

INTERET DE L'UTILISATION D'UN APPAREIL D'ECHOGRAPHIE POLYVALENT
Avec des sondes sectorielles de 10 et 20 MHz ainsi qu'une linéaire à 50 MHz :
AVISO (Quantel Medical)

Docteur Michel PUECH*

* Hôpital des Quinze-Vingt, Paris et Explore Vision, Paris (Centre d'Imagerie Ophtalmique)

INTRODUCTION :

L'utilisation d'appareil d'échographie en pratique courante permet de résoudre de nombreux problèmes de diagnostic en pathologie du segment postérieur, mais aussi en cas de glaucome et, maintenant, avec des sondes de plus haute fréquence, en matière de chirurgie réfractive. Nous avons utilisé le nouvel appareil Aviso (Quantel Medical) avec les différentes sondes disponibles.

Les sondes de 10 MHz, les plus couramment utilisées donnent une visualisation du segment postérieur en cas de perte de transparence des milieux.

La montée en fréquence de ces sondes permet une résolution de plus en plus accrue pour analyser la rétine et notamment le pôle postérieur.

L'avantage des sondes de 20 MHz à focale longue est d'avoir un accès au pôle postérieur mais aussi à la périphérie rétinienne avec une meilleure résolution que les sondes de 10 MHz. La possibilité d'explorer le segment postérieur avec des sondes de haute fréquence a été décrite pour la première fois en 1999 par M Puech (Brevet d'invention : M Puech PCT FR 98 / 02788)

L'appareil Aviso fonctionne aussi avec des sondes à focale courte destinées à l'exploration du segment antérieur.

La sonde linéaire à 50 MHz ouvre des possibilités de coupes du segment antérieur avec une résolution très élevée sur une grande largeur d'exploration (16mm). Cet avantage de la sonde de 50 MHz linéaire donne la possibilité de mesures et d'analyse en très haute fréquence dans les applications de chirurgie réfractive, de glaucome et de tumeurs irido-ciliaires.

MATERIEL ET METHODE :

Nous avons utilisé un appareil échographique Aviso (Quantel Médical, Clermont Ferrand, France).

Cet appareil est équipé d'une sonde de 10 MHz focalisée à 25 mm pour l'exploration du vitré et du segment postérieur.

Une sonde de 20 MHz à focale longue (24 mm) est utilisée pour l'analyse fine des pathologies du segment postérieur.

Une sonde de 20 MHz à focale courte (8 à 10 mm) est utilisée pour l'analyse du segment antérieur.

La sonde de 50 MHz à focale courte (5 à 7 mm après la membrane) avec un balayage linéaire est connectée sur le même appareil.

L'avantage de ce système polyvalent est de pouvoir connecter sur la même unité centrale les différentes sondes en fonction de la pathologie explorée.

L'appareil échographique est basé sur un ordinateur PC sous WindowsXP, avec de nombreuses possibilités de traitement d'image et de mémorisation. L'imagerie est entièrement numérique avec notamment la possibilité de zoom et de mesures après acquisition de l'image.

Il est possible d'utiliser un Cinéloop pour mémoriser une séquence de 10 secondes d'images.

Cet avantage offre la possibilité de revenir quelques images en arrière pour saisir l'image la plus caractéristique de l'examen et de mémoriser la dynamique de certaines pathologies comme les mouvements du vitré ou la réaction de l'angle irido-cornéen à un stimulus lumineux.

Notre étude a porté sur 142 patients (237 yeux). Ils étaient adressés pour :

- exploration de pathologie du segment postérieur (72 patients, 116 yeux),
- exploration de pathologie du segment antérieur en incluant des analyses d'angles irido-cornéens étroits (35 patients, 70 yeux),

- mesures de segment antérieur avant une implantation phaque (12 patients, 24 yeux),
- pathologies tumorales iriennes ou des procès ciliaires (15 patients, 15 yeux),
- analyse d'implants de chambre postérieure (8 patients, 12 yeux).

L'exploration du segment postérieur s'est déroulée dans un premier temps avec la sonde de 10 MHz pour donner un aperçu général de l'état vitréo-rétinien.

Un complément d'exploration par la sonde de 20 MHz a été réalisé de façon à observer en haute résolution la zone d'intérêt. Ceci est très utile pour les petites lésions solides de la paroi (naevus ou tumeurs), les déchirures périphériques, les dédoublements de la paroi (rétinoschisis, décollement de rétine, décollement choroidien) ou les dégénérescences maculaires liées à l'âge.

