

## JIFRO – Pôle postérieur: imagerie



**N. STOLWY,  
P. GASCON,  
F. MATONTI**  
Service d'Ophtalmologie,  
Hôpital Nord,  
MARSEILLE.

### Techniques d'imagerie rétinienne: quels examens disponibles ? pour quelles indications ?

L'établissement d'un diagnostic, d'un pronostic et d'une thérapeutique des pathologies rétinienne est principalement basé sur des critères morphologiques d'imagerie. Nos progrès dans la compréhension de ces maladies sont aussi liés aux progrès de ces technologies.

#### ■ Échographie oculaire

Les techniques échographiques ont beaucoup évolué depuis leur avènement en 1956 [1], que ce soit pour le mode A (mode d'amplitude), ou le mode B (mode de brillance). La technique de l'échographie repose sur l'usage d'une sonde qui émet des ultrasons et les reçoit. L'échographie en mode B utilise des sondes de 10 ou 20 MHz. Les sondes de 50 MHz permettent de réaliser la biomicroscopie ultrasonore pour l'étude du segment antérieur.

Les principales indications de l'échographie sont: les troubles de la transparence des milieux rendant impossible l'examen du fond d'œil, les tumeurs (le mélanome, le rétinoblastome, les drusen de la tête du nerf optique), l'examen sous AG en ophtalmo-pédiatrie, les traumatismes perforants après suture à la recherche de corps étranger intraoculaire, le décollement de rétine en particulier en cas de trouble des milieux afin d'évaluer l'étendue du décollement de rétine (rechercher les déhiscences, évaluer la prolifération vitréorétinienne) et la sclérite postérieure (recherche du signe du T).

L'écho-Doppler couleur superpose sur une image B les vaisseaux oculaires et

orbitaires en apportant des informations hémodynamiques. Les indications sont les mêmes que celles de l'échographie en mode B mais l'échographie-Doppler va permettre de préciser le diagnostic notamment dans l'étude des tumeurs oculaires, des anomalies vasculaires de la tête du nerf optique et des fistules carotido-caverneuses.

La principale limite est le caractère opérateur-dépendant de l'examen qui demande une certaine pratique pour devenir performant. Il est difficile à réaliser voire impossible en cas de présence de gaz intraoculaire ou d'huile de silicone.

#### ■ Clichés couleurs et monochromatiques

Ces examens non invasifs sont très utiles pour affiner le diagnostic des pathologies du fond d'œil et suivre l'évolution de ces pathologies. L'utilisation de différents filtres permet d'analyser différentes structures anatomiques [2].

#### >>> Rétinophotographie couleur ou cliché en lumière blanche

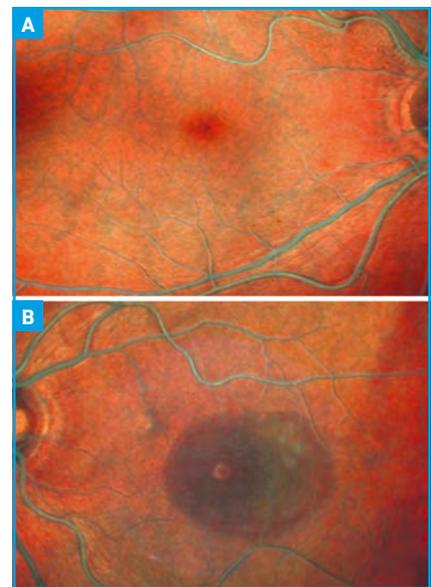
Elle réalise une photographie du fond d'œil avec un champ de 30-45°. Elle ne nécessite pas forcément de dilatation. Elle présente l'avantage de pouvoir être lue en différé, notamment dans le cadre de la télémédecine pour les patients atteints de rétinopathie diabétique. Outre son intérêt pédagogique, elle est indispensable dans le suivi évolutif de certaines pathologies, en particulier pour les tumeurs du fond d'œil.

