) | Ressources collectées en 2019 | Suivi des ressources collectées et utilisées en 2019 |
|---|---------------|---|--|-------------------------------|--|
| Mission sociales | 11 729 | 1 674 | Ressources collectées auprès du public | 693 | 693 |
| Frais de recherche de fonds | 174 | 69 | Autres fonds privés | 391 | |
| Frais de fonctionnement | 2 053 | 35 | Subventions & autres concours publics | 12 171 | |
| | | | Autres produits | 3 230 | |
| Total des emplois de l'exercice inscrits au compte de résultat | 13 956 | | Total des ressources de l'exercice inscrites au compte de résultat | 16 485 | |
| Dotations aux provisions | 0 | | Reprises de provisions | 0 | |
| Engagements à réaliser sur ressources affectées | 8 994 | | Report des ressources affectées non utilisées des exercices antérieurs | 6 034 | |
| | | | Variations des fonds dédiés collectés auprès du public | | 1 102 |
| | | | Insuffisance des ressources de l'exercice | 431 | |
| TOTAL GÉNÉRAL | 22 950 | 1 778 | TOTAL GÉNÉRAL | 22 950 | 1 795 |
| Part des acquisitions brutes d'immobilisations financées de l'exercice et neutralisation des dotations aux amortissements | | 17 | | | |
| Total des emplois financés par les ressources collectées auprès du public | | 1 795 | Total des emplois financés par les ressources collectées auprès du public | | 1 795 |

- ▀ **Les emplois en missions sociales** en 2019 sont évalués à 11 729 K€ dont 1 674 K€ sont des emplois issus des collectes auprès du public. *Ces derniers proviennent des ressources de l'année pour 693 K€ et issus des reports des années antérieures pour 1 102 K€. Les autres fonds privés correspondent aux produits issus du mécénat (391 K€).*
- ▀ **Les frais de collecte** sont entièrement liés à la recherche de fonds auprès du public et des entreprises et à la gestion des legs. *Les frais de recherche de fonds sont plafonnés à 10% des ressources collectées et ceux de fonctionnement du service à 5%. En 2019, 3 personnes (1.5 ETP) travaillaient au service collecte-mécénat.*
- ▀ **Les frais de fonctionnement** correspondent à l'ensemble des dépenses d'exploitations (frais de personnel, achats, sous-traitance, maintenances, déplacement...) des services supports de la Fondation qui ne sont pas imputables à un projet : une partie du service des programmes scientifiques, des services financiers, du service communication, de la RH, de la Direction Générale. *En 2019, ils se sont élevés à 2 053 K€ soit 17,5% des emplois réalisés dans les missions sociales.*
- ▀ **Les ressources** proviennent en partie de reports non utilisés dans l'année 2018 pour 6 033 K€ et une partie des emplois correspond à un report d'emplois sur les exercices futurs pour 8 994 K€, conformément à leur valeur dans le compte de résultat.

Une année au résultat contrasté

Cependant, cet investissement des équipes de la FVE pour mener à bien sa stratégie de développement s'accompagne d'un déséquilibre financier structurel.

La FVE affiche depuis 3 ans un résultat d'exploitation en déficit dû principalement à son organisation en croissance (accueil de nouvelles équipes à fort potentiel) et au poids des loyers et des charges locatives qui bénéficient aux équipes labellisées (CNRS, INSERM, SU).

Cette stratégie a porté ses fruits en favorisant l'émergence des grands projets et de très nombreuses subventions de recherche au détriment de l'équilibre budgétaire. Bien que nos partenaires institutionnels nous aident, la FVE est plus que jamais dépendante de ses partenaires économiques et de sa collecte pour palier le déséquilibre budgétaire entre ses charges et ses ressources.

