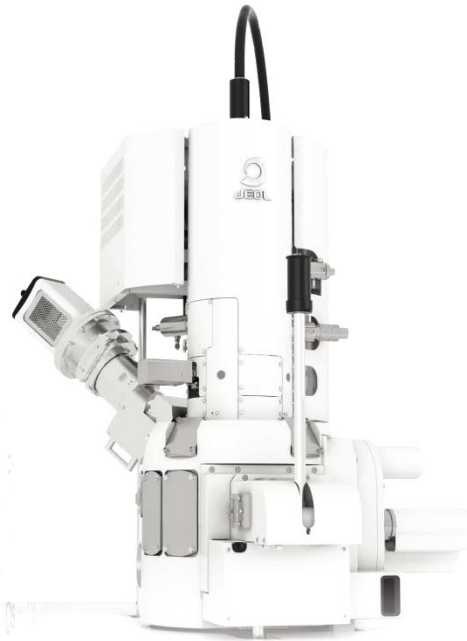
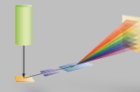


# Spectrométrie SXES



Nb Niobium 41 92.906	Mo Molybdène 42 95.96	Tc Technetium 43 [98]	Ru Ruthénium 44 101.07
Ta Tungstène 73 183.84	W Tungsten 74 183.84	Re Rhenium 75 186.207	Os Osmium 76 190.23



# JEOL (Japan Electron Optics Laboratory) - 日本電子

70<sup>TH</sup>  
ANNIVERSARY

○ 1947

Microscope Electronique  
Magnétique D-1  
(50 kV, 5 nm)

○ 1949

Création de la société  
Japan Electron Optics Ltd

○ 1956

Résonance Magnétique  
Nucléaire JNM-1

○ 1966

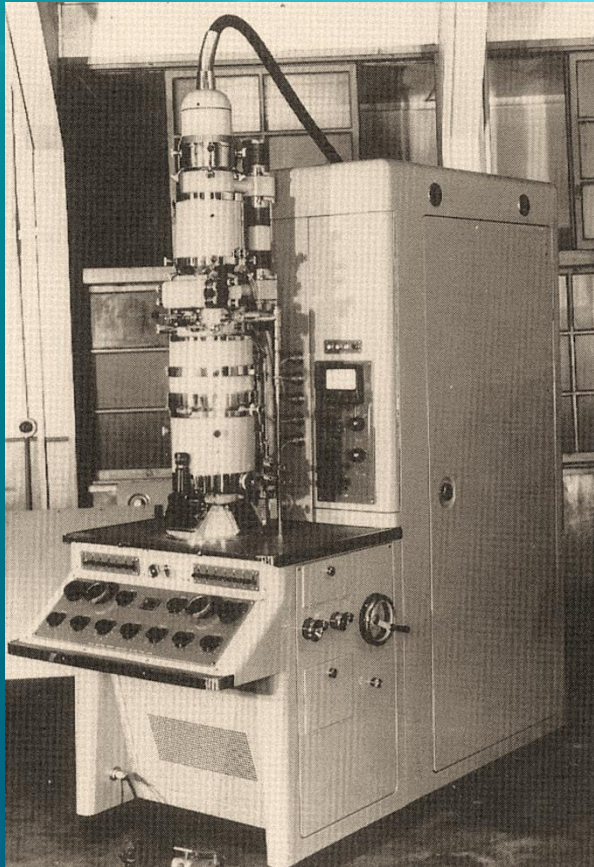
Microscope  
Electronique  
à Balayage JSM-1

○ 1961

La société est rebaptisée  
JEOL Ltd



# JEOL Europe SAS



JEM-5G CEA de Saclay (1956)



JEOL Europe Rueil-Malmaison (1964)



JEOL Europe SAS Croissy sur Seine (1993)



# JEOL Europe SAS



JEM-5G Croissy sur Seine (2019)



JEOL Europe Rueil-Malmaison (1964)



JEOL Europe SAS Croissy sur Seine (1993)



# JEOL produits

70<sup>TH</sup>  
ANNIVERSARY

## Optique Electronique



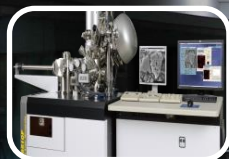
MET



MEB



Microsonde



Auger

## Analyse



XRF



XPS



RMN



RPE



Spectrométrie  
de masse

## Semi-conducteurs



Masqueurs électroniques



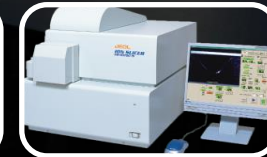
## Preparation



Faisceaux d'ions  
focalisés



Polisseurs ionique (SEM & TEM)



