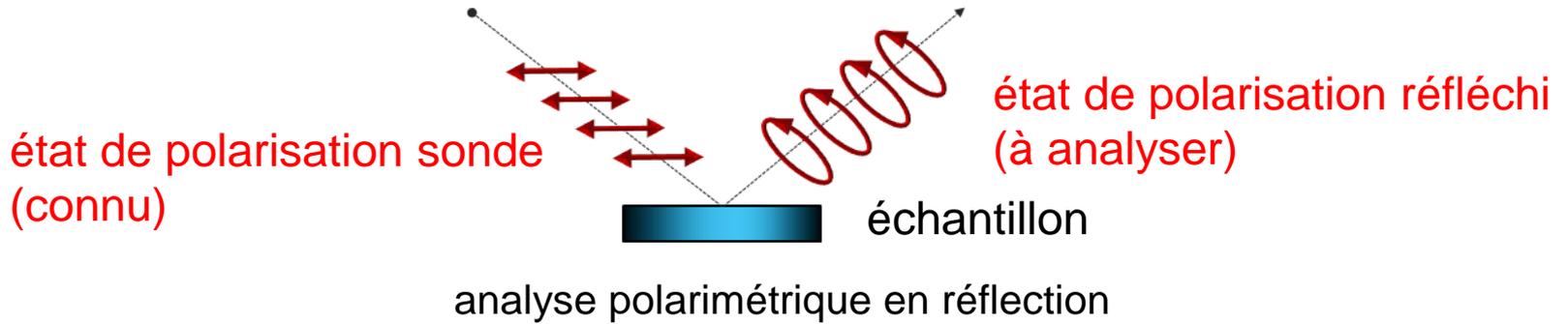


Dispositif d'imagerie polarimétrique déporté par fibre optique : scanning rapide et mesures de dépolarisation

Colman BUCKLEY, Dominique PAGNOUX, Marc FABERT

Institut Xlim, UMR CNRS 7252, Limoges

l'imagerie polarimétrique : une aide à l'analyse structurale de tissus



cancer du côlon [1]

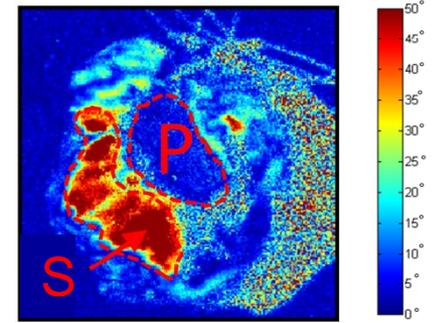
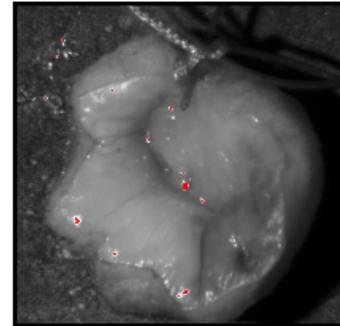
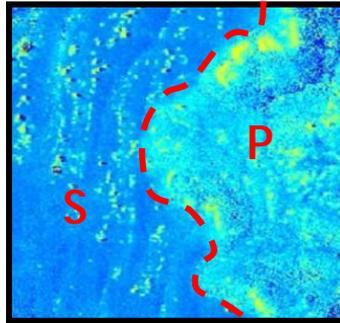
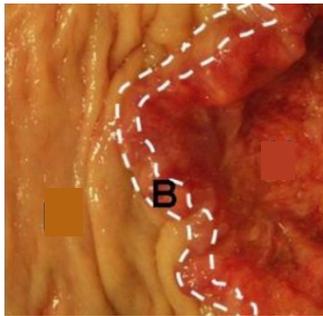
cancer du col utérin (lésion CIN3) [2]

image brute

image de dépolarisation

image brute

image de retard de phase



S : zone saine P : zone pathologique

[1] : "Ex-vivo characterization of human colon cancer by Mueller polarimetric imaging". Angelo Pierangelo et al., Opt. Exp. 1593, Vol. 2, No. 9 (2011)

[2] : "polarization imaging of uterine cervix : a case of study" A. Pierangelo et al., Opt. Exp., 14120 (2013)

