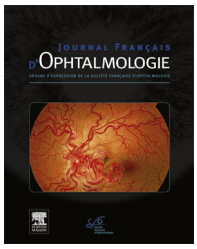
Journal français d'ophtalmologie (2015) 38, 388—394

Disponible en ligne sur ScienceDirect www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France EM|consulte www.em-consulte.com



ARTICLE ORIGINAL

# Imagerie des dystrophies cornéennes : corrélations entre l'OCT en face de segment antérieur et la microscopie confocale in vivo

## *Imaging of corneal dystrophies: Correlations between en face anterior segment OCT and in vivo confocal microscopy*

**W. Ghouali[a], R. Tahiri Joutei Hassani[a,b], H. Liang[a,b,d,e,f], S. Dupont-Monod[a], F. Auclin[a,b], C. Baudouin[a,b,c,d,e,f], A. Labbé[a,*,b,c,d,e,f]**

[a] *Service d'ophtalmologie 3, centre hospitalier national d'ophtalmologie des Quinze-Vingts, 28, rue de Charenton, 75012 Paris, France*
[b] *Centre d'investigation clinique, CIC Inserm 503, centre hospitalier national d'ophtalmologie des Quinze-Vingts, 28, rue de Charenton, 75012 Paris, France*
[c] *Service d'ophtalmologie, hôpital Ambroise-Paré, AP—HP, département hospitalo-universitaire vision et handicaps, université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, 9, avenue Charles-De-Gaulle, 92100 Boulogne Billancourt, France*
[d] *Inserm, U968, 75012 Paris, France*
[e] *Université UPMC Paris 06, UMR S 968, Institut de la Vision, 75012 Paris, France*
[f] *CNRS, UMR 7210, 75012 Paris, France*

Reçu le 4 septembre 2014 ; accepté le 13 octobre 2014
Disponible sur Internet le 25 avril 2015

**MOTS CLÉS**
OCT en face ;
Microscopie confocale in vivo ;
Dystrophies cornéennes ;

**Résumé**
*Objectif.* — Étudier l'apport de l'OCT en face dans l'évaluation des dystrophies cornéennes et décrire les corrélations avec la microscopie confocale in vivo (IVCM).
*Patients et méthodes.* — Trente-deux yeux de 16 patients atteints de 4 types de dystrophies cornéennes (dystrophie de Cogan, de Fuchs, de Reis-Bücklers et Crocodile Shagreen) ont été inclus dans cette étude. Tous les patients ont bénéficié d'une analyse de la cornée en OCT grâce à

* Auteur correspondant.
*Adresse e-mail :* dr.antoinelabbe@gmail.com (A. Labbé).

http://dx.doi.org/10.1016/j.jfo.2014.10.015
0181-5512/© 2015 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Imagerie du segment antérieur

des coupes axiales et des reconstructions en face. Les images ont été ensuite confrontées aux aspects observés en IVCM.
*Résultats.* — Les images d'OCT en face offraient des informations supplémentaires sur l'aspect, la taille et la profondeur des altérations tissulaires au cours des dystrophies cornéennes. Les images obtenues en coupes frontales complétaient ainsi les traditionnelles coupes axiales obtenues en OCT et étaient bien corrélées avec les aspects observés en IVCM. Malgré une résolution d'image inférieure à celle de l'IVCM, l'OCT en face présentait l'avantage d'être non contact et d'offrir une surface d'analyse cornéenne plus grande.
*Conclusion.* — L'OCT en face apporte des éléments sémiologiques utiles à l'évaluation des dystrophies cornéennes et ouvre des perspectives intéressantes pour l'exploration des affections du segment antérieur.
© 2015 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**KEYWORDS**
En face OCT;
In vivo confocal microscopy;
Corneal dystrophies;
C-scans;
Anterior segment imaging

**Summary**
*Purpose.* — To evaluate the usefulness of en face Optical Coherence Tomography (OCT) for evaluation of corneal dystrophies and to describe correlations with in vivo confocal microscopy (IVCM).
*Patients and methods.* — Thirty-two eyes of 16 patients with 4 types of corneal dystrophies (epithelial basement membrane dystrophy, Fuchs dystrophy, Reis-Bücklers corneal dystrophy and Crocodile Shagreen dystrophy) were enrolled in this study. Axial and reconstructed en face scans were acquired using OCT. Images were then correlated to IVCM findings.
*Results.* — En face OCT provided new insights into the structure, size and depth of corneal tissue alterations in various corneal dystrophies. OCT en face images were well correlated with IVCM features. Despite lower resolution than IVCM, en face OCT offers the advantages of being non-invasive and allowing the analysis of larger corneal areas.
*Conclusion.* — En face OCT provides useful new information in corneal dystrophies. This imaging technique will probably increase in popularity in the near future for the assessment of various anterior segment diseases.
© 2015 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