# Optique Electronique : Nouveaux Instruments



MEB : JSM-F100



EPMA : JXA-iSP100 / JXA-HP200F

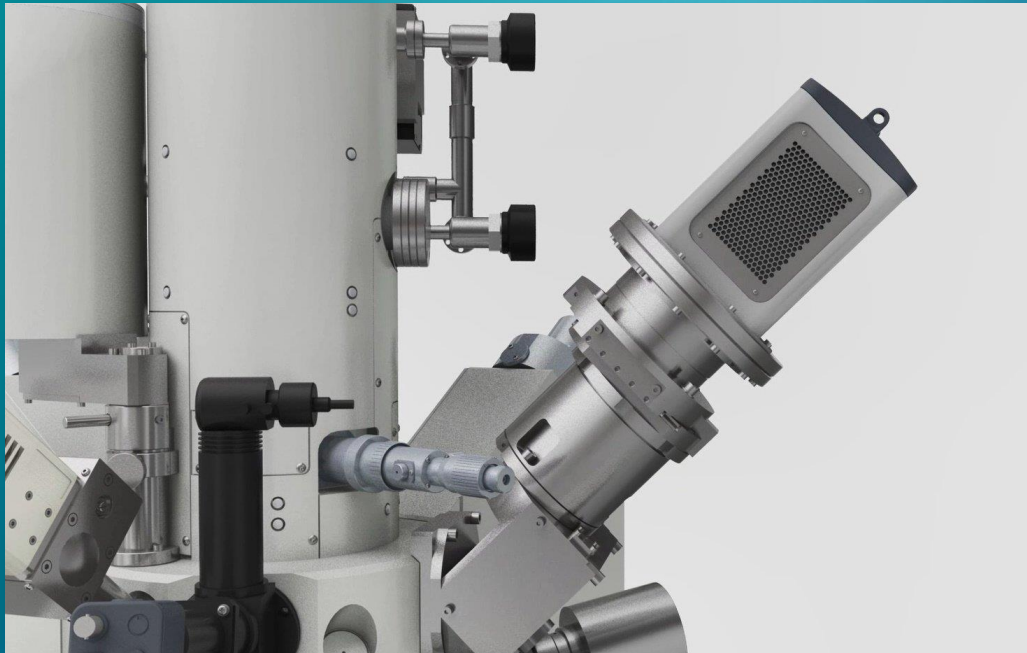


MET : JEM-F200

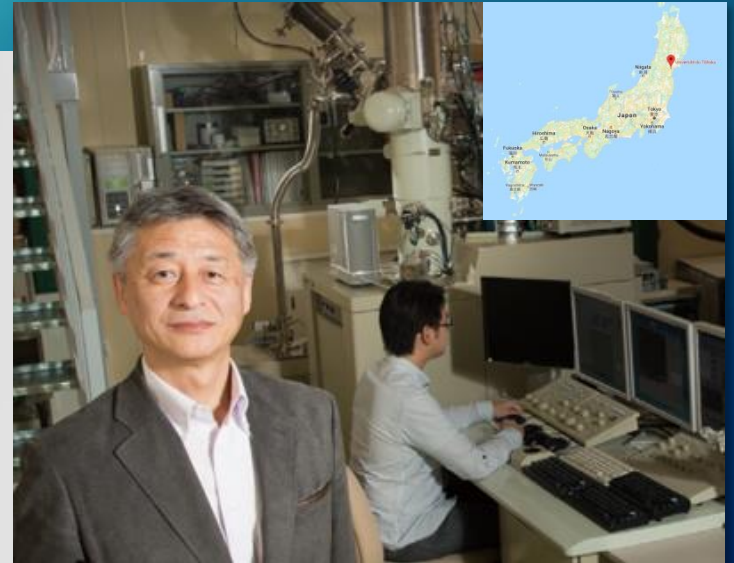


# SXES

## Soft X-ray Emission Spectrometer



SXES installé sur microsonde de Castaing

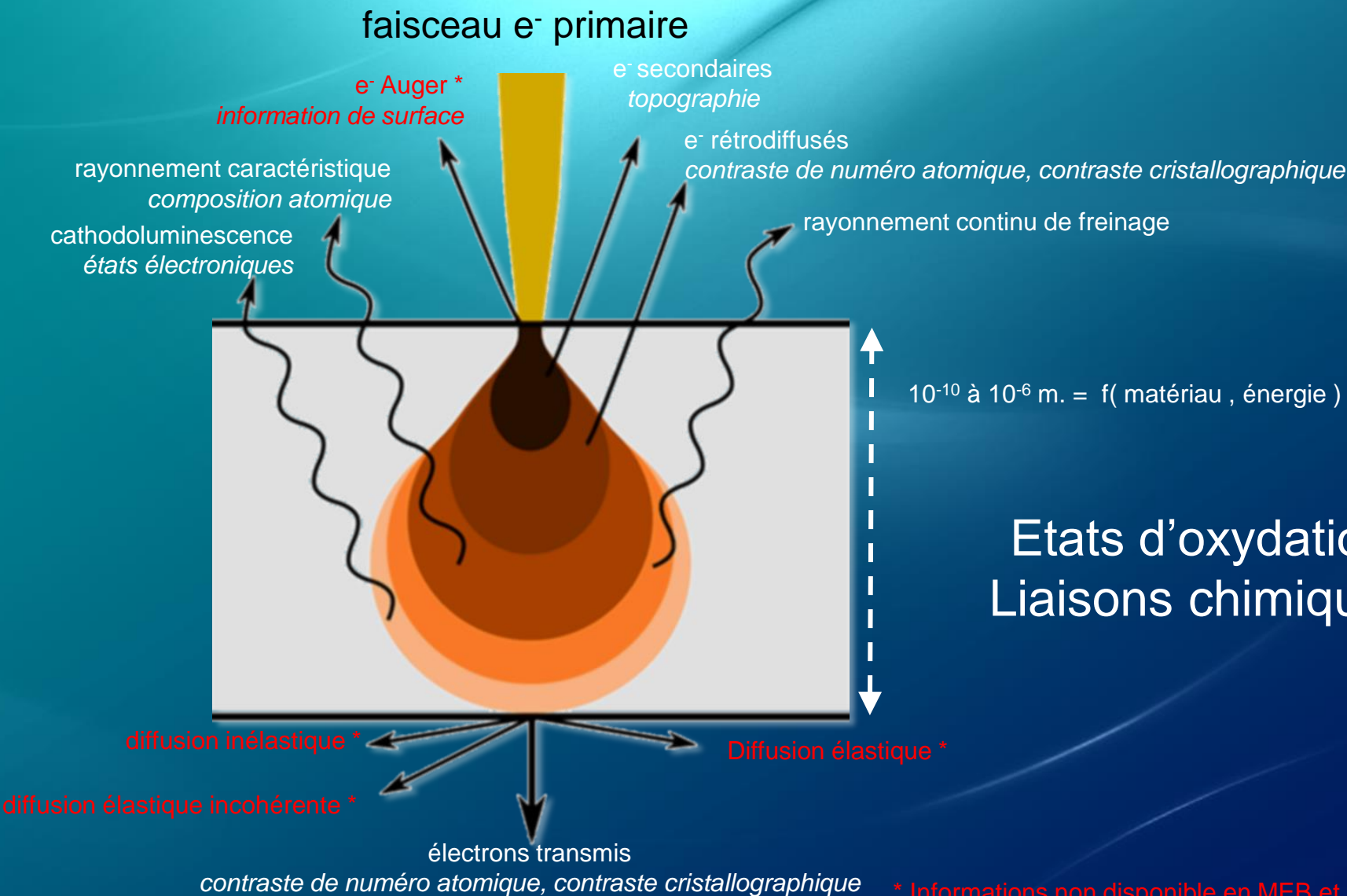


Professeur Masami Terauchi  
Université de Tohoku

A synchrotron on your Desk ?