Un Bilan en hausse à 73 876 K€

Le bilan de l'année 2019 pour la FVE apparaît, d'un point de vue de son compte financier, une année de consolidation mais en équilibre fragile.

| ACTIF (K€) | | PASSIF (K€) | |
|--------------------|---------------|---------------------------------|---------------|
| • Actif immobilisé | 4 705 | • Fonds associatifs et réserves | 3 933 |
| • Actif circulant | 69 171 | • Résultat de l'exercice | -431 |
| | | • Fonds dédiés | 12 592 |
| | | • Dettes | 57 782 |
| TOTAL | 73 876 | TOTAL | 73 876 |

ACTIF

- **L'actif immobilisé** net correspond aux immobilisations corporelles (plateformes, matériel de bureau, Informatique, agencement et installation des locaux) et financières : *celles-ci ont augmenté respectivement de 835K€ et de 746K€.*
- **L'actif circulant** est principalement constitué de produits à recevoir (56 350 K€) et des disponibilités (9 839 K€) : *les produits à recevoir correspondent à la totalité des ressources contractualisées au 31/12/2019, pas encore versées ; le principal correspondant à l'IHU (pour 45 M€).* Le montant des produits à recevoir est un bon indicateur du dynamisme du financement des projets scientifiques.

PASSIF

- **Le passif** est constitué des **fonds associatifs et réserves** : *fonds propres, réserves, subventions d'investissements. Le résultat cette année est déficitaire de 431 K€.*
- **Les fonds dédiés** correspondent aux subventions de recherche en cours en 2019 dont les actions n'ont pas totalement été réalisées.
- **Les dettes** sont principalement les produits constatés d'avances sur les subventions pluriannuelles identifiées à l'actif en produits à recevoir.

La Fondation permet la réalisation des projets et la mise en place du continuum entre recherche fondamentale, développement clinique et mise sur le marché afin d'accélérer l'innovation thérapeutique et de développer rapidement des traitements répondant aux besoins des patients.

Mais l'équilibre de son fonctionnement est fragile : cet écosystème nécessite le soutien de toutes les bonnes volontés pour assurer sa pérennité et celle des projets qu'elle soutient.



CADRE LÉGAL

Statuts et périmètre : la Fondation Voir et Entendre a été créée en 2007 sous les statuts - modifiés en 2019 - de Fondation de Coopération Scientifique. Elle est administrée par un conseil d'administration comprenant ses membres fondateurs initiaux (CHNO, Institut PASTEUR, INSERM, Sorbonne Université, Fédération des Aveugles de France (FAF), puis de nouveaux fondateurs : le CNRS, la Fondation pour l'Audition, et l'APHP) ainsi que 2 membres représentants des collectivités locales, du monde économique et des personnes qualifiées, les représentants des chercheurs, enseignants-chercheurs et autres personnels. Elle est habilitée à bénéficier de mécénat conformément à l'article 20 de la loi n° 87-571 du 23 juillet 1987 modifiée et des Dons et Legs. Elle a son siège sis dans les locaux de l'Institut de la Vision sur le campus du CHNO (Centre hospitalier National d'Ophthalmologie des Quinze-vingts).

Cadre légal comptable : les comptes couvrant la période du 1^{er} janvier au 31 décembre 2019 sont établis en euros conformément au règlement n° 18-06 du 5 décembre 2018 relatif aux comptes annuels des personnes morales de droit privé à but non lucratif, homologué par l'arrêté du 26 décembre 2018.

Imposition : de par ses statuts d'utilité publique la Fondation FVE n'est pas soumise à l'impôt sur les sociétés.

Dotations consommables : la Fondation a pour fonds propres une dotation consommable et une dotation non consommable. La dotation consommable initiale a été modifiée par la révision des statuts de 2019 à 5.815 M€ dont 1 M€ non consommable. Elle a obtenu lors de cette révision un apport du CNRS (25 K€), de la APA (15 K€) et de l'APHP (25 K€).

Principes généraux : les comptes sont établis dans le respect des principes de continuité d'exploitation, d'indépendance des exercices, de prudence, de permanence des méthodes comptables (règlement 99-01) et ont pour objet de fournir une image fidèle.

