

# La rétinographie peut-elle remplacer le FO?

Docteur Stéphane Delage  
Lyon 08 et Centre Louis Paufigue

Congrès LOR (Pr. L. Kodjikian)  
Lyon, le 8 décembre 2017

2017 © Congrès Lyon Oeil Rétine – Toute reproduction, même partielle, est interdite.

# Conflit d'intérêt

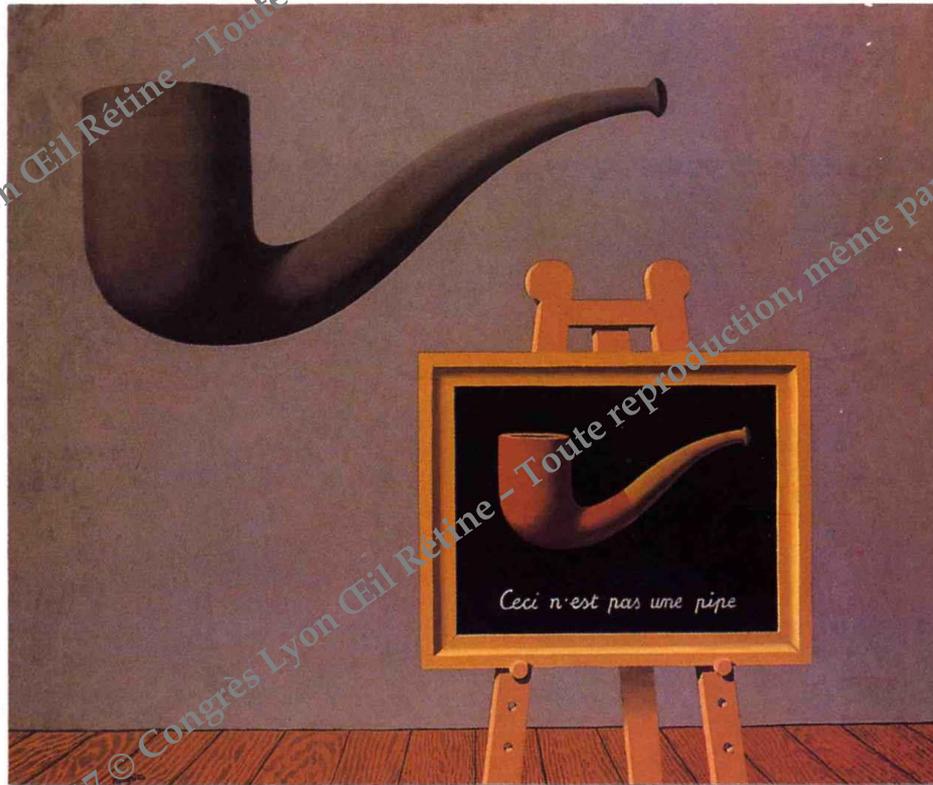
- Aucun conflit d'intérêt concernant les matériels et procédés exposés dans cette présentation

2017 © Congrès Lyon Œil Rétine

Toute reproduction, même partielle, est interdite.

2017 © Congrès Lyon Œil Rétine – Toute reproduction, même partielle, est interdite.

# Les deux mystères, René Magritte, 1966



# De Hermann Helmholtz : premier ophtalmoscope, 1851.....



... aux rétinographes numériques couleurs

« Si j'ai pu voir si loin, c'était que j'étais juché sur les épaules de géants », Isaac Newton

# Avantages des rétino-graphies numériques (1)

- mesures et comparaison (c/d, tumeurs,...)
- mémoire : archivage
- différents plans : longueur d'onde
- troubles des milieux : confocalité
- petites pupilles : confocalité encore
- périphérie : grands champs (WF) et ultra grands champs (UWF)
- macula : résolution
- délégation de tâche (acquisition) : décret de compétence des orthoptistes (avec ou sans mydriatiques, selon les cas)

# Avantages (2)

- **Interprétation en temps différé ou non** : les protocoles organisationnels
- **Télé médecine** : la rétinopathie diabétique, mais aussi la DMLA exsudative

# Les protocoles organisationnels

- En phase de déploiement dans le cadre de la rétinopathie diabétique (RD), entre autres : rôle moteur du SNOF et de l'Académie (CNP)

**SYNDICAT NATIONAL DES OPHTALMOLOGISTES DE FRANCE**

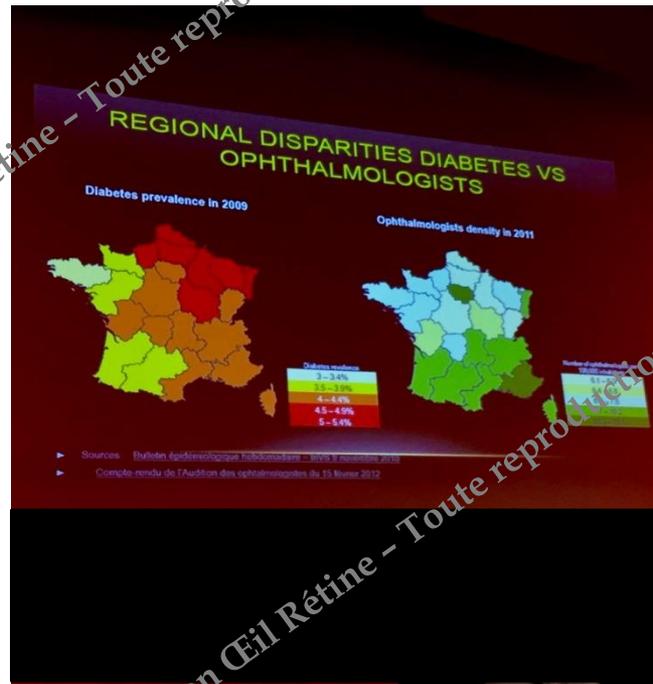
**Cabinet d'ophtalmologie des docteurs XX YY**

**Protocole organisationnel entre ophtalmologiste et orthoptiste :**  
Dépistage de la rétinopathie diabétique par photographies du fond d'oeil réalisées par un orthoptiste, en présence ou en l'absence de l'ophtalmologiste, dans le cadre du suivi oculaire du patient diabétique, avec lecture médicale du dossier.

