

# Imagerie des photorécepteurs par Optique Adaptative

JRIOA, 19 et 20 Novembre 2008

Observatoire de Paris, LESIA  
M. Glanc, L. Blanco, G. Rousset

CHNO des Quinze-Vingts, CIC  
F. Pouplard, M. Blavier, I. Maksimovic, S. Tick, J.-F. Legargasson, M. Pâques,  
J.-A. Sahel

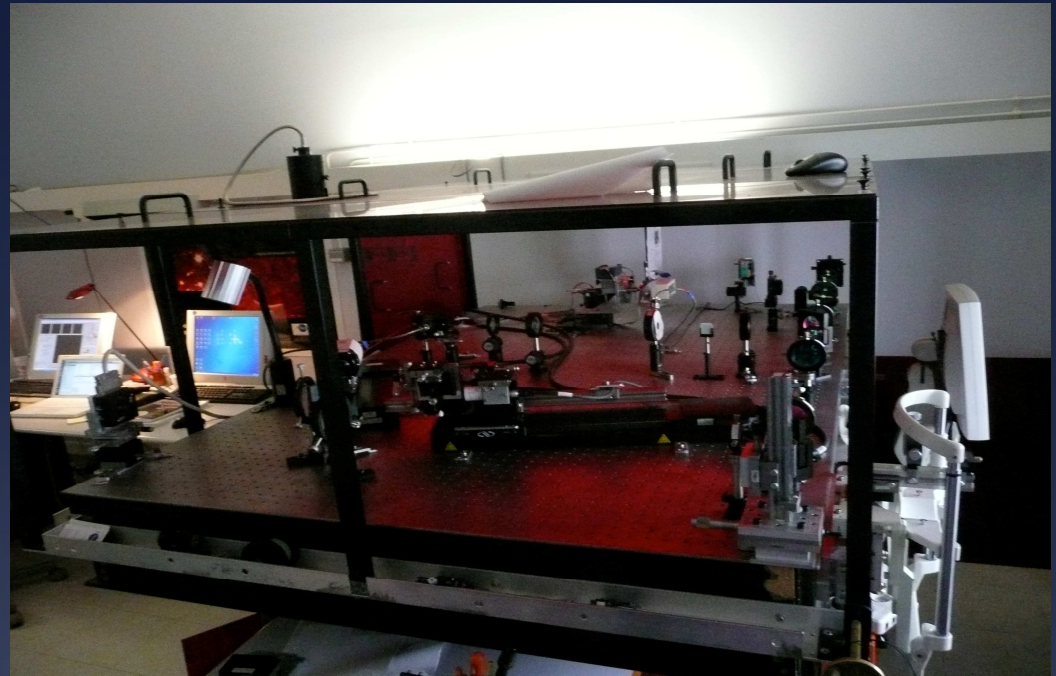
ONERA, DOTA  
G. Chenegros, M. Nicolas, L. Mugnier



# Contexte clinique

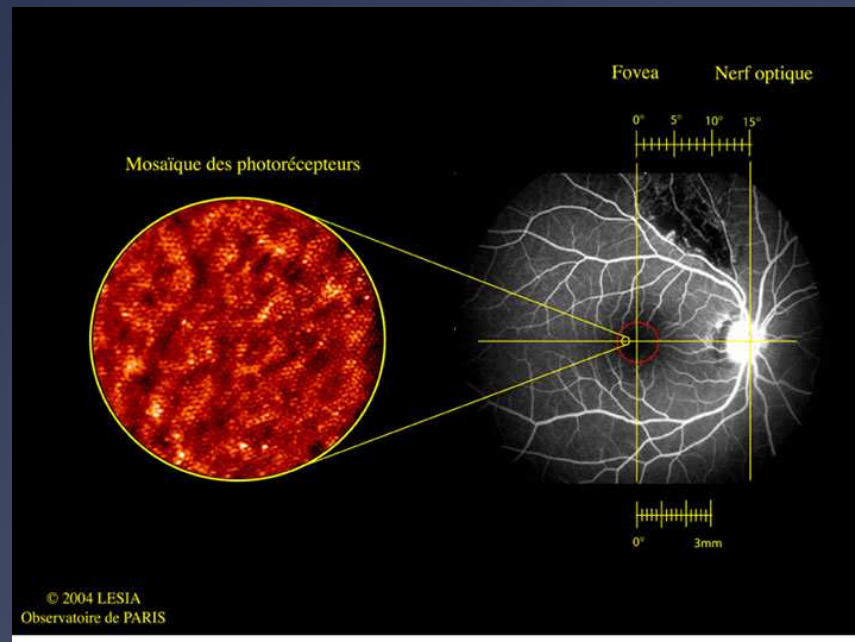
Instrument situé au Centre d'Investigation Clinique de l'Hôpital des Quinze-Vingts depuis 2003