DÉFINIR LES BESOINS MÉDICAUX : COHORTES ET IMAGERIE

Page 40

- **MACUSTAR : Développer de nouveaux critères cliniques pour les futurs essais cliniques pour traiter la dégénérescence maculaire liée à l'âge sèche - Investigateur principal : José-Alain Sahel**
- **Voir dans l'œil nos cellules vivre et fonctionner - Investigateur principal : Michel Paques**
 - Gofas-Salas E, Mecê P, Mugnier L, et al. Near infrared adaptive optics flood illumination retinal angiography. *Biomed Opt Express*. 2019;10(6):2730-2743. Published 2019 May 8. doi:10.1364/BOE.10.002730
 - Puyo L, et al. Choroidal vasculature imaging with laser Doppler holography. *Biomed Opt Express*. 2019 Jan 31;10(2):995-1012.
 - Errera MH, Laguarrigue M, Rossant F, et al. High-Resolution Imaging of Retinal Vasculitis by Flood Illumination Adaptive Optics Ophthalmoscopy: A Follow-up Study. *Ocul Immunol Inflamm*. 2019;1-10.
 - Scholler J, Mazlin V, Thouvenin O, et al. Probing dynamic processes in the eye at multiple spatial and temporal scales with multimodal full field OCT. *Biomed Opt Express*. 2019;10(2):731-746.
 - Alafaleq M, Georgeon C, Grieve K, Borderie VM. Multimodal imaging of pre-Descemet corneal dystrophy. *Eur J Ophthalmol*. 2019;1120672119862505.
- **Cohortes et dystrophies rétinienne héréditaires - Investigateur principal : José-Alain Sahel**
 - Nassisi M., Mohand-Saïd S., Devisme C., et al. Agreement between eyes and correlation of structural and functional data in patients with Usher Syndrome-associated retinitis pigmentosa. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2019;60(9):4510.
 - Chapon M., Audo I., Costa A. et al. Comparison of two color vision tests in patients with Usher syndrome. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2019;60(9):4491.
 - Zeitz C., Méjécase C., Mohand-Saïd S., et al. A CCDC51 frameshift variant as a candidate gene defect for autosomal recessive rod-cone dystrophy. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2019;60(9):415.
 - Khateb S, Nassisi M, Bujakowska KM, et al. Longitudinal Clinical Follow-up and Genetic Spectrum of Patients With Rod-Cone Dystrophy Associated With Mutations in PDE6A and PDE6B. *JAMA Ophthalmol*. 2019;137(6):669-679.
 - Strauss RW, Kong X, Ho A, et al. Progression of Stargardt Disease as Determined by Fundus Autofluorescence Over a 12-Month Period: ProgStar Report No. 11. *JAMA Ophthalmol*. 2019;137(10):1134-1145.

COMPRENDRE LA VISION ET SON DÉVELOPPEMENT

Page 42

- **Cartographier le cerveau et retracer son développement à l'échelle de la cellule, en 3D et en couleur - Investigateur principal : Jean Livet**
 - Clavreul, S., Abdeladim, L., Hernández-Garzón, E. et al. Cortical astrocytes develop in a plastic manner at both clonal and cellular levels. *Nat Commun* 10, 4884 (2019).
 - Abdeladim, L., Matho, K.S., Clavreul, S. et al. Multicolor multiscale brain imaging with chromatic multiphoton serial microscopy. *Nat Commun* 10, 1662 (2019).
 - Ortiz-Álvarez G, Daclin M, Shihavuddin A, et al. Adult Neural Stem Cells and Multiciliated Ependymal Cells Share a Common Lineage Regulated by the Geminin Family Members. *Neuron*. 2019;102(1):159-172.e7.