## Introduction

La tomographie en cohérence optique (OCT) est une technique d'imagerie non contact utilisant la réflexion de rayons laser et permettant de visualiser des structures anatomiques en coupe avec une grande résolution [1]. D'abord utilisée pour l'exploration de la rétine [1], l'OCT a par la suite permis d'analyser le segment antérieur de l'œil [2]. Le passage à la technologie *spectral domain* [3], avec l'augmentation des vitesses d'acquisition et l'amélioration de la résolution des images (de l'ordre de 5 μm), a considérablement élargi le champ d'applications de l'OCT. La chambre antérieure de l'œil [4,5], la conjonctive [6], la cornée [7—9], les bulles de filtration après chirurgie filtrante [10] et même le ménisque des larmes [11] peuvent actuellement être étudiés avec précision avec cette technique d'imagerie.

Récemment, grâce aux progrès dans la rapidité d'acquisition et le traitement informatique des images, une nouvelle technique d'imagerie en OCT a été développée : l'OCT en face. Ce système de traitement des images permet d'obtenir des coupes frontales reconstituées à partir de l'acquisition de coupes axiales. Les images obtenues offrent une nouvelle sémiologie pour l'étude des affections chorio-rétiniennes, permettant ainsi de mettre en évidence les néovaisseaux choroïdiens dans la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) [12] ou encore d'étudier les anomalies de l'épithélium pigmentaire dans la choriorétinite séreuse centrale [13].

L'OCT en face pourrait également être utilisée pour l'imagerie du segment antérieur. L'objectif de ce travail était d'établir l'intérêt de l'OCT en face dans la prise en charge des dystrophies cornéennes, à travers la description des aspects en OCT en face et l'analyse des corrélations avec la microscopie confocale in vivo (IVCM).

## Patients et méthodes

Il s'agit d'une étude observationnelle réalisée au centre hospitalier national d'ophtalmologie des Quinze-Vingts entre janvier et novembre 2013. Les patients présentant une dystrophie de cornée ont été inclus après information et recueil de leur consentement éclairé. Après un interrogatoire médical détaillé, un examen clinique ophtalmologique complet comprenant une mesure de l'acuité visuelle ainsi qu'une

analyse du segment antérieur et du fond d'œil a été réalisé. Tous les patients ont ensuite bénéficié d'une photographie du segment antérieur, d'un examen en IVCM ainsi que d'une analyse en OCT *spectral domain* (SD-OCT) de la cornée en B-scans et en C-scans (en face).

## Microscopie confocale in vivo

L'examen en IVCM a été réalisé en utilisant le module cornéen de Rostock (Rostock Cornea Module, RCM) du Heidelberg Retina Tomograph (HRT) (Heidelberg Engineering GmbH, Allemagne). Cet appareil utilise une source laser diode d'une longueur d'onde de 670 nm et permet d'obtenir des sections couvrant une surface de 400 μm × 400 μm avec une résolution longitudinale de 2 μm et transversale de 4 μm, et un facteur grossissant de 800. Après instillation d'une goutte d'oxybuprocaïne (chlorhydrate d'oxybuprocaïne Faure®, Novartis Pharma SAS, Rueil-Malmaison, France), un gel lacrymal était déposé (Lacrigel®, carbomer 0,2 %, Europhta, Monaco) sur la surface oculaire. Ensuite, la sonde protégée par un capuchon stérile a été mise au contact de l'œil pour balayer la surface oculaire. Le réglage de la distance focale a permis l'acquisition de coupes à des profondeurs différentes exprimées en microns. Le contrôle axial ($x$, $y$) ainsi que de la profondeur des images ($z$) s'effectuait manuellement et permettait l'acquisition d'images au niveau des zones d'anomalies tissulaires correspondant à chaque dystrophie. Pour chaque œil, environ 20 images ont été sélectionnées afin d'évaluer la corrélation avec les images en OCT.

## OCT de segment antérieur

L'appareil utilisé dans notre étude était un OCT *spectral domain* de type Optovue® (RTVue-100, Optovue Inc., Fremont, CA) avec une résolution axiale de 5 μm et une vitesse d'acquisition de 26 000 A-scans par seconde. L'adaptateur cornéen Cornea Adaptor Module (CAM) a été utilisé afin de permettre l'étude du segment antérieur de l'œil et de la cornée en particulier. Une source lumineuse était également utilisée afin d'éclairer et de visualiser le segment antérieur pendant l'acquisition des images en OCT.