Caractérisation complète d'un tissu : polarimétrie de Mueller

- caractéristiques polarimétriques à mesurer :
- ➡ Biréfringence (linéaire and circulaire)
 - ➡ Diatténuation (linéaire and circulaire)
 - ➡ Dépolarisation



$$S_{out}^{\vec{}} = M S_{in}^{\vec{}}$$

Matrice de Mueller M

4x4, à coefficients réels

$$[M] = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} \\ m_{41} & m_{42} & m_{43} & m_{44} \end{bmatrix}$$

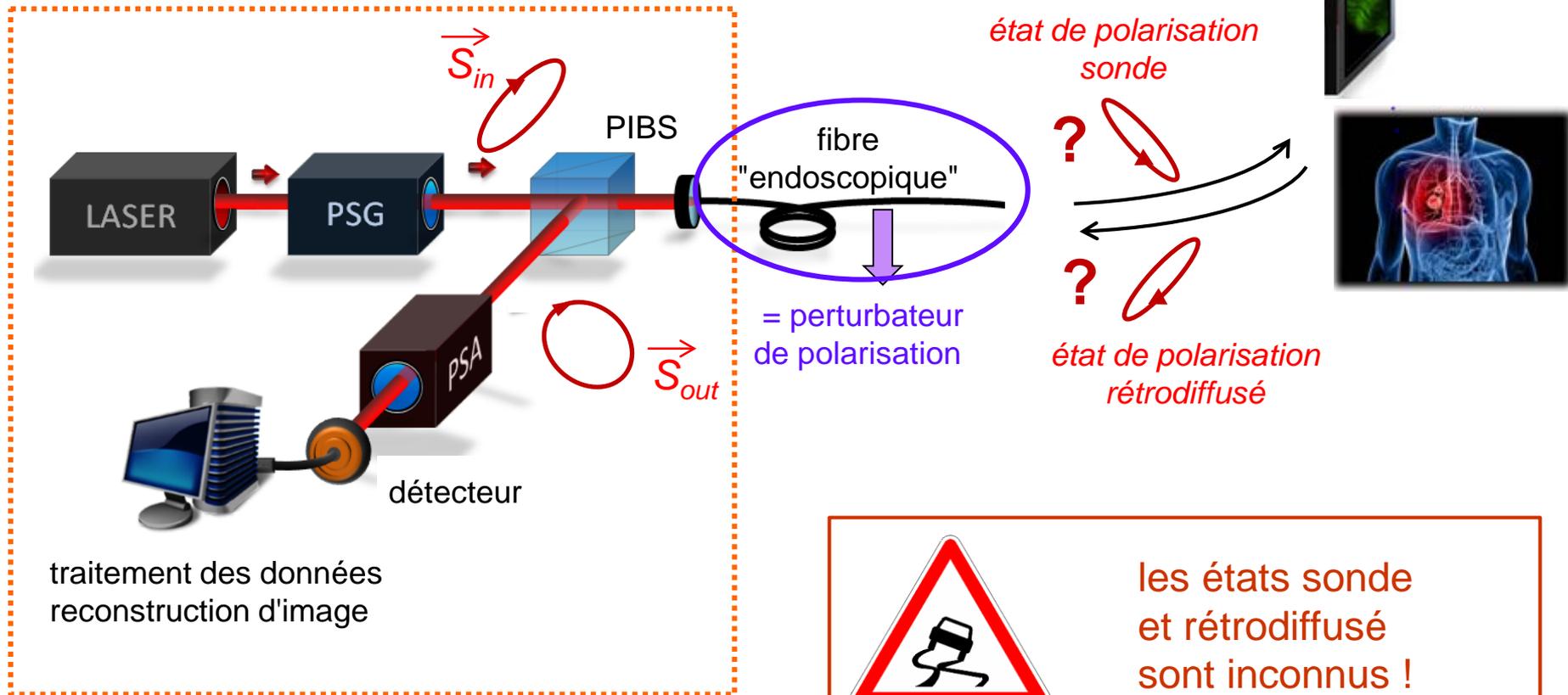


décomposition



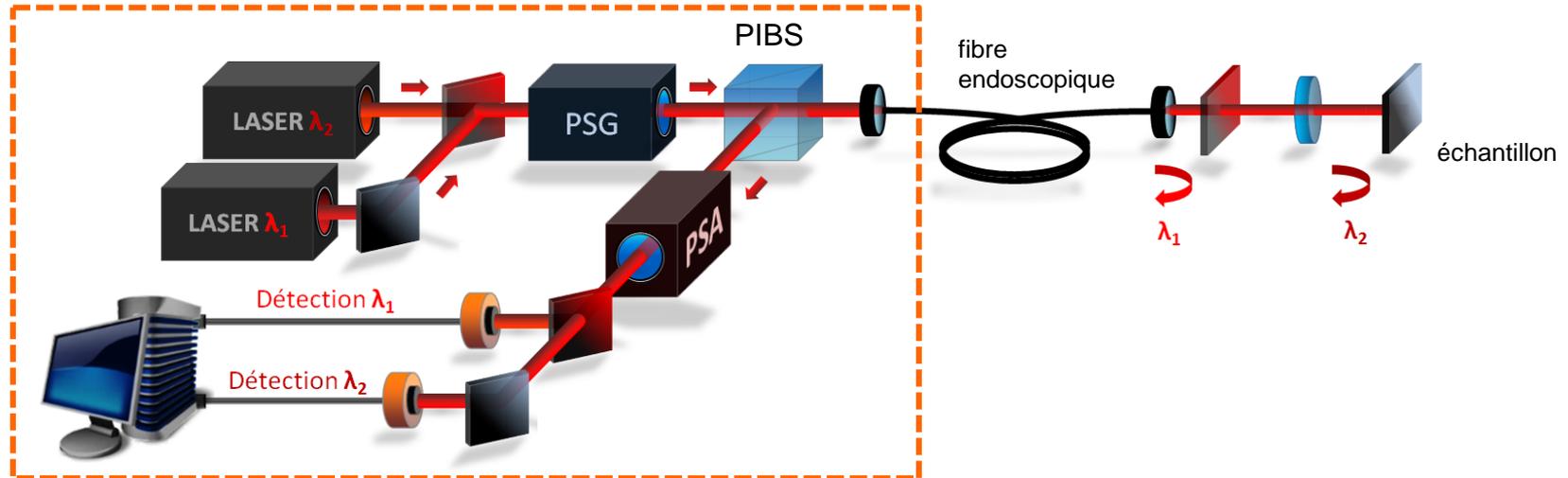
Extraction des caractéristiques polarimétriques de l'échantillon

Polarimètre de Mueller endoscopique (configuration en réflexion)



PSG : Polarization States Generator
 PSA : Polarization States Analyzer
 PIBS : Polarization Insensitive Beam Splitter

Méthode de mesure différentielle à deux longueurs d'onde