Des lentilles miniaturisées contrôlées électriquement - Investigateur principal : Gilles Tessier

- Berto, P., Philippet, L., Osmond, J. et al. Tunable and free-form planar optics. *Nat Photonics* 13, 649-656 (2019).
- **Optogénétique et de bio-photonique - Investigateur principal : Valentina Emiliani**
 - Pascucci, M., Ganesan, S., Tripathi, A. et al. Compressive three-dimensional super-resolution microscopy with speckle-saturated fluorescence excitation. *Nat Commun* 10, 1327 (2019).
- **A la recherche les origines de la dégénérescence rétinienne - Investigateur principal : Alain Chédotal**
 - Vigouroux RJ, Cesar Q, Chédotal A, Nguyen-Ba-Charvet KT. Revisiting the role of Dcc in visual system development with a novel eye clearing method. *Elife*. 2020;9:e51275.
 - Belle M, Parray A, Belle M, Chédotal A, Nguyen-Ba-Charvet KT. PlexinA2 and Sema6A are required for retinal progenitor cell migration. *Dev Growth Differ*. 2016;58(5):492-502.
 - Vigouroux RJ, Belle M, Chédotal A. Neuroscience in the third dimension: shedding new light on the brain with tissue clearing. *Mol Brain*. 2017;10(1):33.
 - Dominici C, Moreno-Bravo JA, Puiggros SR, et al. Floor-plate-derived netrin-1 is dispensable for commissural axon guidance. *Nature*. 2017;545(7654):350-354.
 - Moreno-Bravo JA, Roig Puiggros S, Mehlen P, Chédotal A. Synergistic Activity of Floor-Plate- and Ventricular-Zone-Derived Netrin-1 in Spinal Cord Commissural Axon Guidance. *Neuron*. 2019;101(4):625-634.e3.

MODÉLISATION ET BIOMARQUEURS DES PATHOLOGIES

Page 44

- **Manipulation de signaux cellulaires altérés dans certaines formes de rétinopathie pigmentaire - Investigateur principal : Xavier Nicol**
 - Ros O, Zagar Y, Ribes S, et al. SponGee: A Genetic Tool for Subcellular and Cell-Specific cGMP Manipulation. *Cell Rep*. 2019;27(13):4003-4012.e6.
- **Banque de cellules iPS sur les maladies de la rétine - Investigateur principal : Olivier Goureau**
 - Terray A, Slembrouck A, Nanteau C, et al. Generation of an induced pluripotent stem cell (iPSC) line from a patient with autosomal dominant retinitis pigmentosa due to a mutation in the NR2E3 gene. *Stem Cell Res*. 2017;24:1-4.
 - Terray A, Fort V, Slembrouck A, et al. Establishment of an induced pluripotent stem (iPS) cell line from dermal fibroblasts of an asymptomatic patient with dominant PRPF31 mutation. *Stem Cell Res*. 2017;25:26-29.
 - Wohlschlegel J, Letellier C, Liu B, et al. Generation of human induced pluripotent stem cell lines from a patient with ITM2B-related retinal dystrophy and a non mutated brother. *Stem Cell Res*. 2019;41:101625.
- **Briser le cercle vicieux de la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) - Investigateur principal : Florian Sennlaub**
 - Charles-Messance H, Blot G, Couturier A, et al. IL-1 β induces rod degeneration through the disruption of retinal glutamate homeostasis. *J Neuroinflammation*. 2020;17(1):1.
 - Calippe B, Augustin S, Beguier F, et al. Complement Factor H Inhibits CD47-Mediated Resolution of Inflammation. *Immunity*. 2017;46(2):261-272.

