

# Présentation RAPA



Dépôt de couche mince par pulvérisation  
cathodique

Exemple du Nitrure de Titane (TiN)

*Walid KAABI*

*Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire*



# Domaines d'application des couches minces



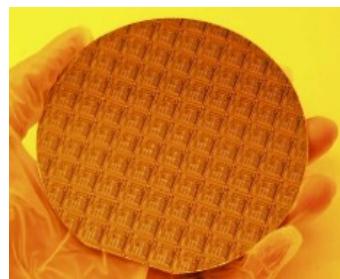
Tribologie



Optique



Film anti-corrosion

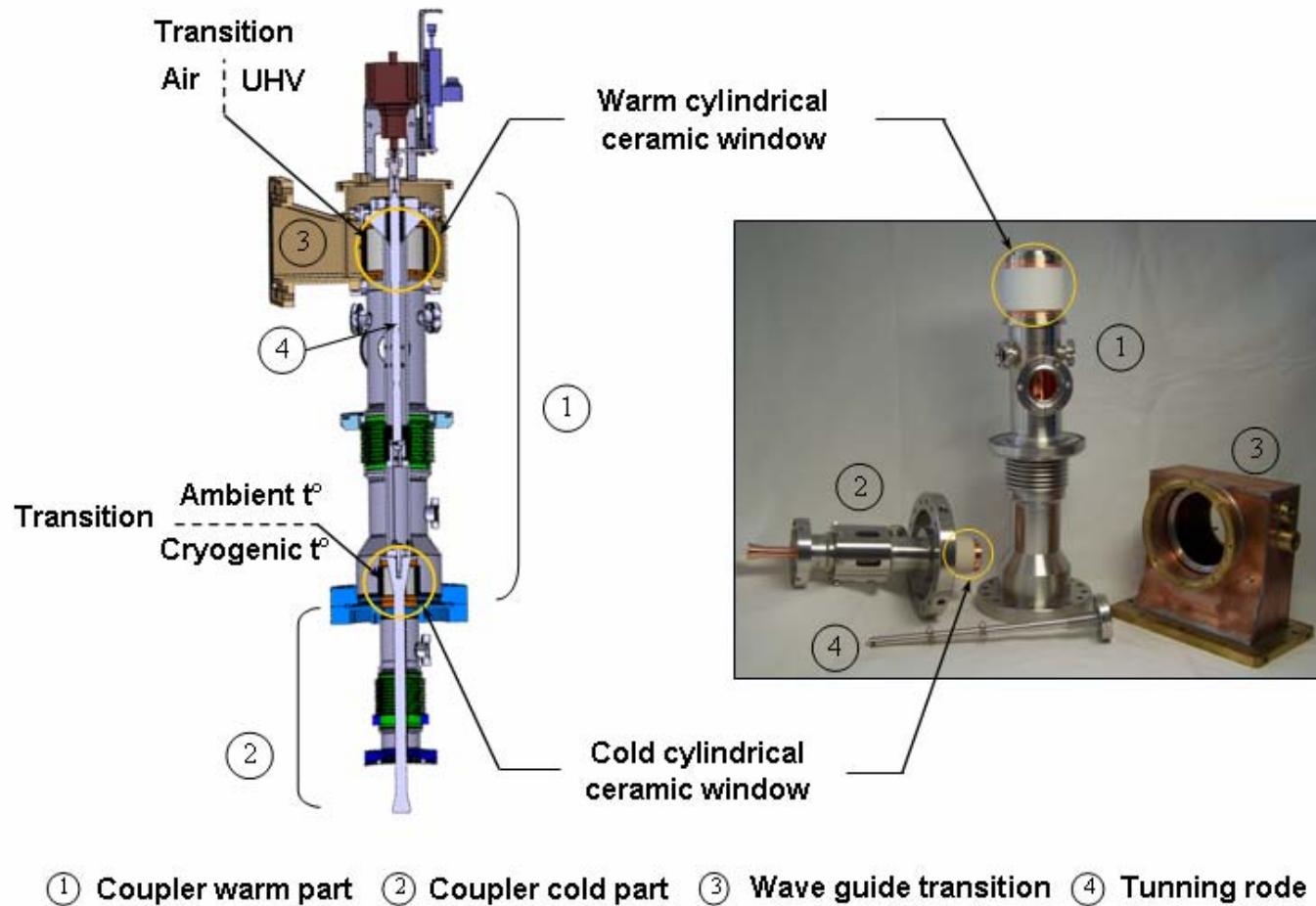


Électronique/Photovoltaïque