Protocole clinique:  
40 sujets sains, 200 patients



# Objectif

Images grand champ de la rétine (SLO) -> Images à très haute résolution



Comptage de photorécepteurs:

- Faire du suivi de pathologie
- Diagnostic précoce (DMLA, RP)
- Travaux d'investigation

# Pourquoi l'OA pour l'imagerie rétinienne?

\* **OBJECTIF**: Imager les photorécepteurs, taille: de 1 à 4  $\mu\text{m}$

Résolution angulaire théorique de l'œil: 1,6  $\mu\text{m}$  à 550 nm

\* **MAIS** de fortes perturbations et aberrations dans l'œil existent:

- Inhomogénéité des dioptries: cornée, cristallin, humeur vitrée
- Renouvellement du film lacrymal
- Saccades oculaires et asservissement autour de la position de visée
- Bougé du patient

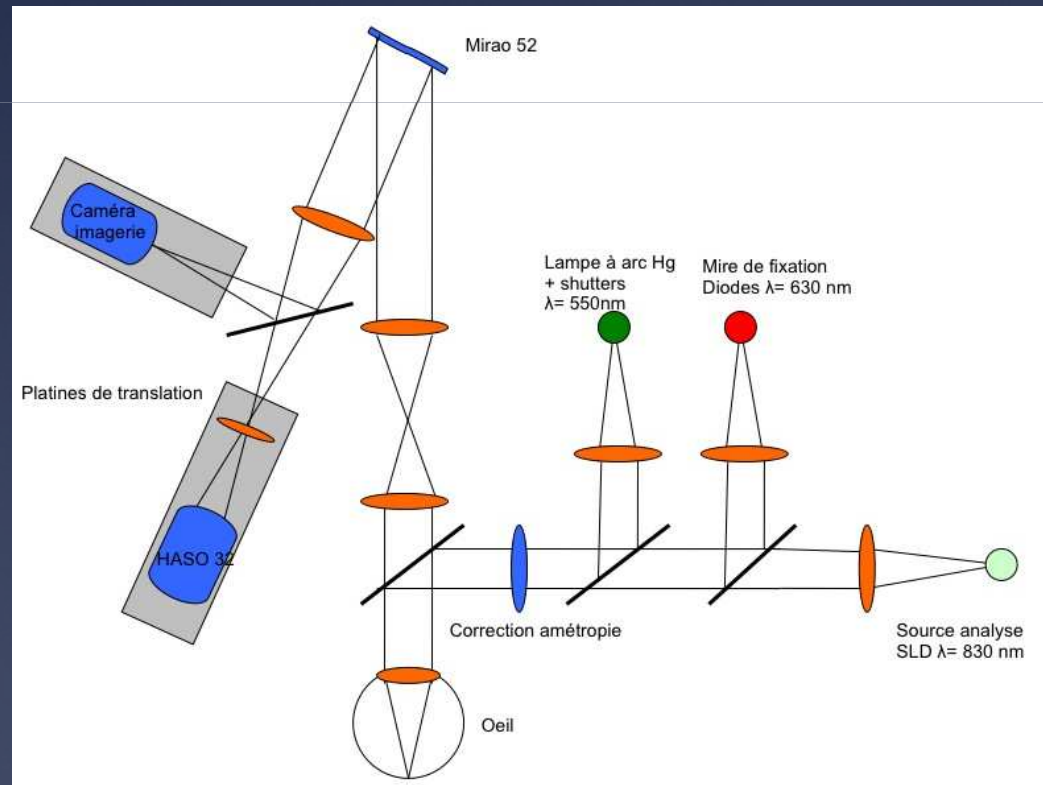
=> Ces facteurs diminuent la résolution angulaire et dégradent la qualité des images

