



# **Caractérisation de l'endommagement d'un détecteur ultra-fin sous faisceau de protons**

# GIP ARRONAX

## 4 Axes de recherches :

- Production de Radionucléides
- Chimie et Radiopharmacie
- Expérimentation Préclinique et Recherche Clinique
- **Matière Inerte et Vivante Sous Irradiation**



- La Radiobiologie
- La Radiolyse
- La Dosimétrie (développement de détecteurs)

## Quelques caractéristiques d'Arronax :

- Multi-particules : protons, particules alpha et deutons
- Énergie cinétique : jusqu'à 30-70 MeV protons, 68 MeV alpha
- Intensité : 1 fA -350  $\mu$ A protons, jusqu'à 35  $\mu$ A alpha et 80  $\mu$ A deutons

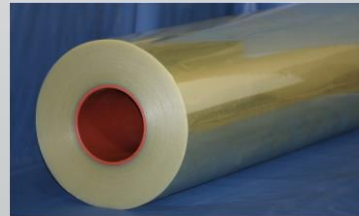
# Profileur faisceau PEPITES

- Nécessité de concevoir un profileur proche du patient
- Plusieurs critères à respecter :
  - Ultra-mince
  - Radiorésistant
  - Bonne tenue mécanique pour des grandes surfaces

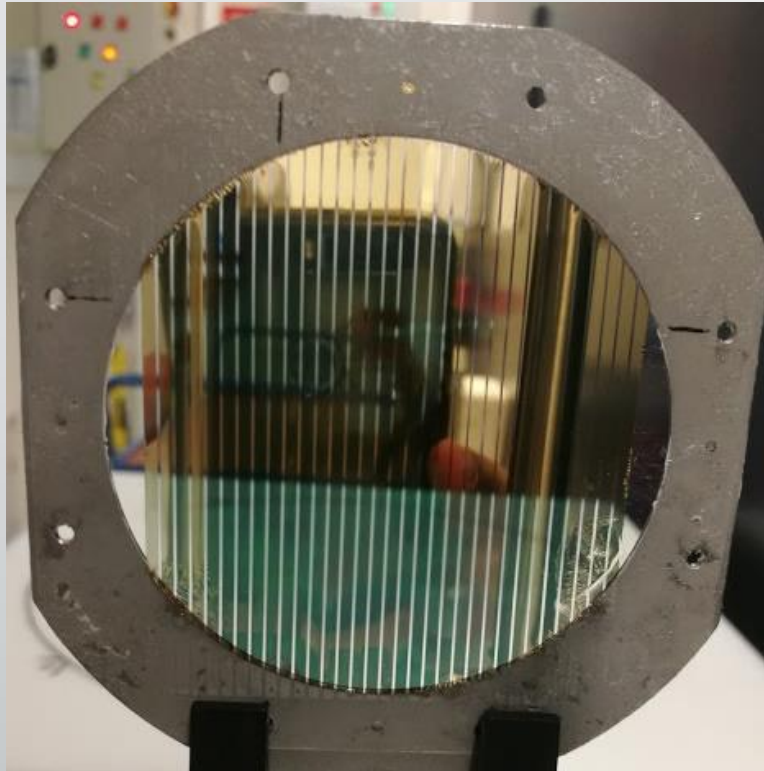
→ Polyimides aromatiques : Utilisation dans le domaine spatial pour leurs radiorésistance

→ **Kapton 8 $\mu$ m : Polyimide le plus fin sur le marché**

→ **CP1 est un nouveau polyimide développé pour les voiles solaires qui n'est pas sur le marché**  
- Epaisseur = 1,5  $\mu$ m

