



L'ESEM un outil pour tout faire ?

De la caractérisation mécanique des fibres cellulosiques ...à ... l'électronique imprimée.

R. Passas^{1,2,3}, B. Manship^{1,2}, M. Toungara^{1,2}, V. Thenot,^{1,2} N. Reverdy-Bruas^{1,2},
M. Aichi^{1,2,3}, D. Curtil^{1,2,3}, F. Roussel-Dherbey⁴, F. Charlot⁴

¹Univ. Grenoble Alpes, LGP2 ²CNRS, LGP2, ³Agefpi, LGP2, ⁴Univ. Grenoble Alpes, CMTC



agefpi





Tutelles du LGP2

- Grenoble INP
- CNRS
- Agefpi (partenaire privé)

- 25 chercheurs permanents
 - 40 doctorants et post-doctorants, ATER
- + 55 stagiaires et visiteurs / an



Relation forte avec Grenoble INP-Pagora

Ecole Internationale du Papier, de la Communication Imprimée et des Biomatériaux



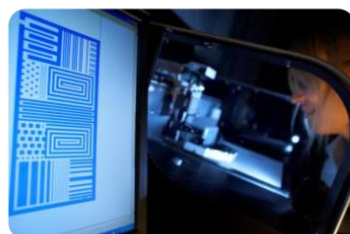
agefpi



Valorisation de la biomasse lignocellulosique & fonctionnalisation de surface par procédés d'impression ou d'enduction

- Développement de procédés verts – économes en matière première et énergie
- Mise en œuvre d'une chimie durable pour l'élaboration de matériaux fonctionnels
- Développement ou adaptation d'outils de caractérisation multi-échelles des matériaux / techniques analytiques

3 équipes de recherche



BioChip

Bioraffinerie : chimie et éco-procédés

Christine Chirat

- Cellulose, hémicelluloses et lignine : bioraffinerie et bioproduits
- Caractérisation des constituants de la biomasse lignocellulosique

MatBio

Matériaux biosourcés multi-échelles

Julien Bras

- Briques issues de la biomasse végétale
- Procédés d'élaboration des matériaux : polymères, composites and matériaux fibreux (papiers, cartons, non-tissés...)

FunPrint

Fonctionnalisation de surface par procédés d'impression

Didier Chaussy

- Formulation et caractérisation de fluides complexes et d'encre
- Procédés d'impression pour l'élaboration de systèmes fonctionnels

1 – Introduction

2 – Développement de la plateforme de test.

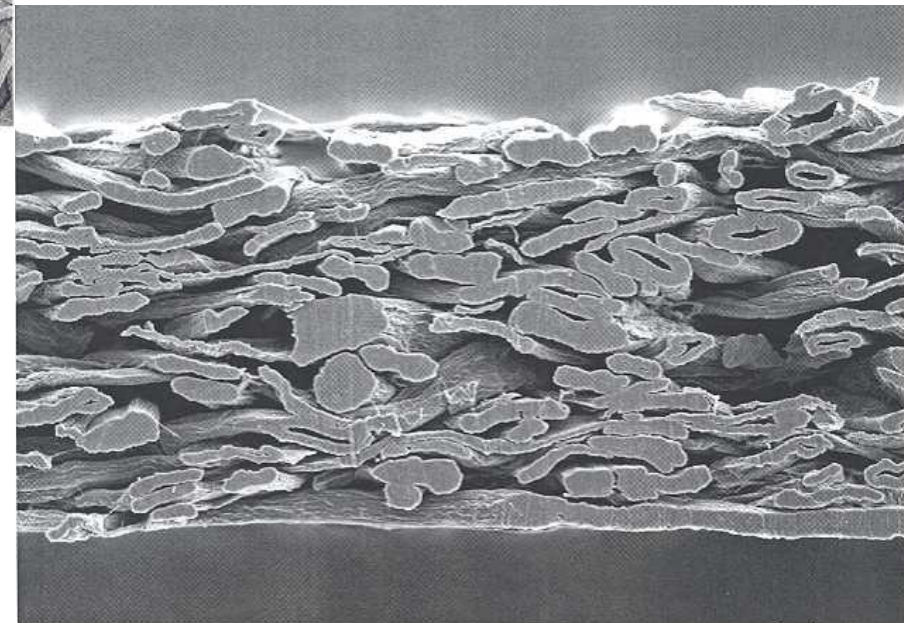
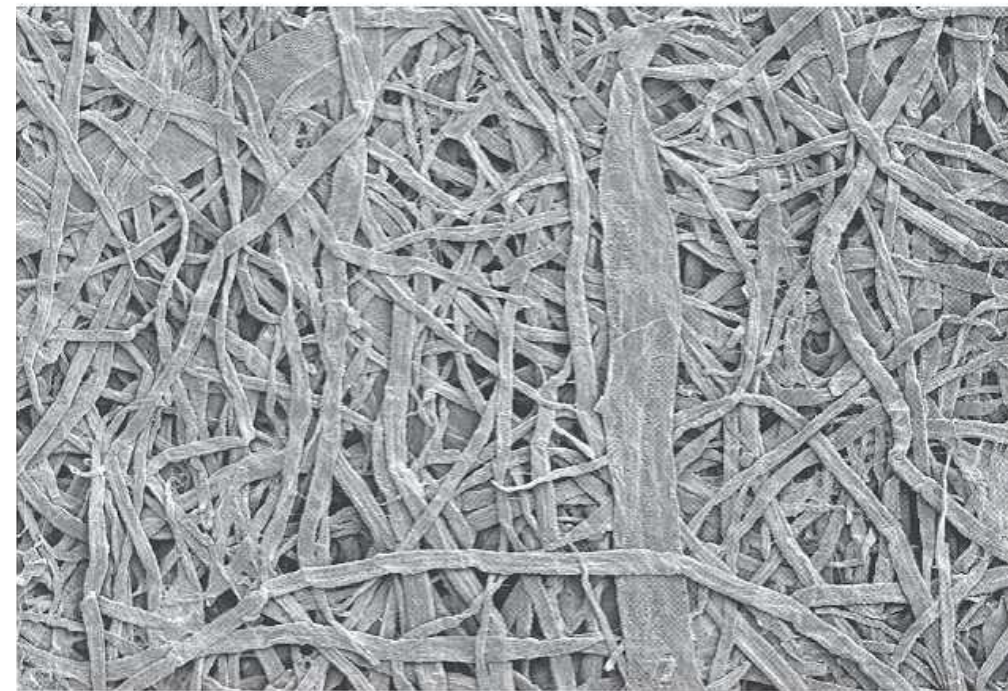
3 – Exemples d'application

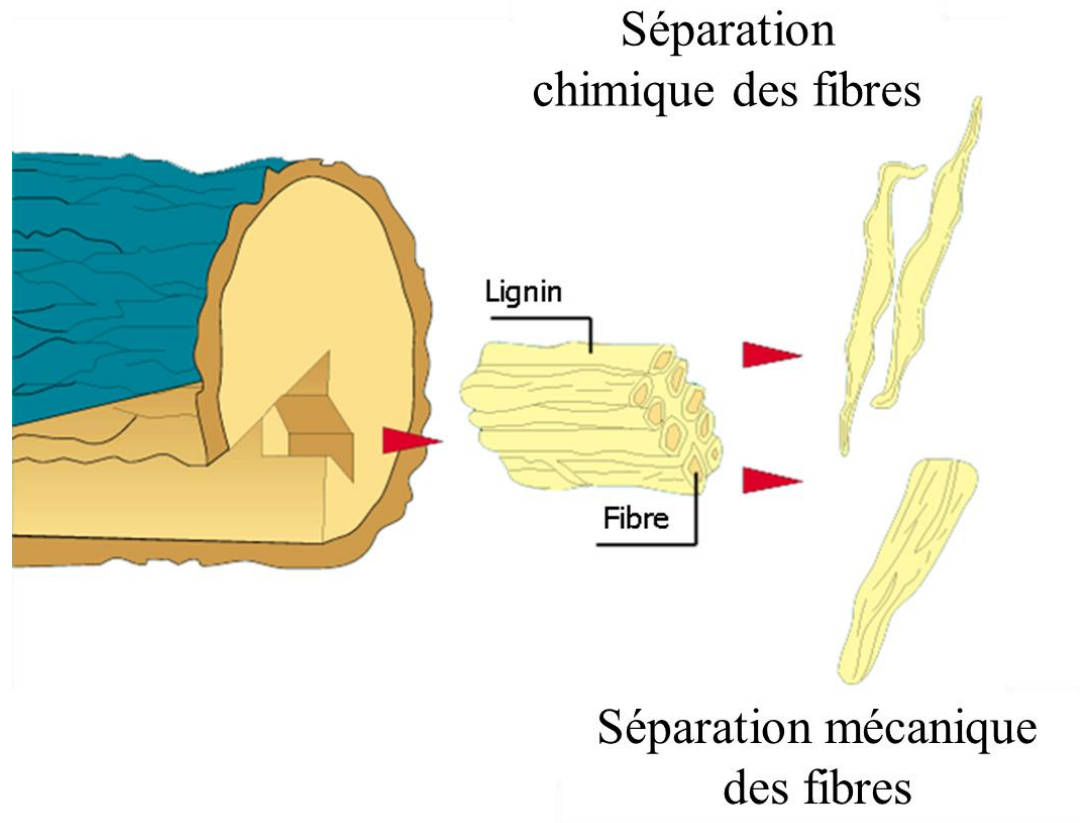
4 – Conclusions

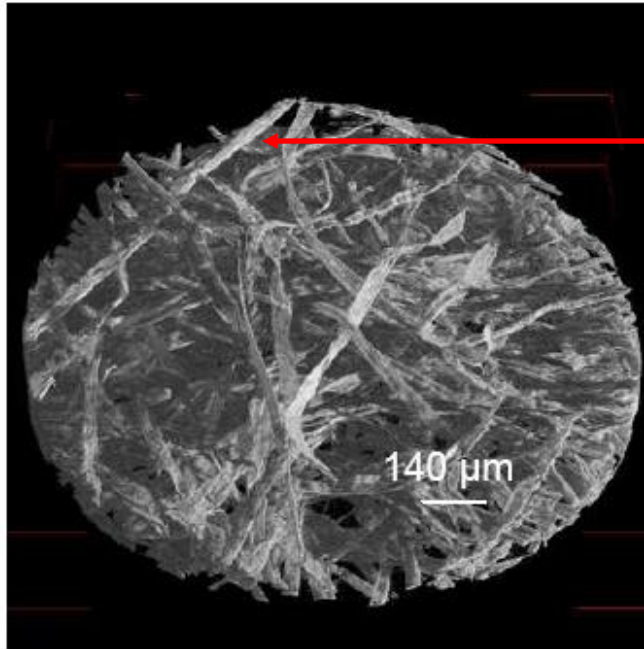
5 – Perspectives

5.1 : Fonctionnalisation des pointes AFM

5.2 : Application à l'électronique imprimée

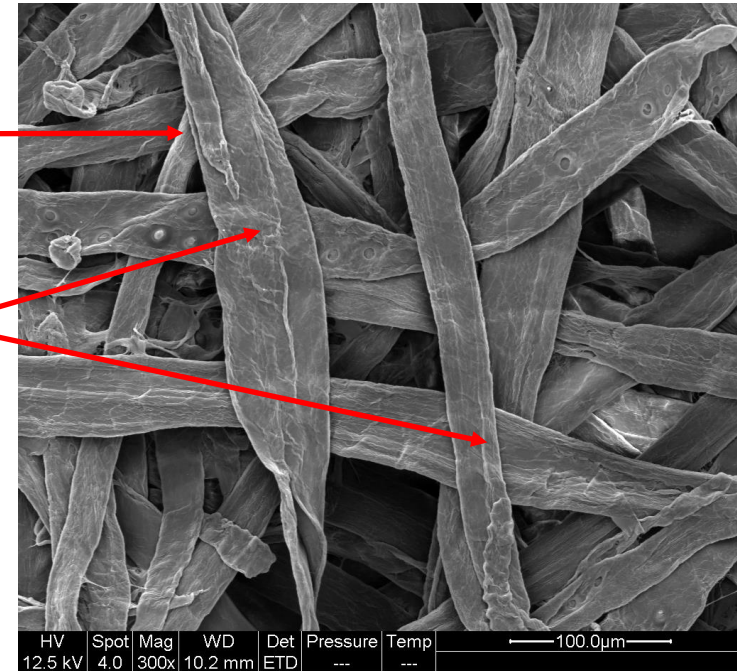






Fibre

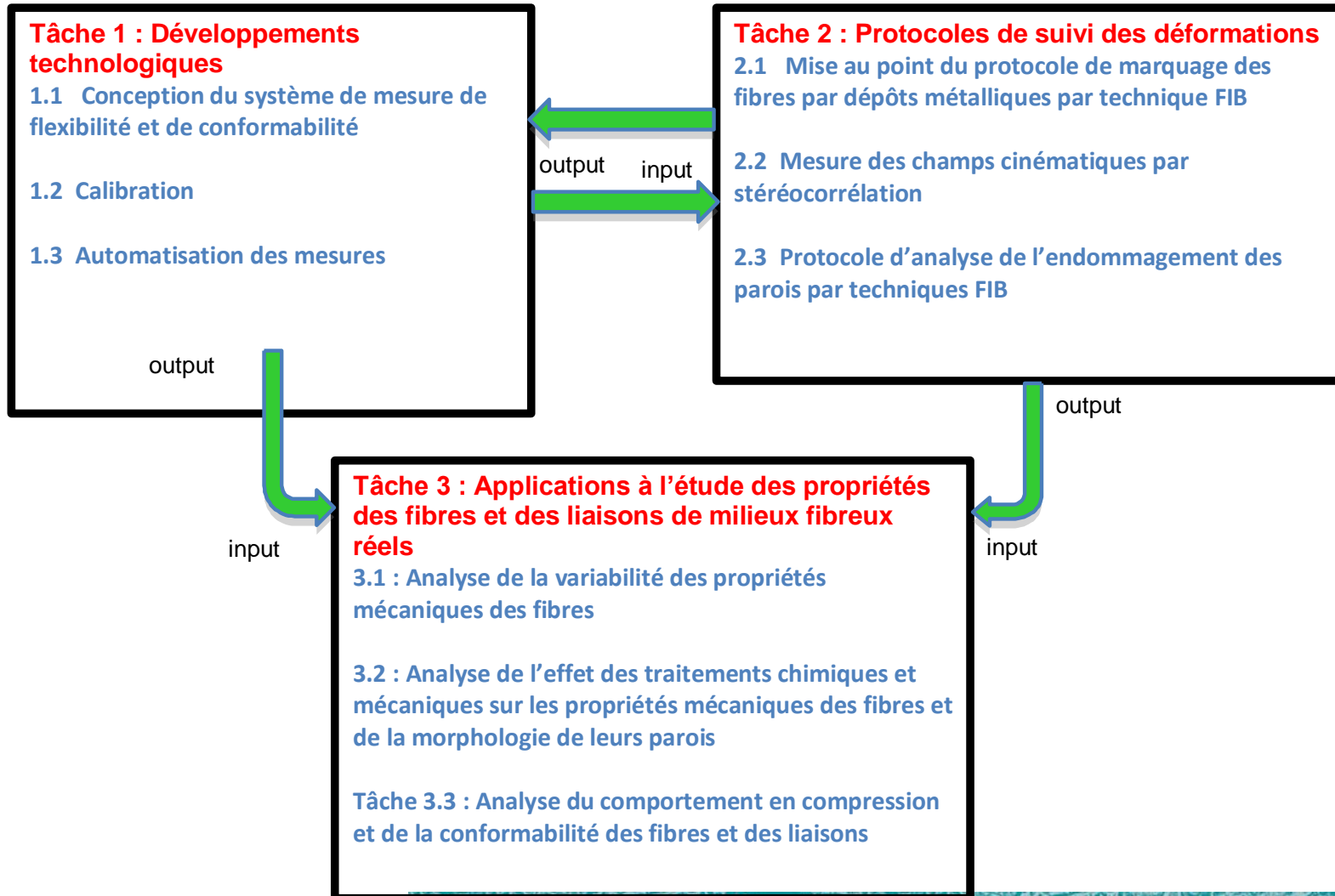
Liaison



nécessité de comprendre le comportement hygromécanique individuel des fibres et des liaisons

