

TOMOGRAPHIE PAR COHERENCE OPTIQUE

OCT

I. GENERALITES :

- L'OCT est une technique d'imagerie du fond d'œil, c'est la 2^{ème} révolution en imagerie de la rétine après celle de l'angiographie.
- Non invasive.
- Permet d'obtenir in vivo des images en coupe de la rétine.
- Permet de voir des structures très fines à l'échelle du micromètre (hyaloïde postérieure transparente, à peine décollée de la surface rétinienne).
- La source lumineuse : **une diode superluminescente** :
 - longueur d'onde dans le proche infrarouge (840 nm environ).
 - la puissance du faisceau laser (jusqu'à 750 μ W sur la cornée).
- Vitesse d'acquisition **400 à 40 000 scans/ sec** selon les appareils utilisés.
- Résolution de **5 à 10 μ** selon les appareils utilisés.
- La latitude de mesure en profondeur est de **2 mm**.

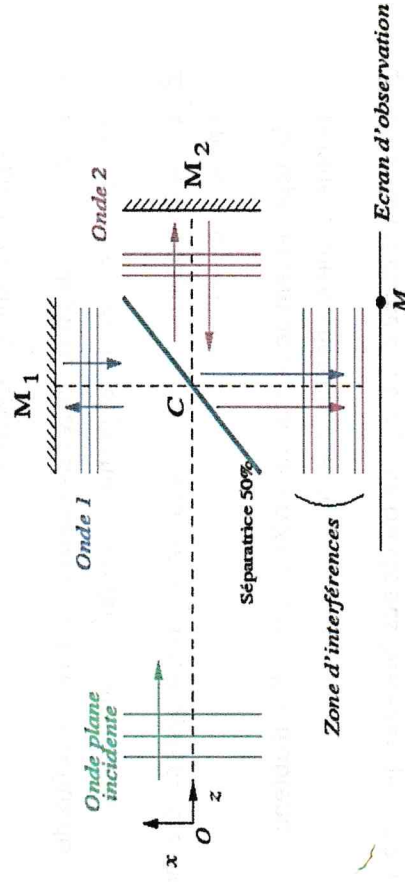
II. PRINCIPE DE L'OCT :

1. Principe des interférences : le montage de Michelson

Le phénomène **d'interférence** est lié aux propriétés de cohérence de la lumière.

lorsque des rayons lumineux **cohérents** se combinent entre eux ils sont capables **d'additionner ou de soustraire arithmétiquement les amplitudes de leurs champs électromagnétiques respectifs** → séries de **franges d'interférences** qui sont visibles sur un écran sous forme de réseau allant du noir au brillant.

Les figures constituées par ces franges sont appelées **interférogrammes**.



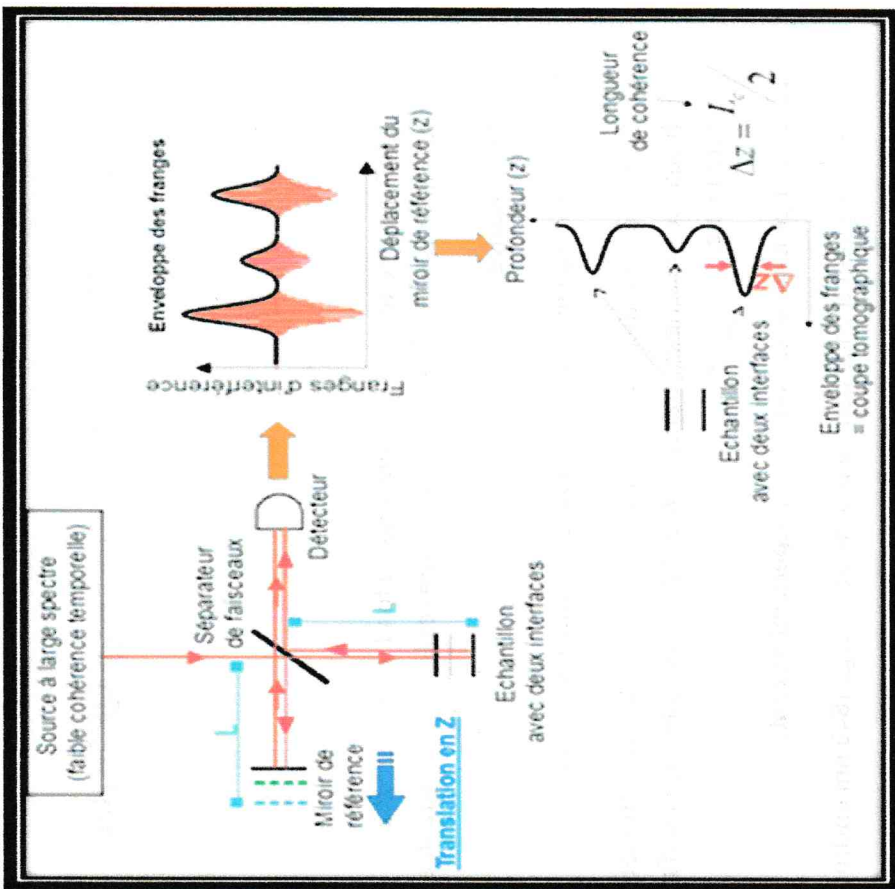
Montage de Michelson

Une onde incidente arrive sur une lame séparatrice sous une incidence de **45°**. La moitié de cette onde se réfléchit vers le miroir M1, l'autre moitié traverse la séparatrice et va se réfléchir sur le miroir à translation réglable M2. Les deux ondes reviennent sur la séparatrice et elles se combinent dans la zone d'interférences.