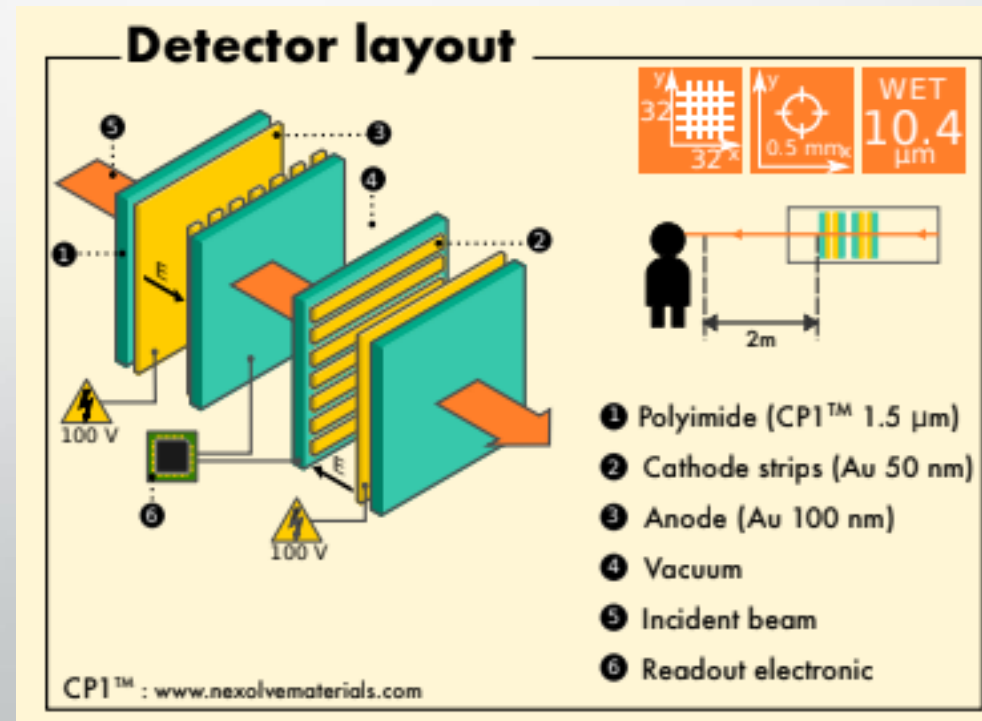


# Profileur faisceau PEPITES



CP1 et bandes d'or

- CP1 de  $1,5\mu\text{m}$  d'épaisseur
  - Couches minces d'or 50 nm
- Générer un signal électrique donnant le profil du faisceau



# L'Endommagement dans la bibliographie

- Surface

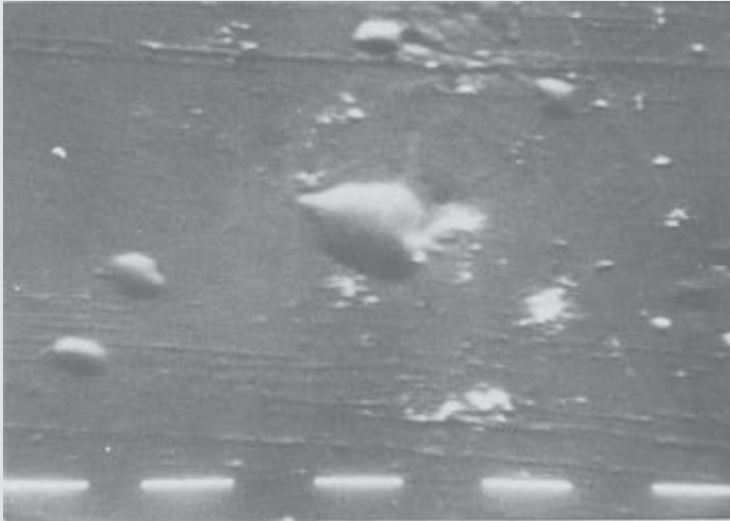


Image MEB de Kapton irradié avec des protons 250 keV à  $7.10^{15} \text{ H}^+/\text{cm}^2$  (V. N. Ra and A. K. Nigam, 1984)