#### >>> Rétinophotographies multicolores

Elles sont obtenues grâce à l'addition de trois images de sources laser différentes à des longueurs d'ondes différentes (bleu, rouge et vert). Elles ne nécessitent pas de dilatation. Certains appareils permettent d'observer le fond d'œil avec un plus grand champ que les rétinophotographies standard, et ce en une seule acquisition, et d'observer différentes profondeurs de la rétine (fig. 1). Son coût en fait un examen peu utilisé pour l'instant en pratique courante.

#### >>> Cliché anérythre ou cliché en filtre vert

Centré à 570 nm, le filtre vert améliore le contraste de ce qui est rouge-orangé. Il



**Fig. 1:** Clichés multicolores. **A:** Macula droite normale. **B:** Décollement sous-rétinien (DSR) dans un contexte de CRSC de l'œil gauche.

## I JIFRO – Pôle postérieur: imagerie

permet de visualiser essentiellement les vaisseaux et les hémorragies.

### >>> Cliché en filtre rouge

Centré à 645 nm, le filtre rouge améliore le contraste de ce qui est pigmenté. Il permet de visualiser les pigmentations anormales au niveau de l'épithélium pigmentaire (EP) et de la choroïde mais visualise mal les vaisseaux.

### >>> Cliché en filtre bleu

Centré à 500 nm, le filtre bleu améliore le contraste du jaune et ce qui est réfringent. Il permet de visualiser essentiellement le pigment xanthophylle de la macula et les structures rétinienne superficielles comme les fibres nerveuses rétinienne. Une des limites à cette technique est la présence d'une cataracte.

### >>> Cliché infrarouge

Il permet d'observer les pigments, les structures liquidiennes (DSR...), les lésions atrophiques et les plis de membranes épitréiniennes.

## ■ Clichés en autofluorescence

L'imagerie en autofluorescence est un examen non invasif qui repose sur les propriétés d'autofluorescence de la lipofuscine, produit de dégradation des articles externes des photorécepteurs phagocytés, et présente dans l'épithélium pigmentaire. Dans certains cas, il y a formation et accumulation de lipofuscine, ce qui conduit à une dégénérescence des photorécepteurs. Ainsi, l'analyse de la distribution de la lipofuscine grâce à l'analyse de l'autofluorescence rétinienne apporte des informations précises sur l'origine et l'évolution de certaines pathologies rétinienne : atrophie de l'EP, maladie de Stargardt, *fundus flavimaculatus*, maladie de Best et DMLA. Elle permet aussi de visualiser les lésions calcifiées comme les drusen de la papille, les drusen calcifiés et les ostéomes.

## ■ Angiographie à la fluorescéine et ICG

L'angiographie à la fluorescéine a été développée dans les années 1960 et permet d'étudier la dynamique circulatoire et l'imprégnation ou la diffusion du colorant dans les tissus oculaires. Les rétino-graphes classiques utilisent des filtres colorés alors que les rétino-graphes confocaux à balayage laser (SLO) utilisent différentes sources laser (IR, bleue). La fluorescence repose sur l'émission lumineuse provoquée par l'excitation d'une molécule (fluorescéine ou vert d'indocyanine), généralement par absorption d'un photon immédiatement suivie d'une émission spontanée.

### 1. Angiographie à la fluorescéine

Lorsqu'il est excité par la lumière bleue (488 nm), le spectre d'émission de la fluorescéine se situe dans le jaune-vert (530 nm) et ne passe pas l'épithélium pigmentaire ni dans le pigment xanthophylle central. Du fait de son faible poids moléculaire, la fluorescéine est très diffusible à travers les vaisseaux. L'angiographie à la fluorescéine permettra donc d'analyser particulièrement les troubles vasculaires rétinienne. L'aspect dynamique de cet examen est essentiel et repose sur l'analyse des temps de remplissage. L'hyperfluorescence peut être due à une diffusion (œdème maculaire, néovaisseaux), un *staining*, un effet fenêtre (atrophie), un *pooling* ou accumulation de fluorescéine dans un espace clos (DSR, DEP, logettes d'œdème). Une hypofluorescence peut être observée en cas de non perfusion rétinienne ou d'effet masque (hémorragies, exsudats).