- Problèmes de manipulation des objets (longueur 1 à 4 mm, largeur 15 à 70 μm)
- Problèmes de sensibilité des capteurs de force et de déplacement
- Échelles d'observation de 100 nm à 1000 μm

Etude des déformations mécaniques des fibres cellulosiques en couplant la micro-robotique et l'ESEM



- 1 – Introduction
- 2 – Développement de la plateforme de test.**
- 3 – Exemples d'application
- 4 – Conclusions
- 5 – Perspectives

Compression et flexion des fibres individuelles

- Système de déplacement précis
- Précision de la mesure de force
- Intégrable dans la chambre d'un MEB => compatible HV
- Installation sur différents systèmes

- Contrôle de l'humidité de l'échantillon
- Automatisation des mesures

Compagnie : SmarAct

Application : mouvement grossier

Dimensions : 21x21x40 mm (3 axes)

Résolution: 2 nm - 100 nm



Compagnie : Physikinstrumente

Application : mouvement fin

Dimension: 44 x 44 x 44 mm

Resolution: <1 nm



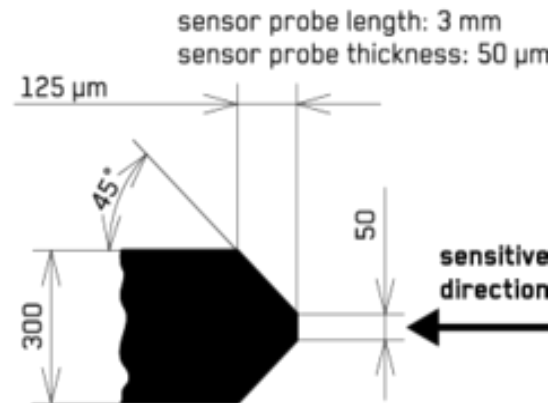
Compagnie : Femtotools

Application: détecteur de force

Dimension: 28x8x1 mm

Gamme de mesure : 0-1000 μ N
ou 0-10 000 μ N

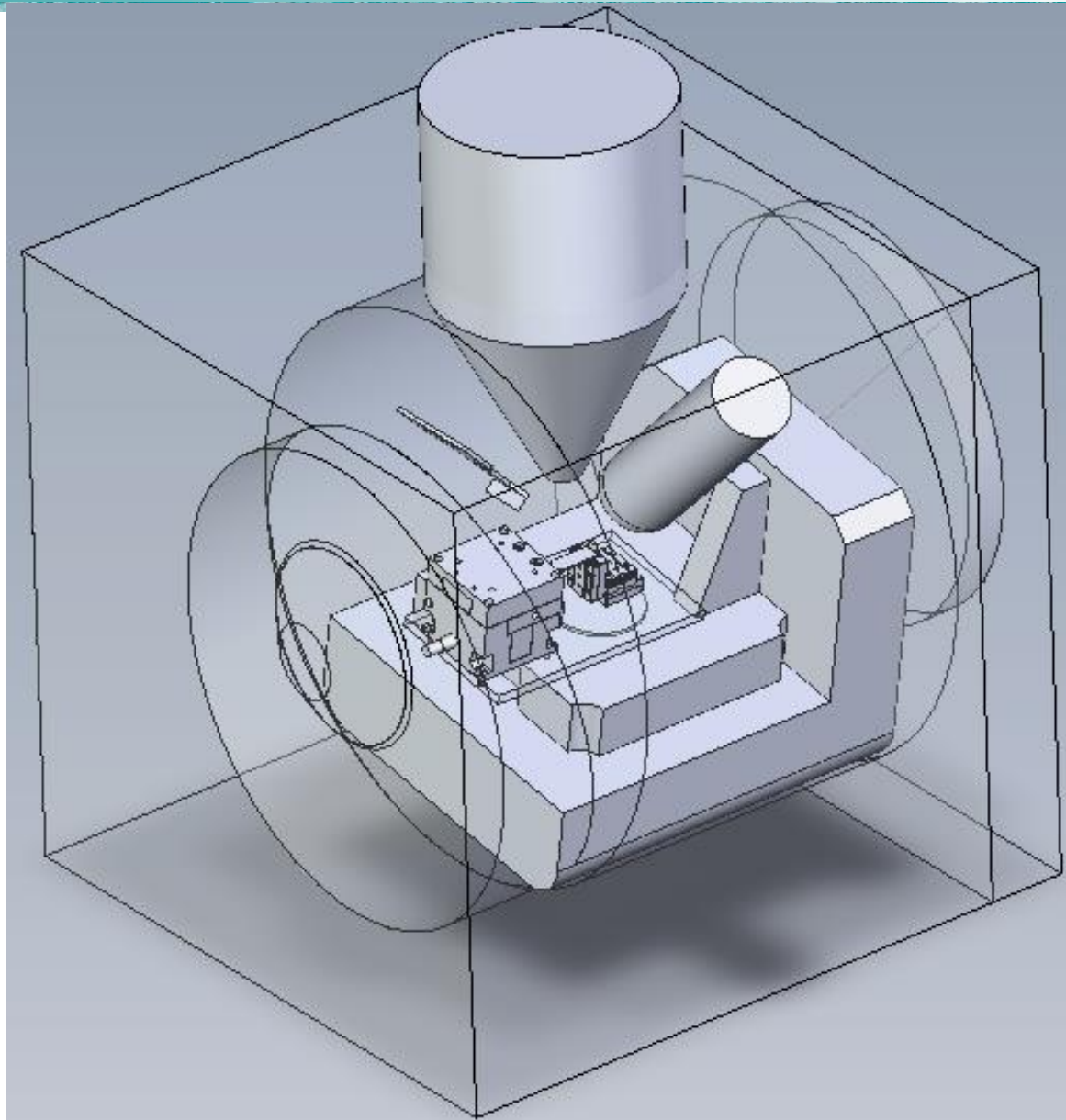
Précision : 0.05 μ N

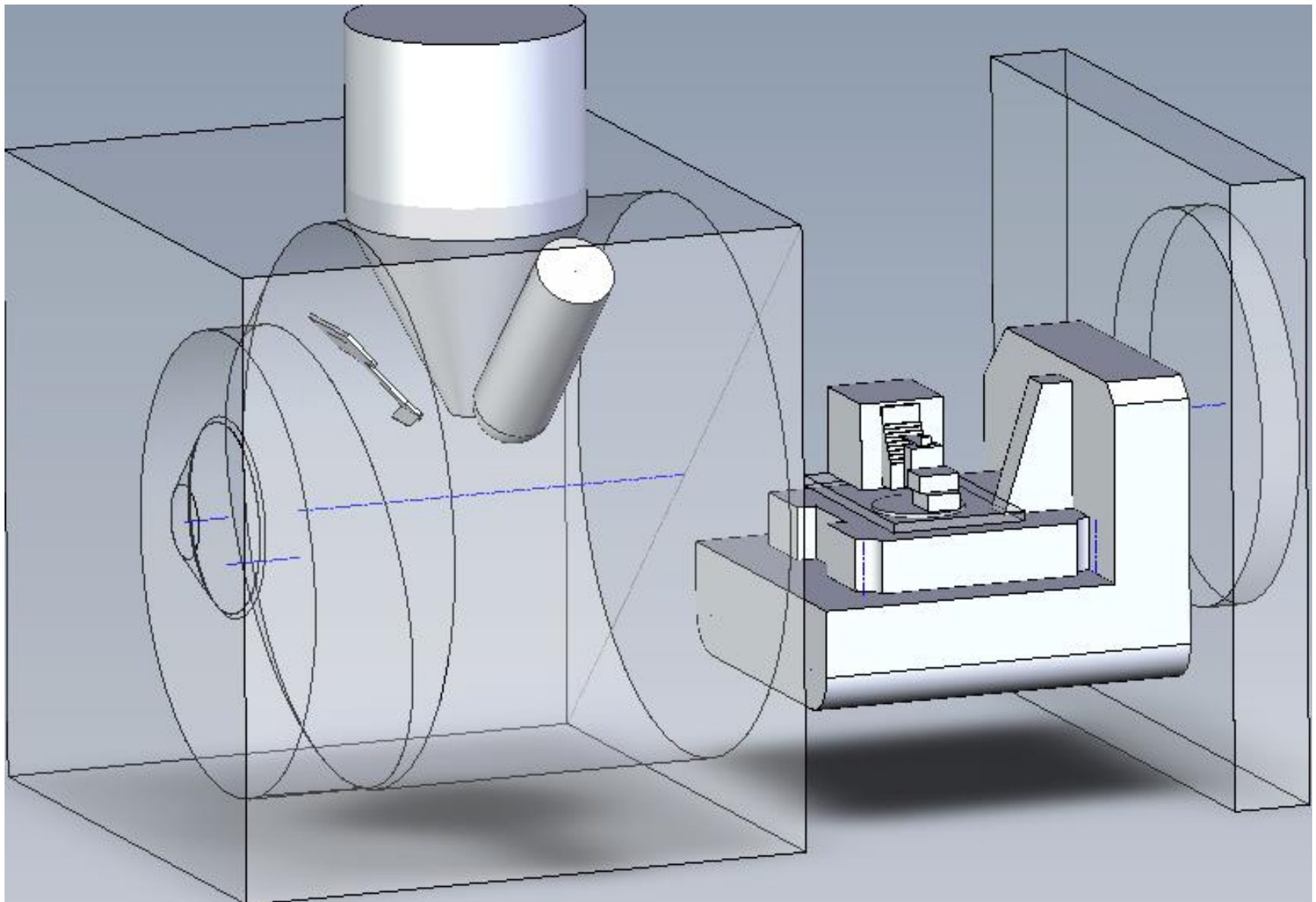


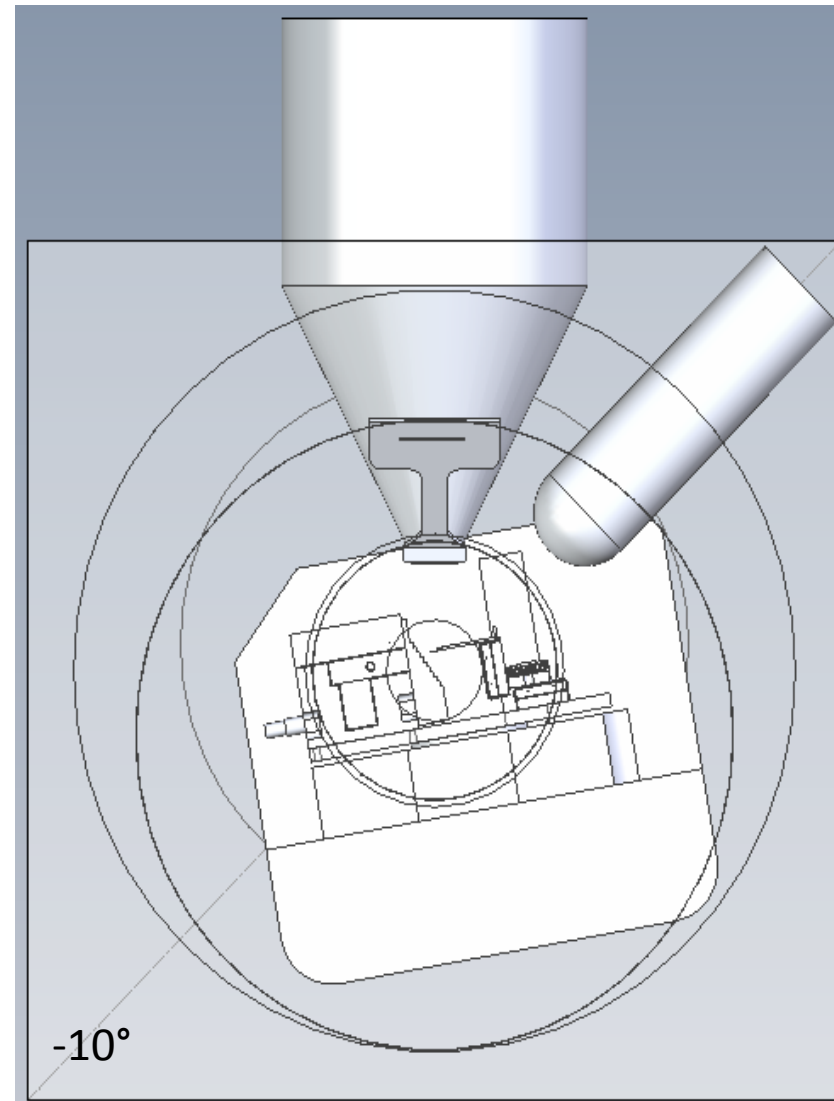
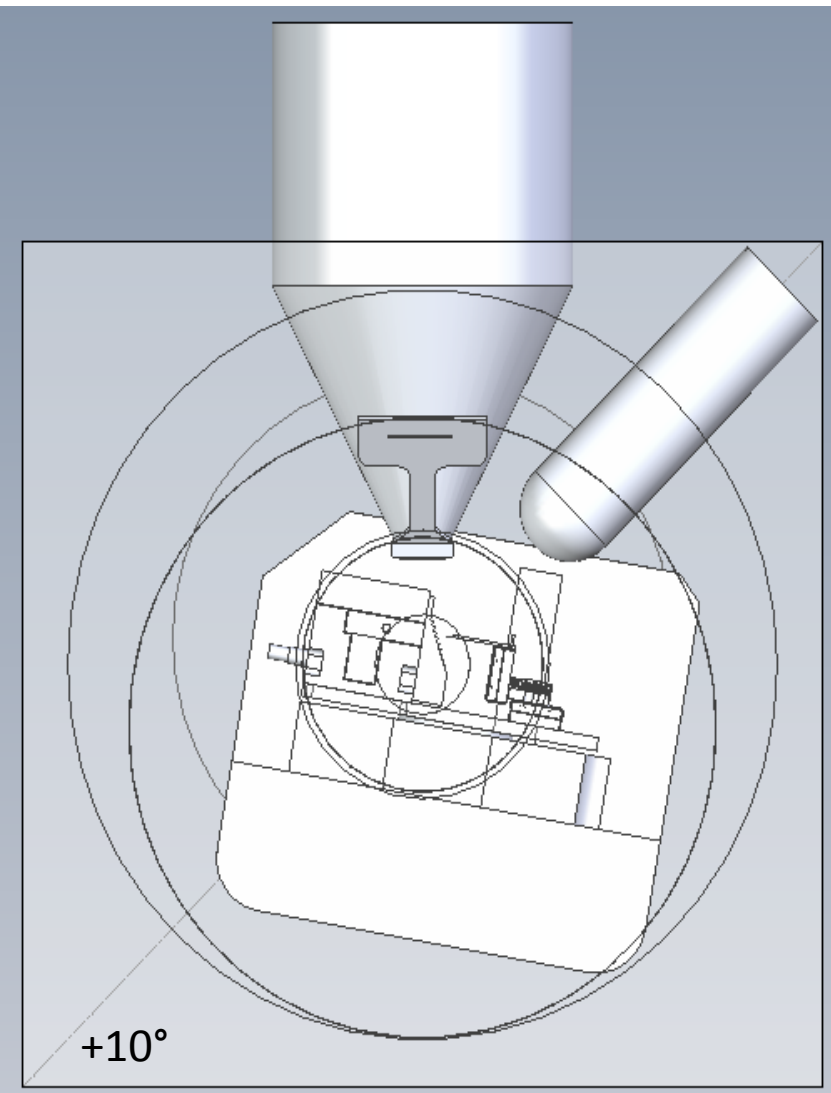
Composant	Masse (g)
Système de déplacement fin	250
Système de déplacement grossier	40
Détecteur de force	10
Porte-échantillon	30
Total	330
Support	170
Élément Peltier avec tresse	480