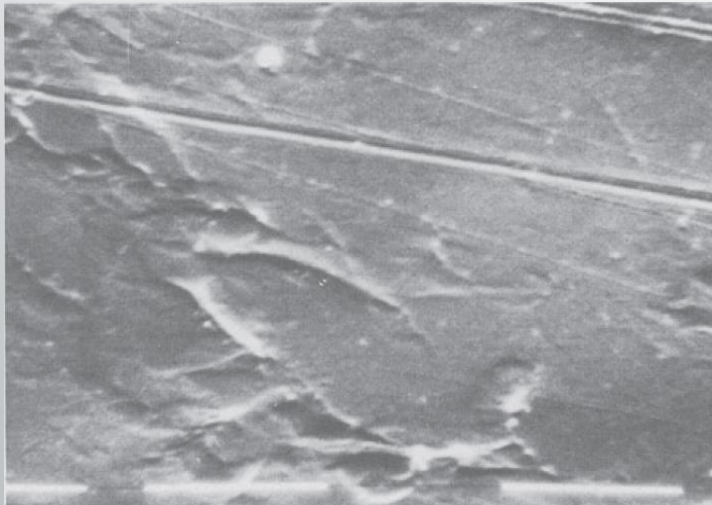
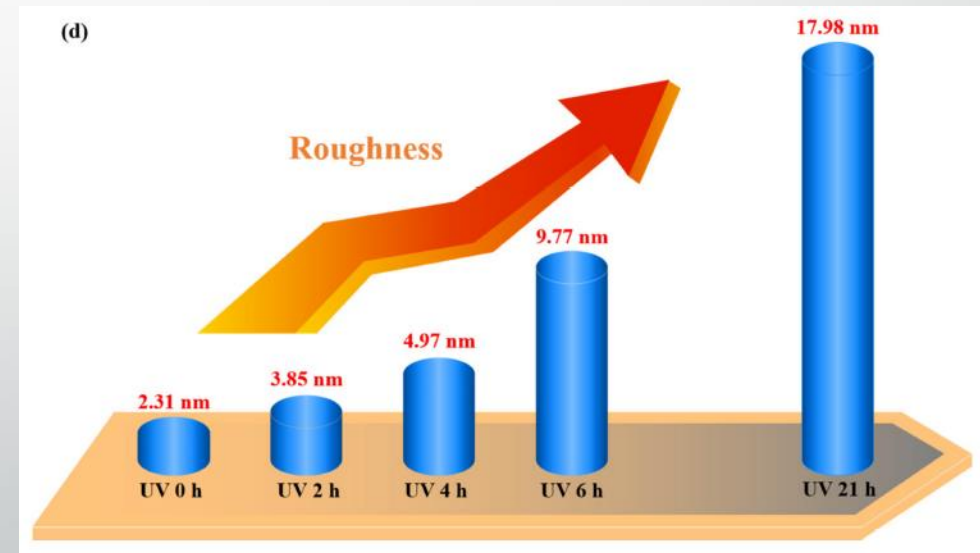
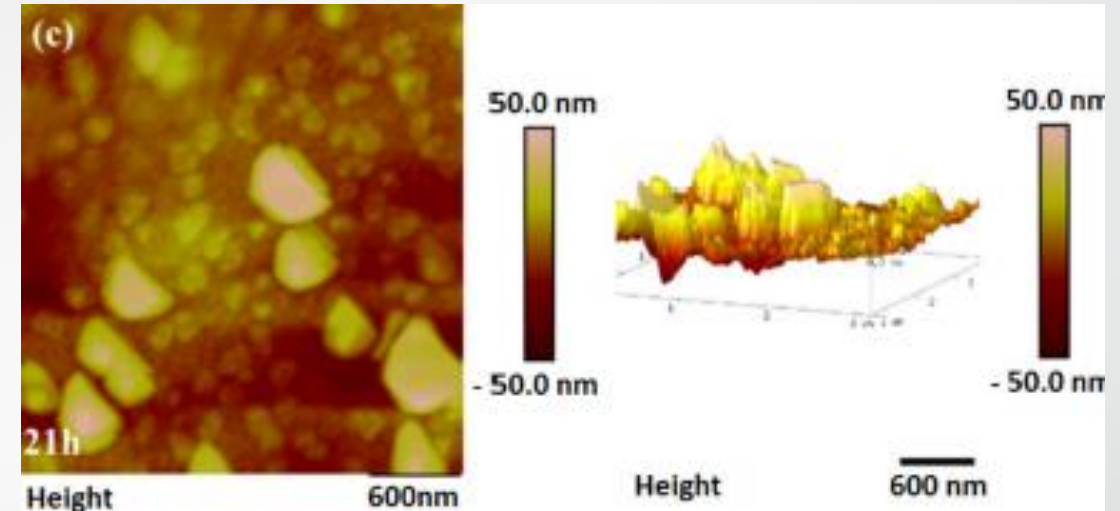