Les images ont été recueillies par un seul opérateur (R.T.). Elles ont d'abord été réalisées dans un plan transversal puis un volume en 3 dimensions (3D) a été acquis. Les coupes d'OCT en face, appelées aussi C-scans, ont été reconstruites à partir de ce volume dans un plan frontal parallèle à la surface. Elles ont été déterminées automatiquement par deux lignes parallèles à la surface. La distance entre ces deux lignes correspondait à l'épaisseur du C-scan. La valeur par défaut de cette épaisseur était de 31 μm et il a été possible de la modifier manuellement. Les coupes transversales pouvaient être déplacées manuellement pour explorer le volume de la surface jusqu'à la profondeur.

Les images obtenues en OCT en face ont ensuite été comparées avec les données de l'examen à la lampe à fente, les coupes transversales en OCT (B-scans) et les aspects en IVCM.

# Résultats

Trente-deux yeux de 16 patients ont été inclus dans cette étude. Les patients inclus présentaient tous l'une des affections cornéennes suivantes : dystrophie de Cogan, dystrophie de Reis-Bücklers, dystrophie de type Crocodile Shagreen ou dystrophie endothéliale de Fuchs. Les caractéristiques démographiques des patients sont présentées dans le Tableau 1.

## Dystrophie de Cogan

Seize yeux de 8 patients atteints de dystrophie de Cogan ont été analysés. L'OCT en coupe axiale mettait en évidence la présence de plis hyper-réflectifs au sein de la membrane de Bowman avec un aspect dédoublé par endroits (Fig. 1A). L'OCT en face a permis d'identifier clairement l'aspect d'empreintes digitiformes correspondant aux expansions et plis de la membrane basale pathologique dans tous les cas (Fig. 1B). Des microkystes intra-épithéliaux ont également été observés sur les coupes en face (Fig. 1 C) alors qu'ils étaient difficilement visibles en coupe axiale. Il existait une forte corrélation entre les aspects de l'OCT en face et ceux observés en IVCM. Cette dernière mettait en évidence des

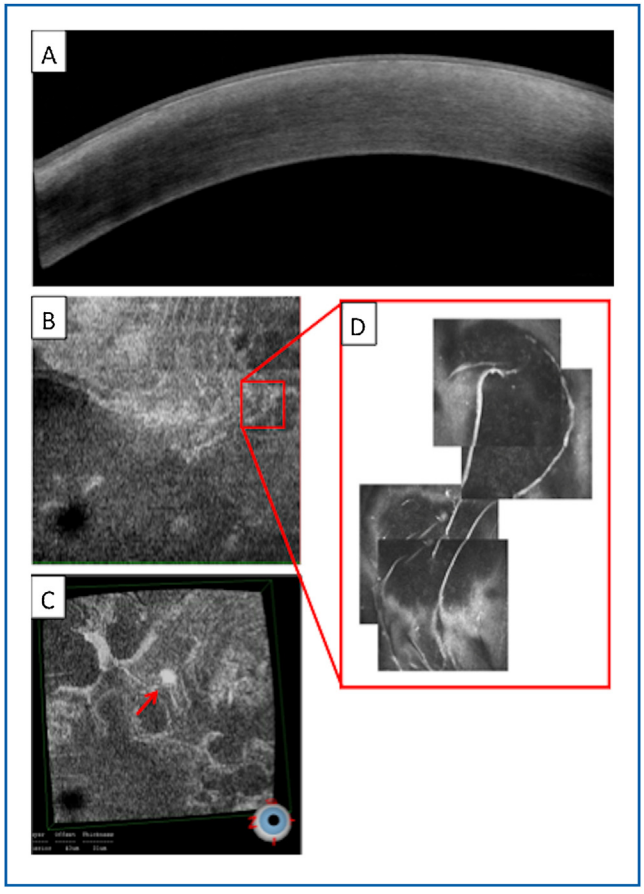



**Figure 1.** Dystrophie de Cogan. A. OCT en coupe axiale montrant une hyper-réflectivité et un dédoublement par endroits de la membrane basale pathologique. B et C. Aspects d'empreintes digitiformes et de microkystes sur l'OCT en face. D. Présence de plis hyper-réflectifs en microscopie confocale in vivo (IVCM).

**Tableau 1** Caractéristiques démographiques des patients.

| Diagnostic | Nombre de patients | Nombre d'yeux | Âge | Genre | Latéralité |
|---|---|---|---|---|---|
| Dystrophie de Cogan | 8 | 16 | 25—67 | 4H/4F | 8D/8G |
| Dystrophie de Reis-Bücklers | 2 | 4 | 9—32 | 0H/2F | 2D/2G |
| Dystrophie Crocodile Shagreen | 2 | 4 | 76 | 0H/2F | 2D/2G |
| Dystrophie endothéliale de Fuchs | 4 | 8 | 60—72 | 2H/2F | 4D/4G |
| Total | 16 | 32 | 9—76 | 6H/10F | 16D/16G |

D : droit ; F : femme ; G : gauche ; H : homme.

replis hyper-réflectifs digitiformes au niveau de la couche basale de l'épithélium chez 14 yeux sur 16 (Fig. 1D). Dans les cas où les images n'ont pas été détectées en IVCM, il s'agissait d'anomalies très localisées qui ont pu être mises en évidence en OCT en face grâce à sa fenêtre d'analyse plus large.