L'exploration du segment antérieur a été réalisé avec la sonde de 50 MHz linéaire qui permet, en position de fenêtre d'observation la plus large, d'obtenir une coupe entière de tout le segment antérieur en passant par la sommet de la cornée, l'apex du cristallin et la cristalloïde postérieure mais en visualisant aussi les angles iridocornéens, les sulcus ciliaires et l'ora serrata.

Lorsque l'examen est demandé pour une pathologie plus focalisée sur l'angle irido-cornéen (angle étroit ou tumeur irido-ciliaire) l'examen est réalisé en position de zoom, de façon à obtenir une magnification de l'image comparable à celle obtenue avec un UBM (Paradigm, Salt Lake City, USA).

L'avantage de la sonde de 50 MHz est d'être une sonde fermée avec protection du transducteur par une membrane qui n'absorbe que très peu l'énergie ultrasonore.

Cette membrane est remplacée entre chaque patient pour garder une meilleure stérilité de la sonde.

RESULTATS :

1) Analyse du segment postérieur

L'utilisation des sondes de 10 MHz et 20 MHz à focale longue, permet un examen complet du segment postérieur quelque soit la perte de transparence des milieux (**Fig. 1**).

Les cataractes denses ainsi que les hémorragies intra-vitréennes ne limitent pas l'accès au fond d'œil.

L'avantage de la sonde de 20 MHz est d'augmenter la résolution d'analyse et de s'approcher des résolutions obtenues par l'OCT en s'affranchissant des pertes de transparence des milieux et en offrant la possibilité d'imager la périphérie rétinienne.

Cet avantage est très utile dans le cas d'importantes pertes de transparence des milieux avec exploration de lésions ou de tumeurs périphériques.

Un des intérêts de cette haute résolution est d'explorer la limite antérieure de certains mélanomes périphériques.

La conjonction d'une sonde de 20 MHz à focale longue et de la sonde de 50 MHz linéaire focalisée sur la sclère périphérique permet de repérer la limite antérieure d'une lésion tumorale et de diagnostiquer soit une invasion des procès ciliaires soit un arrêt de la lésion avant les procès ciliaires.

L'analyse des anomalies de la jonction vitréo-rétinienne périphérique est rendue plus fine avec visualisation de certaines déchirures et décollements de rétine.

La différenciation des différentes tuniques soulevées comme un rétinio-schisis associé à un décollement de rétine est rendue plus facile par la haute résolution de la sonde de 20 MHz à focale longue.

L'analyse des lésions maculaires peut être très efficacement complétée par un contrôle échographique qui permet, contrairement à l'OCT, de traverser des lésions pigmentées comme des hémorragies maculaires sur dégénérescence maculaire liée à l'âge ou bien des mélanomes choroïdiens.

L'exploration par échographie permet une analyse de la structure choroïdienne ainsi que le dépistage des signes d'effraction sclérale retrouvés pour certains mélanomes.

2) Analyse du segment antérieur

L'exploration du segment antérieur prend son intérêt dans trois situations principales :
En cas de glaucome, de chirurgie réfractive ou de tumeurs iridociliaires.

a) Glaucome :

En cas de glaucome, le bilan anatomique des globes oculaires peut être réalisé avant décision thérapeutique.

Une des applications les plus utiles de l'échographie de haute fréquence avec la sonde de 50 MHz à balayage linéaire est réalisée par l'exploration d'angle irido-cornéen étroit (**Fig. 2**).

Cette exploration peut être réalisée avec une lumière ambiante dans la salle d'examen permettant d'analyser l'ouverture de l'angle irido-cornéen en ambiance photopique.

Lorsque l'obscurité est créée dans la salle, la réaction dynamique de l'angle irido-cornéen est observée en direct lors de l'examen montrant parfois une très nette fermeture de l'angle irido-cornéen avec un bombement de l'iris vers la cornée témoignant d'un risque élevé de glaucome par fermeture de l'angle.

L'avantage d'une très haute résolution d'analyse est connue depuis l'utilisation de l'UBM mais la possibilité d'obtenir une image entière de tout le segment antérieur permet de mieux analyser les réactions iriennes, la position du cristallin ainsi que les réactions des procès ciliaires.