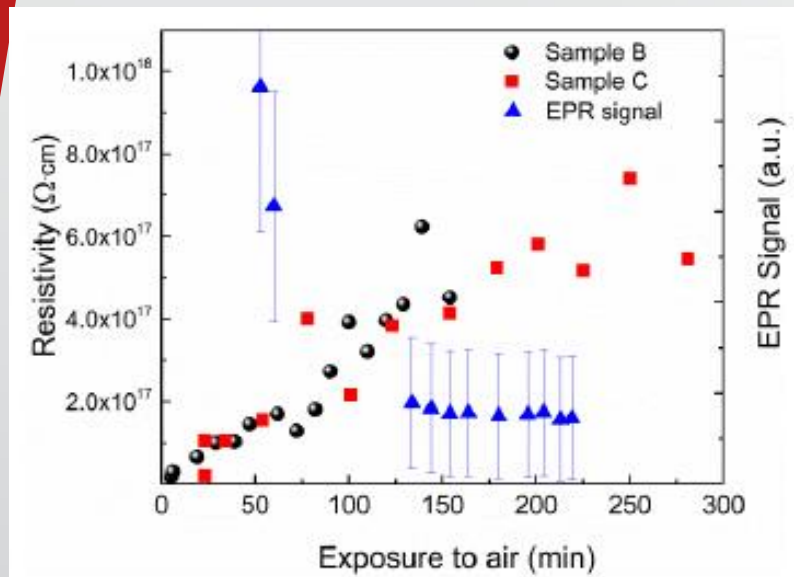
Image MEB de Kapton irradié avec des neutrons à  $7.10^{18} \text{ n/cm}^2$  (V. N. Ra and A. K. Nigam, 1984)



Rugosité de surface du Kapton irradié avec des UV pour différents temps (Changzi Qu and al., 2017)