## Dystrophie de Reis-Bücklers

Quatre yeux de 2 patientes atteintes de dystrophie de Reis-Bücklers ont été analysés en OCT et en IVCM. L'examen à la lampe à fente a mis en évidence des opacités microgranulaires diffuses de localisation sous-épithéliale (Fig. 2A). Sur les coupes transversales d'OCT, il existait des irrégularités de la membrane de Bowman (Fig. 2B). Ces irrégularités étaient bien identifiables dans tous les cas en OCT en face sous la forme de dépôts granulaires hyper-réflectifs (Fig. 2 C). On retrouvait le même aspect de dépôts hyper-réflectifs sous-épithéliaux, séparés de plages hypo-réflectives, en IVCM (Fig. 2D).

## Dystrophie de type Crocodile Shagreen

Nous avons analysé 4 yeux de 2 patientes. L'examen à la lampe à fente retrouvait des opacités cornéennes centrales à organisation polygonale (Fig. 3A). L'OCT en coupe axiale ne mettait pas en évidence de lésions significatives (Fig. 3B). L'examen en OCT en face a permis d'individualiser des lignes hypo-réflectives définissant des zones polygonales. L'atteinte était prédominante au niveau du stroma postérieur (Fig. 3 C). En IVCM, on retrouvait un aspect similaire à celui de l'OCT en face avec des travées hypo-réflectives localisées au niveau du stroma postérieur (Fig. 3D).

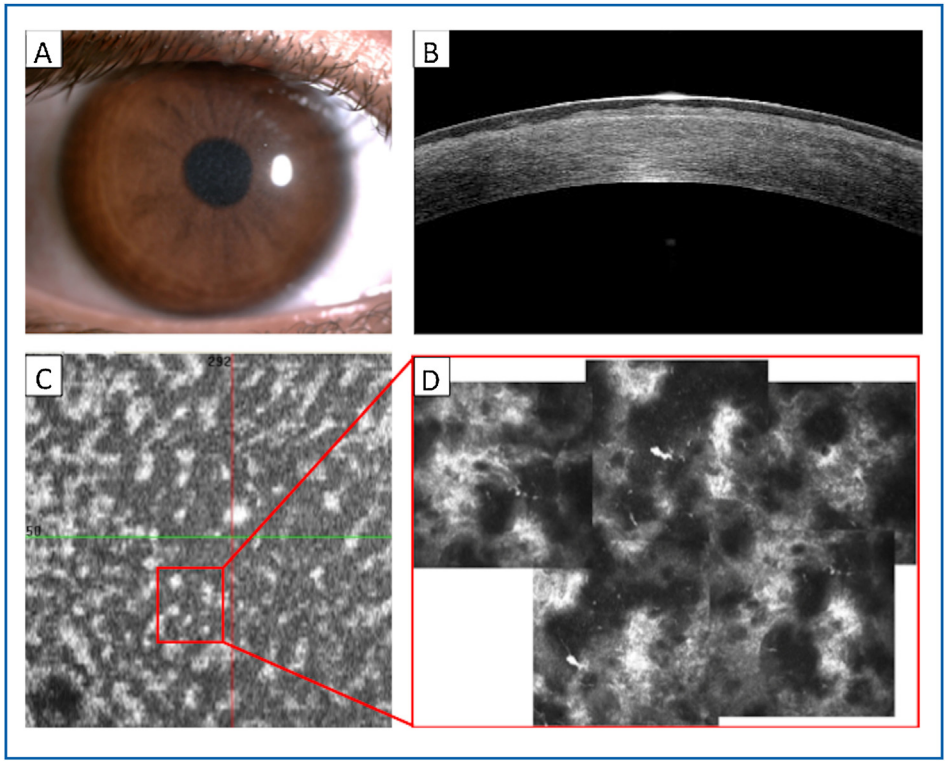



**Figure 2.** Dystrophie de Reis-Bücklers. A. Opacités microgranulaires diffuses de localisation sous-épithéliale visibles en lampe à fente. B. Irrégularités de la membrane de Bowman sur l'OCT en coupe axiale. C. OCT en face montrant des dépôts sous-épithéliaux granulaires hyper-réflectifs. D. Reconstruction en microscopie confocale in vivo (IVCM) qui met en évidence des hyper-réflectivités sous-épithéliales séparées par des plages hypo-réflectives.