*Protocole conforme aux dispositions du Décret n° 2016-1670 du 5 décembre 2016 relatif à la définition des actes d'orthoptie et aux modalités d'exercice de la profession d'orthoptiste, ainsi qu'aux articles R. 4342-1 à R. 4342-7 du Code de la Santé Publique.*

<b>Date d'application :</b> xx /yy/201x	<b>Noms, prénoms et adresses professionnelles des orthoptistes participant au protocole organisationnel :</b>
<b>Lieux d'application du protocole</b> Cabinet d'ophtalmologie des docteurs XX YY (ou autres lieux prévus dans le décret) établissement de	
	AB      adresse
	CD      adresse

# Télémédecine : une des armes contre les déserts médicaux



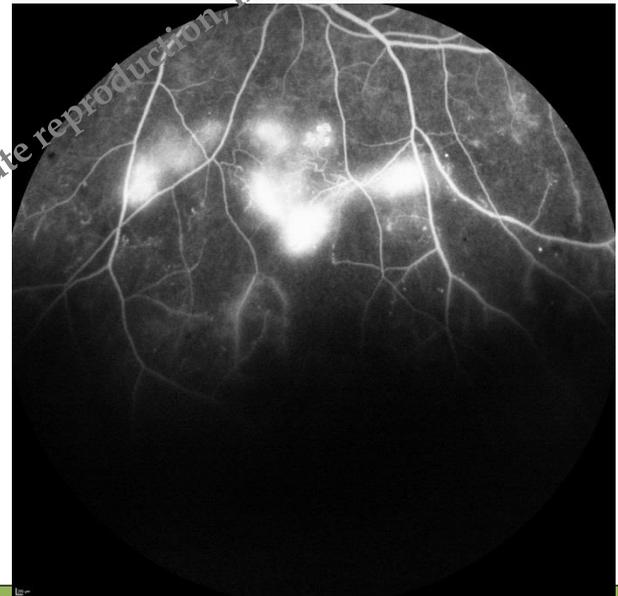
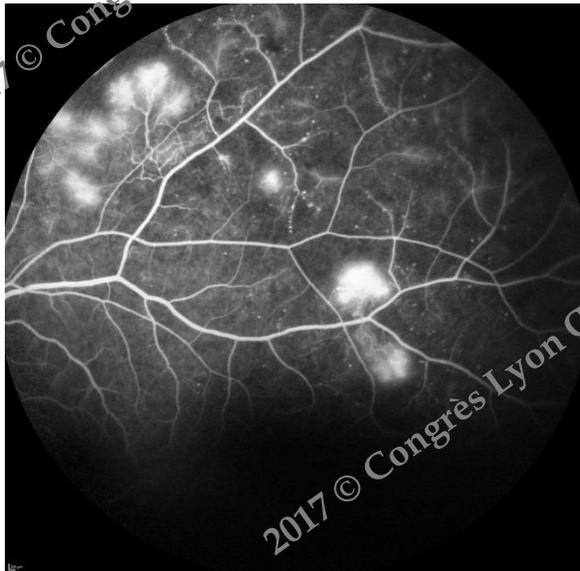
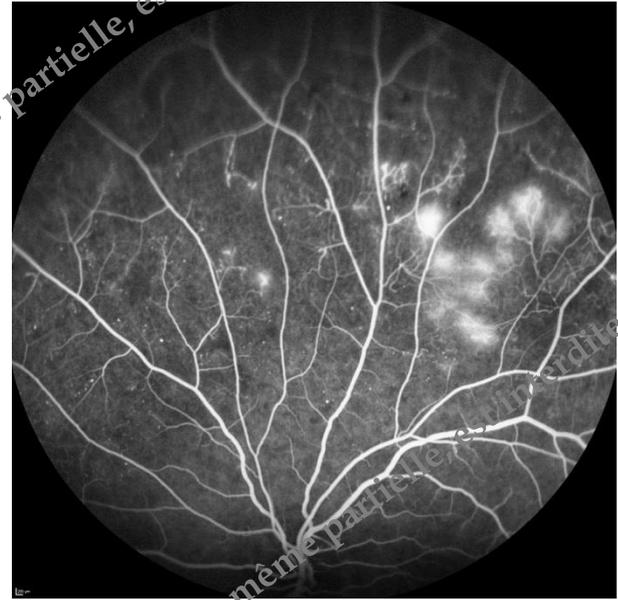
Pr. L. Kodjikian, Congrès ROi Lyon, 8 décembre 2015

# Le dépistage de la RD

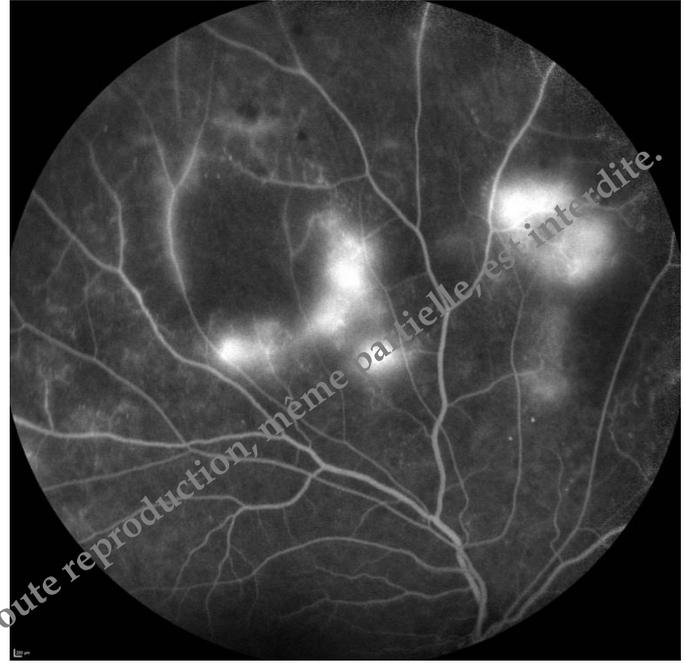
- En 2014 : **40 % des diabétiques** ne sont pas dépistés en appliquant **les recommandations de la HAS**
- 2016 : **premier acte de télémédecine** inscrit à la NIGAP des orthoptistes pour l'acquisition (AMY 6,1 = 15,86 E ou AMY 6,7 = 17,42 E) et à la CCAM des OPH pour la lecture, mais seulement 11.30 E pour l'OPH (BGQP140) avec contraintes (au moins 500 lectures / an, retour d'information rapide, confidentialité des échanges,...)