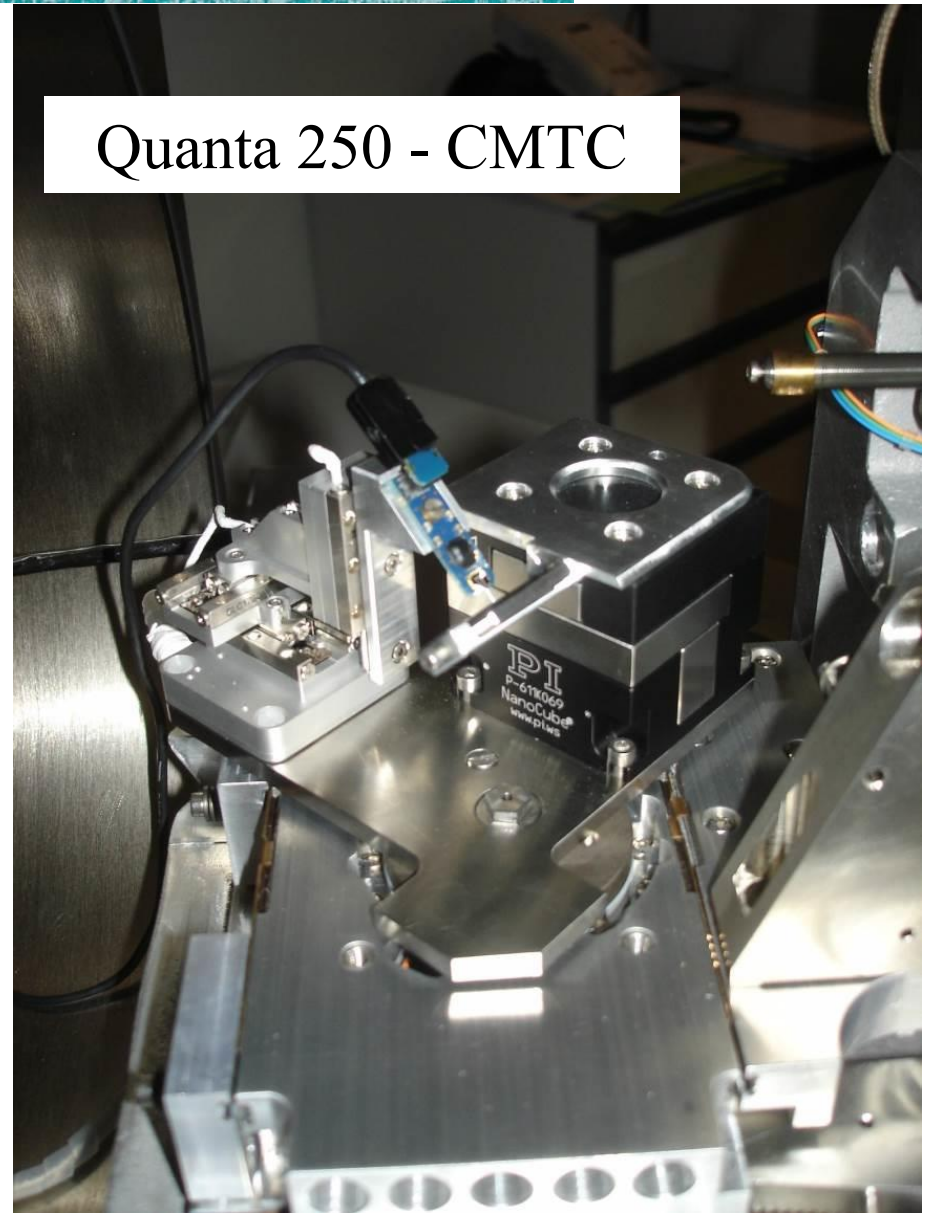
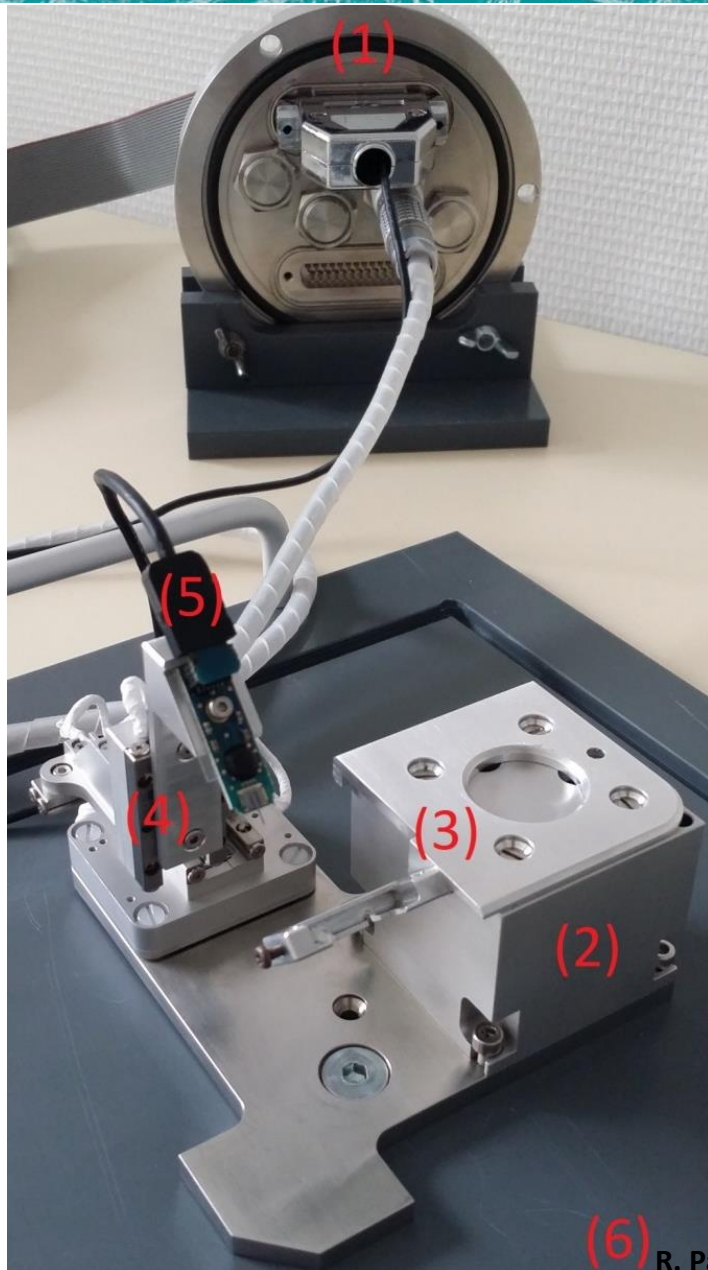
Masse maximale applicable sur la platine du MEB :

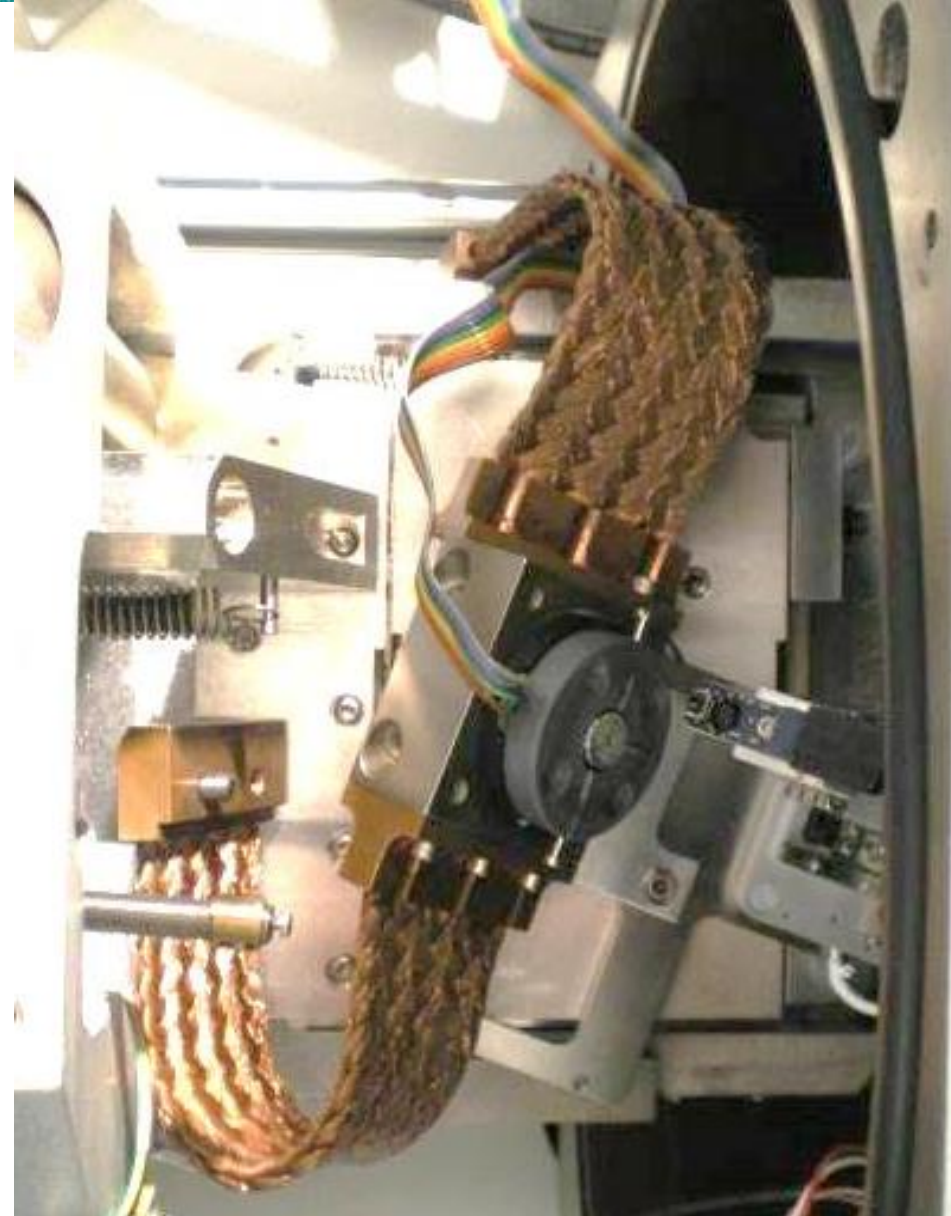
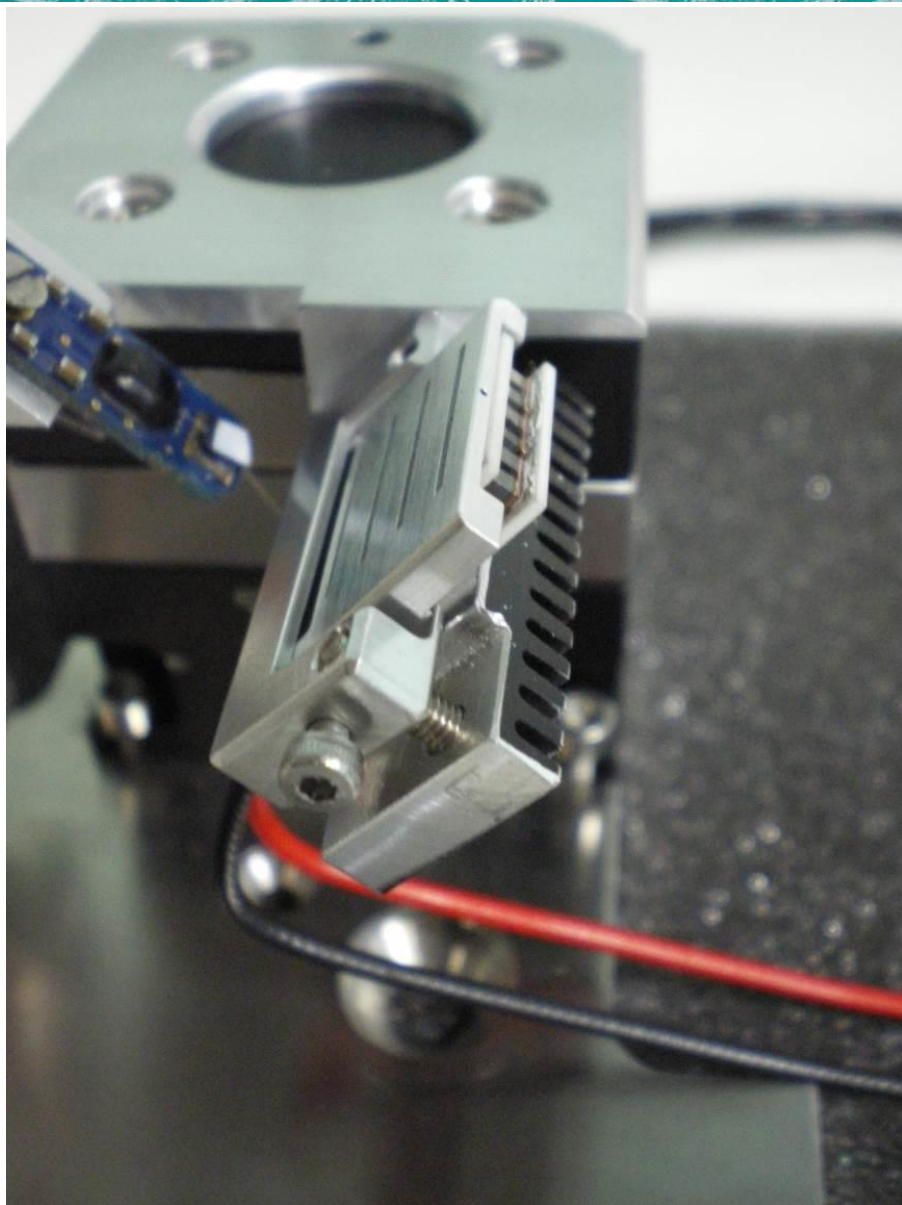
- 1000 g à 0°
- 500 g si platine inclinée