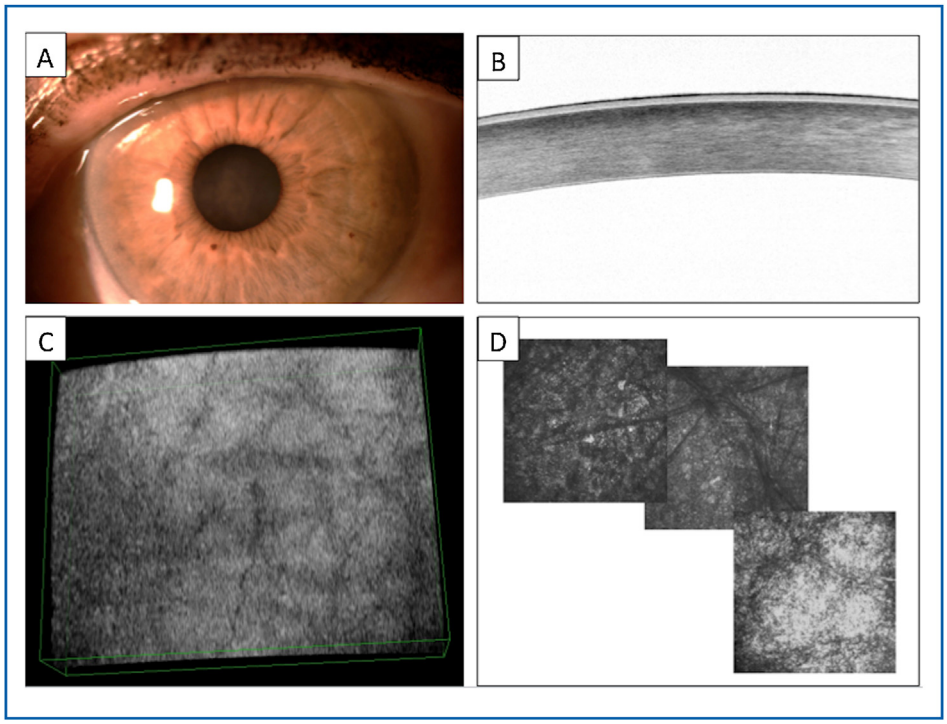



**Figure 3.** Dystrophie de type Crocodile Shagreen. A. Opacités cornéennes centrales à organisation polygonale visibles en lampe à fente. B. OCT en coupe axiale ne mettant pas en évidence de lésion significative. C. OCT en face montrant des lignes hypo-réflectives définissant des zones polygonales. D. Présence de travées hypo-réflectives en microscopie confocale in vivo (IVCM) au niveau du stroma profond.

### Dystrophie de Fuchs

Huit yeux de 4 patients atteints de dystrophie endothéliale de Fuchs ont été inclus. L'OCT en coupe axiale retrouvait quelques discrètes irrégularités hyper-réflectives de la membrane de Descemet (Fig. 4A). L'OCT en face a permis d'objectiver clairement des zones hyper-réflectives punctiformes au niveau de l'endothélio-descemet correspondant aux gouttes de la cornea guttata (Fig. 4B). Ces zones hyper-réflectives correspondaient aux images en cocarde observées en IVCM, avec une hyper-réflectivité centrale entourée d'une hypo-réflectivité périphérique (Fig. 4C et 4D).

## Discussion

Au cours des deux dernières décennies, l'OCT est devenue une technique d'imagerie quasiment incontournable pour la pratique clinique en ophtalmologie. En effet, cet examen non contact permet d'obtenir de manière non invasive des images de haute résolution des structures oculaires. Ces images se sont révélées utiles pour établir le diagnostic, guider le traitement et assurer le suivi de nombreuses pathologies vitréo-rétiniennes comme la dégénérescence maculaire liée à l'âge [12], la choriorétinite séreuse centrale [13,14], les tractions vitréo-maculaires [15] ou encore les trous maculaires [15]. L'utilisation de l'OCT pour l'analyse du segment antérieur a été rapportée pour la première fois en 1994 [2]. Depuis, cette technique d'imagerie a de plus en plus été utilisée pour l'exploration des pathologies du segment antérieur [16,8,17,18].

L'apport de l'OCT de segment antérieur pour le diagnostic et la prise en charge des dystrophies de la cornée est déjà bien établi [19—22]. Ces études ont cependant été réalisées avec des OCT offrant des coupes axiales des tissus étudiés ou B-scans. La technique d'OCT en face apporte des éléments sémiologiques nouveaux qui complètent les informations déjà fournies par les images acquises en coupes axiales. Les aspects observés en OCT en face présentent par ailleurs des similitudes avec les images en IVCM qui ont déjà été rapportées dans la littérature [23—27].