La différence peut ainsi être faite entre, un angle étroit mais qui reste ouvert en mydriase physiologique (risque faible de glaucome par fermeture de l'angle), et un angle étroit avec fermeture de l'angle sous le simple effet de la dilatation physiologique de la pupille (risque important de fermeture de l'angle). Les indications de traitement par iridotomie au laser YAG sont ainsi plus précises et basées sur un élément objectif.

L'analyse de la position des procès ciliaires met parfois en évidence un mécanisme d'iris plateau avec bascule des procès ciliaires en avant de l'éperon scléral et appui contre la racine de l'iris. Dans ce cas, le traitement par iridotomie au laser est souvent insuffisant, ce qui permettra de s'orienter vers un traitement plus spécifique de l'iris plateau.

La surveillance des chirurgies filtrantes (trabeculectomie et sclérectomie profonde) peut être réalisée avec la sonde de 50 MHz. La visualisation de la sclérectomie et de la qualité de la bulle de filtration permet d'analyser le mécanisme d'une mauvaise réponse au traitement chirurgical (**Fig. 3**).

b) Chirurgie réfractive :

En cas de chirurgie réfractive par implant phaque, la sonde de 50 MHz à focale courte donne une visualisation de tout le segment antérieur qui n'est pas obtenue par la fenêtre de l'UBM.

Cette possibilité avec la visualisation de la cornée sur tout le scan offre l'avantage de mesures pré-opératoires pour déterminer la taille d'un implant à appui angulaire. La mesure de la distance de blanc à blanc étant mal corrélée à la véritable distance d'angle à angle et de sulcus à sulcus. La profondeur de chambre antérieure est mesurée pour respecter les distances de sécurité de l'implant et éviter ainsi le risque de contact entre l'implant de chambre antérieure et la cornée.

L'analyse de l'aspect de l'angle avant implantation phaque permet aussi d'identifier les globes oculaires à fort risque d'ovalisation pupillaire (**Fig. 4**).

En Post opératoire, la position des implants phaque dans le segment antérieur est très bien analysé avec la sonde de 50 MHz linéaire mesure des distances entre l'implant et la cornée, entre l'implant et le cristallin (**Fig5**). L'avantage de l'exploration échographique est aussi de donner une bonne visualisation des relations des pieds des implants à appui angulaire avec les structures anatomiques de l'angle.

La position des pieds des implants à appui angulaire est très bien analysée par les images zoomées sur l'angle irido-cornéen.

Cette imagerie de l'angle irido-cornéen avec un implant est parfois limitée avec les appareils OCT.

L'analyse des implants de chambre postérieure n'est obtenue que par les systèmes d'échographie. Les appareils basés sur une imagerie OCT de segment antérieur sont limités par le manque de pénétration du signal en arrière de l'iris. La sonde de 50 MHz linéaire permet une bonne visualisation de toutes les structures en arrière de l'iris avec une coupe complète de sulcus à sulcus pour permettre, à la fois, un dimensionnement de l'implant en pré-opératoire, mais, aussi, un contrôle de sa position en post-opératoire avec l'analyse des relations entre l'implant et le cristallin, l'iris et les procès ciliaires.

c) Tumeurs irido-ciliaires :

L'utilisation de la sonde de 50 MHz en cas de tumeur irido-ciliaire permet une analyse de haute résolution des tumeurs pour lesquelles l'absorption ultra-sonore est importante (**Fig. 6**).

La linéarité et la longueur du balayage de la sonde de 50 MHz permettent d'obtenir des images entières des lésions les plus volumineuses avec possibilité de mesures de toutes les lésions explorées. Cet avantage est très utile en comparaison avec l'UBM (Paradigm, Salt Lake City, USA) qui est limité pour les tumeurs dont la taille dépasse sa fenêtre d'exploration (5mm X 5mm).

Les relations des tumeurs avec tous les éléments du segment antérieur sont très bien analysées avec la sonde de 50 MHz soit en mode zoom soit en coupe complète du segment antérieur pour mieux juger, par exemple de la réaction du cristallin vis-à-vis d'un mélanome ciliaire (Cataracte, déplacement).

DISCUSSION :

L'utilisation d'appareils polyvalents avec des sondes de plus en plus différentes pour concentrer l'exploration sur telle ou telle partie du globe oculaire est un des avantages nouveaux des appareils actuels d'échographie oculaire.