- détermination simultanée des matrices de Mueller:
 - @ λ_1 : matrice M1 → fibre seule
 - @ λ_2 : matrice M2 → fibre + échantillon

- extraction de la réponse polarimétrique de l'échantillon par un traitement mathématique adapté de M1 et M2

Méthode différentielle à deux longueurs d'onde : exemple de résultats expérimentaux avec prise d'image point à point (1)

→ échantillon de tendon de queue de rat

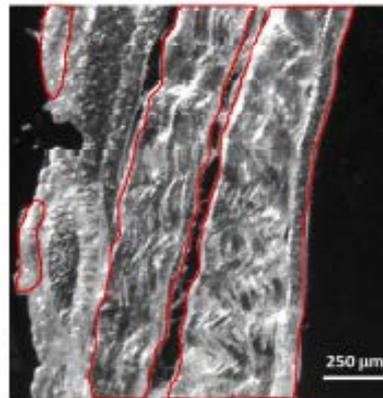
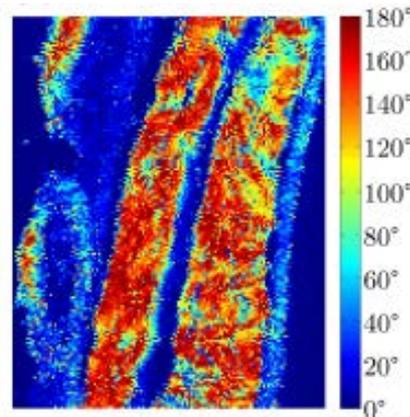
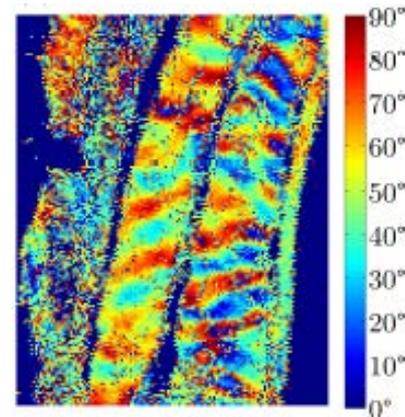


image brute



retard linéaire (RL)



orientation des axes
neutres du RL

épaisseur 50μm

largeur 1,35mm, longueur 1,7 mm

résolution 10μm (135X170 pixels)

temps d'acquisition : 500ms/pixel soit ~ 180 min

Méthode différentielle à deux longueurs d'onde : exemple de résultats expérimentaux avec prise d'image point à point (2)