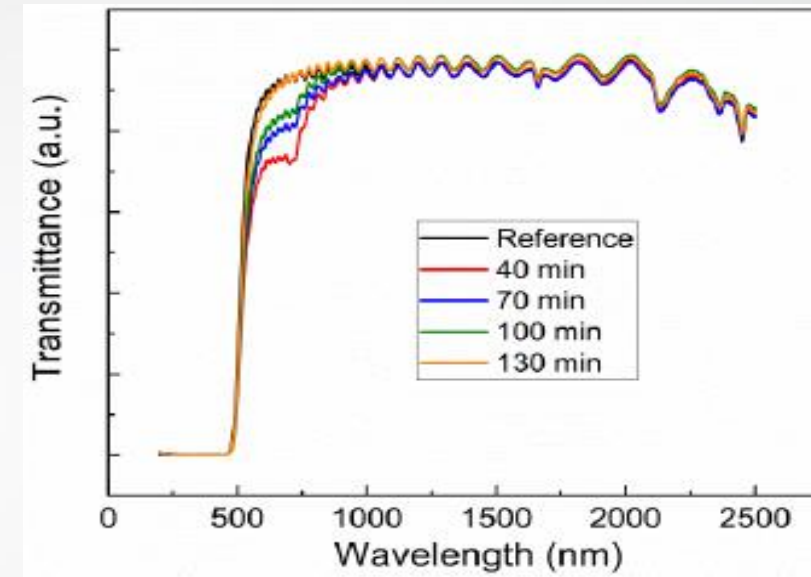


- Conductivité



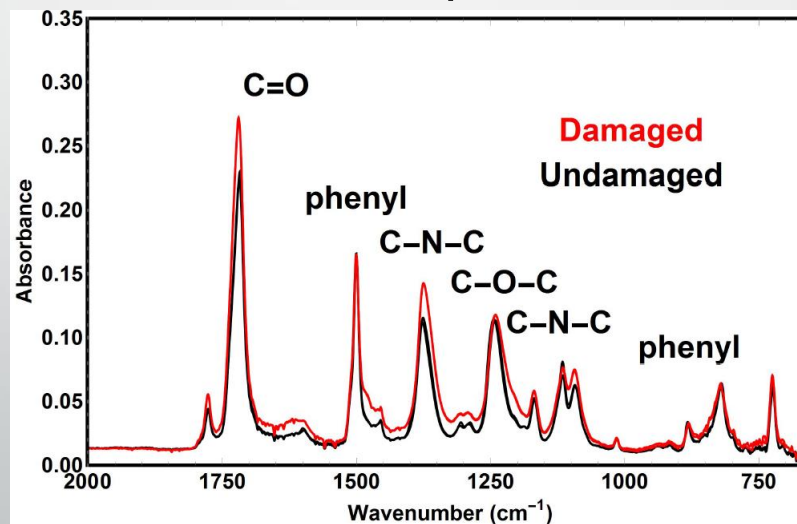
Résistivité et spectre EPR du kapton irradié en fonction du temps d'exposition à l'air (Daniel P. Engelhart and al., 2017)

- Optique



Spectre en Transmittance du kapton irradié, mesuré à 40,70, 100 et 130 min (Daniel P. Engelhart and al., 2017)