Les appareils OCT permettent des résolutions d'analyse qui restent parfois supérieures notamment au niveau maculaire mais la perte de transparence des milieux et l'analyse de lésions périphériques constitue un facteur limitant pour l'OCT. L'échographie permet de dépasser ces limites en observant des lésions avec une résolution suffisante dans la majorité des cas.

La pénétration des appareils d'échographie permet une meilleure analyse des tumeurs irido-ciliaires, comparé aux appareils OCT. Le balayage long de la sonde de 50 MHz linéaire de l'Aviso montre sa supériorité pour les mesures des tumeurs volumineuses par rapport aux autres sondes d'échographie à focale courte : La sonde de 50 MHz linéaire est supérieure en résolution aux sondes de 20 MHz à focale courte, et permet une fenêtre d'analyse de tout le segment antérieur contrairement à l'UBM dont la haute résolution est bien connue, mais dont la fenêtre de visualisation est insuffisante pour les lésions volumineuses.

Cet avantage est aussi retrouvé lors d'utilisation d'implant phaque de chambre postérieure avec possibilité de visualiser les rapports entre l'optique et les haptiques de ces implants par rapport à l'iris, la zonule et les procès ciliaires.

L'utilisation de plus en plus répandue de systèmes d'imagerie destinés au segment antérieur va permettre une sélection plus précise des patients candidats à une chirurgie réfractive par implant phake.

CONCLUSION :

La technique de l'imagerie ultrasonore progresse en utilisant des sondes de plus haute fréquence avec l'avantage d'améliorer la résolution des images obtenues. L'appareil Aviso de Quantel Medical apporte un élément nouveau dans l'exploration oculaire avec la possibilité de connecter une sonde de 50 MHz à focale courte et à balayage linéaire destinée à améliorer l'analyse du segment antérieur. Cette sonde produit des images de très haute résolution du segment antérieur avec une fenêtre d'exploration large donnant une visualisation de tout le segment antérieur. La très haute résolution de ce système avec la possibilité de zoom sur une zone d'intérêt ouvre la voie à l'exploration précise de l'angle irido-cornéen, du segment antérieur et de la chambre postérieure. Les applications de ce type d'imagerie sont représentées par trois types de pathologies : les pathologies glaucomateuses avec analyse de l'angle

irido-cornéen, les pathologies tumorales avec visualisation des lésions iridociliaires, les applications en chirurgie réfractive avec bilan avant et après implantation phake.

Le principe de l'appareil, qui permet de connecter différentes sondes, dont les caractéristiques varient en fonction du centre d'intérêt de l'examen, donne une grande souplesse d'utilisation en pratique courante. L'utilisation d'un appareil Aviso avec la sonde de 10 MHz est habilement complétée par la sonde de 20 MHz à focale longue pour majorer la résolution d'analyse du segment postérieur. La sonde de 50 Mhz linéaire donne à l'appareil une possibilité d'analyse de haute résolution du segment antérieur.

La comparaison d'images ultrasonores de l'Aviso aux images obtenues avec l'UBM ou avec les appareils OCT montre qu'avec une seule unité dotée des différentes sondes de très nombreux problèmes diagnostics peuvent être imagés avec une haute résolution.

FIGURES :

Figure 1 : Epaissement pariétal sur rétinopathie diabétique

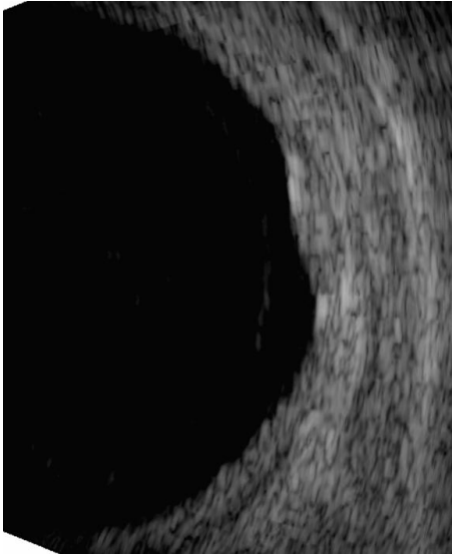


Figure 2 : Aspect d'un angle iridocornéen avec zoom et focus sur l'angle

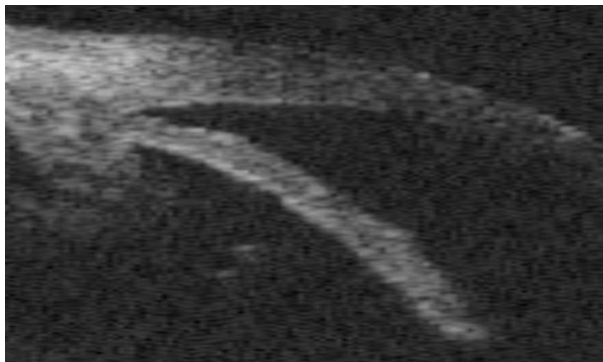


Figure 3 : Coupe passant par une trabeculectomie avec visualisation de la sclérectomie dans l'angle irido-cornéen et analyse de la filtration.