## Extrait des recommandations de la HAS

- Un cliché d'au moins 45° centré sur la **macula** + un centré sur la **papille**, effectués par un opérateur formé
- Cliché **nasal** capital +++ (voir infra)
- Conditions techniques d'interprétation (écran d'au moins 19 pouces, lecture d'au moins 500 photos / an,....)



2017 © Congrès Lyon Œil Rétine - Toute reproduction, même partielle, est interdite.



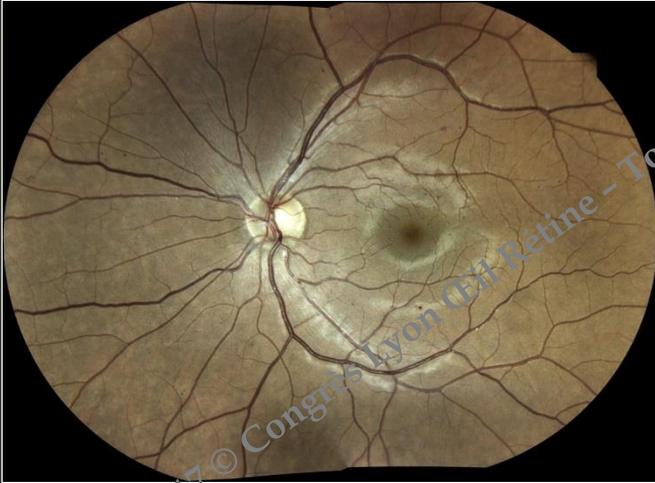
2017 © Congrès Lyon Œil Rétine - Toute reproduction, même partielle, est interdite.

# Télémédecine : la DMLA exsudative aussi

- Nécessité réinjection ou non (21 patients)
- AV, OCT, RPC +/- FO dilaté (Volk 90°)
- Sensibilité : 95%
- Spécificité : 85%
- FN : 8 %
- FP : 1%
- Temps / patient : 1 min. 21 sec. v. 10 min.

Evaluation of a telemedicine model to follow-up patients with exsudative age-related macular degeneration ; Jose Andonegui ; Retina 36:279-284, 2016

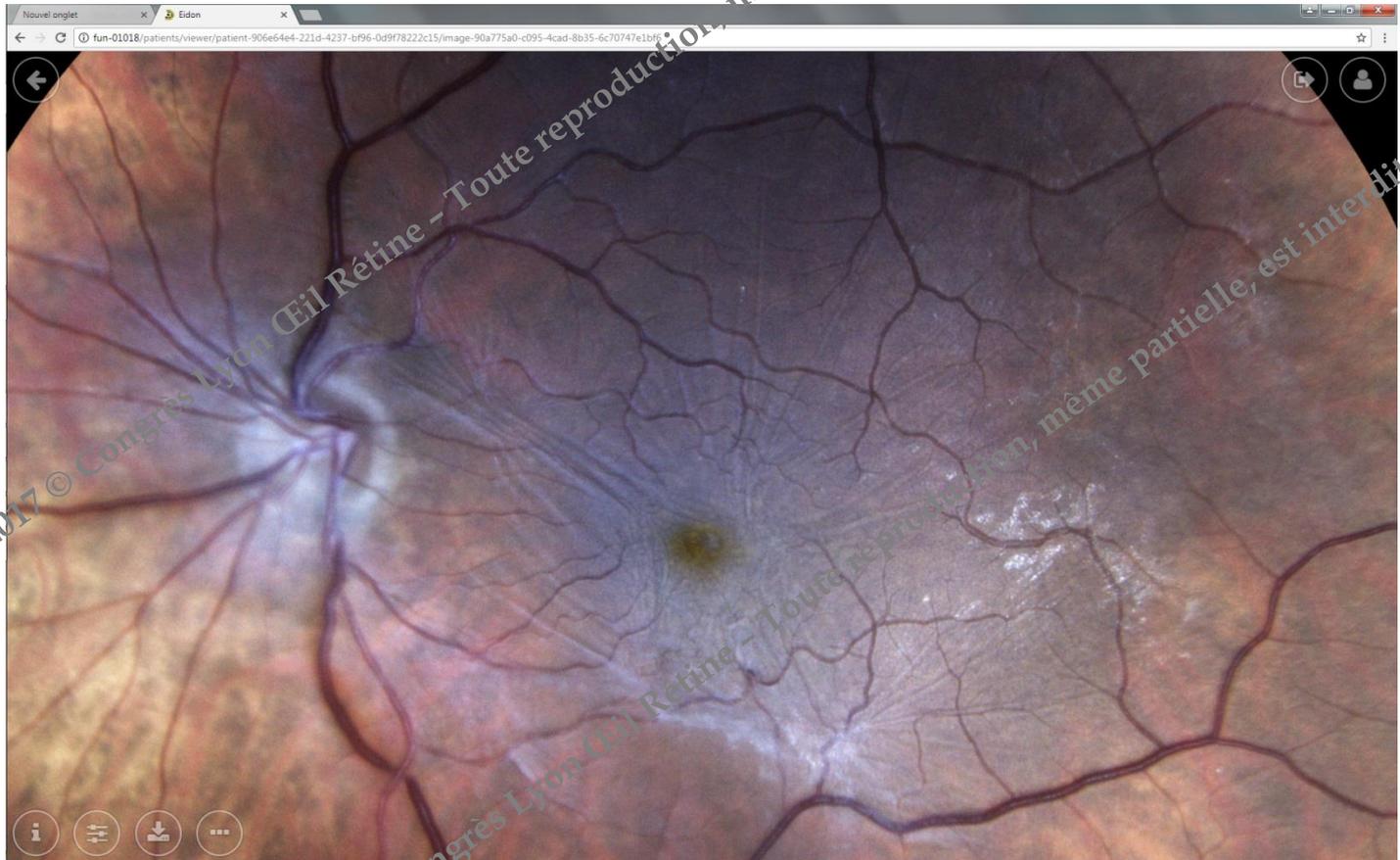
Interprétation : la meilleure qualité d'image possible