→ échantillon de côlon humain

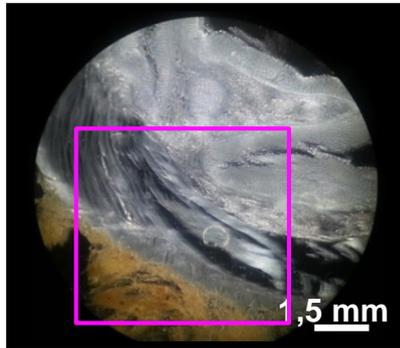
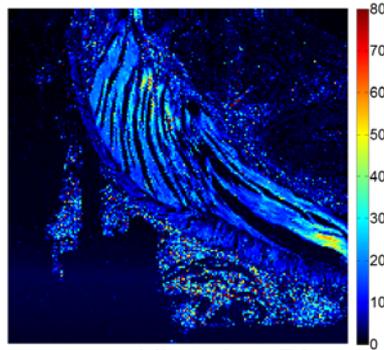
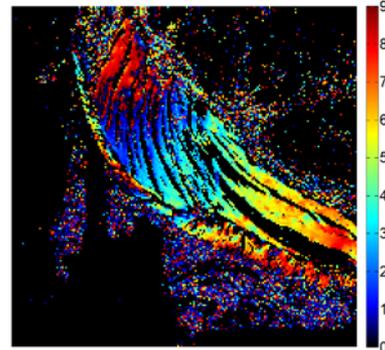


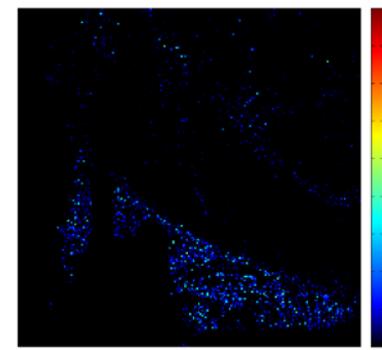
image brute



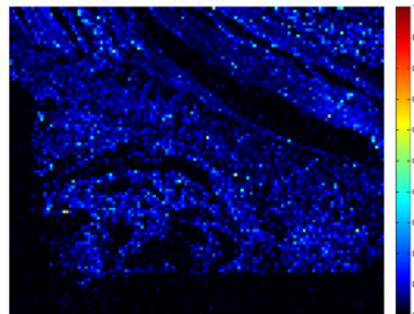
retard linéaire (RL)