L'OCT en face du segment antérieur est une approche tout à fait récente dans l'exploration du segment antérieur de l'œil qui ouvre de nombreuses perspectives. À notre connaissance, peu d'études se sont intéressées à l'OCT en face pour l'analyse du segment antérieur. Les premières études publiées ont décrit la visualisation des palissades de Vogt en OCT en face [28,29], ouvrant ainsi la perspective d'une évaluation du limbe en conditions normales et pathologiques. Dans une étude récente publiée par notre équipe, nous avons utilisé l'OCT en face pour analyser plusieurs pathologies de surface oculaire, cette nouvelle technique d'imagerie nous a permis de les décrire sous un nouvel angle de façon rapide, reproductible et non invasive [30].

Dans la série que nous rapportons, il existait une forte corrélation entre les aspects de l'OCT en face et ceux observés en IVCM. L'OCT en face a ainsi permis la visualisation de microkystes et d'empreintes digitiformes localisées au niveau de la membrane basale de l'épithélium cornéen. La profondeur, la taille et la structure des opacités cornéennes observées dans la dystrophie de Reis-Bücklers ont également pu être déterminées avec précision. L'OCT en face est ainsi très utile pour préciser le degré d'atteinte et guider par

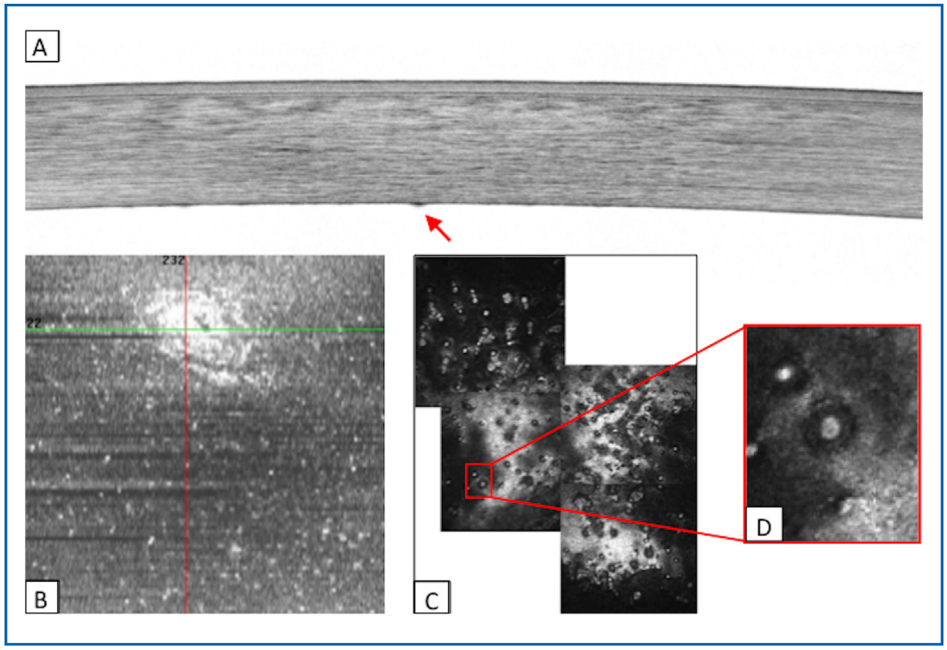



**Figure 4.** Dystrophie endothéliale de Fuchs. A. Discrètes irrégularités hyper-réflectives de la membrane de Descemet sur l'OCT en coupe axiale. B. « Gouttelettes » de la cornea guttata facilement identifiées sur l'OCT en face sous forme de zones hyper-réflectives punctiformes. C. Reconstruction en microscopie confocale (IVCM) d'une dystrophie de Fuchs : mise en évidence d'hyper-réflectivités punctiformes avec une bordure hypo-réflective. D. Agrandissement d'une gouttelette observée en IVCM : aspect en cocarde avec un centre hyper-réflectif et une bordure hypo-réflective.

exemple la profondeur d'ablation si une photokératectomie thérapeutique est envisagée. Enfin, l'aspect caractéristique de « gouttelettes endothéliales » est également bien identifié en OCT en face dans la dystrophie endothéliale de Fuchs.

L'OCT en face n'a pas vocation à supplanter l'IVCM qui reste une technique de référence pour le diagnostic de certaines affections cornéennes comme la dystrophie de Cogan [24,25]. La microscopie confocale présente cependant certains inconvénients. Cet examen est en effet opérateur-dépendant, offre une fenêtre d'acquisition des images réduite ($400 \times 400\,\mu m$) et nécessite un contact direct avec la cornée du patient. Ce contact avec l'œil peut être désagréable et risqué lorsque le patient souffre d'ulcérations épithéliales récidivantes, comme dans la dystrophie de Cogan. L'OCT en face est un examen plus facilement accessible compte tenu de la disponibilité des appareils d'OCT, reproductible, moins lié à l'opérateur, non invasif et permettant une fenêtre d'exploration plus large. Pour 2 yeux de 2 patients atteints de dystrophie de Cogan, l'IVCM ne nous a pas permis de mettre en évidence les anomalies de la membrane basale à cause de leur localisation sur une très petite surface cornéenne. Même si ces anomalies étaient très localisées, elles ont pu être détectées en OCT en face grâce à sa plus grande fenêtre d'analyse. Cette nouvelle technique d'imagerie serait ainsi plus sensible que l'IVCM pour la détection de lésions très localisées. En effet, la surface analysée par l'OCT en face mesure par défaut $4\,mm \times 4\,mm$, elle est ainsi 100 fois plus grande que celle de l'IVCM qui ne mesure que $400\,\mu m \times 400\,\mu m$.