L'examen est rendu difficile voire impossible par la présence de troubles des milieux comme une cataracte ou une hémorragie intravitréenne. Le risque d'allergie doit toujours être anticipé et expliqué au patient : une hypersensibilité sévère survient dans 1/1900 cas et conduit au décès dans 1/220 000 cas [3]. La présence dans la salle d'examen

d'adrénaline et d'un chariot de réanimation est indispensable. L'utilisation de fluorescéine doit être évitée chez la femme enceinte en l'absence de données rapportées. Elle doit être injectée à demi-dose chez le patient insuffisant rénal.

### 2. Angiographie au vert d'indocyanine (ICG)

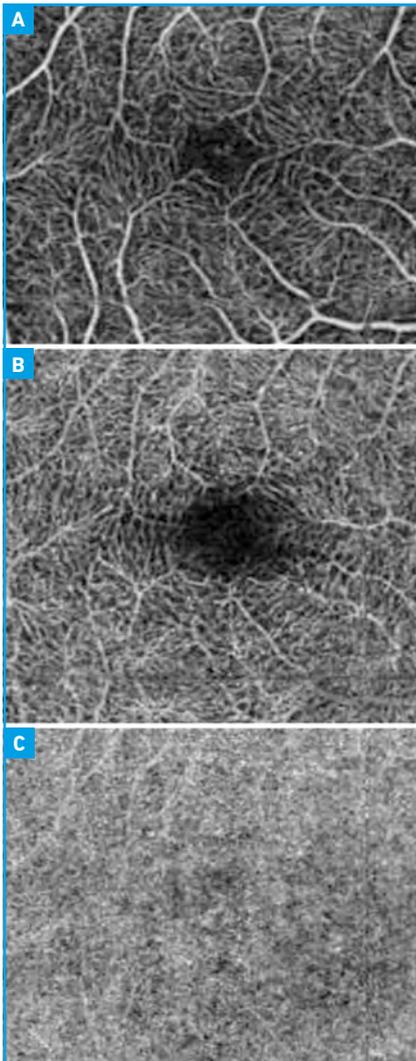
Cet examen impose l'utilisation d'un filtre infrarouge. L'ICG ne permet pas la détection des détails de taille inférieure à 50 µm (contre 5 µm pour la fluorescéine) et est peu diffusible. Il offrira donc une bonne visibilité des vaisseaux choroïdiens et est utile dans le diagnostic des néovaisseaux choroïdiens, de la vasculopathie poly-pôdale, de la CRSC, des phénomènes inflammatoires, des macroanévrismes et des pathologies tumorales.

## ■ Tomographie en cohérence optique (OCT)

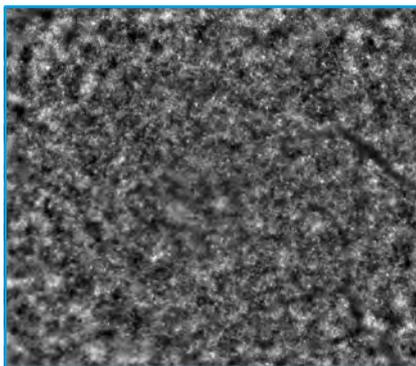
L'imagerie OCT en domaine spectral (SD-OCT) est basée sur le principe de l'interférométrie, semblable à l'échographie sauf que la lumière IR (810 nm) remplace le son [4]. Il analyse le spectre du signal de la lumière réfléchi améliorant la rapidité de l'examen par un facteur 100 (vitesse d'acquisition de 18 000 à 70 000 A-scans/sec) par rapport aux OCT en *time domain* (TD-OCT). Des reconstitutions 3D sont possibles. La résolution axiale est de l'ordre de 5-7 µm et la résolution longitudinale de 15-20 µm. L'OCT permet l'analyse précise des anomalies maculaires et est indispensable au suivi de ces anomalies.

Cet examen peut être limité par la présence de troubles des milieux ou de variations anatomiques.