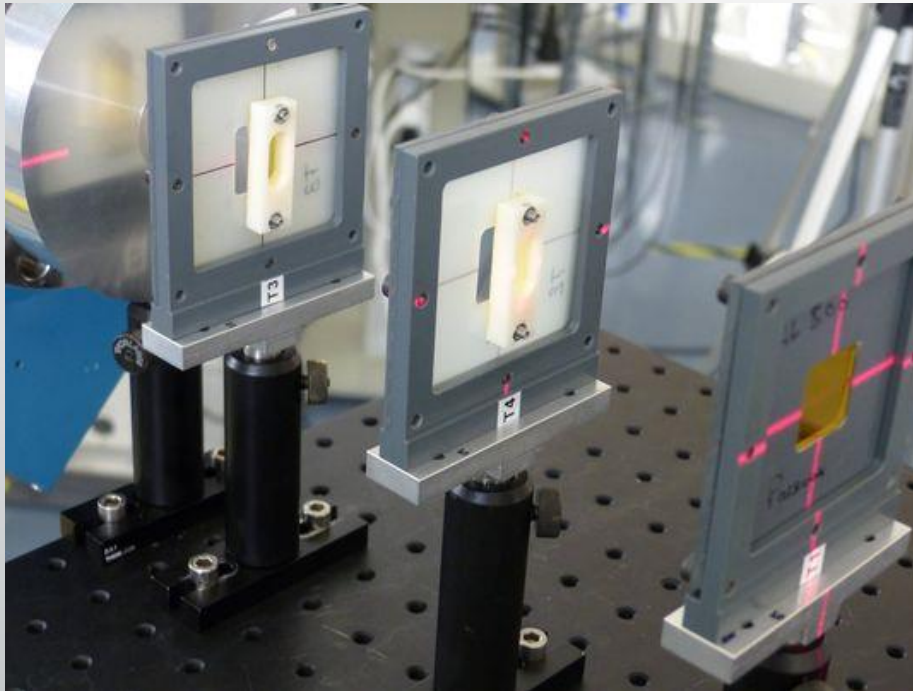
## Chimique



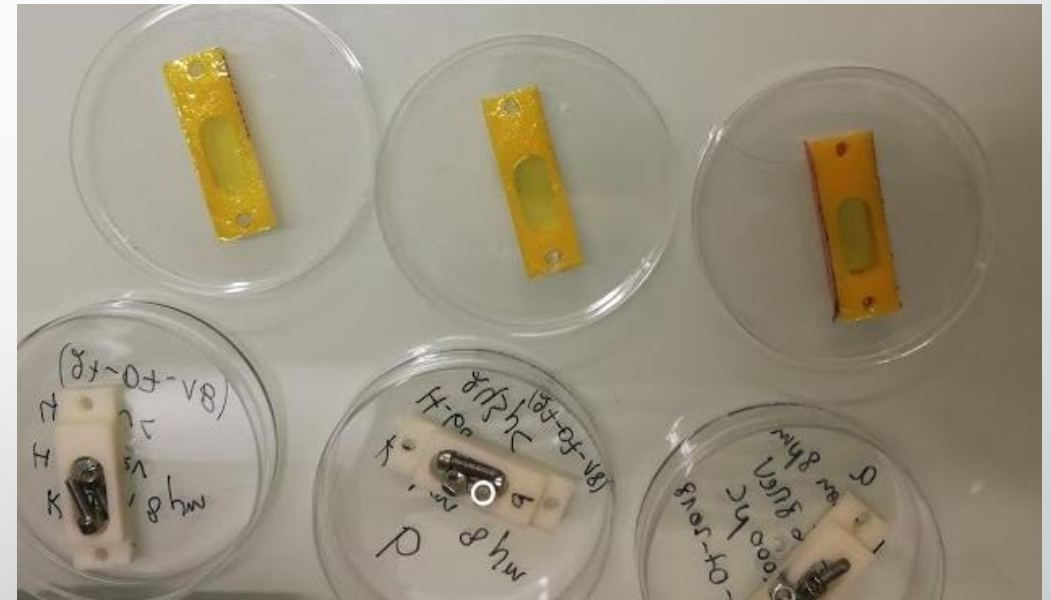
Spectre FTIR de Kapton non irradié et irradié avec un faisceau d'électrons à 90 keV normalisé sur le pic du phényle

# Echantillons

- 3 échantillons de Kapton à différentes doses :  $3 \cdot 10^{15} \text{ H}^+/\text{cm}^2$  jusqu'à  $1,2 \cdot 10^{16}$
- Intensité faisceau : 300 nA
- Diamètre tâche faisceau : 8 mm (non homogène)