=> OA nécessaire pour imager la rétine à haute résolution, résoudre et compter les photorécepteurs

# Caractéristiques de l'instruments

Boucle d'OA: MIRA0 52 actionneurs, HASO 32x32 sous pupilles (Imagines Eyes)  
Analyse à 830nm (Diode Super Luminescente)  
Fréquence de boucle de 7 Hz

Imagerie à 550nm (lampe à arc au mercure filtrée dans le vert)  
Champ éclairé de  $\approx 300 \mu\text{m}$  dans l'œil ( $1^\circ$ )  
Flashes de 7ms synchronisées avec l'analyse et la prise d'image.

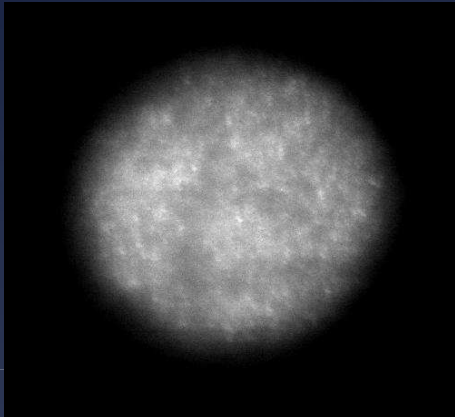


Correction de l'amétropie  
en amont de l'œil.

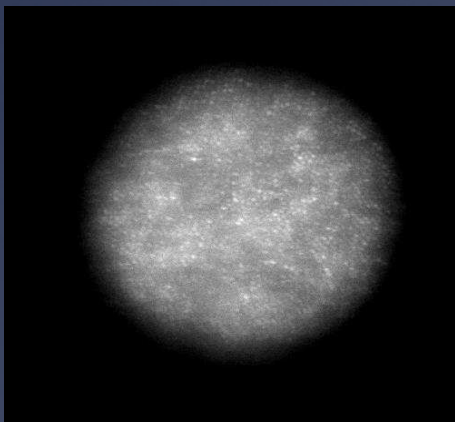
Déplacement de l'analyseur  
et de la caméra  
d'imagerie en aval