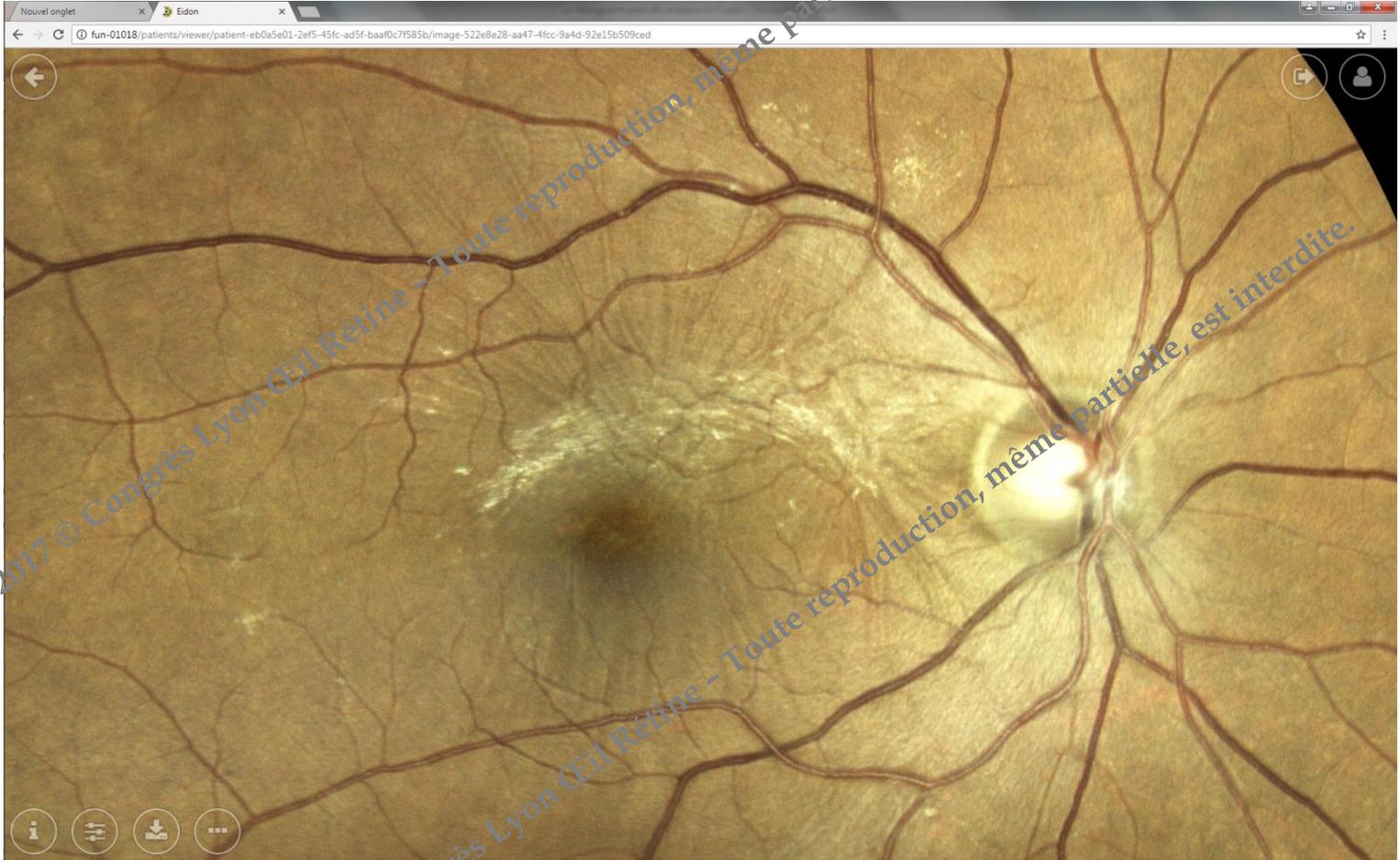
Rétinographie confocale en lumière blanche à 60° (Eidon)

2017 © Congrès Lyon Œil Rétine - Toute reproduction, même partielle, est interdite.

# Eidon : zoom sur cliché central de 60°



2017 © Congrès Lyon Œil Rétine - Toute reproduction, même partielle, est interdite.



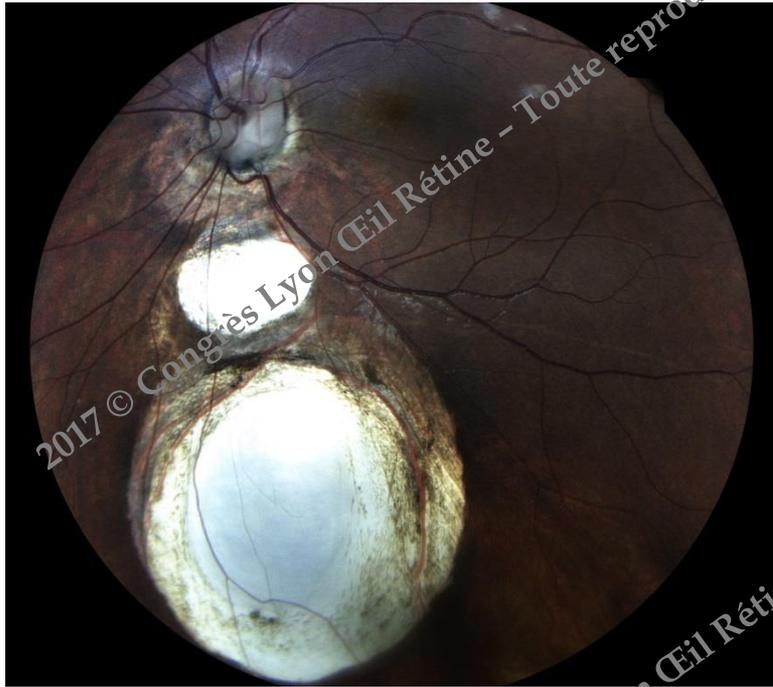
2017 © Congrès Lyon Œil Rétine - Toute reproduction, même partielle, est interdite.



2017 © Congrès Lyon Œil Rétine - Toute reproduction, même partielle, est interdite.

2017 © Congrès Lyon Œil Rétine - T

# Clichés périphériques



2017 © Congrès Lyon Œil Rétine - Toute reproduction, même partielle, est interdite.