- Eandi CM, Charles Messance H, Augustin S, et al. Subretinal mononuclear phagocytes induce cone segment loss via IL-1 β . *Elife*. 2016;5:e16490.
- Levy O, Lavalette S, Hu SJ, et al. APOE Isoforms Control Pathogenic Subretinal Inflammation in Age-Related Macular Degeneration. *J Neurosci*. 2015;35(40):13568-13576.
- Guillonnet X, Eandi CM, Paques M, Sahel JA, Sapieha P, Sennlaub F. On phagocytes and macular degeneration. *Prog Retin Eye Res*. 2017;61:98-128.
- **Le photorécepteur à cône : un métabolisme effréné sous le contrôle du facteur de survie - Investigateur principal : Thierry Lévillard**
 - Camacho ET, Brager D, Elachouri G, et al. A Mathematical Analysis of Aerobic Glycolysis Triggered by Glucose Uptake in Cones. *Sci Rep*. 2019;9(1):4162.
 - Brager D., Camacho E. T., Elachouri G., et al. Mathematically Assessing the Contributions of Key Processes in Cone Aerobic Glycolysis. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2019;60(9):569.
 - Millet Puel G., Cordonnier M., Saint-charles A. et al. 6-phosphofructo-2-kinase/fructose-2,6-bisphosphatase 2 governs the metabolic flux between rod and cone photoreceptors. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2019;60(9):6404.

THÉRAPIE ET RESTAURATION VISUELLE

Page 46

- **Restauration de la vision par thérapie cellulaire - Investigateur principal : Olivier Goureau**
 - Gagliardi G, Ben M'Barek K, Chaffiol A, et al. Characterization and Transplantation of CD73-Positive Photoreceptors Isolated from Human iPSC-Derived Retinal Organoids. *Stem Cell Reports*. 2018;11(3):665-680.
 - Gagliardi G, Ben M'Barek K, Goureau O. Photoreceptor cell replacement in macular degeneration and retinitis pigmentosa: A pluripotent stem cell-based approach. *Prog Retin Eye Res*. 2019;71:1-25.
 - Slembrouck-Brec A, Rodrigues A, Rabesandratana O, et al. Reprogramming of Adult Retinal Müller Glial Cells into Human-Induced Pluripotent Stem Cells as an Efficient Source of Retinal Cells. *Stem Cells Int*. 2019;2019:7858796.
- **Transplantation de photorécepteurs optogénétiquement modifiés : récupération de la fonction visuelle - Investigateur principal : Deniz Dalkara**
 - Garita-Hernandez M, Lampič M, Chaffiol A, et al. Restoration of visual function by transplantation of optogenetically engineered photoreceptors. *Nat Commun*. 2019;10(1):4524.
- **Revoir avec une prothèse rétinienne - Investigateur principal : Serge Picaud**
 - Prévot PH, Geheire K, Arcizet F, et al. Behavioural responses to a photovoltaic subretinal prosthesis implanted in non-human primates. *Nat Biomed Eng*. 2020;4(2):172-180.

RECHERCHE TRANSLATIONNELLE : LES ESSAIS CLINIQUES EN COURS

Page 48

- **Thérapie génique (José-Alain Sahel et Deniz Dalkara, avec GenSight Biologics, une start-up biotech de l'IDV)**
 - Vignal C, Uretsky S, Fitoussi S, et al. Safety of rAAV2/2-ND4 Gene Therapy for Leber Hereditary Optic Neuropathy. *Ophthalmology*. 2018;125(6):945-947.
 - Bouquet C, Vignal Clermont C, Galy A, et al. Immune Response and Intraocular Inflammation in Patients

With Leber Hereditary Optic Neuropathy Treated With Intravitreal Injection of Recombinant Adeno-Associated Virus 2 Carrying the ND4 Gene: A Secondary Analysis of a Phase 1/2 Clinical Trial. *JAMA Ophthalmol*. 2019;137(4):399-406.