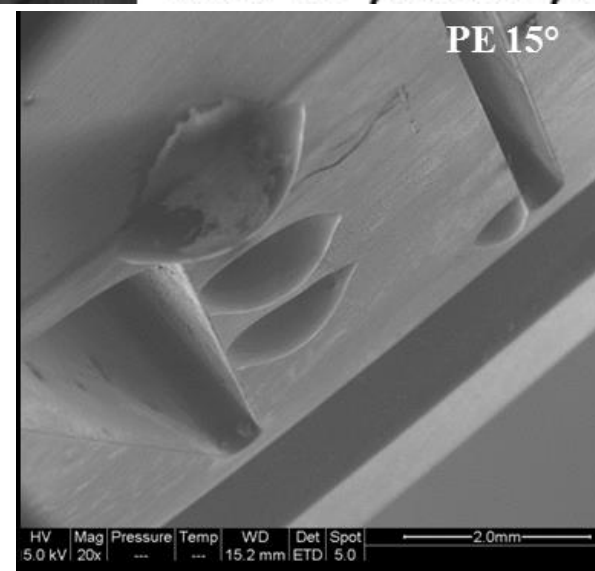
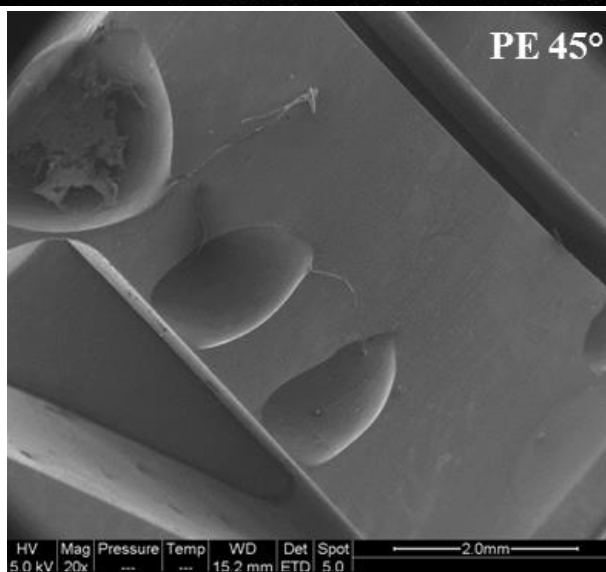
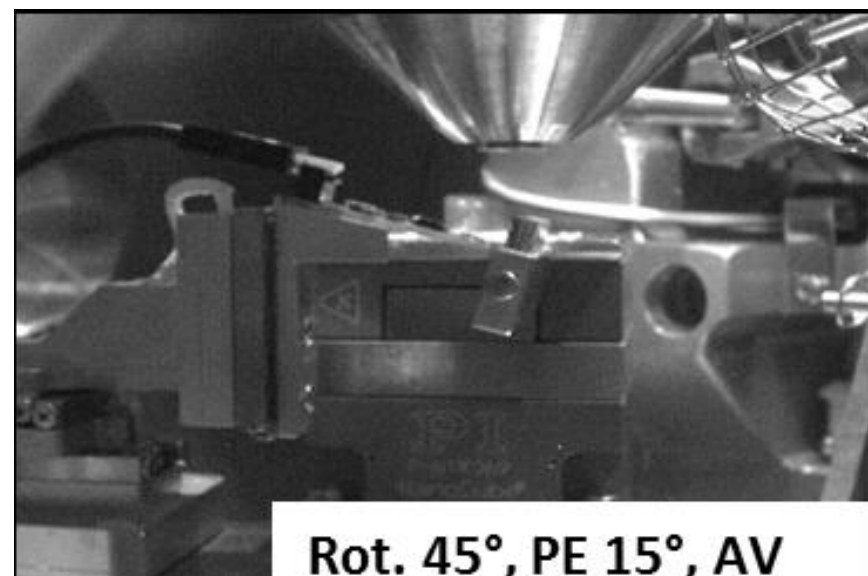
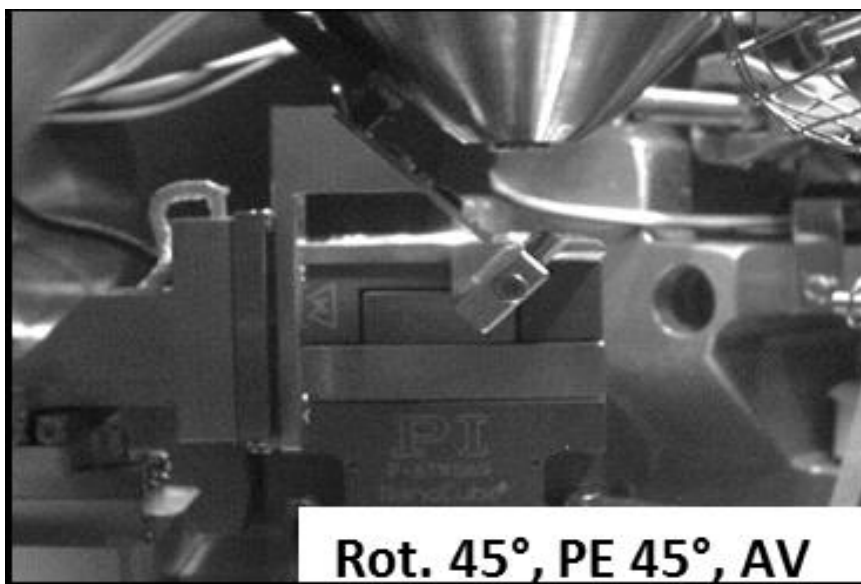


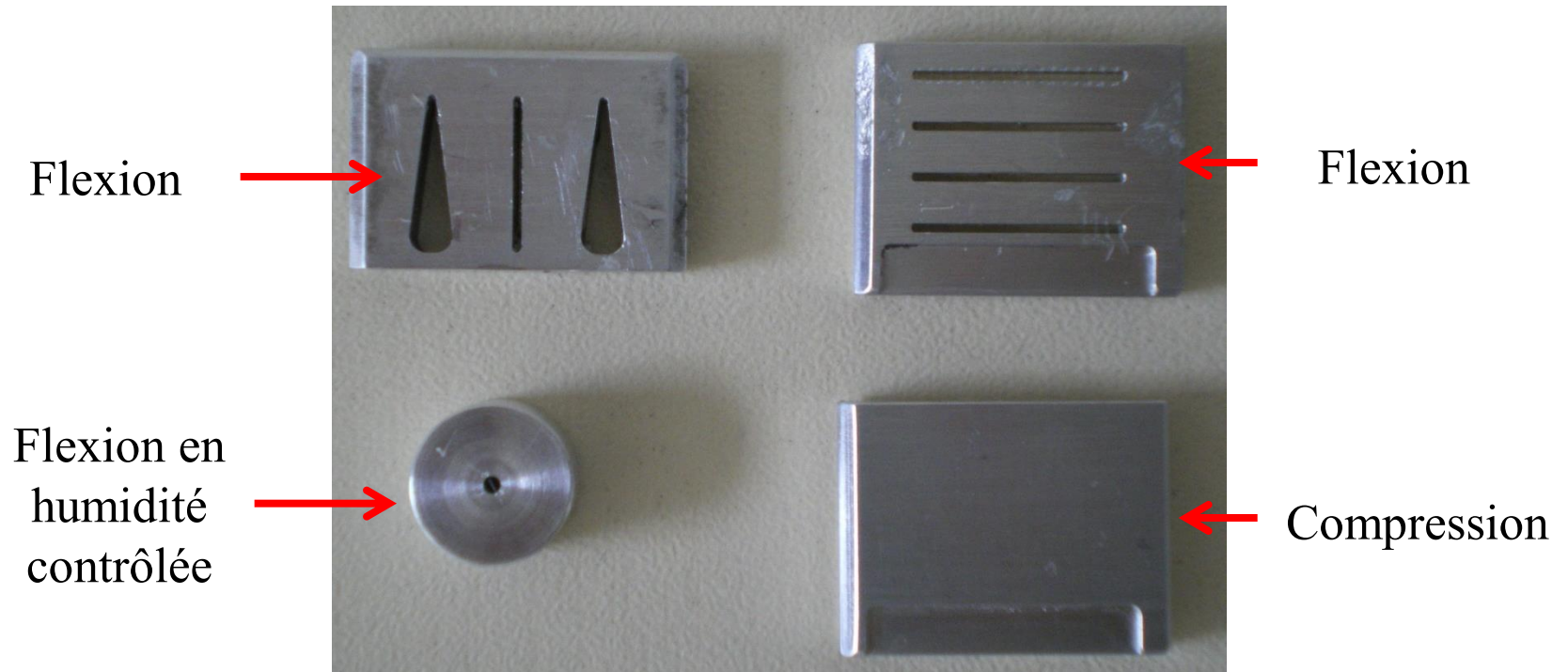












Force limite de sécurité (μN)

0

Exit

Channel 0:

Gain [$\mu\text{N}/\text{V}$]: 200

Sampling Rate [Hz]: 200

Tare

Force [μN]: 0

Display Options: Show Channel 0

Max Force [μN]: 600

Auto

Min Force [μN]: -600

Auto

Time Range [s]: 5

Save Channel 0 output:

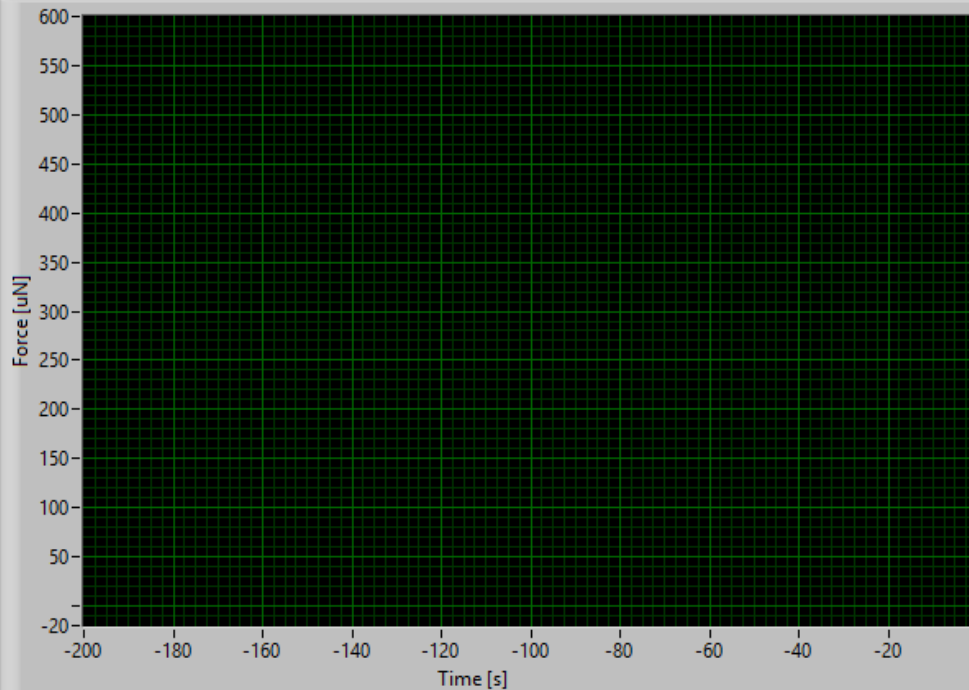
Record

Recorded [s]: 0,0

Force Graph

FemtoTools FT-WS01

TOURNIAIRE Thomas



Travail en cours

Angle de test

Rien

Test



Vitesse du capteur (nm/s)

0

Temps (s)



Axe Z

Vitesse Z (nm/s)

0

Déplacement Z (nm)

0

Temps de trajet Z (s)

0

Axe X

Vitesse X (nm/s)

0

Déplacement X (nm)

0

Temps de trajet X (s)

0

Position X 0

Position Y 0

Position Z 0

Référence de l'échantillon

0

Force d'incrémentation (μN)

0

Force minimal (μN)

0

Force maximale (μN)

0

Type de support

Numéro de cycle

0

Nombre de cycle

0

Attente en contact(ms)

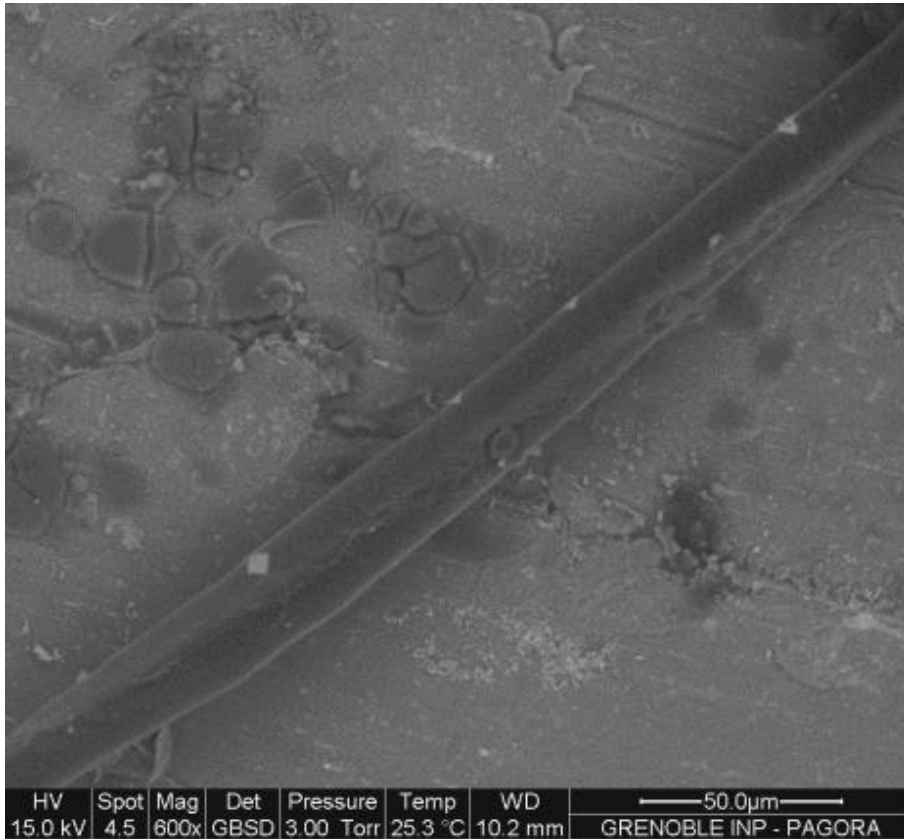
0

Type de test

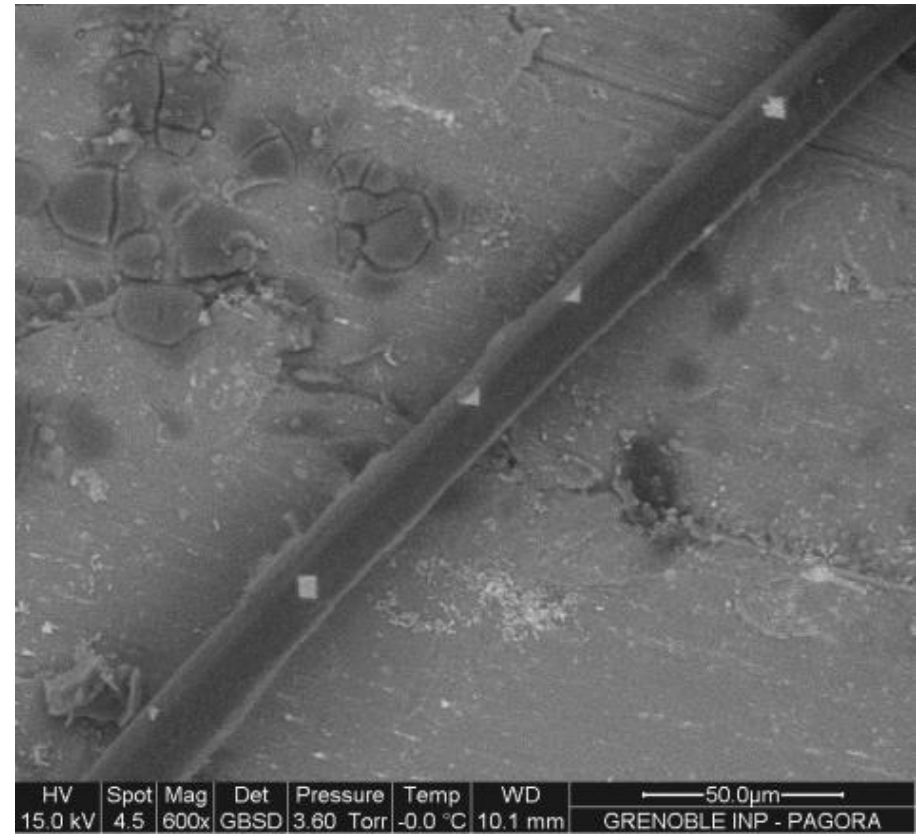
Compression

- 1 – Introduction
- 2 – Développement de la plateforme de test.
- 3 – Exemples d'application**
- 4 – Conclusions
- 5 – Perspectives