# Mosaïques complètes

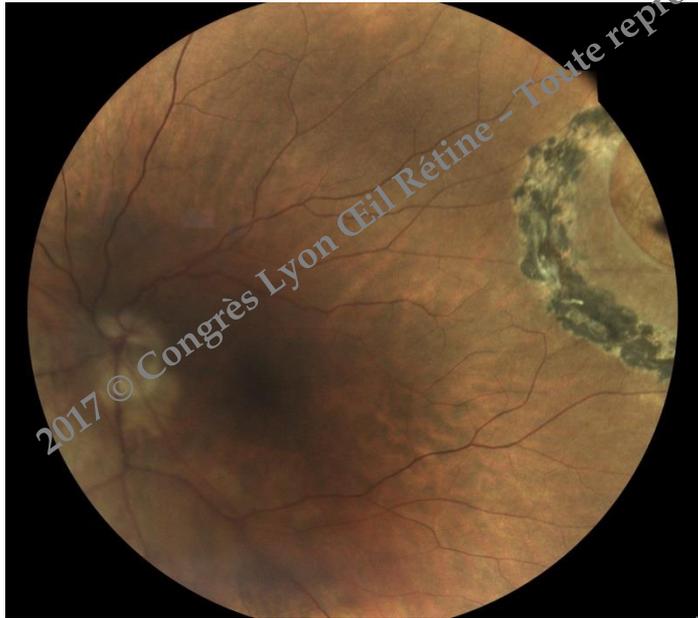


# Infra-rouge



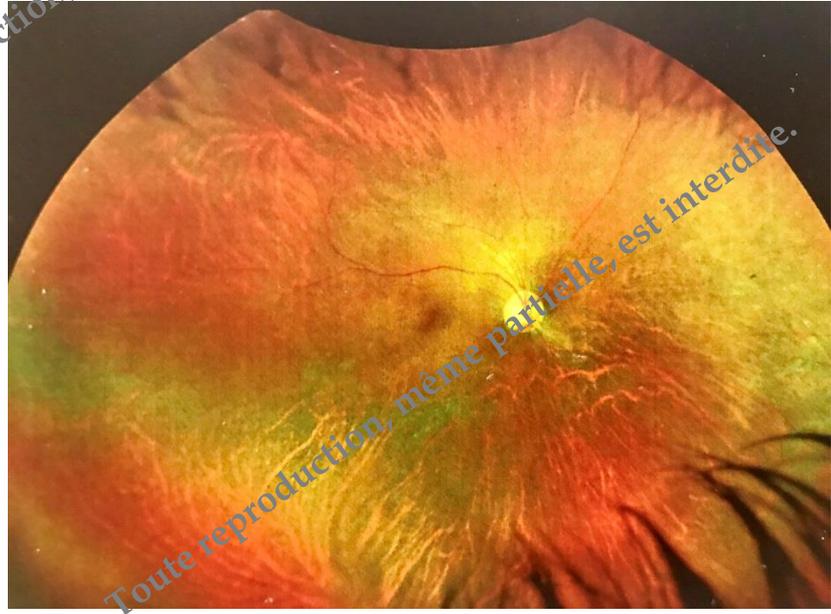
2017 © Congrès Lyon Œil Rétine – Toute reproduction, même partielle, est interdite.

# Quand le champ ne suffit pas....



## Champs larges (WF) et ultra-larges (UWF)

- **Eidon (CenterVue)**: 60° en vraies couleurs, lumière blanche confocale, séparable en RGB, AF et IR
- **Clarus 500 (Zeiss)** : 133° en vraies couleurs, séparables en RGB, AF et IR, semi-confocal
- **California (Optos)** : 200° en couleurs séparables en RGB, AF, Fluo, ICG



2017 © Congrès Lyon Œil Rétine - Toute reproduction, même partielle, est interdite.

2017 © Congrès Lyon Œil Rétine - Toute reproduction, même partielle, est interdite.

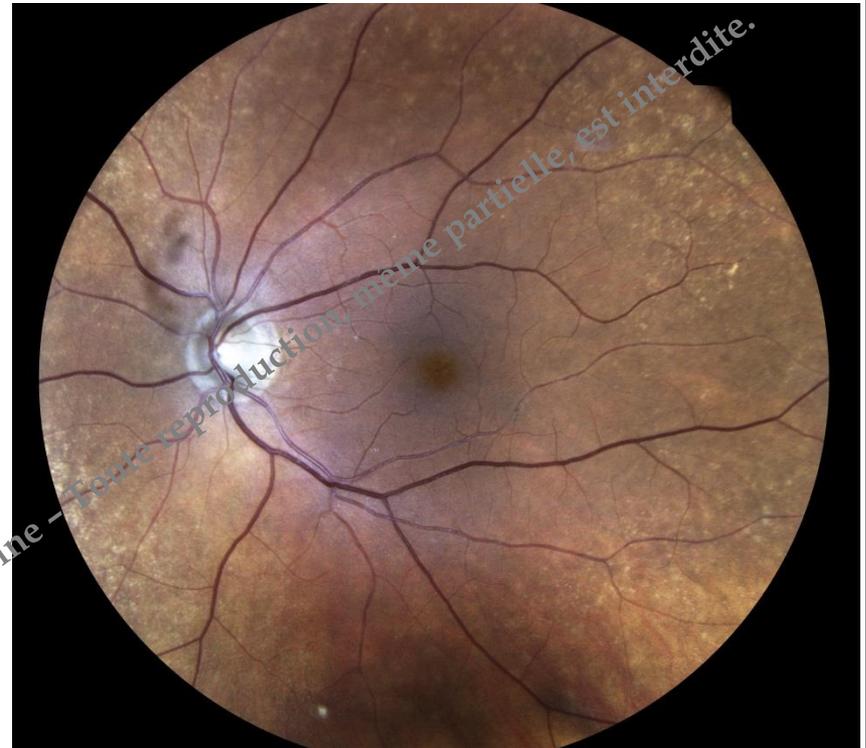
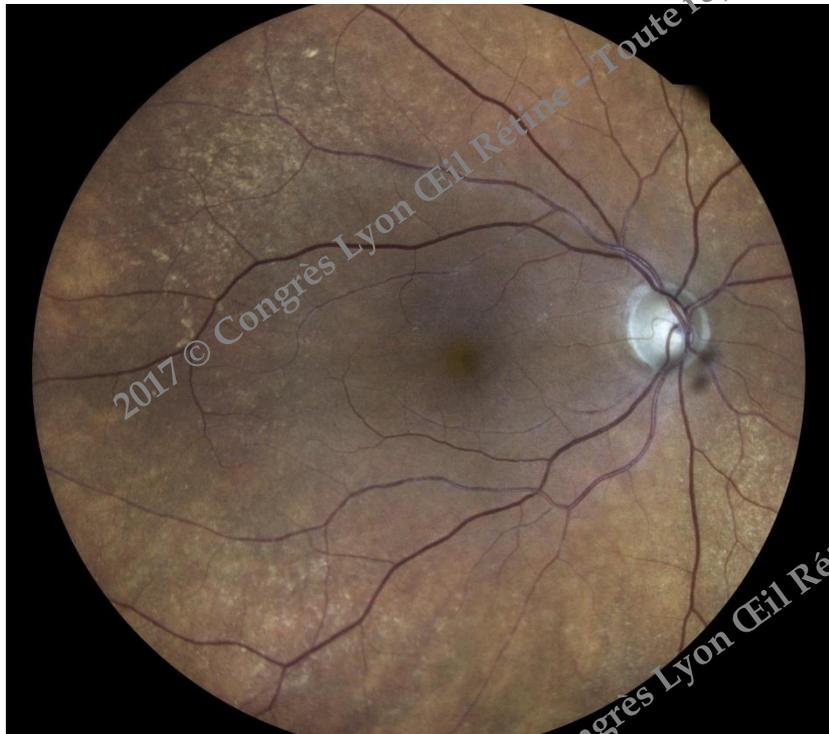
# Limites des rétinographes numériques / FO