Notre étude a quelques limites car notre échantillon ne portait que sur un nombre limité de patients et nous n'avons analysé que 4 dystrophies cornéennes différentes. Néanmoins, nos résultats sont encourageants compte tenu des avantages de l'OCT en face et des corrélations observées avec l'IVCM. Ils devraient être confirmés par des études ultérieures portant sur un plus grand nombre de patients et de dystrophies cornéennes. Par ailleurs, l'OCT en face présente également encore quelques limites techniques. La résolution des images est moins bonne que l'IVCM et diminue à mesure que l'on souhaite élargir la fenêtre d'analyse. Ce manque de résolution de l'OCT en face par rapport à l'IVCM explique pourquoi les images d'IVCM qui montraient des aspects en cocarde au cours de la dystrophie de Fuchs étaient réduites à de simples hyper-réflectivités punctiformes en OCT en face. Ce manque de résolution de l'OCT en face pourrait être à l'origine de la perte de certains détails anatomiques et d'une baisse de spécificité. En outre, il existe parfois des artefacts à cause de l'interposition de cils, des micromouvements oculaires ou encore d'une mauvaise identification des limites de la cornée par le logiciel automatisé d'analyse.

Malgré ces quelques limites techniques, l'OCT en face du segment antérieur apporte des éléments sémiologiques appréciables dans l'évaluation des dystrophies cornéennes.

L'avènement de la technologie *Swept-source*, avec des vitesses d'acquisition d'images attendues de l'ordre de 400 000 A-scans par seconde, promet une amélioration de la résolution des images d'OCT en face ainsi que la possibilité d'obtenir des reconstructions 3D de haute qualité [30]. Ces résultats confortent la place de l'OCT comme un complément indispensable de l'examen clinique pour la prise en charge des patients atteints de pathologies rétiniennes mais aussi du segment antérieur.

## Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt en relation avec cet article.

## Références


[1] Swanson EA, Izatt JA, Hee MR, Huang D, Lin CP, Schuman JS, et al. In vivo retinal imaging by optical coherence tomography. Opt Lett 1993;18:1864—6.

[2] Izatt JA, Hee MR, Swanson EA, Lin CP, Huang D, Schuman JS, et al. Micrometer-scale resolution imaging of the anterior eye in vivo with optical coherence tomography. Arch Ophthalmol 1994;112:1584—9.

[3] Nassif N, Cense B, Park BH, Yun SH, Chen TC, Bouma BE, et al. In vivo human retinal imaging by ultrahigh-speed spectral domain optical coherence tomography. Opt Lett 2004;29:480—2.

[4] Liu S, Yu M, Ye C, Lam DSC, Leung CK-S. Anterior chamber angle imaging with swept-source optical coherence tomography: an investigation on variability of angle measurement. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011;52:8598—603.

[5] Fénolland J-R, Puech M, Baudouin C, Labbé A. Imaging of the iridocorneal angle in glaucoma. J Fr Ophtalmol 2013;36:378—83.

[6] Gumus K, Crockett CH, Pflugfelder SC. Anterior segment optical coherence tomography: a diagnostic instrument for conjunctivochalasis. Am J Ophthalmol 2010;150:798—806.

[7] Francoz M, Karamoko I, Baudouin C, Labbé A. Ocular surface epithelial thickness evaluation with spectral-domain optical coherence tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011;52:9116—23.

[8] Labbé A, Kallel S, Denoyer A, Dupas B, Baudouin C. Corneal imaging. J Fr Ophtalmol 2012;35:628—34.

[9] Trinh L, Francoz M, Chong-Sit D, Labbé A, Dupont-Monod S, Baudouin C. Corneal imaging of intrastromal femtosecond laser treatment for presbyopia (Intracor(®)). J Fr Ophtalmol 2013;36:669—76.

[10] Labbé A, Hamard P, Iordanidou V, Dupont-Monod S, Baudouin C. Utility of the visante OCT in the follow-up of glaucoma surgery. J Fr Ophtalmol 2007;30:225—31.

[11] Altan-Yaycioglu R, Sizmaz S, Canan H, Coban-Karatas M. Optical coherence tomography for measuring the tear film meniscus: correlation with schirmer test and tear-film breakup time. Curr Eye Res 2013;38:736—42.