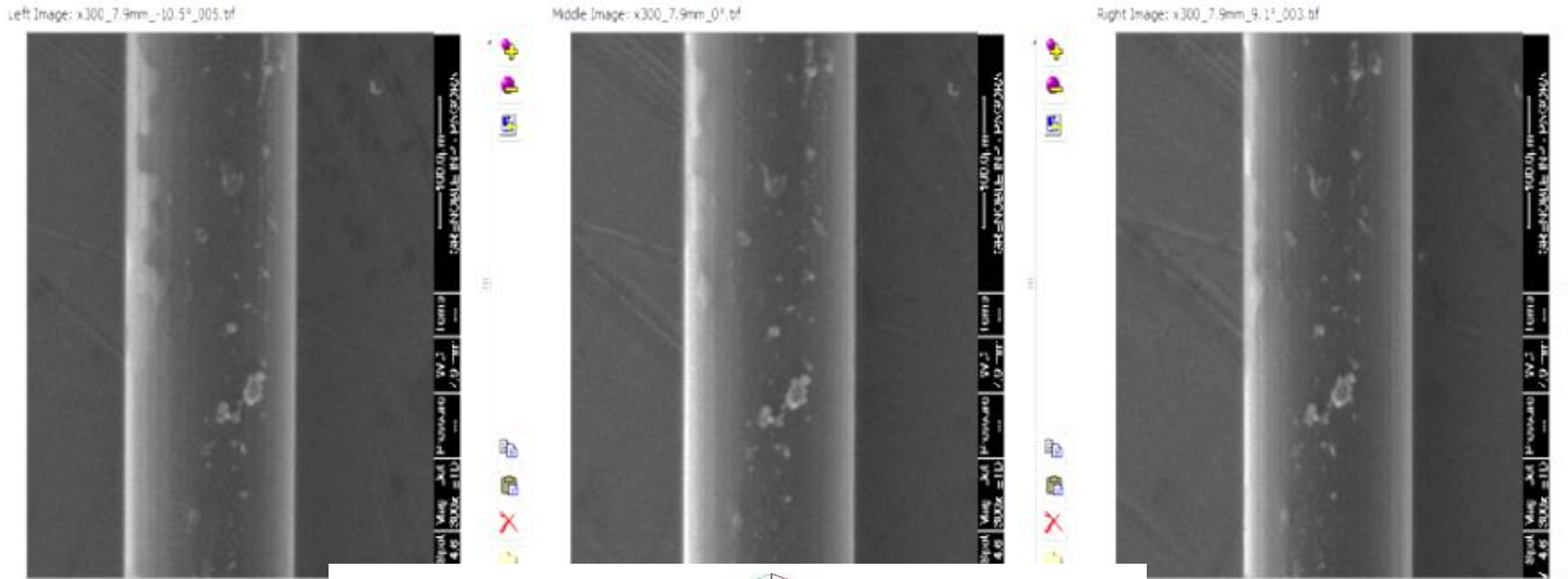
Images ESEM d'une fibre marquée (dépôt tungstène au FIB)