- Coût, maintenance
- Vitré, interface vitréo-rétinienne, extrême périphérie (déhiscences, pars planites, ...), pathologies infra-cliniques (ex. NVSR type 1 non exsudatifs, mais augmentant en taille)
- Compromis champ / résolution
- Images ininterprétables
- Images faussement rassurantes : le vrai danger!  
(voir supra : RD proliférante)

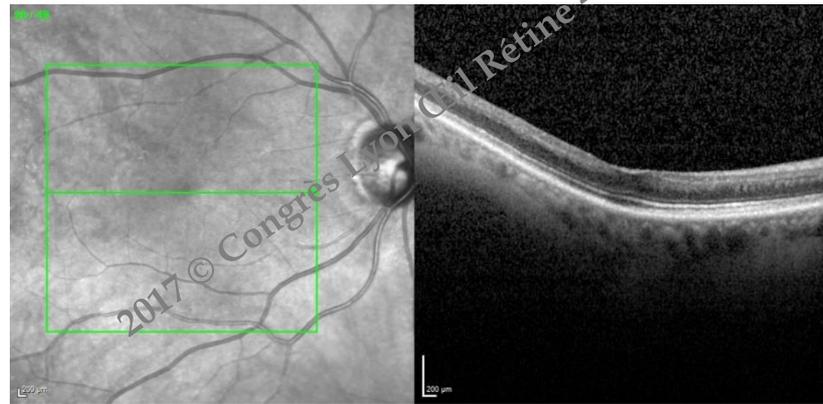
# Images faussement rassurantes

AV = CLD

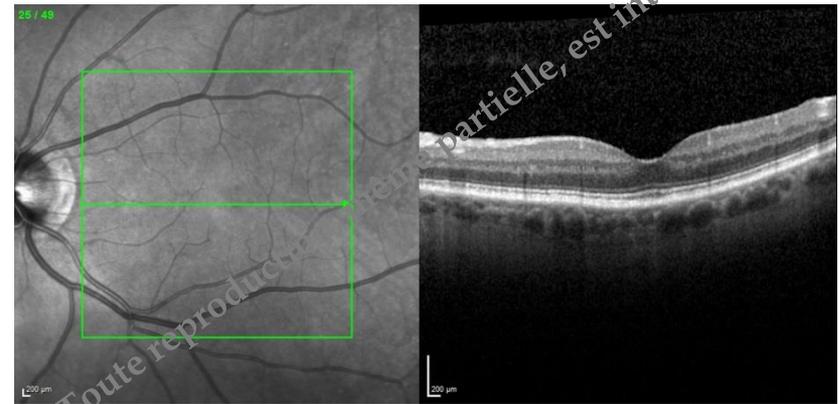
AV = 10/10, P2



2017 © Congrès Lyon Œil Rétine - Toute reproduction, même partielle, est interdite.



AV = CLD



AV = 10/10, P2

2017 © Congrès Lyon Œil Rétine – Toute reproduction, même partielle, est interdite.

# Elément d'une imagerie multimodale

## OCT Angiography Report

ID: C43985

1

OD(R)

Image Quality: 51 Analysis mode: Fine  
Capture Date: 03/05/2017

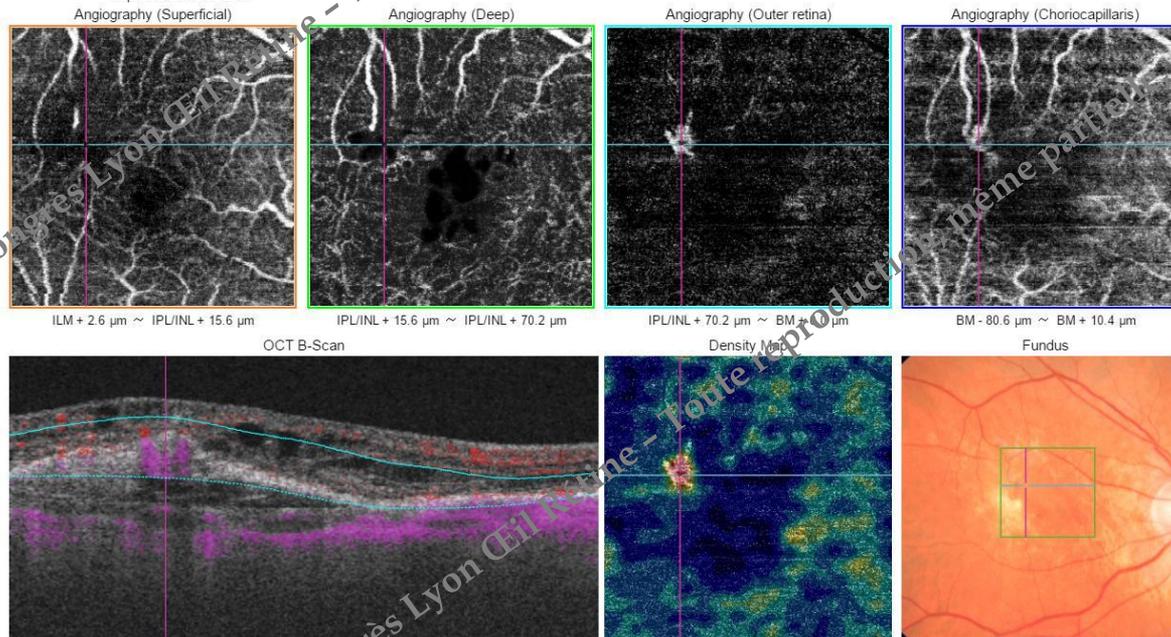
Triton

Ethnicity: Caucasian  
Gender: Female  
DOB: 23/05/1923 Age: 93

Print Date: 03/05/2017

TOPCON

Technician:  
Fixation: Macula  
Scan: 3D(3.0x3.0mm - 320x320)