[12] Coscas F, Coscas G, Souied E, Tick S, Soubrane G. Optical coherence tomography identification of occult choroidal neovascularization in age-related macular degeneration. Am J Ophthalmol 2007;144:592—9.

[13] Yalcinbayir O, Gelisken O, Akova-Budak B, Ozkaya G, Gorkem Cevik S, Yucel AA. Correlation of spectral domain optical coherence tomography findings and visual acuity in central serous chorioretinopathy. Retina 2014;34:705—12.

[14] Lehmann M, Wolff B, Vasseur V, Martinet V, Manasseh N, Sahel JA, et al. Retinal and choroidal changes observed with ''En face'' enhanced-depth imaging OCT in central serous chorioretinopathy. Br J Ophthalmol 2013;97:1181—6.

[15] Duker JS, Kaiser PK, Binder S, de Smet MD, Gaudric A, Reichel E, et al. The international vitreomacular traction study group classification of vitreomacular adhesion, traction, and macular hole. Ophthalmology 2013;120:2611—9.

[16] Kanellopoulos AJ, Asimellis G. Corneal epithelial remodeling following cataract surgery: three-dimensional investigation with anterior-segment optical coherence tomography. J Refract Surg 2014;30:348—53.

[17] Bouhéraoua N, Hamard P, Iordanidou V, Brasnu E, Dupond-Monod S, Baudouin C, et al. Assessment of anterior segment anatomy by OCT after non penetrating deep sclerectomy. J Fr Ophtalmol 2012;35:760—7.

[18] Yang Y, Hong J, Deng SX, Xu J. Age-related changes in human corneal epithelial thickness measured with anterior segment optical coherence tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci 2014, http://dx.doi.org/10.1167/iovs.13-13831 [Epub ahead of print, pii: IOVS-13-13831].

[19] Yeh RY, Quilendrino R, Musa FU, Liarakos VS, Dapena I, Melles GR. Predictive value of optical coherence tomography in graft attachment after Descemet's membrane endothelial keratoplasty. Ophthalmology 2013;120:240—5.

[20] Hong JP, Kim TI, Chung JL, Huang D, Cho HS, Kim EK. Analysis of deposit depth and morphology in granular corneal dystrophy type 2 using Fourier domain optical coherence tomography. Cornea 2011;30:729—38.

[21] Shousha MA, Perez VL, Wang J, Ide T, Jiao S, Chen Q, et al. Use of ultra-high-resolution optical coherence tomography to detect in vivo characteristics of Descemet's membrane in Fuchs' dystrophy. Ophthalmology 2010;117:1220—7.

[22] Vajzovic LM, Karp CL, Haft P, Shousha MA, Dubovy SR, Hurmeric V, et al. Ultra high-resolution anterior segment optical coherence tomography in the evaluation of anterior corneal dystrophies and degenerations. Ophthalmology 2011;118:1291—6.

[23] Weiss JS, Møller HU, Lisch W, Kinoshita S, Aldave AJ, Belin MW, et al. The IC3D classification of the corneal dystrophies. Cornea 2008;27:S1—83.

[24] Shukla AN, Cruzat A, Hamrah P. Confocal microscopy of corneal dystrophies. Semin Ophthalmol 2012;27:107—16.

[25] Labbé A, Nicola RD, Dupas B, Auclin F, Baudouin C. Epithelial basement membrane dystrophy: evaluation with the HRT II Rostock cornea module. Ophthalmology 2006;113:1301—8.

[26] Chiou AG, Kaufman SC, Beuerman RW, Ohta T, Soliman H, Kaufman HE. Confocal microscopy in cornea guttata and Fuchs' endothelial dystrophy. Br J Ophthalmol 1999;83:185—9.

[27] Kobayashi A, Sugiyama K. In vivo laser confocal microscopy findings for Bowman's layer dystrophies (Thiel-Behnke and Reis-Bücklers corneal dystrophies). Ophthalmology 2007;114:69—75.

[28] Lathrop KL, Gupta D, Kagemann L, Schuman JS, SundarRaj N. Optical coherence tomography as a rapid, accurate, noncontact method of visualizing the palisades of Vogt. Invest Ophthalmol Vis Sci 2012;53:1381—7.

[29] Bizheva K, Hutchings N, Sorbara L, Moayed AA, Simpson T. In vivo volumetric imaging of the human corneo-scleral limbus with spectral domain OCT. Biomed Opt Express 2011;2:1794—802.

[30] Tahiri Joutei Hassani R, Liang H, El Sanharawi M, Brasnu E, Kallel S, Labbé A, et al. En face optical coherence tomography as a novel tool for exploring the ocular surface: a pilot comparative study to conventional B-scans and in vivo confocal microscopy. Ocul Surf 2014, http://dx.doi.org/10.1016/j.jtos.2014.02.006.