10%RH

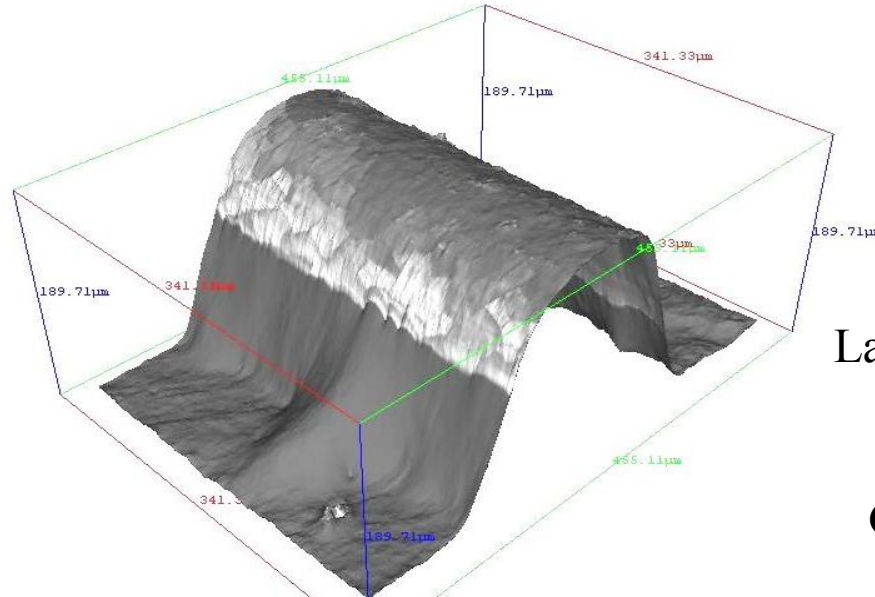


80%RH



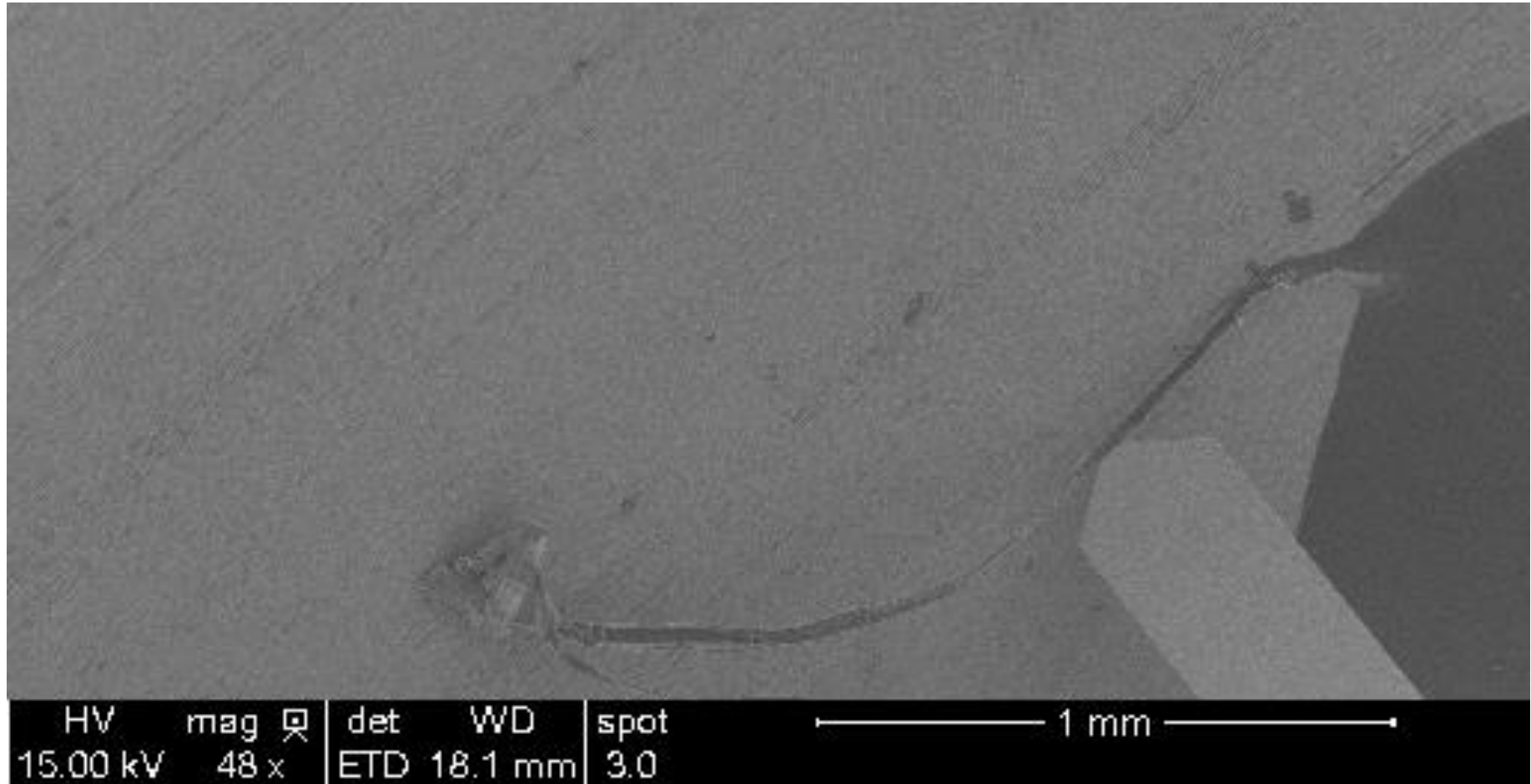
Logiciel Mex

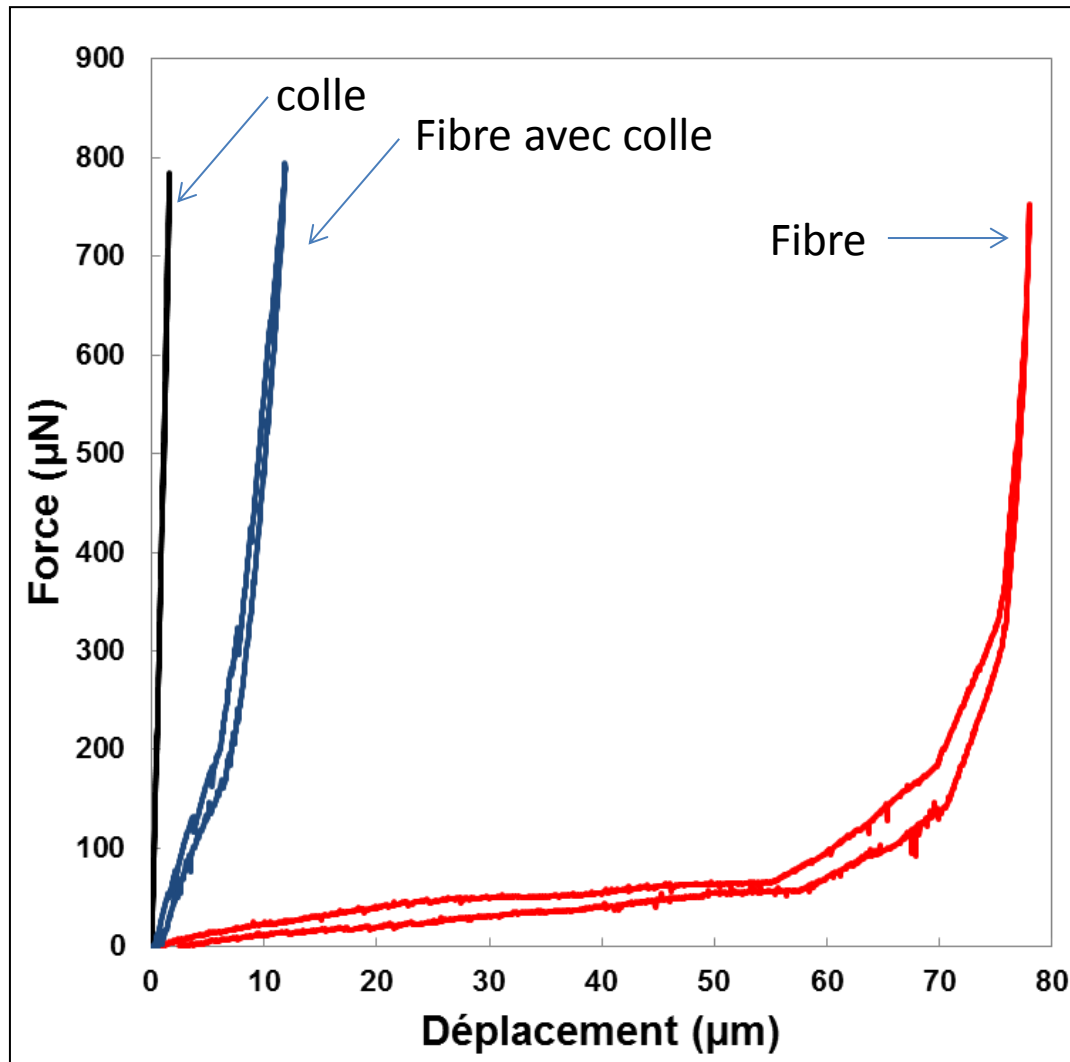
- 3 différents angles de
- WD constante



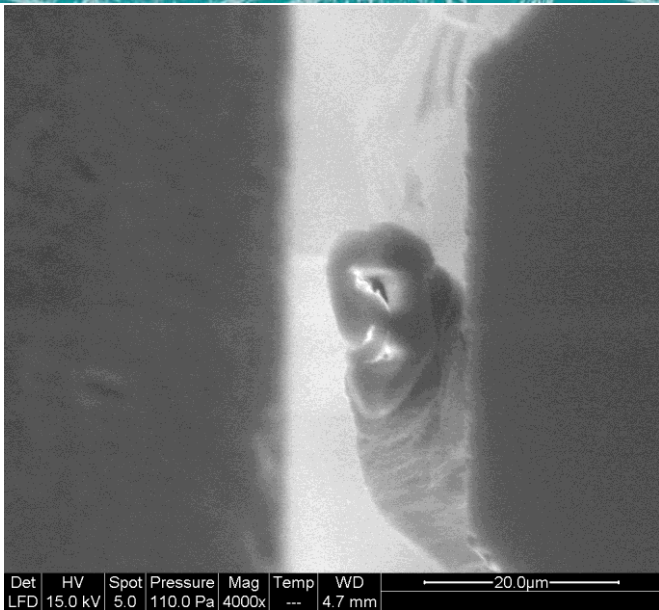
Largeur fibre/largeur image
= 0,22

Grandissement = x1200

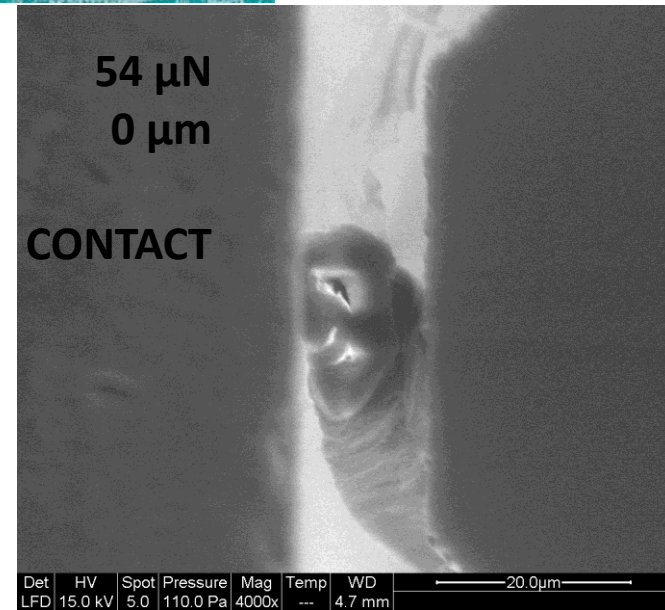




Compression transversale



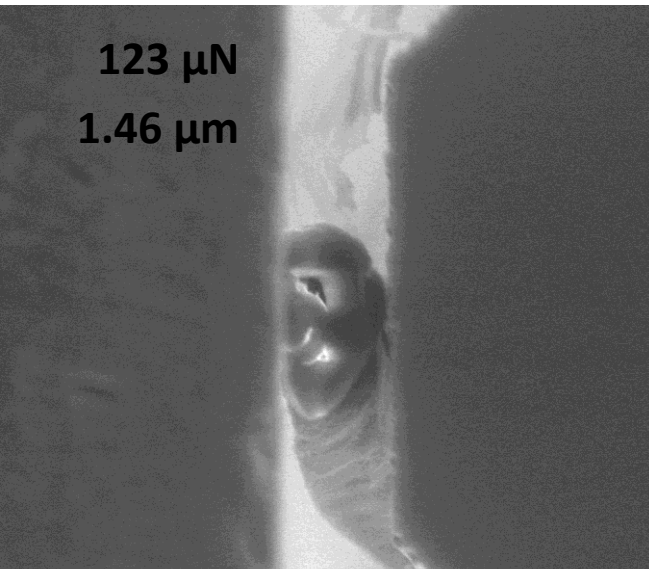
20 μN



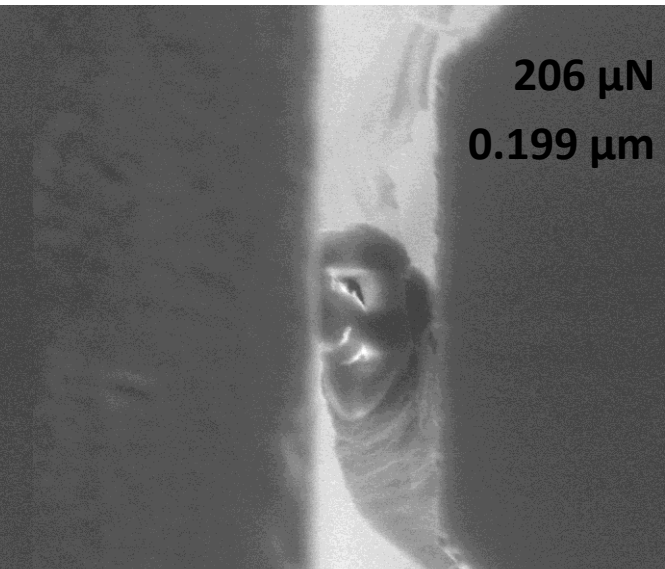
54 μN
0 μm

CONTACT

829 μN
2.98 μm



123 μN
1.46 μm



206 μN
0.199 μm

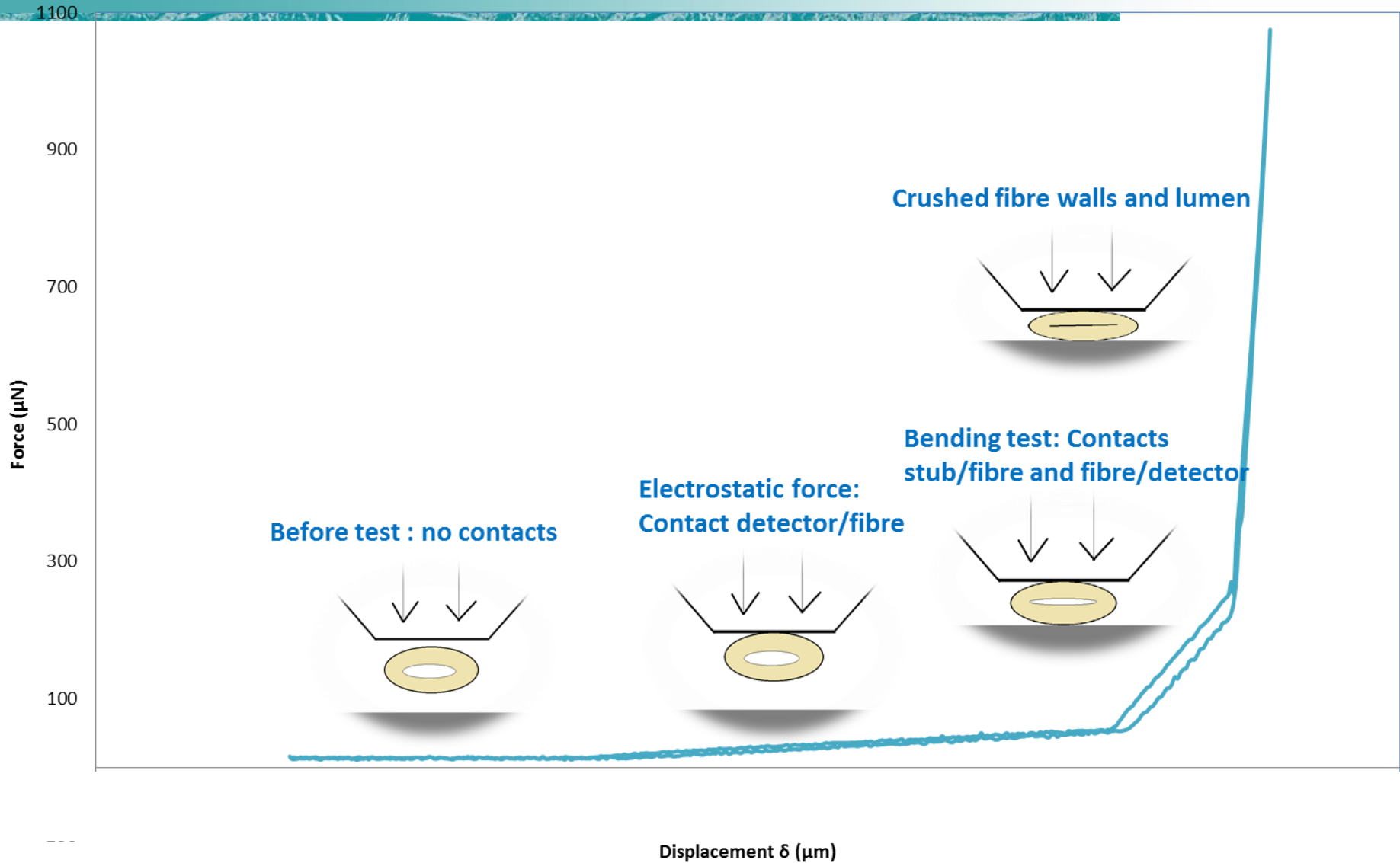
Det HV Spot Pressure Mag Temp WD
LFD 15.0 kV 5.0 110.0 Pa 4000x --- 4.7 mm

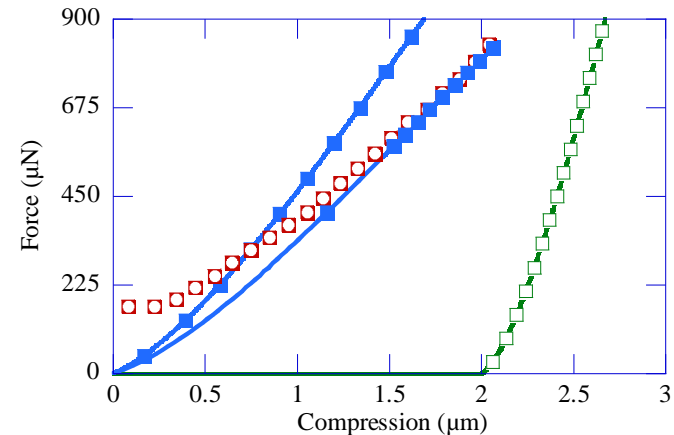
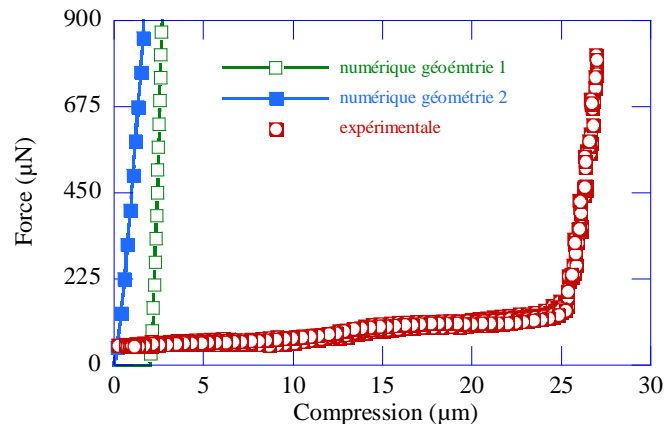
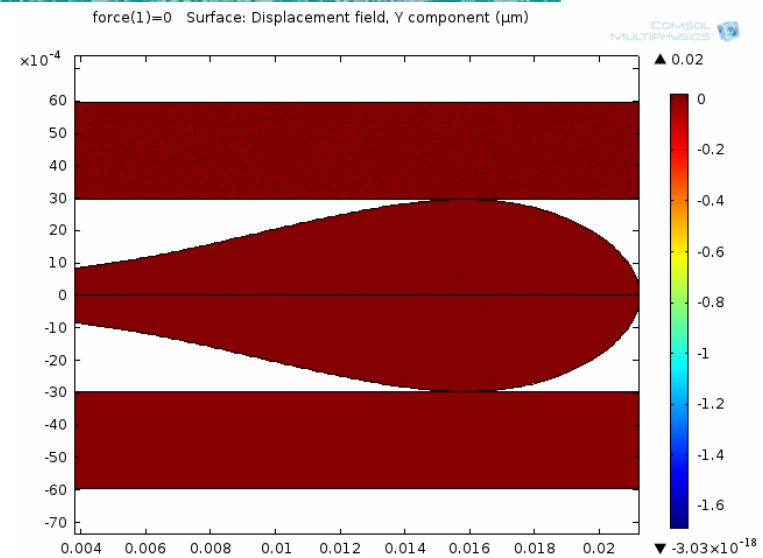
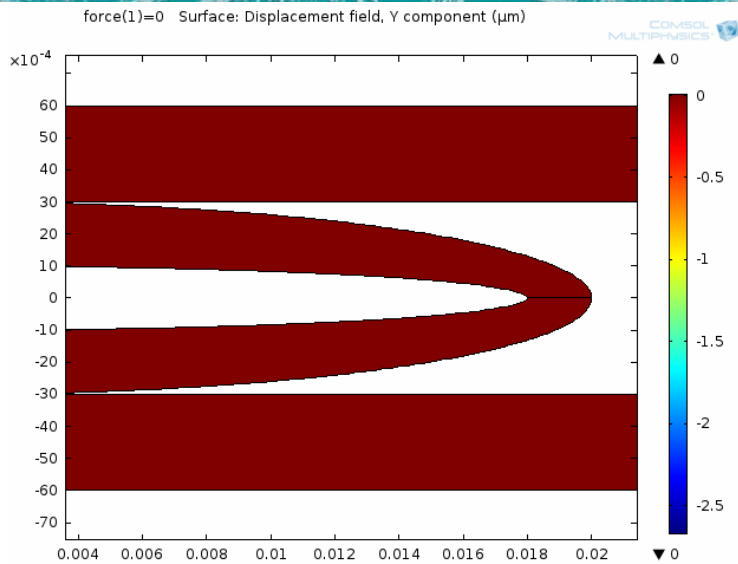
Det HV Spot Pressure Mag Temp WD
LFD 15.0 kV 5.0 110.0 Pa 4000x --- 4.7 mm

Det HV Spot Pressure Mag Temp WD
LFD 15.0 kV 5.0 110.0 Pa 4000x --- 4.7 mm

Det HV Spot Pressure Mag Temp WD
LFD 15.0 kV 5.0 110.0 Pa 4000x --- 4.7 mm

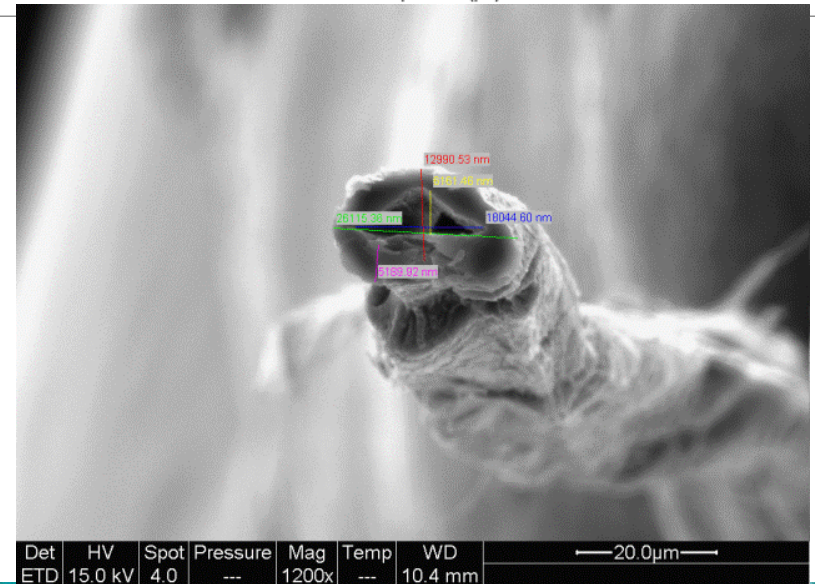
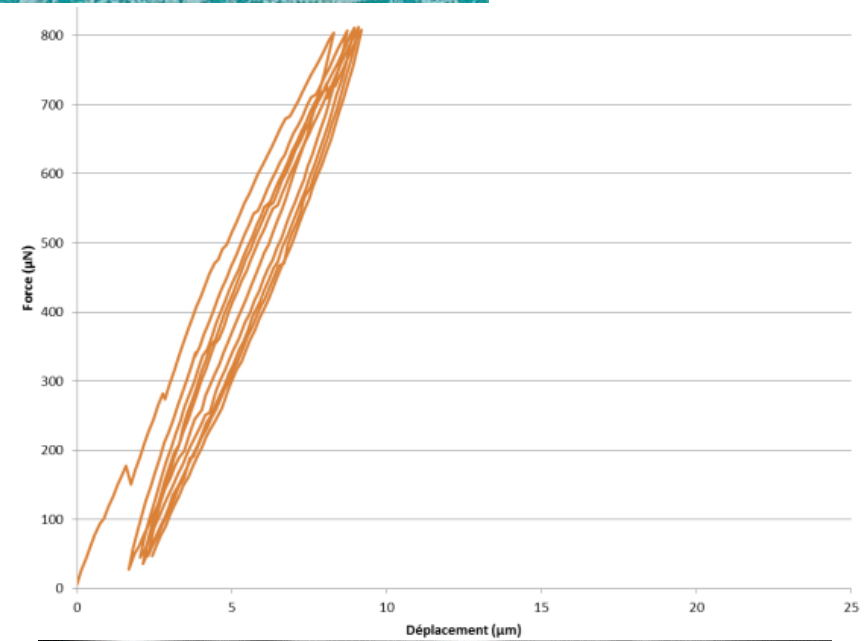
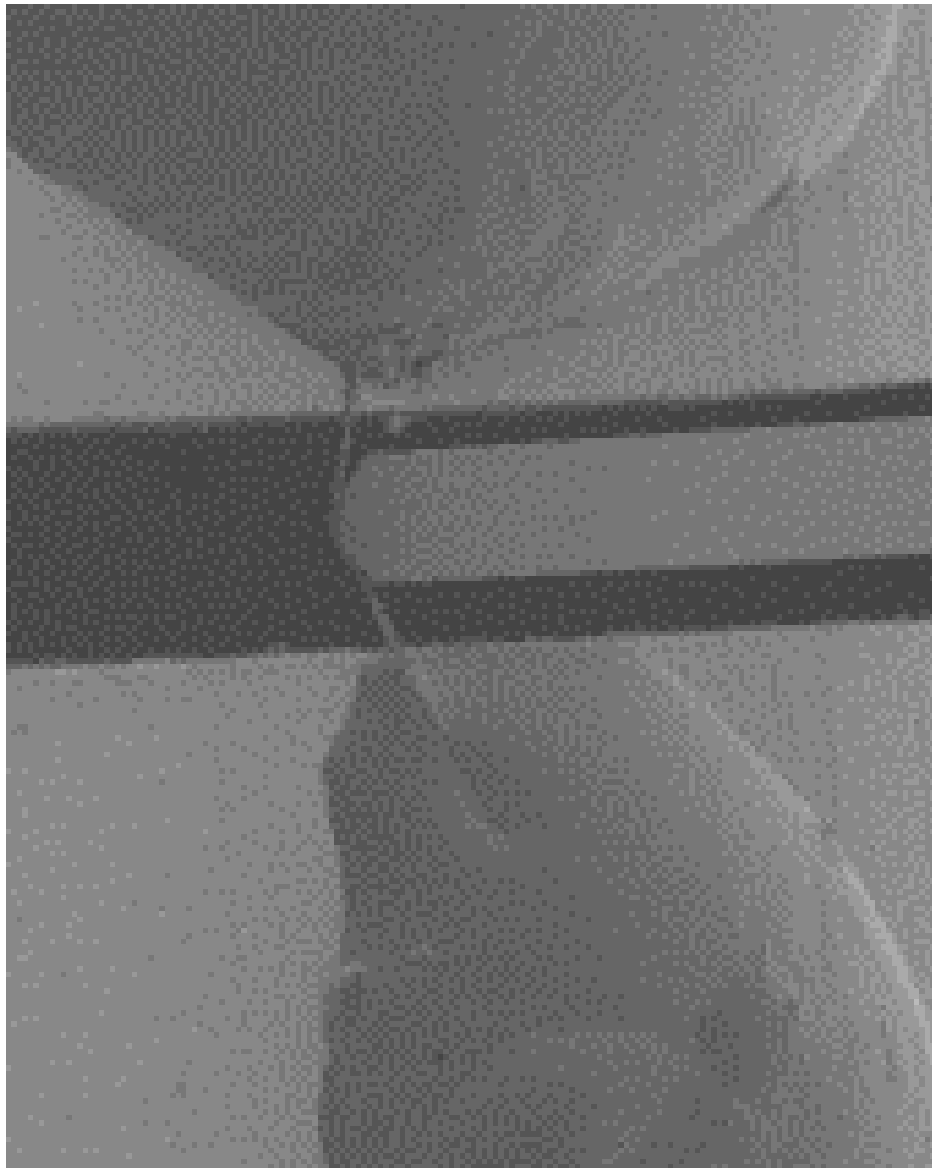
Test de compression transversale