- **Rétine artificielle (Serge Picaud et Ryad Benosman, avec Pixium Vision, une start-up en bioélectronique de l'IDV)**
 - Palanker D, Le Mer Y, Mohand-Said S, Muqit M, Sahel JA. Photovoltaic Restoration of Central Vision in Atrophic Age-Related Macular Degeneration. *Ophthalmology*. 2020;S0161-6420(20)30189-5.
- **Thérapie cellulaire (Olivier Goureau, avec I-Stem)**
 - M'Barek K, Habeler W, Plancheron A, et al. Human ESC-derived retinal epithelial cell sheets potentiate rescue of photoreceptor cell loss in rats with retinal degeneration. *Sci Transl Med*. 2017;9(421):eaai7471.
- **Des avancées pour lutter contre les douleurs oculaires chroniques - Principales publications issues des travaux du CIC - Investigateur principal : Christophe Baudouin**
 - Lazreg S, Labetoulle M, Renault D, Baudouin C. Fast and sustained healing of resistant corneal ulcers using corneal scrubbing and matrix regenerating therapy. *Eur J Ophthalmol*. 2020;1120672120921379.
 - Robin M, Liang H, Rabut G, Augstburger E, Baudouin C, Labbé A. The Role of Meibography in the Diagnosis of Meibomian Gland Dysfunction in Ocular Surface Diseases. *Transl Vis Sci Technol*. 2019;8(6):6.
 - Hayek S, Labbé A, Brasnu E, Hamard P, Baudouin C. Optical Coherence Tomography Angiography Evaluation of Conjunctival Vessels During Filtering Surgery. *Transl Vis Sci Technol*. 2019;8(4):4.
 - Labetoulle M, Rousseau A, M'Garrech M, et al. Efficacy of a Topical Heparan Sulfate Mimetic Polymer on Ocular Surface Discomfort in Patients with Cogan's Epithelial Basement Membrane Dystrophy. *J Ocul Pharmacol Ther*. 2019;35(6):359-365.
 - Liang H, Kessal K, Rabut G, et al. Correlation of clinical symptoms and signs with conjunctival gene expression in primary Sjögren syndrome dry eye patients. *Ocul Surf*. 2019;17(3):516-525.
 - Randon M, Aragno V, Abbas R, Liang H, Labbé A, Baudouin C. In vivo confocal microscopy classification in the diagnosis of meibomian gland dysfunction *Eye (Lond)*. 2019;33(5):754-760.
 - Baudouin C, Rolando M, Benitez Del Castillo JM, et al. Reconsidering the central role of mucins in dry eye and ocular surface diseases. *Prog Retin Eye Res*. 2019;71:68-87.
- **VISION ET HANDICAP**
 - **Effet du vieillissement visuel sur la mobilité et l'orientation dans l'espace - Investigateur principal : Angelo Arleo**
 - Bécu M, Sheynikhovich D, Tatur G, et al. Age-related preference for geometric spatial cues during real-world navigation. *Nat Hum Behav*. 2020;4(1):88-99.
 - **Streetlab**
 - Becker K., Gutman E., Segaut-Prevost C. et al. First data of a prospective study comparing the impact of Retinitis Pigmentosa linked to Usher Syndrome 1B caused by MYO7A mutations and non-syndromic on daily living one year apart. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2019;60(9):4959.

RETROUVEZ TOUTES NOS ACTUALITÉS
ET ÉVÉNEMENTS EN NOUS SUIVANT SUR
NOTRE SITE :

www.institut-vision.org

ET SUR NOS RÉSEAUX SOCIAUX :