# Traitement des images: procédure

## 1° Sélection des images

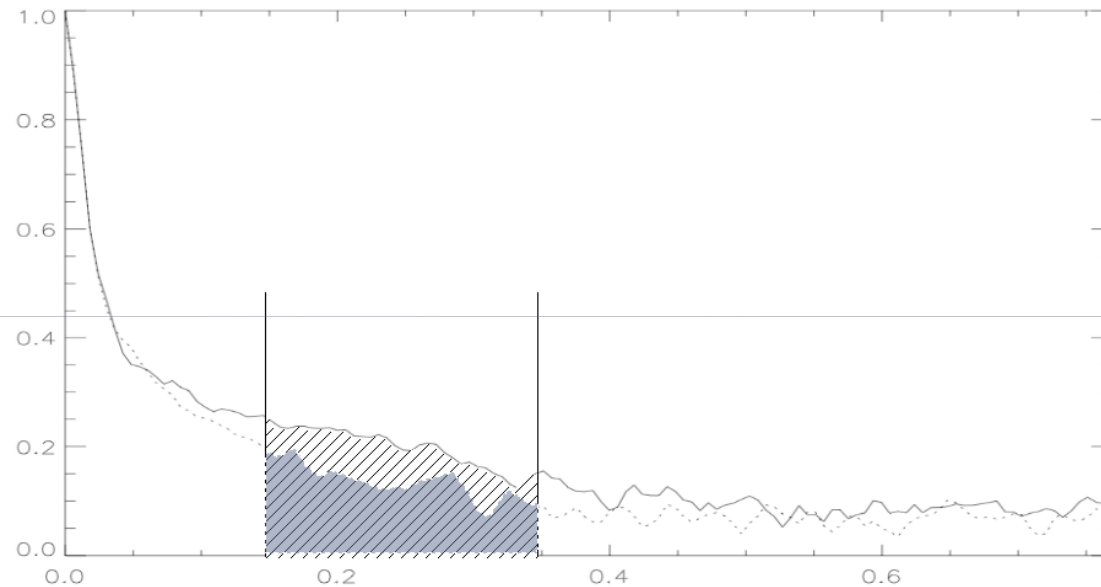


Mauvaise image



Bonne image

Spectre normalisé



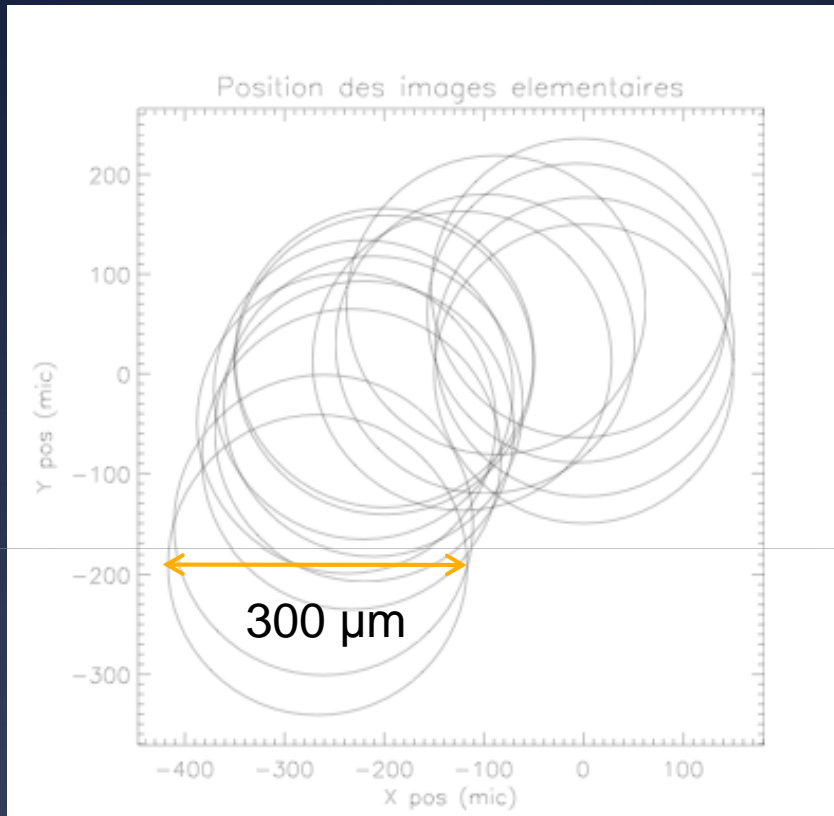
Photorécepteurs



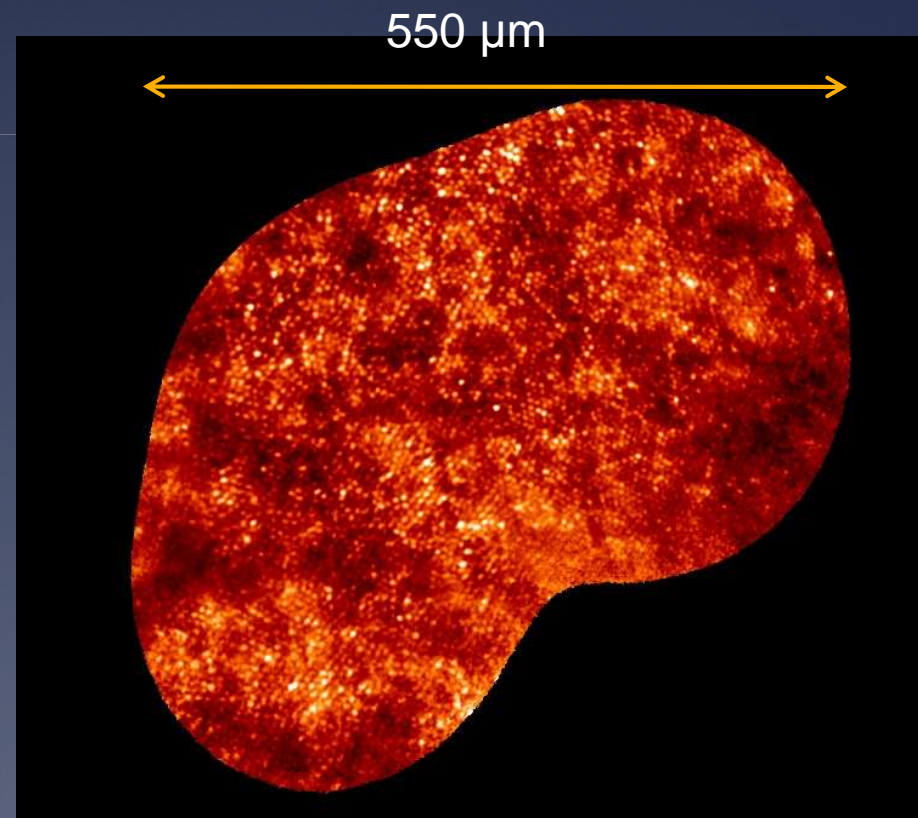
Fréquence spatiales  $\mu\text{m}^{-1}$

Elimination des images dont la densité spectrale intégrée dans la zone des ph. < à 80% de celle calculée pour la meilleure image