# Volume d'interaction – informations (MEB – Microsonde)

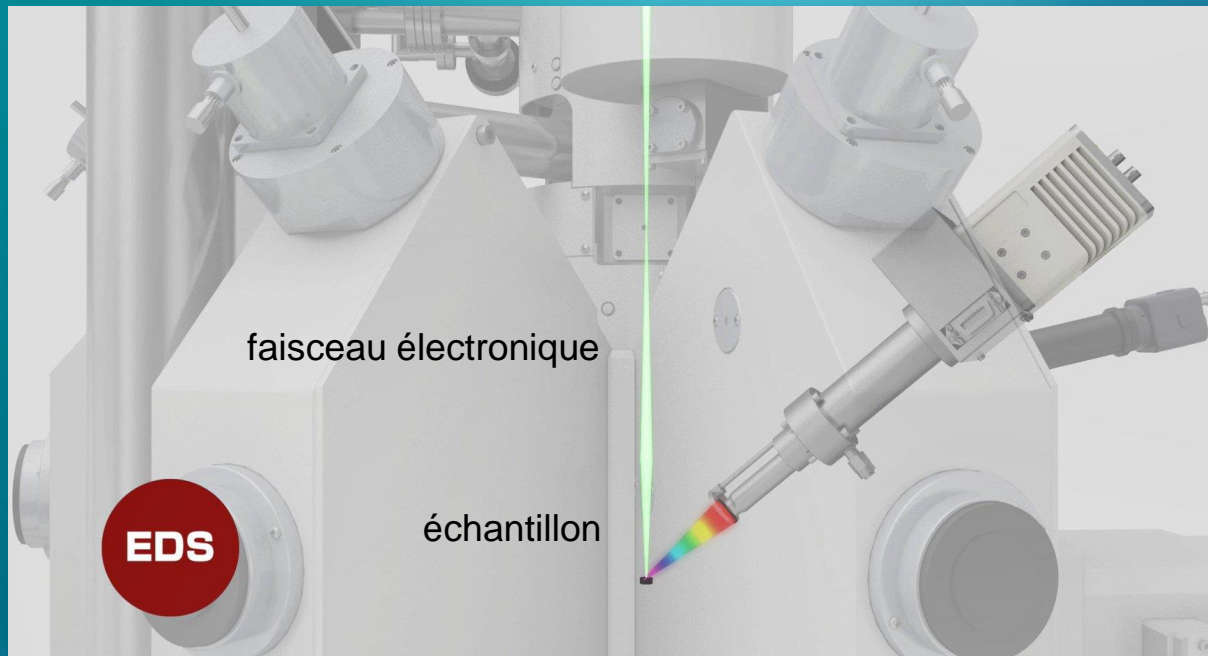


Etats d'oxydation ?  
Liaisons chimiques ?

\* Informations non disponible en MEB et microsonde



# Technique EDS (Energy Dispersive Spectrometry)

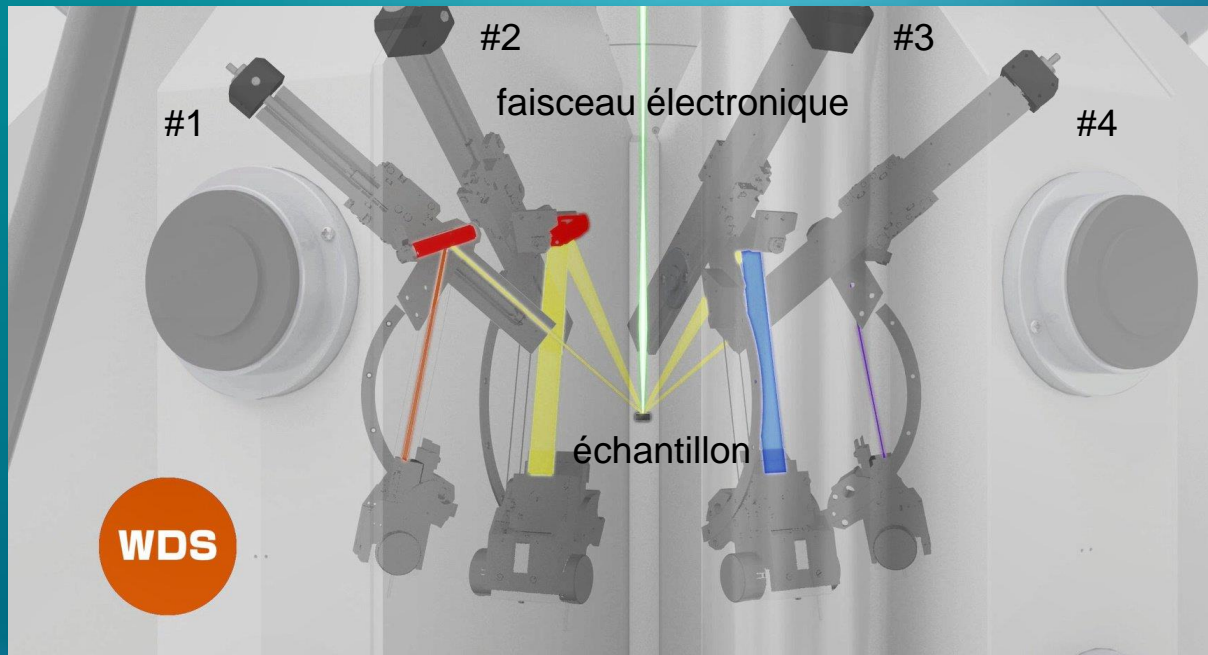


EDS installé sur microsonde de Castaing

- Résolution spectrale (FWHM)  
120-130 eV (Mn-K $\alpha$ )
- Détection parallèle
- Technologie SDD  
(Silicon Drift Detector)
- Refroidissement Peltier



# Technique WDS (Wavelength Dispersive Spectrometry)



EDS installé sur microsonde de Castaing

- Résolution spectrale (FWHM)  
8 eV (Fe-K $\alpha$ ) / LIF
- Détection séquentielle
- Cristaux diffractants  
(loi de Bragg :  $n \cdot \lambda = 2 \cdot d \cdot \sin \theta$ )
- Compteur proportionnel
- Géométrie mobile  
(cercle de Rowland)