III. TYPES D'OCT :

1. OCT Time Domain (TD):

- Le système optique utilise un laser émis par une **diode superluminescente** qui délivre de courtes impulsions de lumière cohérente (tous les photons sont en phase).
- Le rayon tombe sur un miroir semi-réfléchissant placé à **45 degrés** qui sépare le faisceau en deux:
 - ✚ Une partie va sur un miroir et revient sur le détecteur.
 - ✚ L'autre partie du faisceau va frapper la cible et revient également sur le détecteur.
- C'est l'étude des **différences de chemin** entre ces deux flux de lumière cohérente qui va permettre de calculer les images.
- Grâce à un déplacement du miroir sur son axe, le système scanne une ligne de la rétine.
- Un déplacement de l'ensemble en XY va permettre d'obtenir l'étude d'une portion de la rétine.
- C'est donc l'**étude des temps de trajets des faisceaux** qui est à la base de cette technique, d'où son nom Time Domain.
- Un des défauts de ce système est le **temps de rotation** du miroir qui demande quelques millisecondes. Il suffit que l'œil bouge un peu pour que les images soient de moins bonne qualité, et présentent des artefacts (ondulation des lignes horizontales).

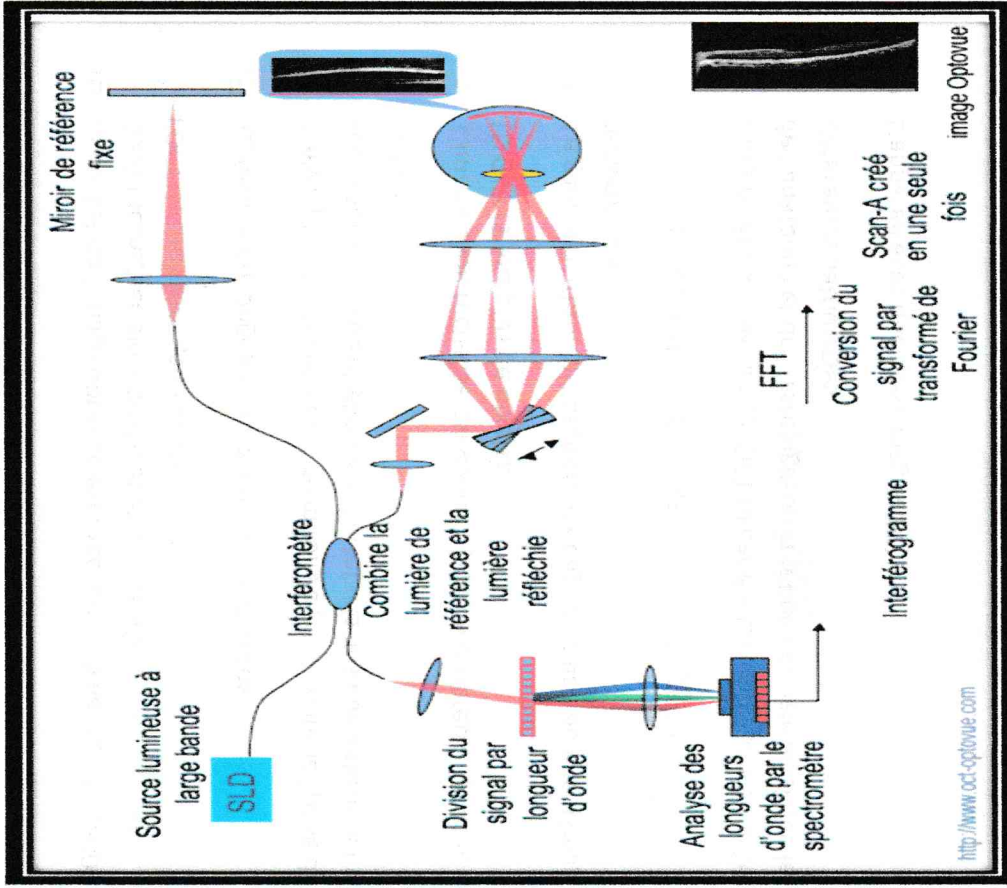


OCT TIME DOMAIN

Étude des différences de chemin (temps de trajets) entre les deux flux de lumière cohérente va permettre de calculer les images. Grâce à un déplacement du miroir sur son axe, il va être possible de scanner une ligne de rétine. Un déplacement de l'ensemble en XY va permettre d'obtenir l'étude d'une portion de rétine.