## 2° Calcul des corrélations entre images et calcul des positions.

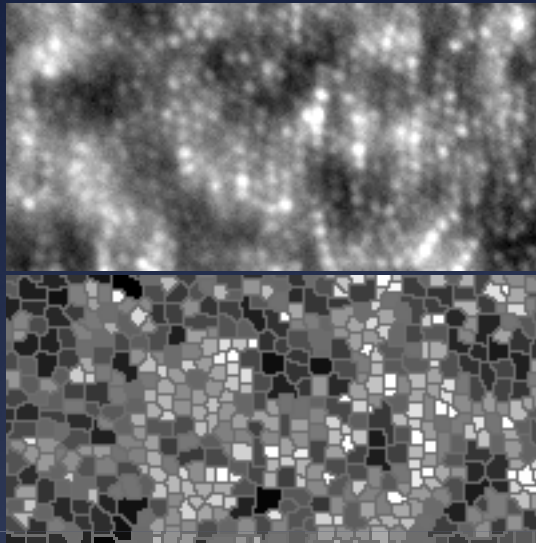


## 3° Reconstruction d'une image grand champ

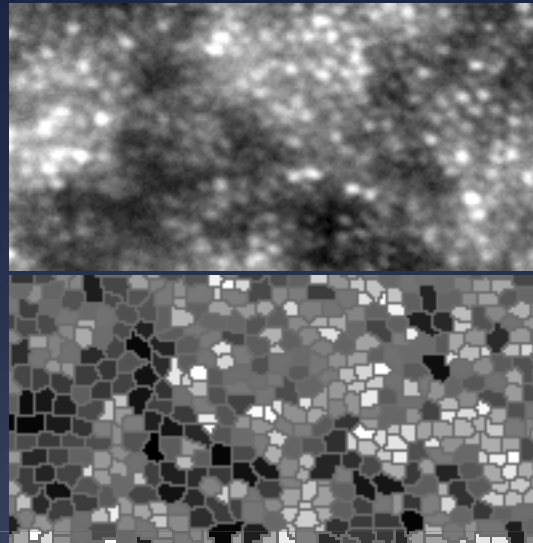


## 4° Comptage et calcul de la densité des photorécepteurs

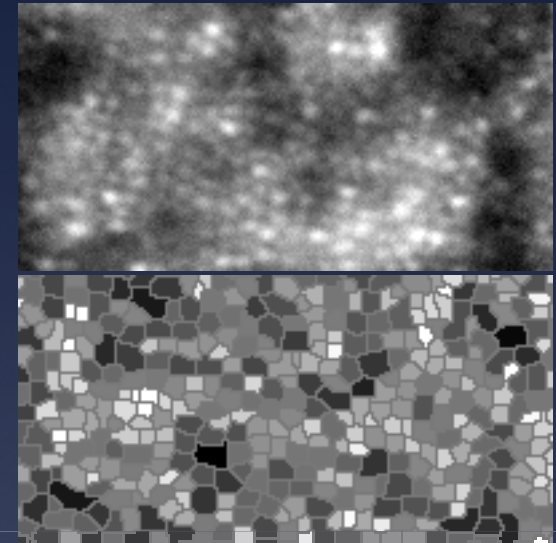
- 1ère méthode: 3 images faites à 3 excentricités  $\neq$  , sur œil droit en temporal