# SXES principe

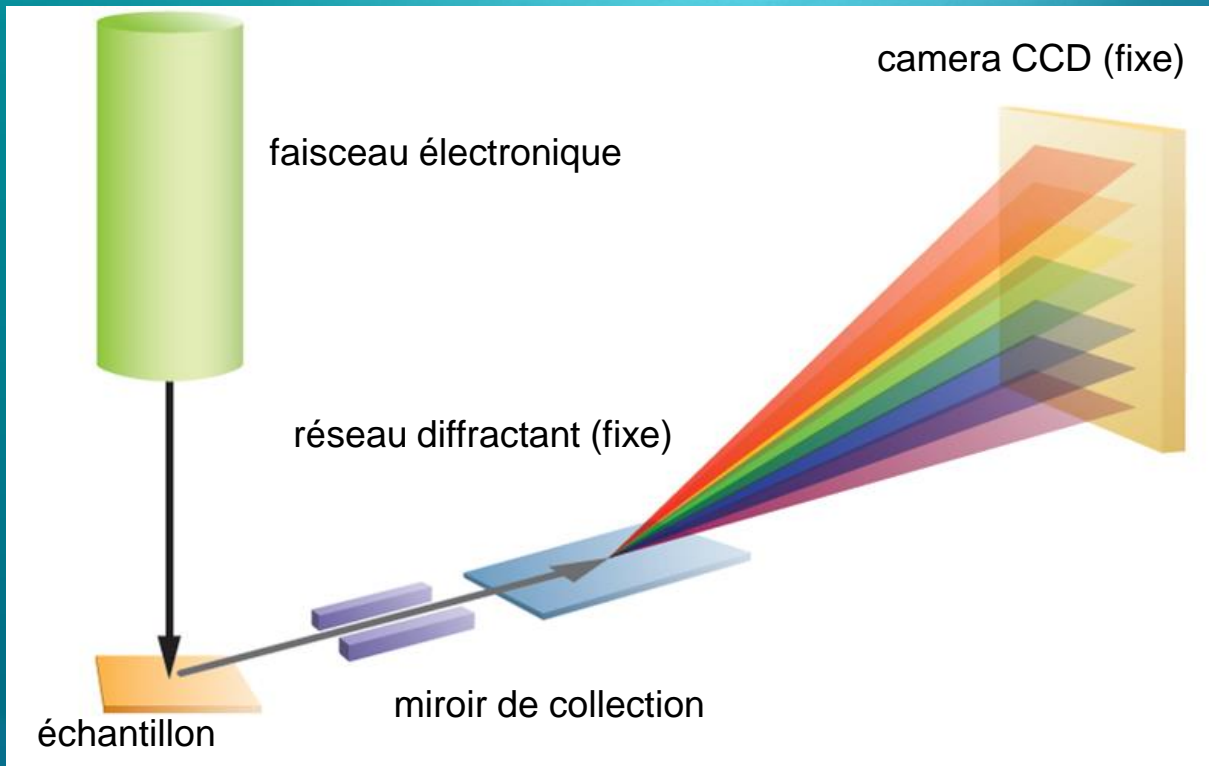
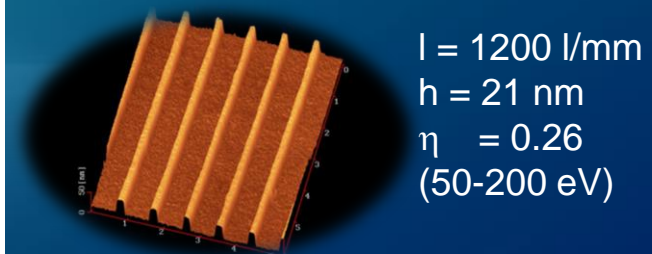
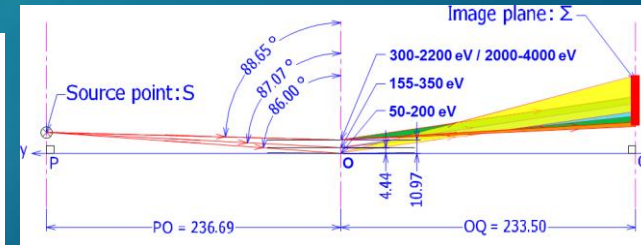
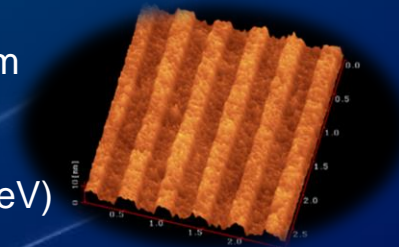


Schéma de principe du spectromètre SXES

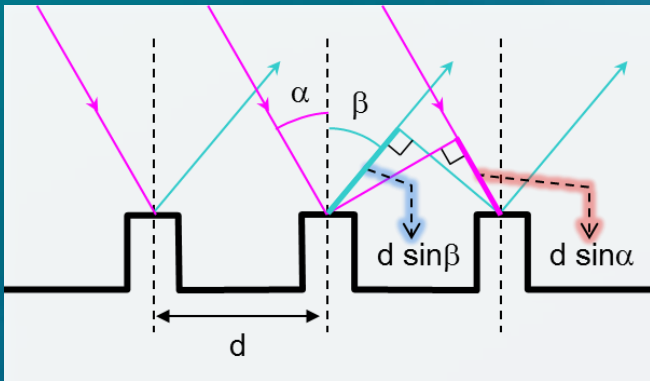
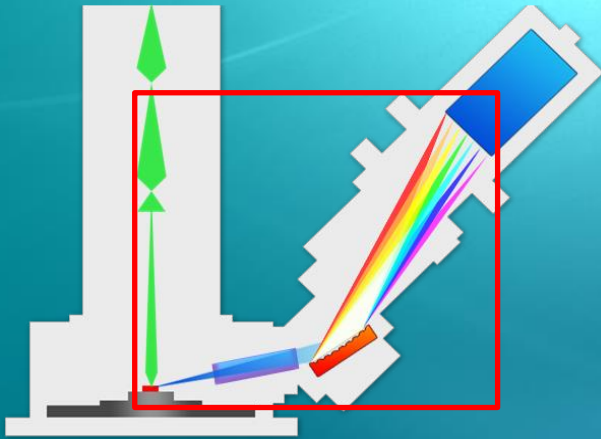
## réseaux diffractants