D'autres modes OCT sont disponibles et présentent un intérêt certain. Le mode EDI (*Enhanced Depth Imaging*) offre un traitement du signal améliorant le signal des couches choroïdiennes et peut être utile notamment dans le diagnostic de DMLA ou de CRSC. Le mode "en face" permet



**Fig. 2:** OCT-angiographie. **A:** Plexus superficiel. **B:** Plexus profond. **C:** Choriocapillaire.



**Fig. 3:** Cliché d'optique adaptative: désorganisation des photorécepteurs au niveau fovéal dans une maculopathie aux poppers (drogue vasodilatatrice).

une analyse multicouche depuis le cortex vitréen postérieur jusqu'à la choroïde. Il nécessite une grande rapidité des mesures et une grande puissance de calcul. L'OCT *swept source* (OCT-SS) réalise 100 000 A-scans/sec. Il donne des informations simultanées sur le vitré, la rétine et la choroïde (signal homogène dans les différentes couches). Il est surtout limité par son coût.

### ■ OCT-angiographie

L'OCT-angiographie est une nouvelle imagerie permettant d'obtenir des images du réseau vasculaire sans injection de colorant. Elle est basée sur le principe que les seules structures en mouvement dans la rétine sont les hématies et elle effectue des balayages séquentiels transversaux pour détecter leurs mouvements.

Cet examen permet l'analyse de la microcirculation rétinienne et choroïdienne (**fig. 2**). Il est utile dans le diagnostic, le suivi et le dépistage des récurrences des néovaisseaux choroïdiens, dans l'évaluation de la perfusion maculaire, dans l'OVR ou le diabète, dans l'analyse de la vascularisation péripapillaire (myopie forte, glaucome à pression normale, NOIAA), dans le dépistage de lésions vasculaires infracliniques, et en cas de contre-indications à l'angiographie à la fluorescéine.

Il peut être difficile d'interprétation en cas d'artefacts de projection. De plus, son champ d'acquisition est limité à la macula et il ne permet pas d'analyse de la diffusion.

### ■ Techniques d'avenir

Technique nouvelle et prometteuse, l'optique adaptative (**fig. 3**) permet de corriger les déformations complexes du front d'onde grâce à un miroir déformable, et ainsi permet une observation très fine des photorécepteurs rétinien et de leur densité ainsi qu'une meilleure compré-

hension des anomalies neurorétiniennes ou vasculaires rétinien.

### ■ Conclusion

L'utilisation de l'imagerie rétinienne de manière combinatoire (multimodale) nous a ouvert des champs de compréhension et d'amélioration de la prise en charge de la pathologie rétinienne. Les progrès et avancées de l'imagerie rétinienne sont tous plus enthousiasmants les uns que les autres et laissent présager, dans le futur, l'utilisation de techniques permettant une visualisation encore plus précise de la rétine avec, une meilleure résolution et un plus grand champ de vision.

### BIBLIOGRAPHIE

1. BERGES O, SIAHMED K. Échographie de l'oeil et de l'orbite. <http://wwwem-Premiumcomlamauniv-Amufrdatatrait-esop21-37710> [Internet]. [cité 16 févr 2017]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com.lama.univ-amu.fr/article/28593/resultatrecherche/2>
2. NGHIÊM-BUFFET S, PÉROL J, MICHÉE S *et al.* Rétinophotographies, clichés en autofluorescence et angiographies : technique et interprétation. <http://wwwem-Premiumcomlamauniv-Amufrdatatrait-esop21-54364> [Internet]. 6 sept 2011 [cité 16 févr 2017]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com.lama.univ-amu.fr/article/589844/resultatrecherche/2>
3. YANNUZZI LA, ROHRER KT, TINDEL LJ *et al.* Fluorescein angiography complication survey. *Ophthalmology*, 1986;93: 611-617.
4. HAOUCHINE B, GAUDRIC A. Technique et interprétation de l'“optical coherence tomography”. <http://wwwem-Premiumcomlamauniv-Amufrdatatrait-esop21-29994> [Internet]. 11 juin 2008 [cité 27 févr 2017]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com.lama.univ-amu.fr/article/168523/resultatrecherche/1>

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts dans les données publiées dans cet article.