Excentricité 1

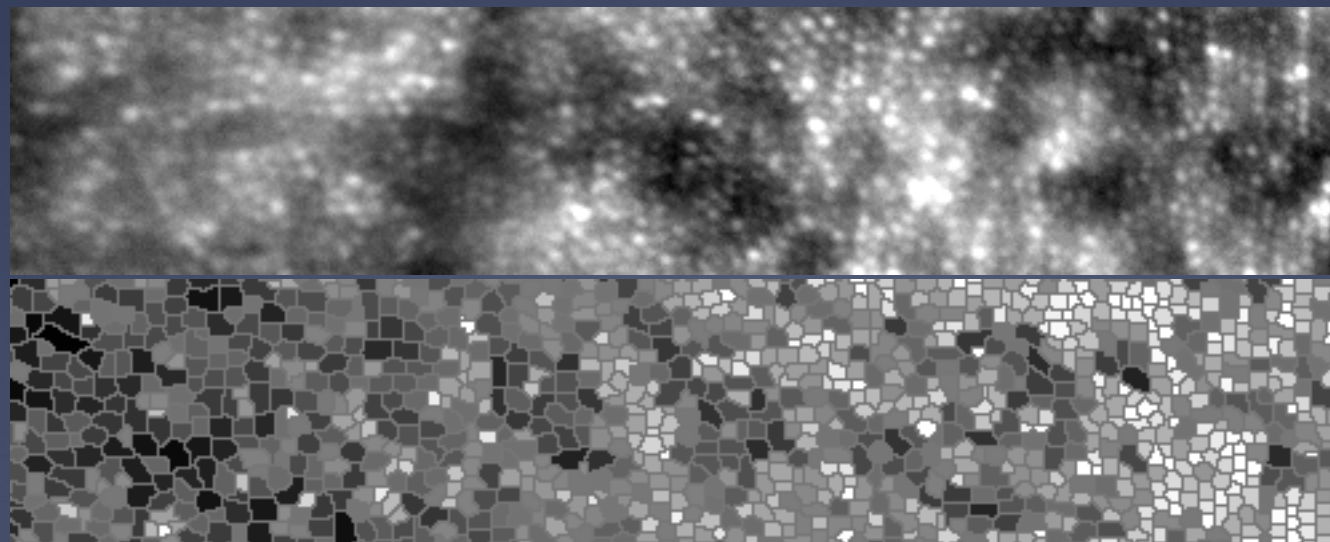


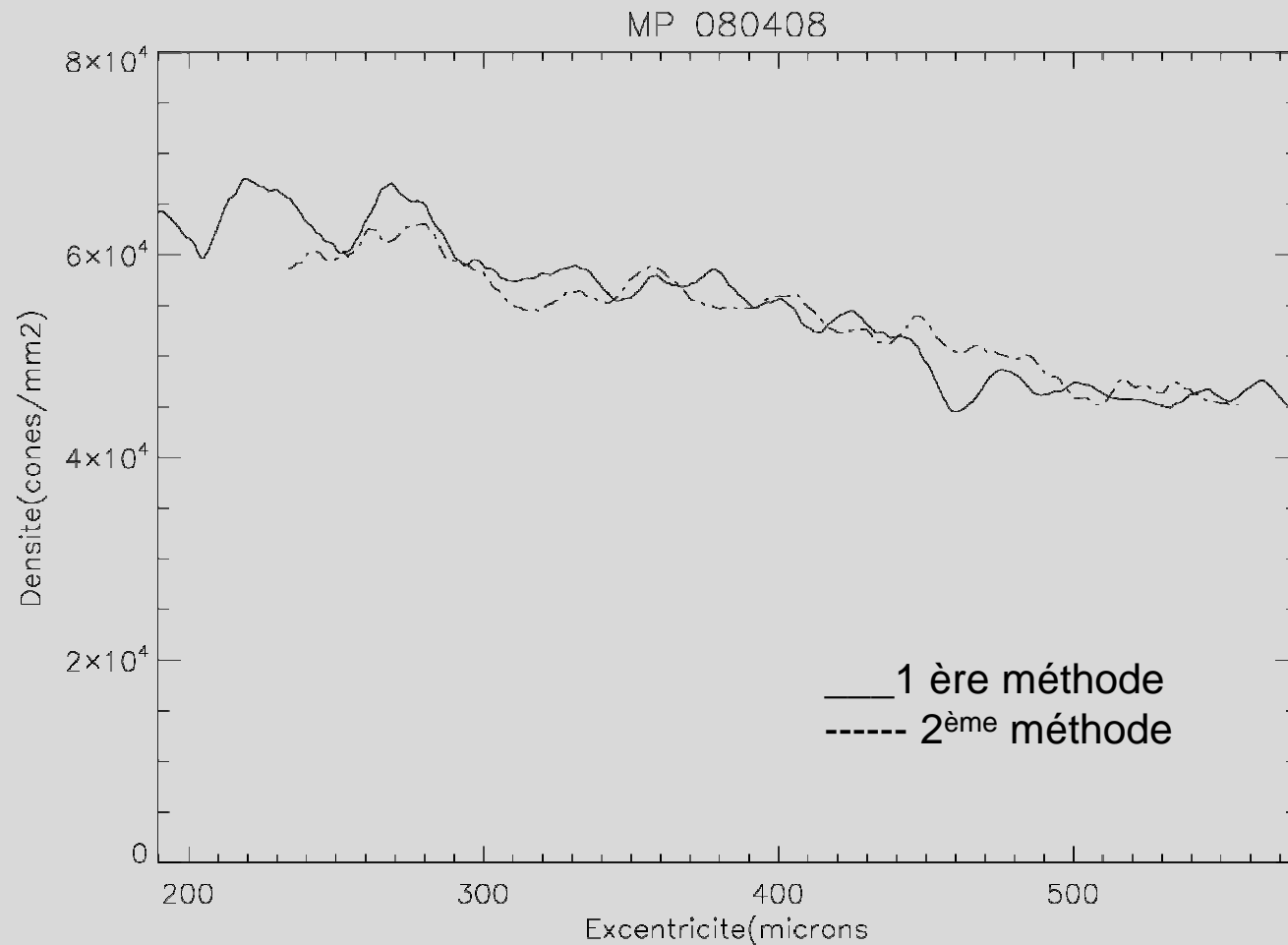
Excentricité 2



Excentricité 3

- 2ème méthode: Image reconstruite à partir de toutes images prises en 1, 2 et 3





=> Résultats semblable suivant la méthode utilisée.

=> Chiffres correspondants aux données histologiques (Curcio et al., 1990)



# Actions menées depuis un an

## 1. Problème du désalignement optique trop fréquent

⇒ Optimisation et fiabilisation de l'opto-mécanique.

## 2. Problème des yeux fortement amétropes (myopes ou hypermétropes)

⇒ Ajout d'une correction de l'amétropie UNIQUE pour toutes les voies d'injection.

⇒ Correction du focus par déplacement de l'analyseur et de la caméra d'imagerie.

## 3. Gagner en performances de la boucle

⇒ Changement du grandissement optique afin d'optimiser la taille de la pupille de l'œil à la taille du DM. Utilisation de tous les actionneurs du DM.