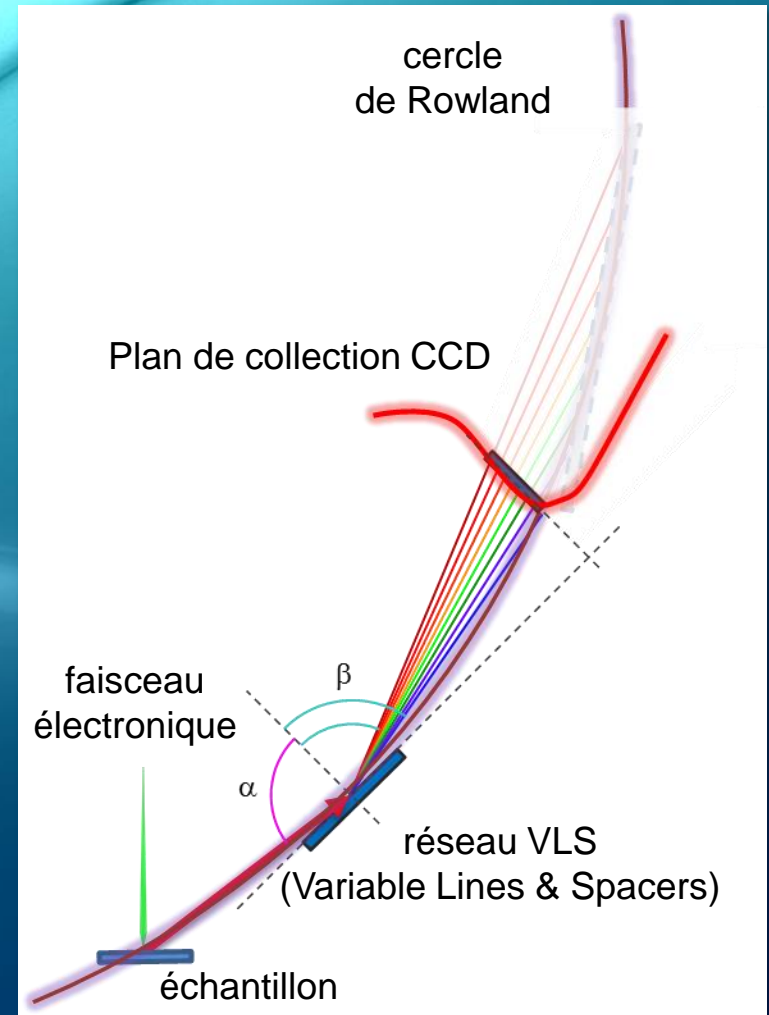
$l = 2400 \text{ l/mm}$   
 $h = 2.8 \text{ nm}$   
 $\eta = 0.41$   
 (2000-4000 eV)