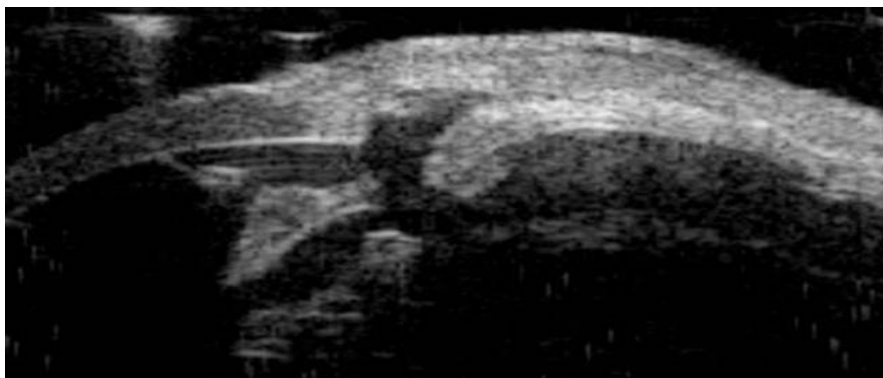


Figure 4 : Image en coupe de tout le segment antérieur servant de base aux mesures des différentes distances avant implantation phaque : profondeur de la chambre antérieure, distance d'angle à angle, de sulcus à sulcus ...)

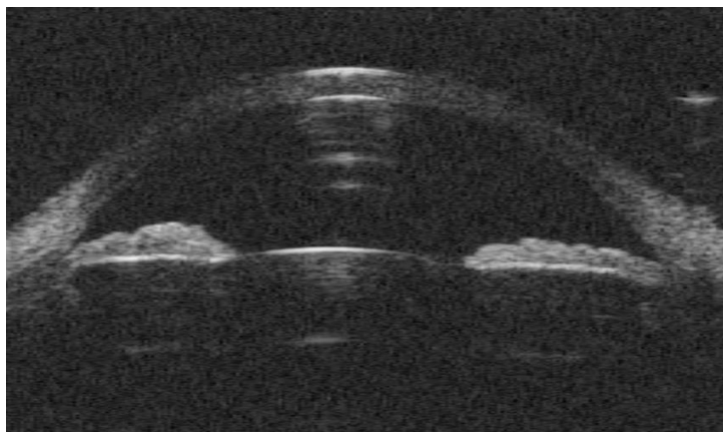


Figure 5 : Coupe d'un segment antérieur avec implant Artisan : Les mesures des distances de sécurité peuvent être prises.

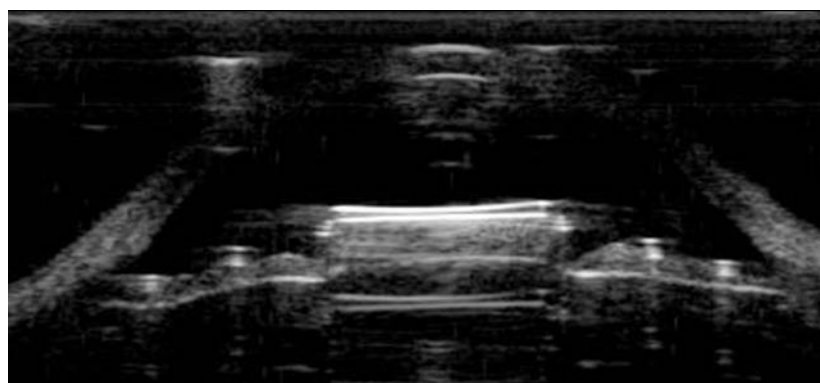


Figure 6 : Coupe d'un Mélanome de l'iris traité par proton thérapie : La pénétration des ultrasons permet une analyse fine de la structure de la lésion sur toute son épaisseur.