www.facebook.com/institut.vision.paris

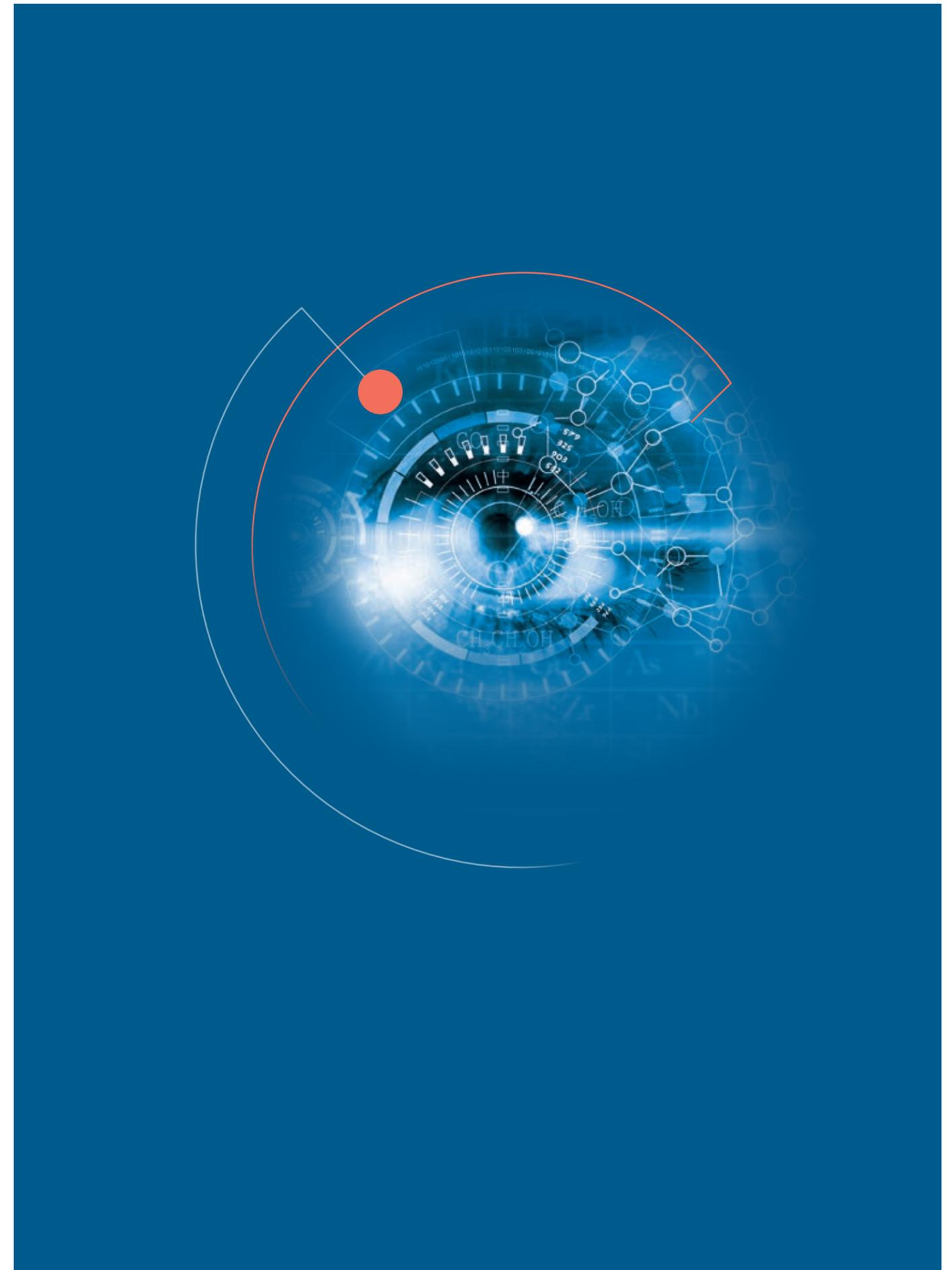


fr.linkedin.com/company/institut-de-la-vision



twitter.com/instvisionparis

Conception et réalisation : Equinoxe - Crédits photos : Shutterstock ;
© Cyril Burneau (p. 14, 18) ; © Institut de la Vision (p. 18, 19, 26, 27, 28) ;
© Streetlab (p. 19, 50, 51) ; © Philippe Servent, Présidence de la
république française (p. 28) ; © @VIB architecture Ballus.Vialet (p. 29) ;
© Pierre Kitmacher / SU (p. 34)





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

Fondation de l'Institut de la Vision
17, rue Moreau 75012 Paris

www.institut-vision.org • contact@institut-vision.org