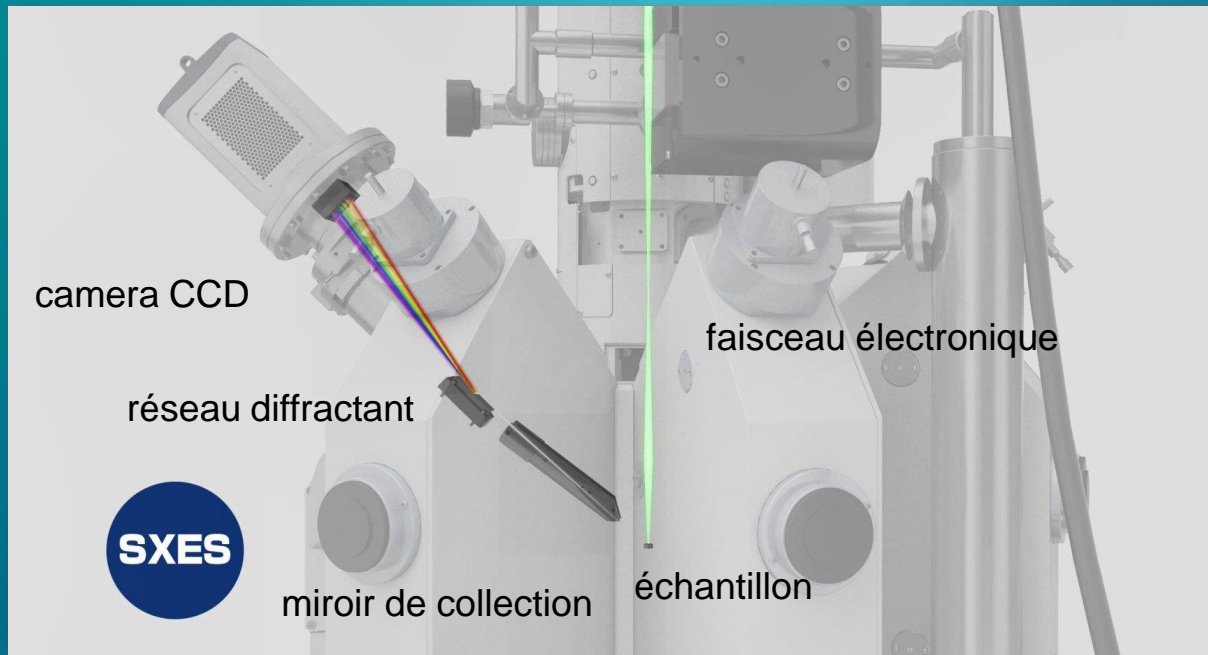
# SXES – réseau VLS



$$n \cdot \lambda = d \cdot (\sin \alpha \pm \sin \beta)$$



# SXES Technique

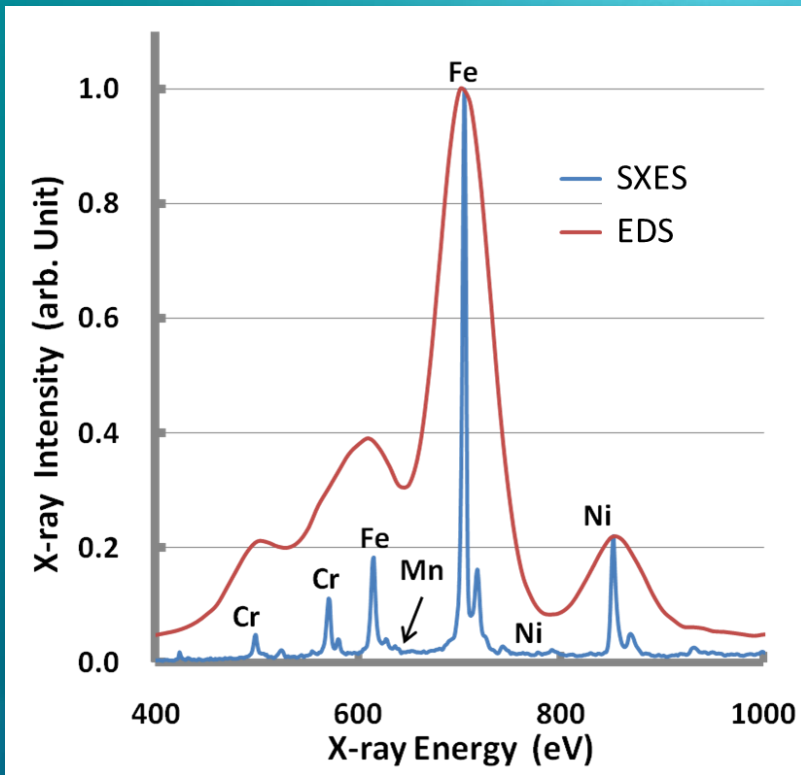


SXES installé sur microsonde de Castaing

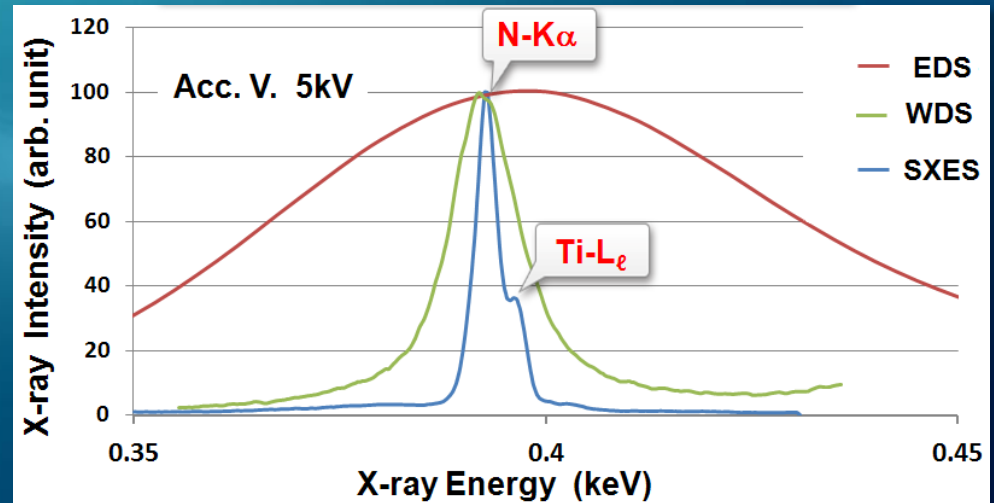
- Résolution spectrale  
0.3 eV (Al-L) (Fermi Edge)
- Détection parallèle
- Réseau diffractant
- Camera CCD
- Refroidissement Peltier



# SXES comparaisons EDS et WDS



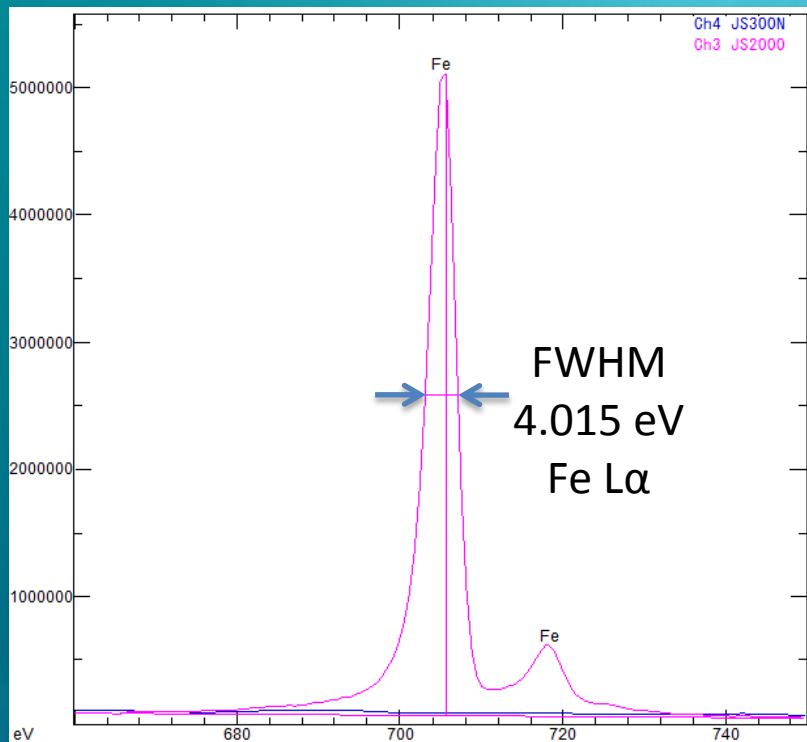
comparaison EDS/SXES sur acier inox



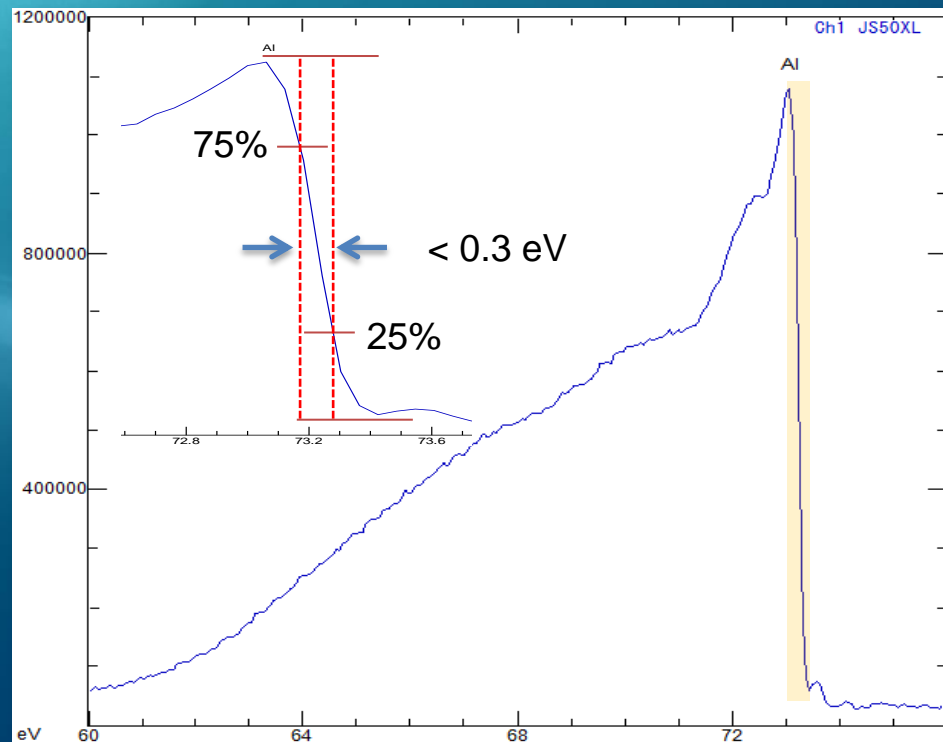
comparaison EDS/WDS/SXES sur Nitrure de Titane