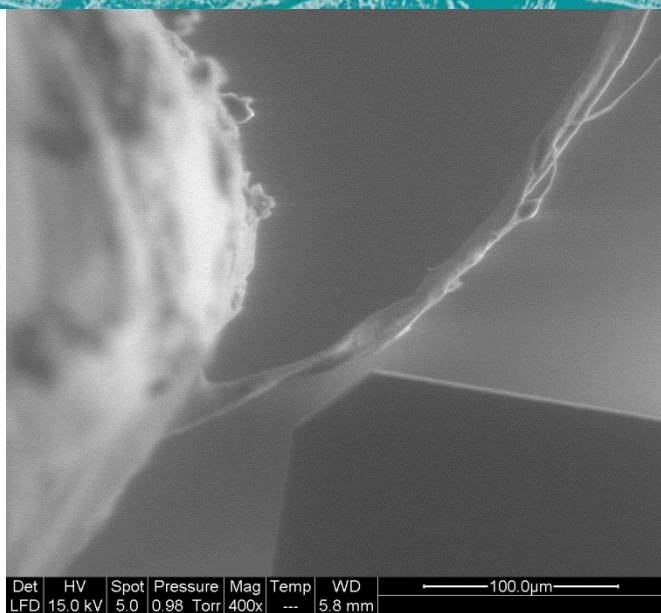


- Pentes (N/m) : *géométrie 1* : 1364, *géométrie 2* : 565, *expérimentale* : 237 – 1363
- Identification possible des propriétés mécaniques de la fibre à partir d'une optimisation numérique
 - > Nécessité d'une géométrie plus réaliste & Définir un chemin de chargement

Flexion : 2 points d'appui

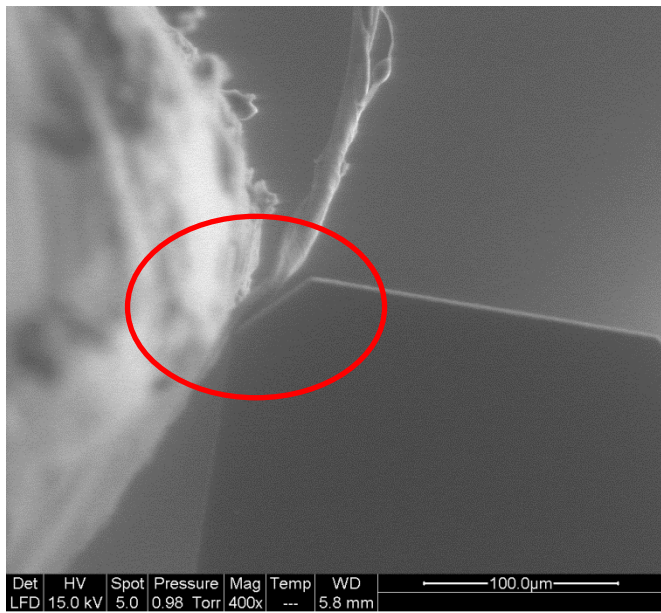
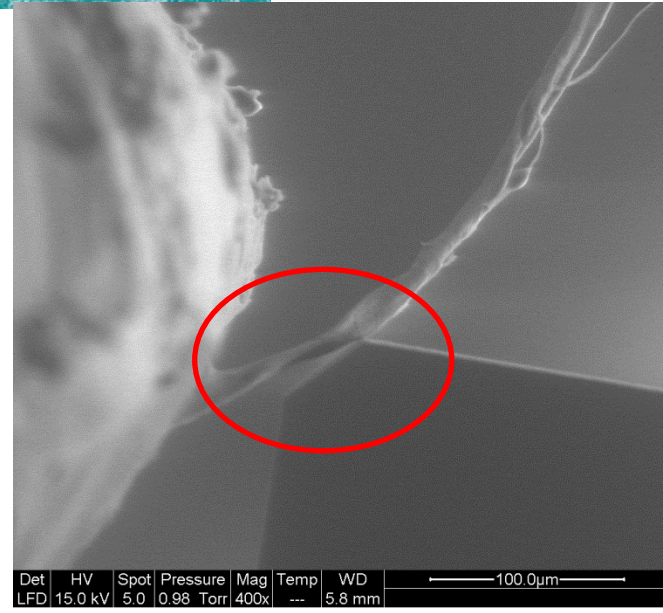


Flexion 1 encastrement



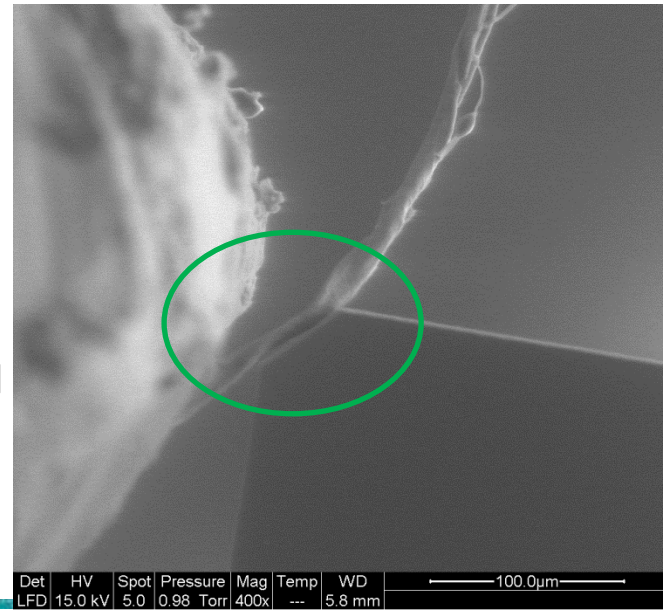
Avant contact

15 μN



175 μN

57 μN



- 1 – Introduction
- 2 – Développement de la plateforme de test.
- 3 – Exemples d'application
- 4 – Conclusions**
- 5 – Perspectives

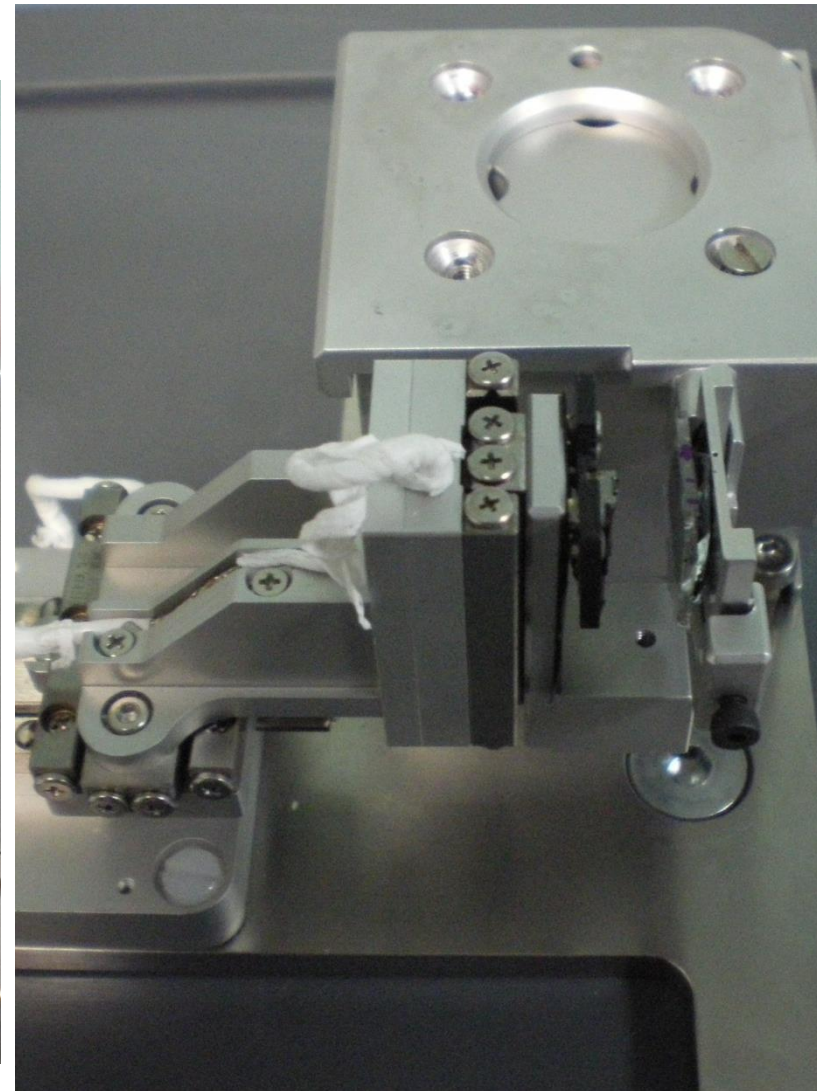
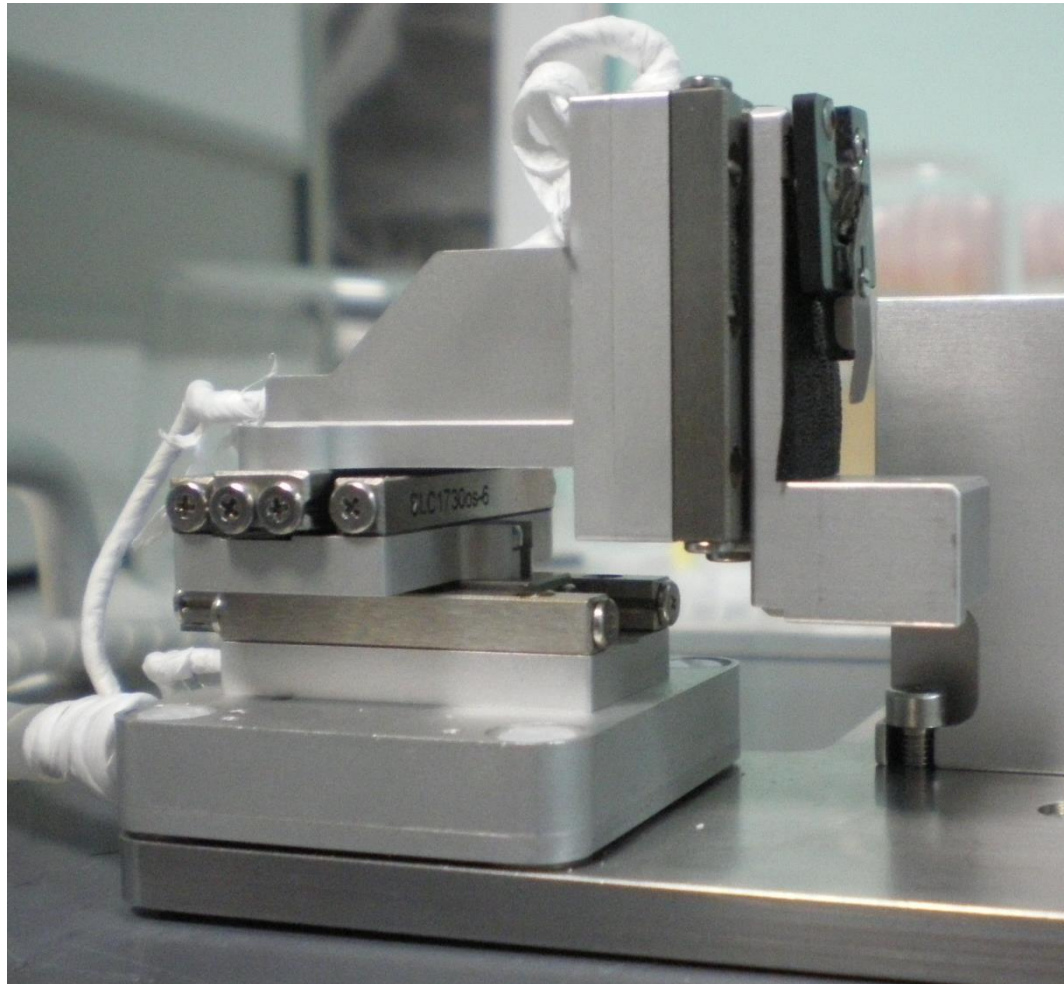
- Système permettant de faire des courbes force déplacement en flexion ou compression