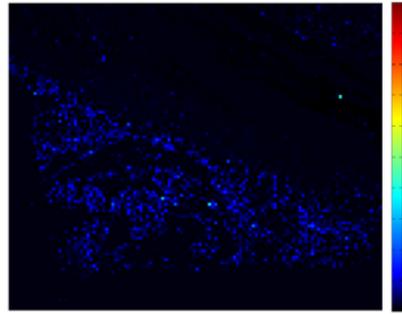
orientation des axes
propres du RL



retard de phase circulaire



diatténuation linéaire



diatténuation circulaire



dépolariation MESUREE

épaisseur : 30 μm

taille d'image: 1 cm x 1 cm

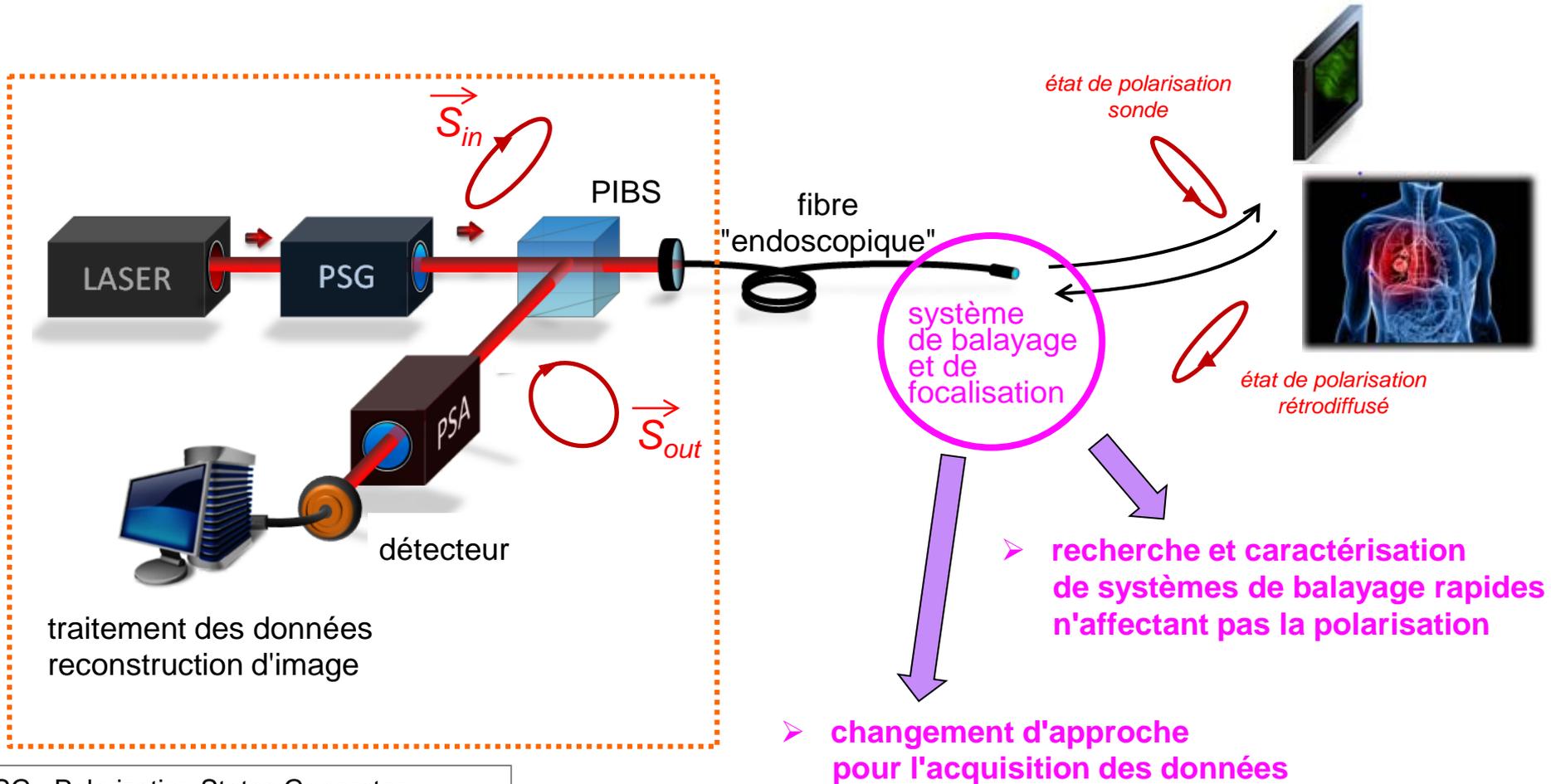
Résolution : 50 μm . (200X200pixels)

longueur d'onde sonde: 633 nm

temps de construction de l'image : ~ 240 min

- temps d'acquisition beaucoup trop long
- pas d'information sur la dépolariation spatiale

Vers un endomicroscope polarimétrique (configuration en réflexion)



PSG : Polarization States Generator
 PSA : Polarization States Analyzer
 PIBS : Polarization Insensitive Beam Splitter