## 4. Simplifier le traitement des données

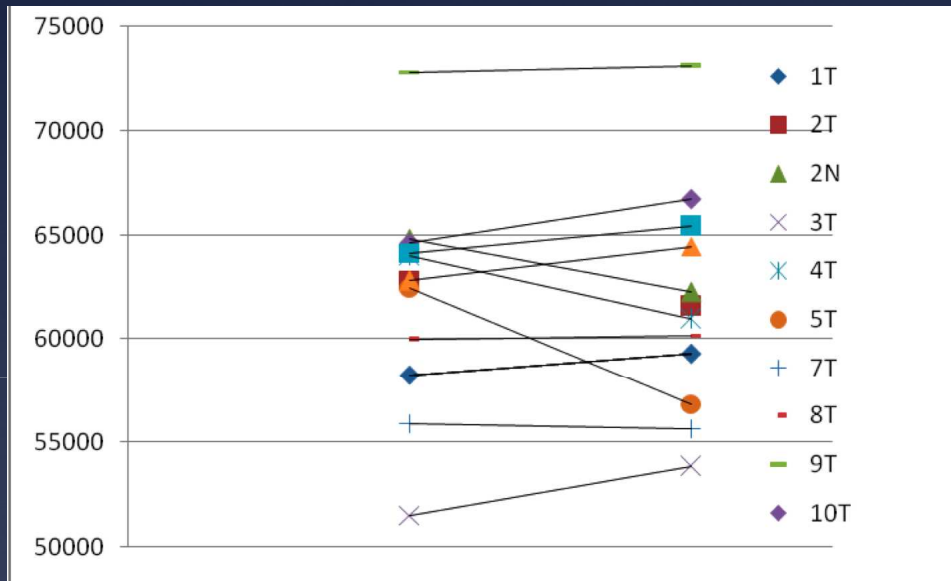
⇒ Reconstruction des images et calcul de densité AUTOMATIQUE dans le logiciel d'imagerie.

⇒ Résultats immédiat.

## 5. Vérification de la répétabilité des résultats

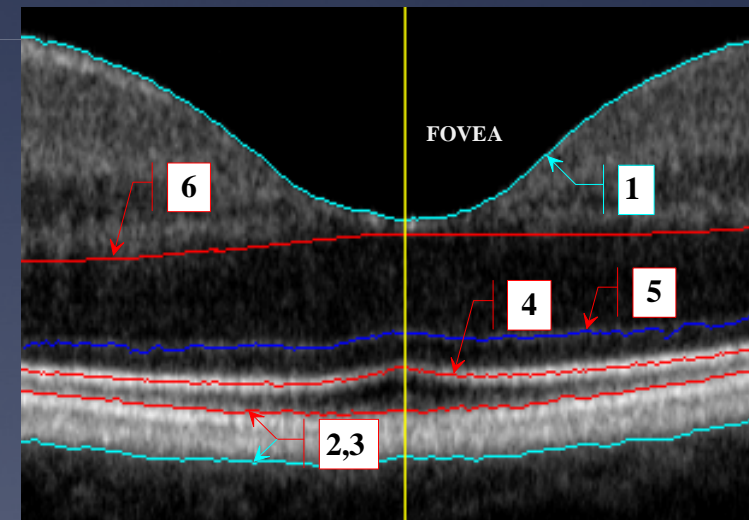
⇒ pratiquer le même examen 2 ou 3 fois sur la même personne espacés dans le temps (de 1 à plusieurs semaines)

Cones/mm<sup>2</sup>



Densité photorécepteurs mesuré lors de 2 passages P1 et P2 sur 10 sujets sains

Erreur entre les 2 passages <



## 6. Investigation clinique

A partir des données volontaires sains + données OCT (Fourier domaine)

⇒ Recherche de corrélation entre la densité de cônes et l'épaisseur de la rétine, ainsi qu'avec l'acuité visuelle.

⇒ Article en cours

# Bilan des actions menées pendant l'année

- 1. Plus de robustesse et de fiabilité dans l'instrument
- 1. Images de meilleure qualité (meilleure fermeture de boucle)
- 1. Plus de personnes « compatibles » avec l'instrument

---

- 1. Diminution du temps de l'examen
- 1. Visualisation plus rapide des résultats

# Perspectives

## 1° Au CIC

- Continuer le travail d'investigation

## 2° A l'institut de la vision

- Installer les premières expériences sur le rat et la souris
- Mise en œuvre d'un banc de R&D pour l'OA

## 3° A l'Observatoire de Meudon

- Poursuivre les développements sur le banc 3D (OA+OCT)

## 4° A l'ONERA

- Déconvolution 3D des images, suite de la thèse de G. Chenegros

# Remerciements

- Vartan Arslanyan, Atelier mécanique du LESIA
- Alain Piacentino, Bureau d'Etudes du LESIA
  
- Aux orthoptistes du CIC
- Aux volontaires sains



**Partenaires:** MKT, Imagines Eyes

**Projets en cours:** INOVEO, Rétinopathie