Angiography (Superficial)

Angiography (Deep)

Angiography (Outer retina)

Angiography (Choriocapillaris)

ILM + 2.6  $\mu$ m ~ IPL/INL + 15.6  $\mu$ m

IPL/INL + 15.6  $\mu$ m ~ IPL/INL + 70.2  $\mu$ m

IPL/INL + 70.2  $\mu$ m ~ BM + 10  $\mu$ m

BM - 80.6  $\mu$ m ~ BM + 10.4  $\mu$ m

OCT B-Scan

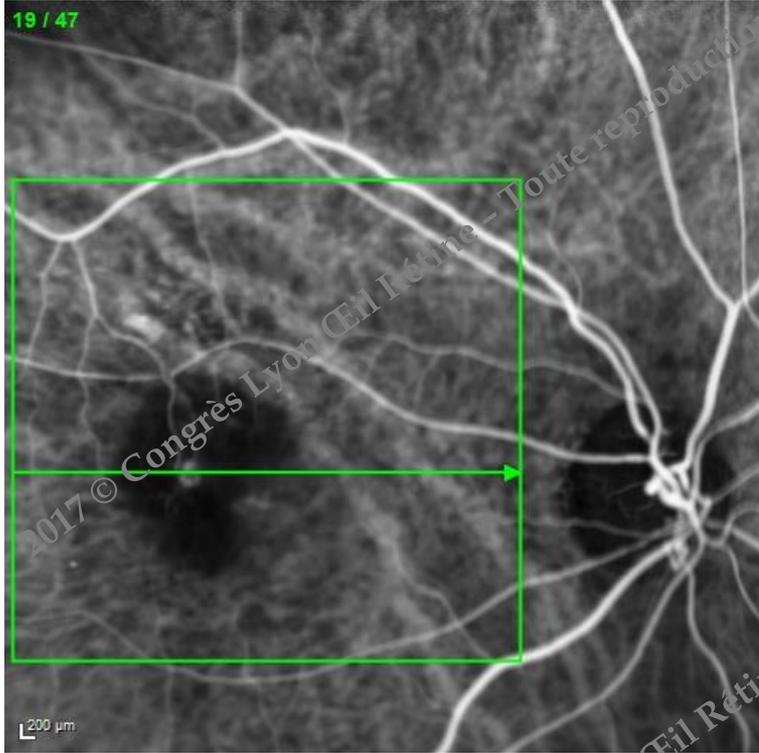
Density Map

Fundus

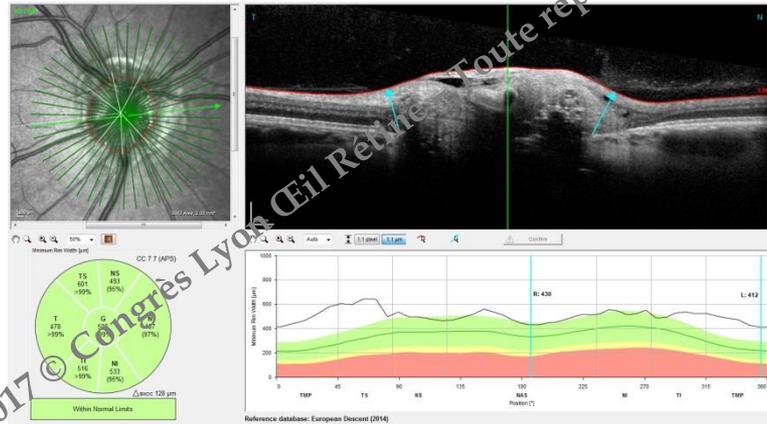
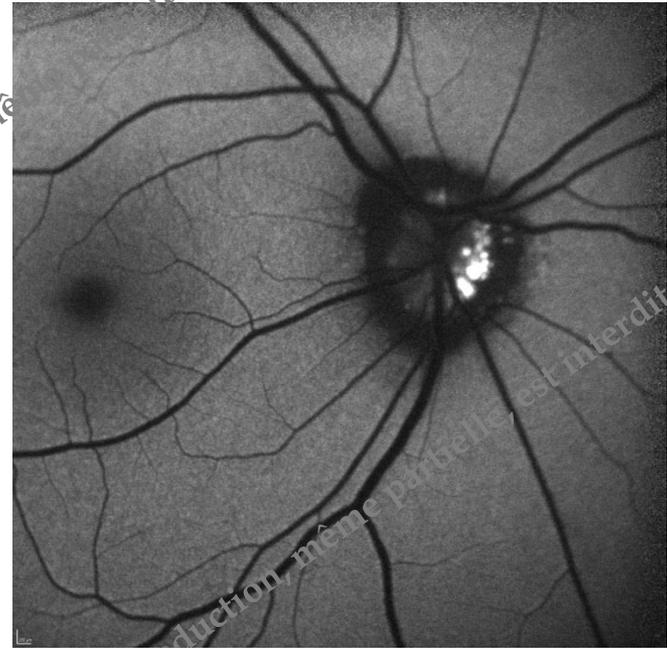
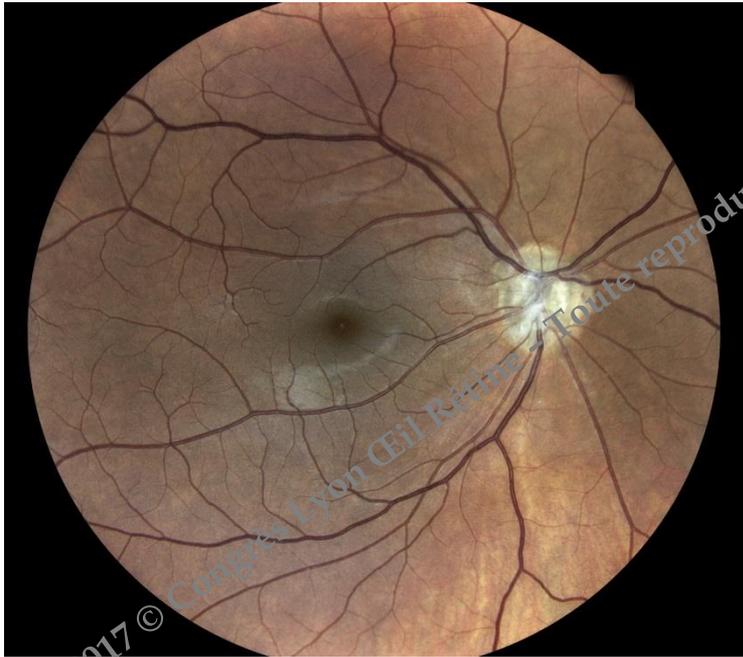
Comments:

Signature:

Date:

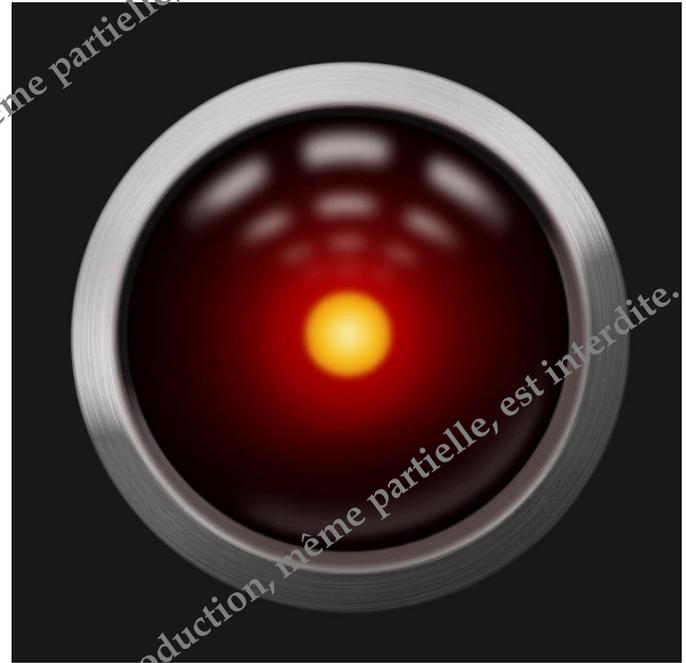


2017 © Congrès Lyon Œil Rétine – Toute reproduction, même partielle, est interdite.



2017 © Congrès Lyon Œil Retine - Toute reproduction, même partielle, est interdite.

# Deep learning



Hal 9000 in « a Space  
Odyssey » by Stanley  
Kubrick, 1968

2017 © Congrès Lyon Œil Rétine – Toute reproduction, même partielle, est interdite.

2017 © Congrès Lyon Œil Rétine – Toute reproduction, même partielle, est interdite.

# Deep learning

- 1995 : jeu de **dames**
- 1997 : jeu d'**échecs** : Deep Blue, IBM
- 2007 : **jeopardy** : Watson, IBM
- 2016 : jeu de **go** : Deep Mind, Google
- Avenir : **poker** no-limit

# Programme Watson d'IBM

- Thomas Watson
- HAL / IBM
- Informatique cognitive
- Véritable **auto-apprentissage** de l'AI à la différence des interprétations des **ECG**, disponibles dès les années 1990
- **Collaboration mondiale** autour de l'imagerie médicale (communiqué de presse du 3 Août 2016)
- **En ophtalmologie** : 16 acteurs dont le Moorfields Hospital à Londres (1.6 Millions de dossiers médicaux... mais patients non prévenus...)
- Rester propriétaires de ses données!
- Ethique et bonnes pratiques : partnership on IA : GAFAM, sept. 2016

# Performances : RD

- Sensibilité : de 90,3% à 97,5%
- Spécificité : de 93,4% à 98,1%
- Ceci, après analyse de 250.000 rétinothots
- Seuls 2 des 15 auteurs de cette étude sponsorisée par Google étaient docteurs en médecine

\* Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs Varun Gulshan et al., JAMA. 2016;316(22):2402-2410

# Avantage des ordinateurs

- Absence de biais cognitifs (fatigue, humeur, stress, vécu, caractère,.....)
- Mise en relation d'éléments disparates / maladies exceptionnelles
- Auto-apprentissage : réseaux neuronaux, méta-données, internet

# Le vrai transfert de compétences?

- « They should stop training radiologists now »  
said Geoffrey Hinton\*
- Télé-médecine + AI = zéro ophtalmologistes?

\* Mukherjee S., AI versus MD: What happens when diagnosis is automated.  
New Yorker. April 3, 2017

# Considérer l'AI comme une aide et non comme une concurrence

- 32 millions de rétinophotos à analyser par an aux USA pour avoir un dépistage correct de la RD
- Prédiction personnalisée de l'évolution d'un stade intermédiaire de MLA vers une DMLA en fonction de l'analyse phénotypique de l'OCT par AI, combinée aux biomarqueurs génétiques (1)
- Dépistage du kératocône frustré avant chirurgie réfractive (2)

(1) Ursula Schmidt-Erfurth MD, Identification of Markers for Disease Conversion in Early AMD, *Subspecialty Days, AAO 2017*

(2) Ambrosio R Jr. et al., *J Refract. Surg.*, 2017; 33(7): 434-443

# Limites l'IA

- Black Box
- Faux négatifs (par minimales altérations de pixels)
- Faire confiance?
- Responsabilités?

# Rester médecins

- « Le vrai danger ce n'est pas quand les ordinateurs penseront comme les hommes, c'est quand les hommes penseront comme les ordinateurs »

Sydney Harris (1917-1986)

Merci de votre attention

2017 © Congrès Lyon Œil Rétine – Toute reproduction, même partielle, est interdite.

2017 © Congrès Lyon Œil Rétine – Toute reproduction, même partielle, est interdite.