Mise en œuvre d'un scanner massif

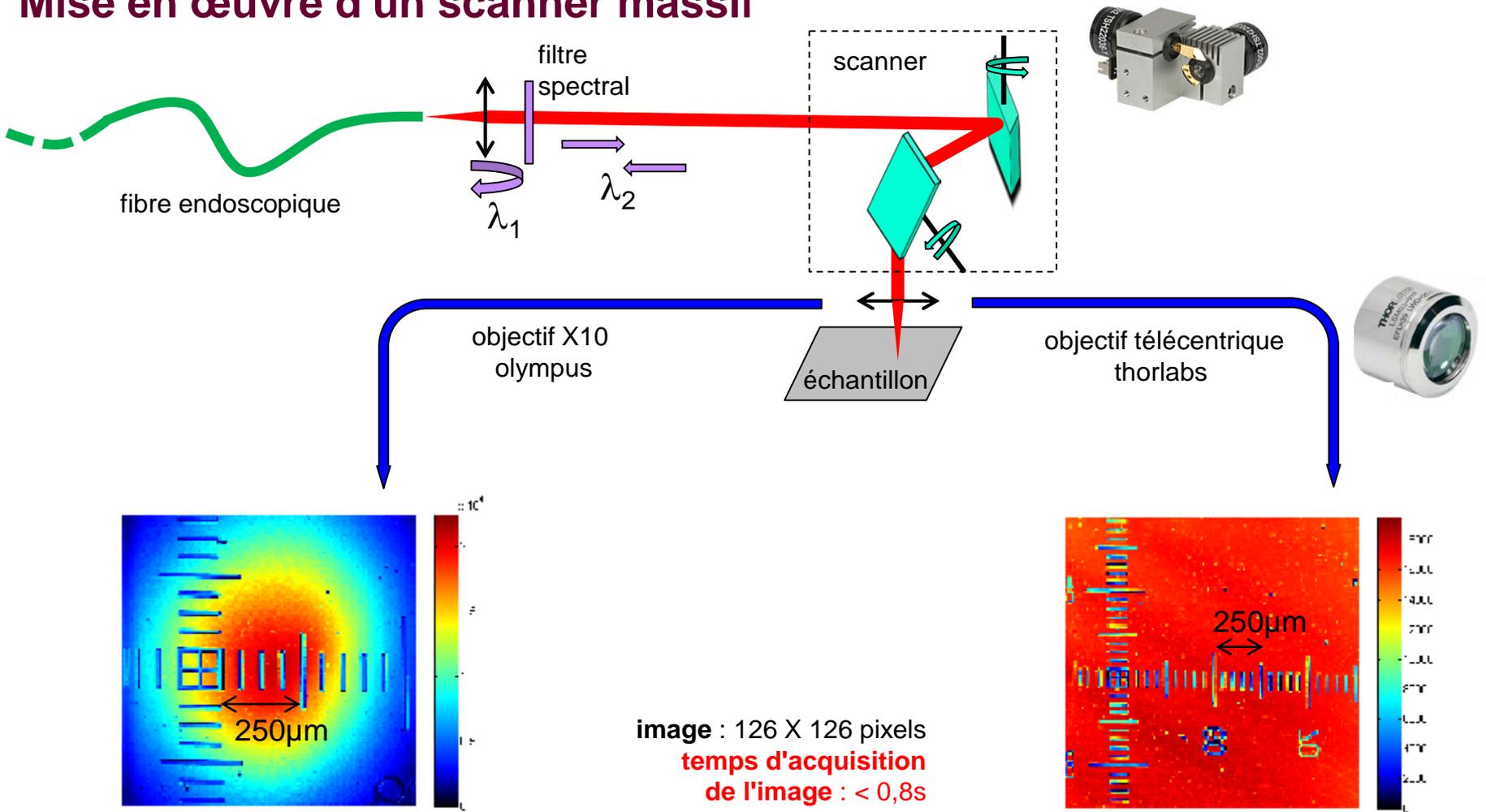


image de Mueller de tendon de queue de rat

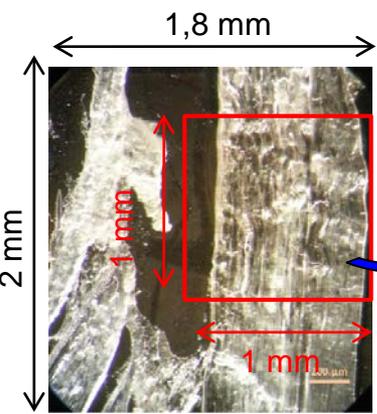
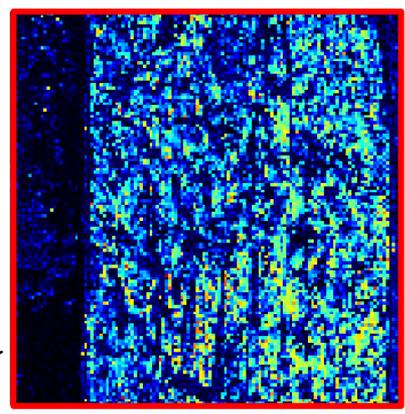