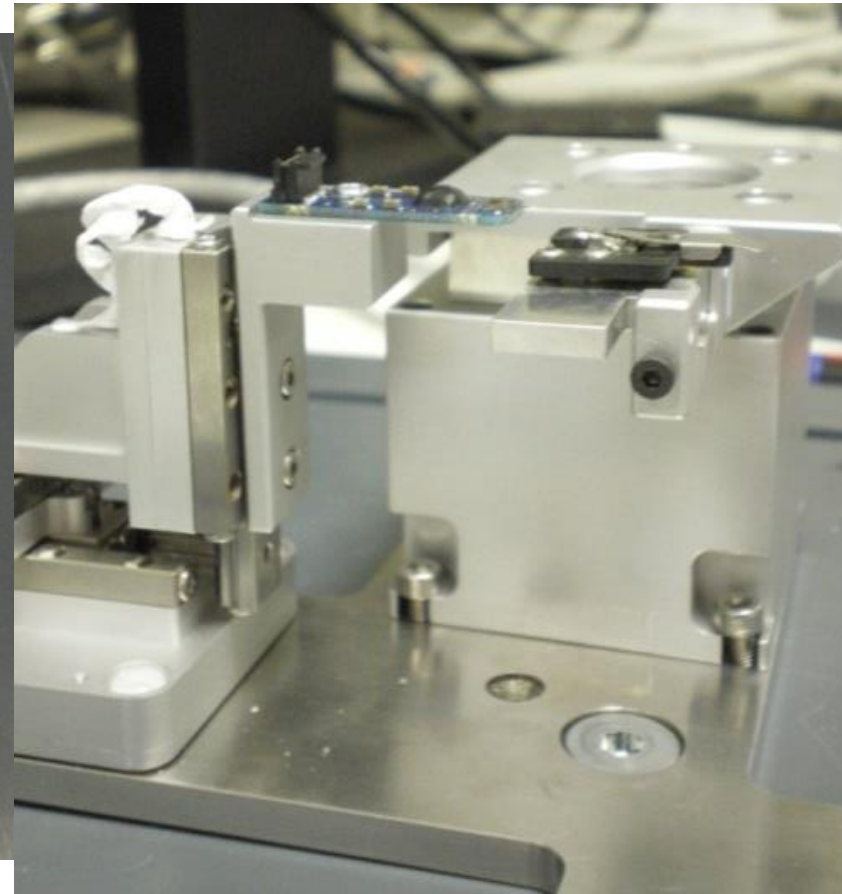
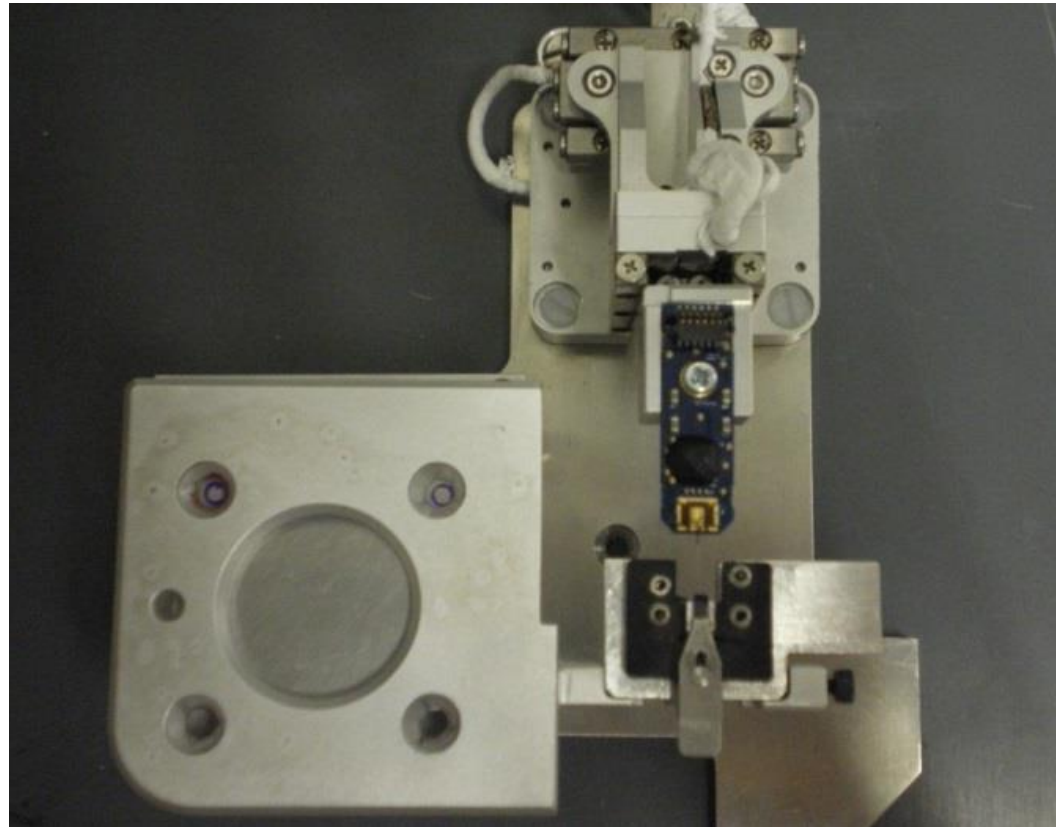


- Exploitation compliquée des résultats => modélisation numérique
- Automatisation des données

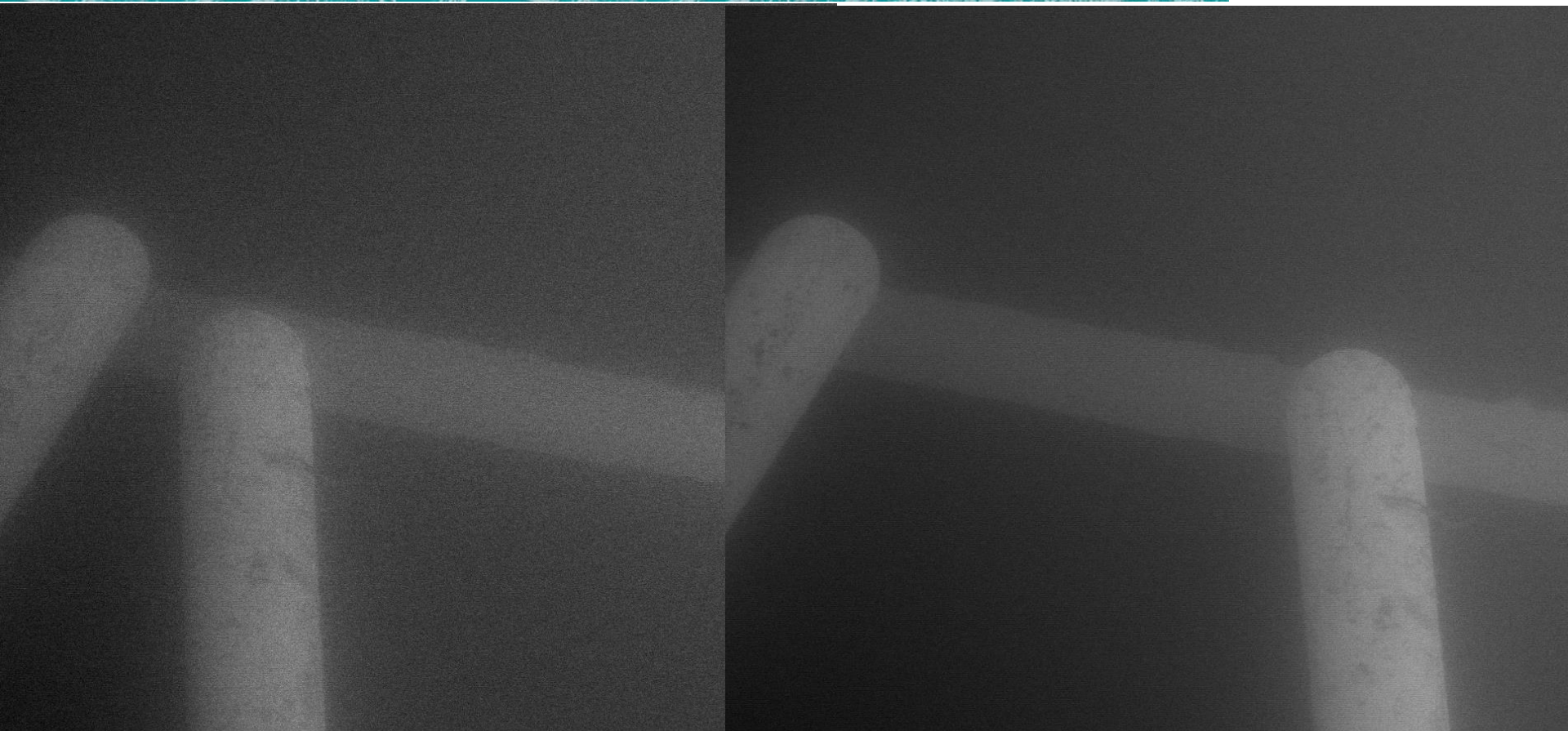


- Caractérisation des interfaces MFC/NCC et matrice polymérique
=> spectroscopie de force (AFM)
- Electronique imprimée



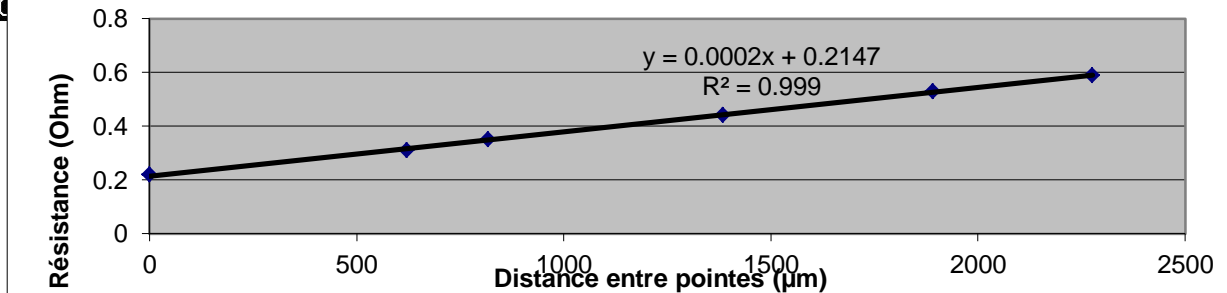


P2 : Mesure de la résistance électrique



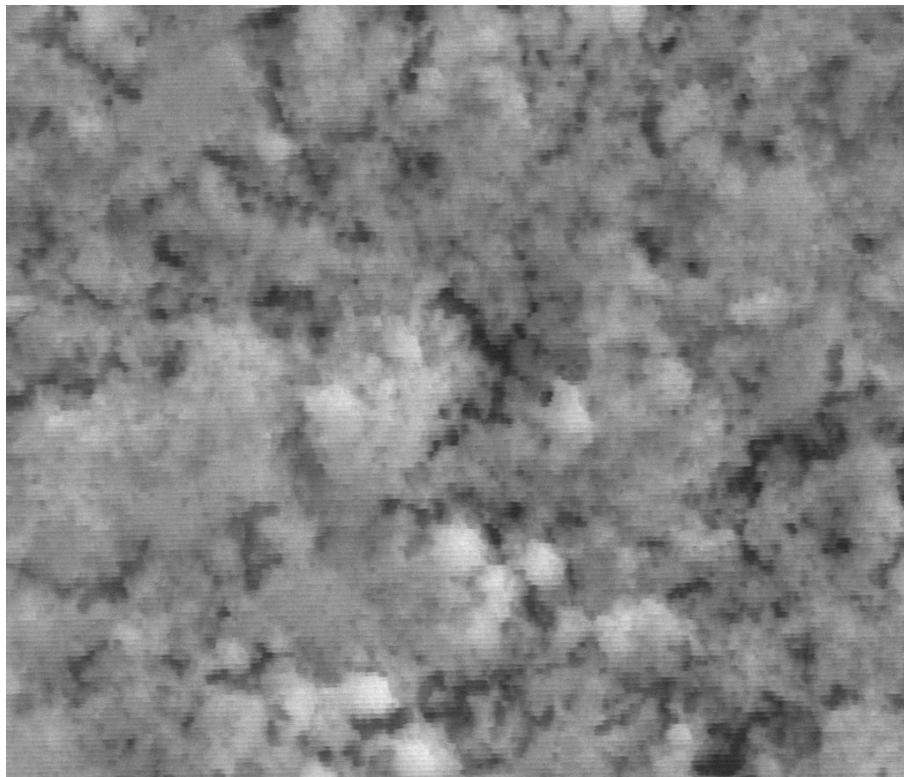
Det	HV	Spot	Pressure	Mag	Temp	WD
LFD	5.0 kV	4.0	1.00 Torr	40		

R= 0,35 Ω

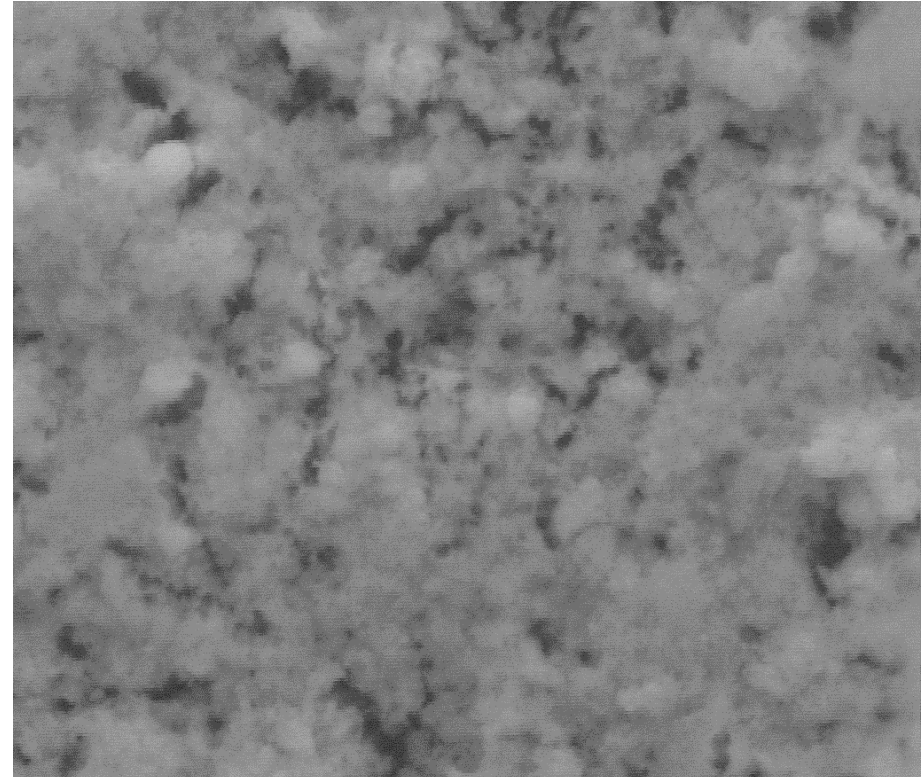


R= 0,59 Ω

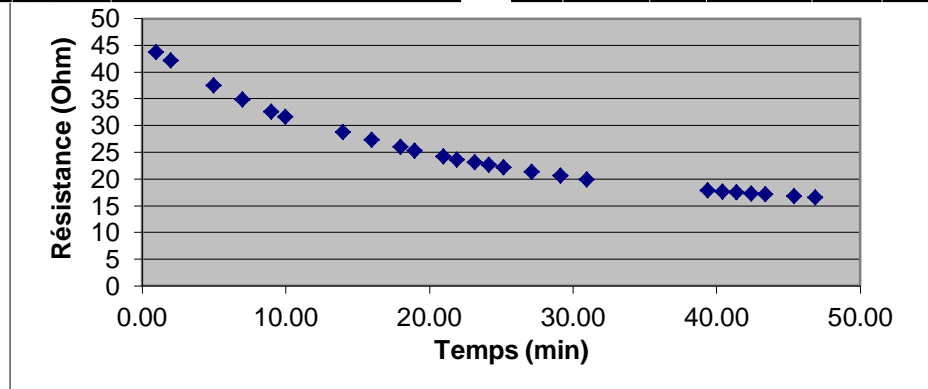
P2 : Question ?



Det	HV	Spot	Pressure	Mag	Temp	WD	10.0µm
LFD	30.0 kV	4.0	1.00 Torr	5000x	50.0 °C	10.4 mm	



Det	HV	Spot	Pressure	Mag	Temp	WD	10.0µm
LFD	30.0 kV	3.0	1.00 Torr	5000x	50.0 °C	10.4 mm	





Pour toute information : Raphael.Passas@grenoble-inp.fr