2. OCT Spectral Domain (SD ou FD) :

- une modification du fonctionnement de l'OCT par la réalisation d'un **spectroscope**: c'est l'OCT Spectral Domain (SD OCT) ou OCT Fourier Domain (FD OCT).
- Le système optique projette une lumière laser sur un miroir semi-réfléchissant placé à 45 degrés, et qui sépare le faisceau en deux. Une partie va éclairer une surface de référence, tandis que l'autre partie va éclairer la cible (la rétine habituellement). C'est le principe de l'interférométrie.
- Les deux faisceaux sont dirigés sur la fente d'entrée du spectroscope qui va entraîner la création d'interférences qui seront enregistrées et permettront grâce à un traitement mathématique (Transformation de Fourier optique) la formation d'images.
- D'une étude des temps de trajet de l'OCT Time Domain, on est ainsi arrivé à l'**étude des fréquences des rayons réfractés** pour l'OCT Spectral Domain.
- On utilise actuellement principalement des réseaux pour décomposer le signal résultant et ainsi ensuite réaliser la **transformée de Fourier numérique**.



OCT SPECTRAL DOMAIN

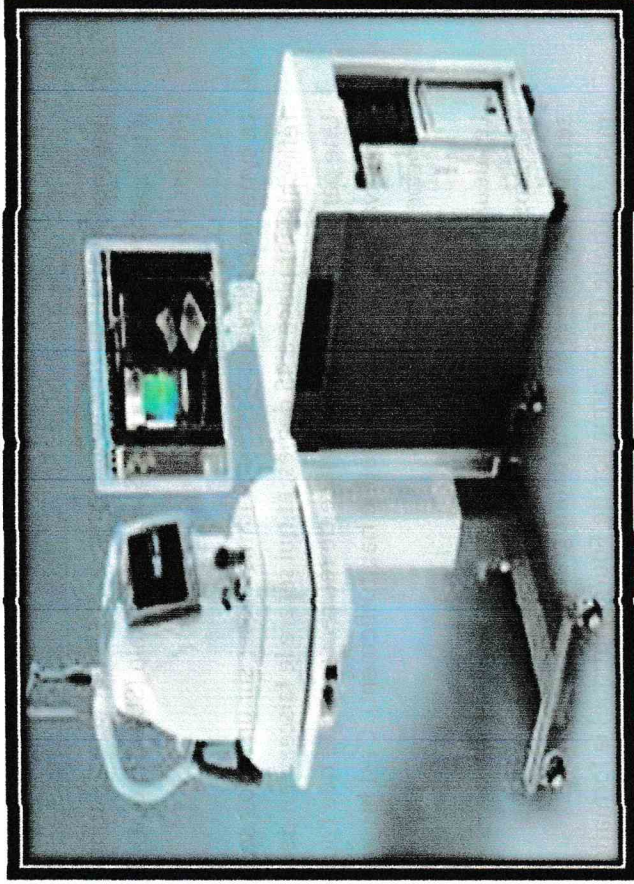
Étude des fréquences des rayons réfractés. Grâce à un traitement mathématique (transformée de Fourier) que l'image se forme.

Avantages de l'OCT FD :

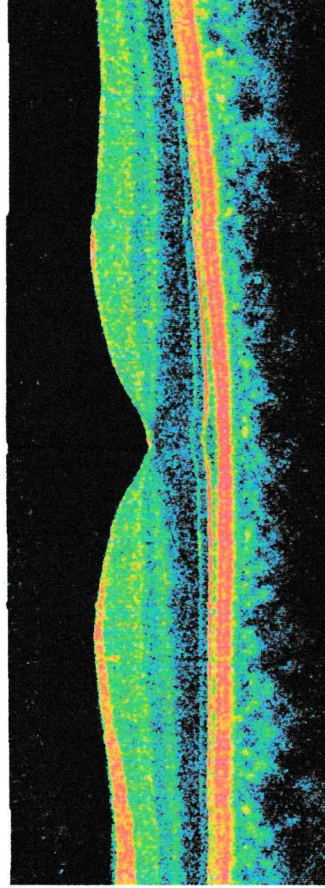
- ▣ La qualité de l'image obtenue est excellente : balayage de 18000 à 40000 scans/sec alors qu'il n'était que de 400 scans/ sec dans l'OCT de première génération (OCT3).
- ▣ La résolution longitudinale atteint 5 à 7 microns.
- ▣ Il n'y a plus de mouvements de miroirs à gérer, donc la "prise de vue" est très rapide et élimine les artefacts dus aux mouvements de l'œil.
- ▣ L'information recueillie est beaucoup plus nombreuse qu'avec le TD OCT (3 fois plus de pixels).
- ▣ Le gain signal/bruit est important et apporte une qualité d'images remarquable.

IV. TECHNIQUE ET INTERPRETATION DE L'OCT :

- ❖ L'interprétation de l'image OCT nécessite la connaissance parfaite de l'anatomie et de l'histologie de la rétine normale ainsi que les différentes pathologies.
- ❖ L'appareil avec quelques images OCT:



OCT maculaire normale :



OCT pathologiques :