# SXES Mesure de la résolution : méthode Fermi Edge



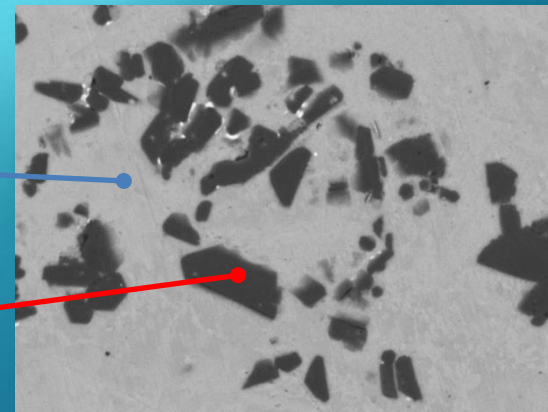
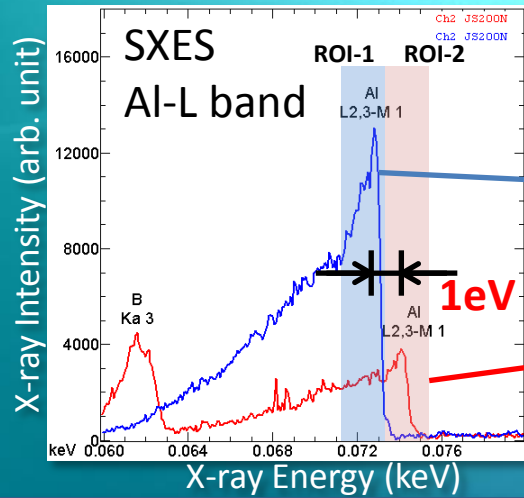
Mesure de la largeur du pic à sa mi-hauteur  
Méthode FWHM (Full Width at Half Maximum)



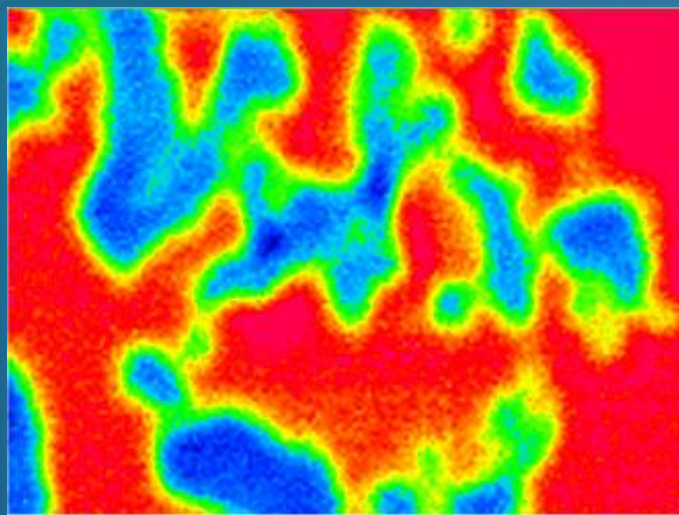
Mesure de la largeur de la transition 25%-75%  
Méthode Fermi Edge



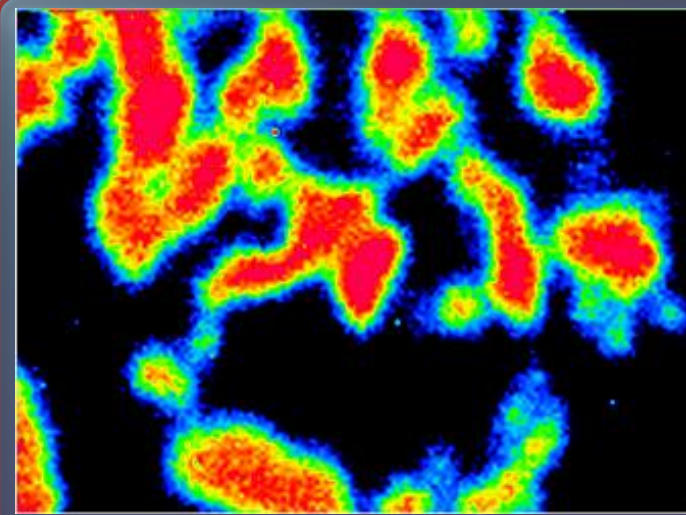
# SXES - cartographies par régions d'intérêt (ROI)



10 μm



Carte ROI-1



Carte ROI-2

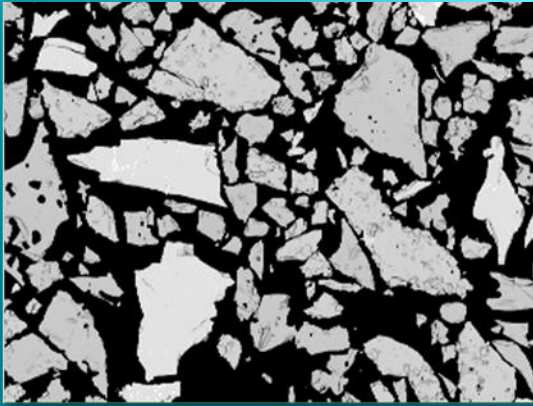


# SXES – Autres Signaux Exploitable ?

Etats d'oxydation ?  
Liaisons chimiques ?