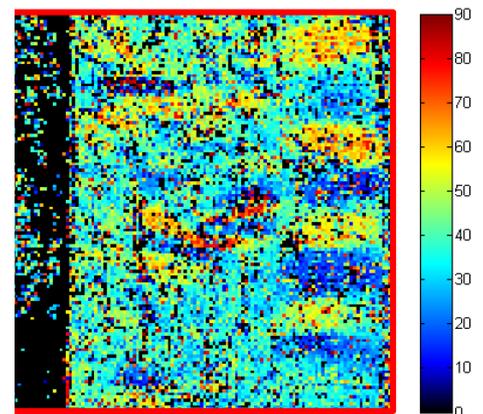
image brute

images 09/2017 :
126X126 pixels
temps d'acquisition
~ 20 s

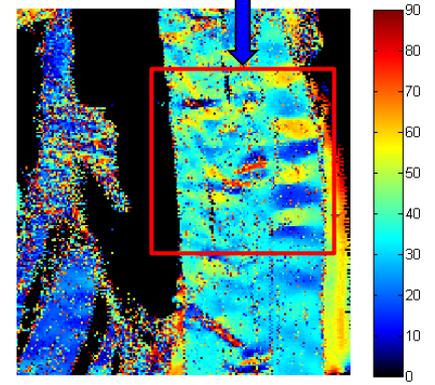
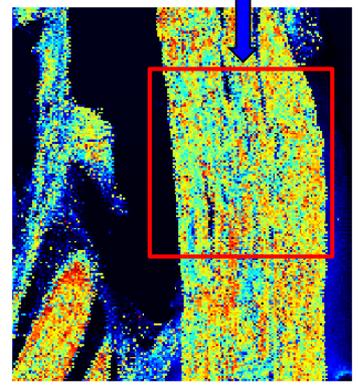
retard linéaire



orientation des axes du retard

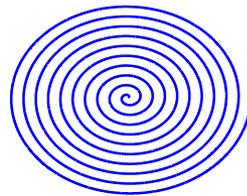
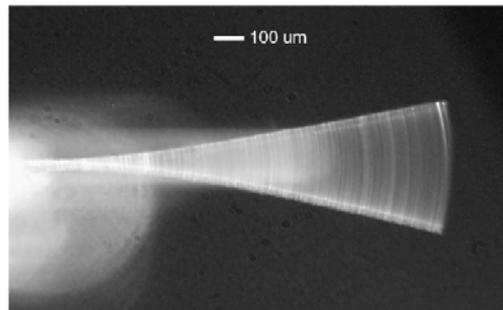
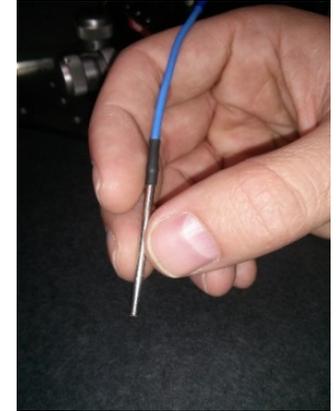
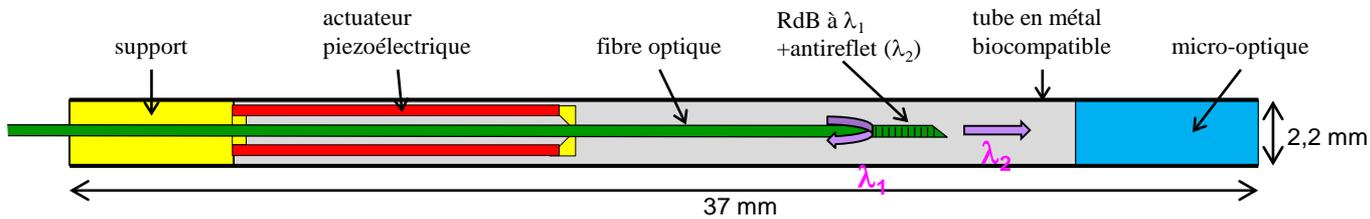


images 2015 :
180X200 pixels
temps d'acquisition
~ 180 min



Etudes en cours

- implémentation d'un microscanner résonnant avec réflexion à λ_1 en aval



- évaluation de la dépolarisation spatiale par traitement statistique de mesures voisines (validation avec Spectralon)

Besoins

- partenaires du monde médical et/ou de la biologie pour fourniture d'échantillons d'intérêt et aide à la caractérisation

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