Set Up d'irradiation du Kapton avec ligne faisceau à gauche



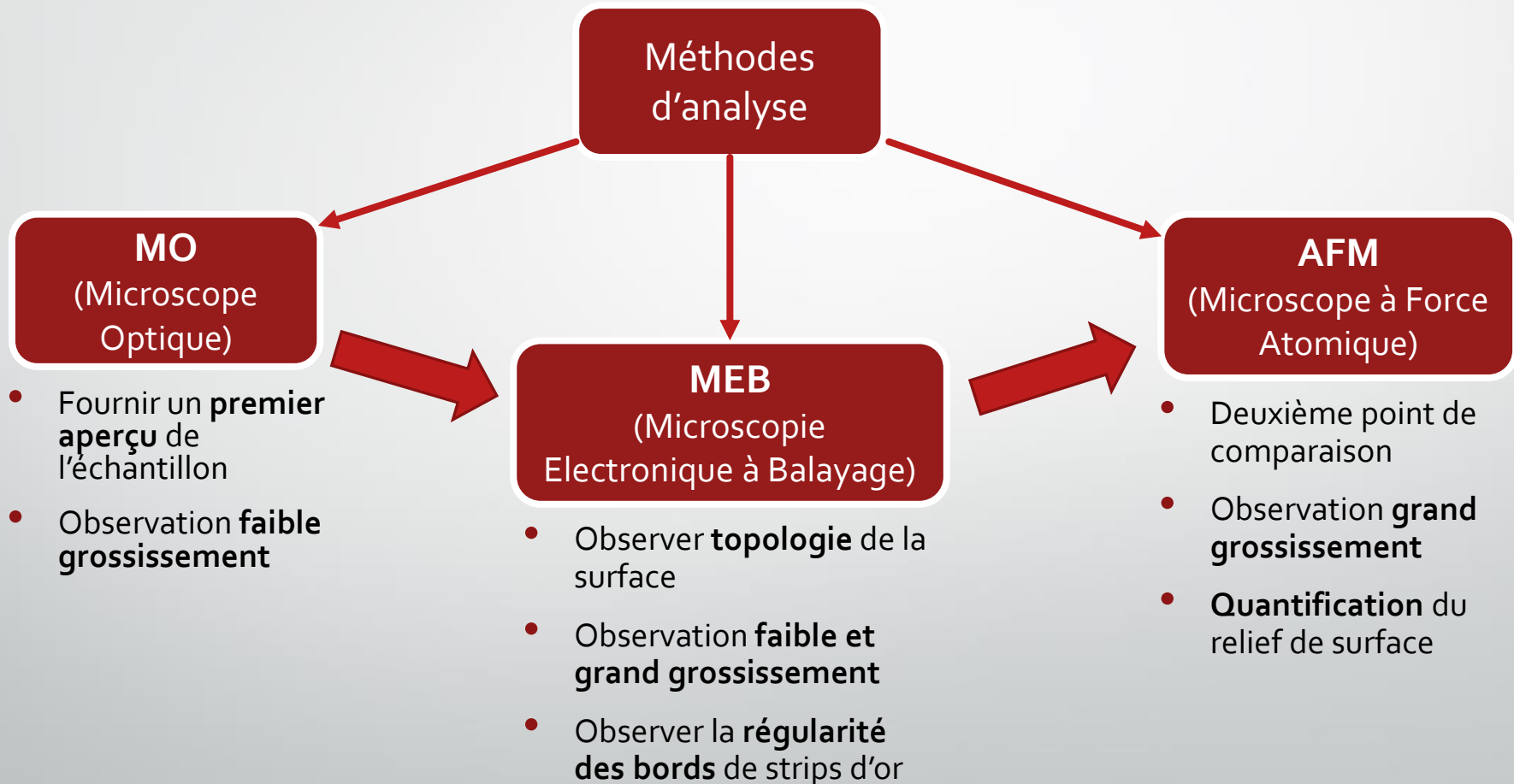
Echantillon de Kapton irradié




Les échantillons permettent l'analyse de la **face d'entrée** et de la **face de sortie**

# Aspect de surface (MEB-MO-AFM)

- Objectif analyses préliminaire : Fournir des informations sur l'aspect de base de nos échantillons.





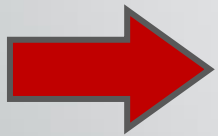


Pour tout accès aux résultats merci de contacter le responsable de la  
présentation

# Conclusion

## Bilan

- Visualisation de l'endommagement surfacique du Kapton sous forme de bosses
- Quantification de l'endommagement
- Protocole d'analyse mis au point pour l'étude du CP<sub>1</sub>



**Malgré l'endommagement, le Kapton conserve ses bonnes propriétés de radiorésistances pour des fluences équivalentes à plusieurs années de fonctionnement**

## A venir :

- Comparaison de l'endommagement induit par d'autres type de particules
- Analyse XPS du Kapton et CP<sub>1</sub> pour évoluer l'évolution de la chimie
- Mise en place d'un protocole de mesure de conductivité