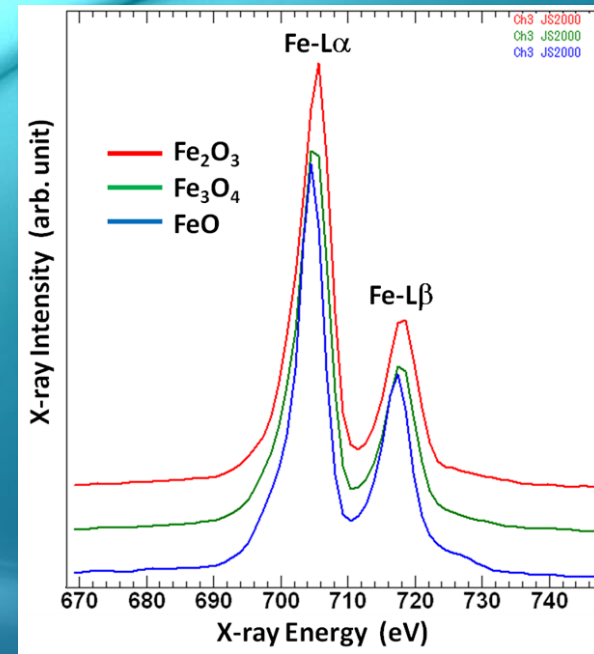


# SXES – états d'oxydation



COMPO — 200µm

Image BED



Fe-L pics sur Oxyde de Fer

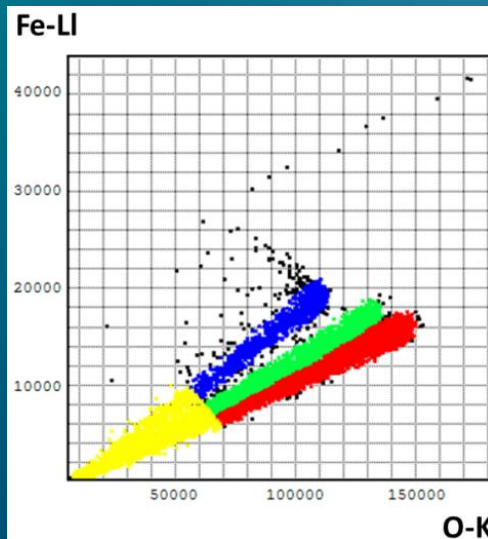


Diagramme Binaire

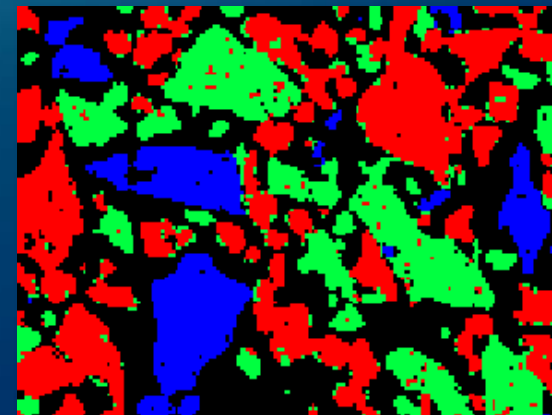
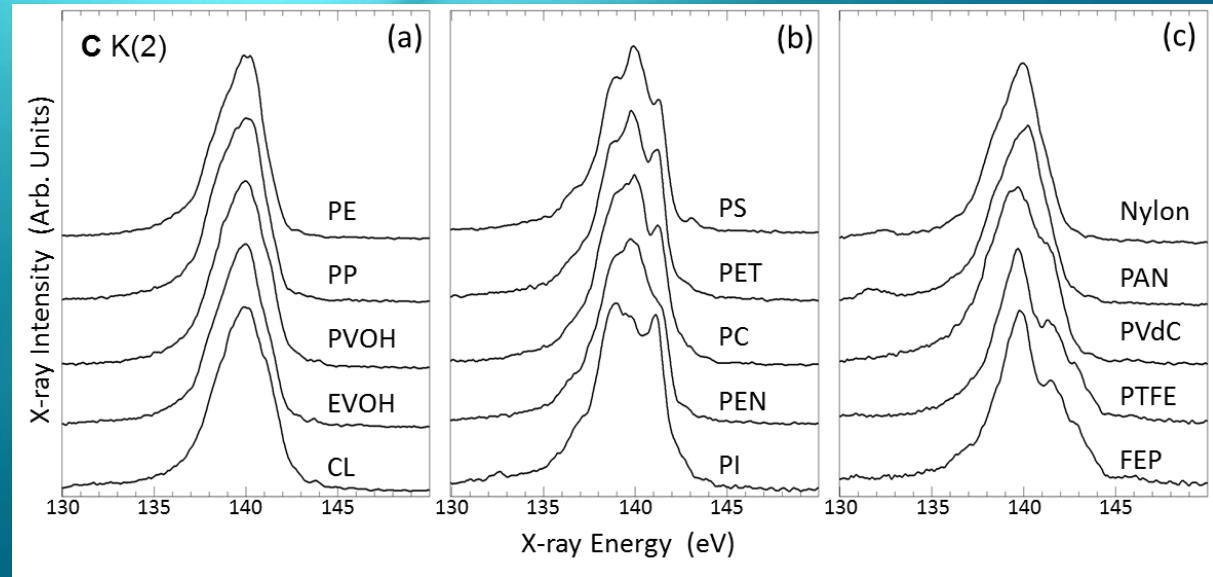
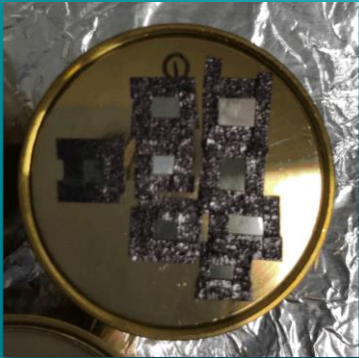


Image Composite



# SXES – liaisons chimiques - polymères



Groupes :

- (a) : Polymères avec chaînes hydrocarbonées ou hydro-oxydées
- (b) : Polymères avec présence de Benzène
- (c) : Autres composés (Cl, F,...)



# SXES vs EDS et WDS – Résumé des techniques

Caractéristique	SXES	EPMA (WDS)	EDS
Résolution spectrale*	<b>0.3 eV</b> Al-L, selon méthode Fermi edge	<b>8 eV</b> Fe-K $\alpha$ FWHM Cristal LiF	<b>120-130 eV</b> Mn-K $\alpha$ FWHM
Analyse des liaisons chimiques	<b>Oui</b>	<b>Oui</b> (éléments légers)	<b>Non</b>
Détection parallèle	<b>Oui</b>	<b>Non</b>	<b>Oui</b>
Technologie	<b>Réseau + CCD</b>	<b>Cristaux</b> <b>Compteur</b> <b>Proportionnel</b>	<b>Si(Li), SDD</b>
Analyse Quantitative	<b><i>En construction</i></b>	<b>Oui</b>	<b>Oui</b>
Limite de détection* (référence : Bore)	<b>20 ppm, B</b>	<b>100 ppm, B</b>	<b>5000 ppm, B</b>

\* Observations & conditions de mesure différentes pour chaque technique



# SXES