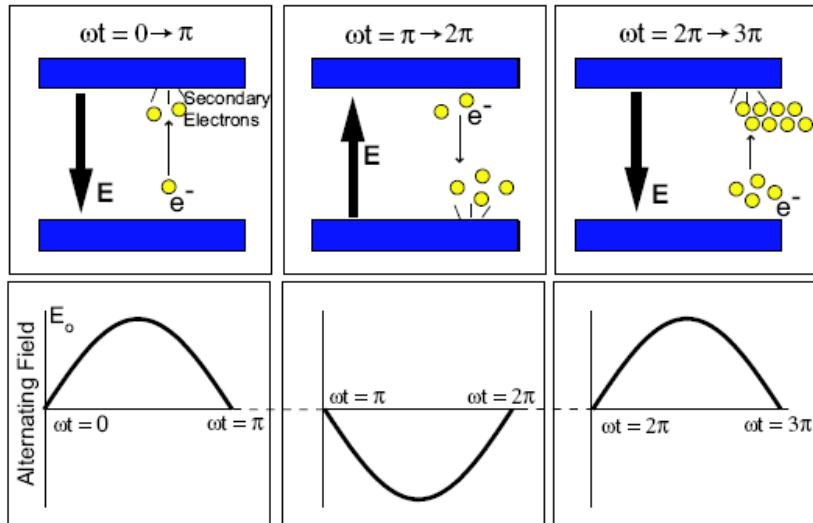


Décoration

# Machine de dépôt TiN au LAL



# Phénomène Multipactor



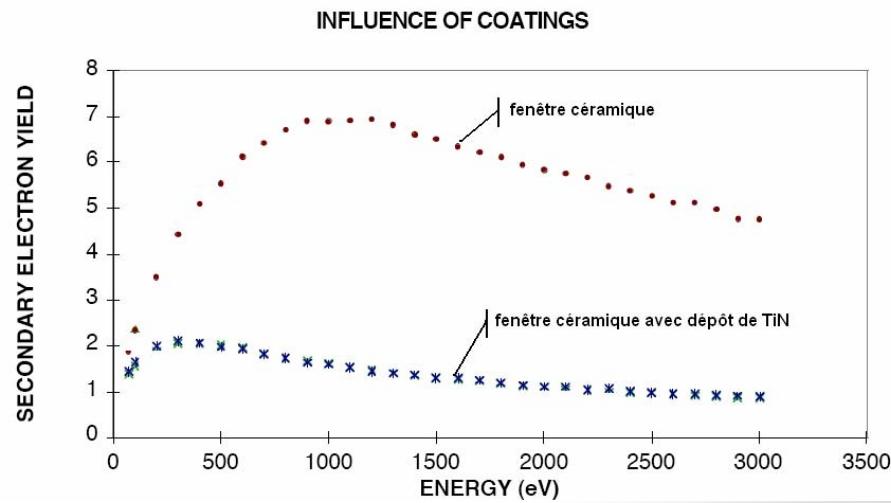
Solution: dépôt d'un matériau ayant un faible coefficient d'émission secondaire à la surface des céramiques

Nitrure de Titane: TiN

Matériau à coefficient d'émission secondaire élevé

Phénomène d'avalanche électronique en régime RF

Apparition d'arc + évaporation flash de surface

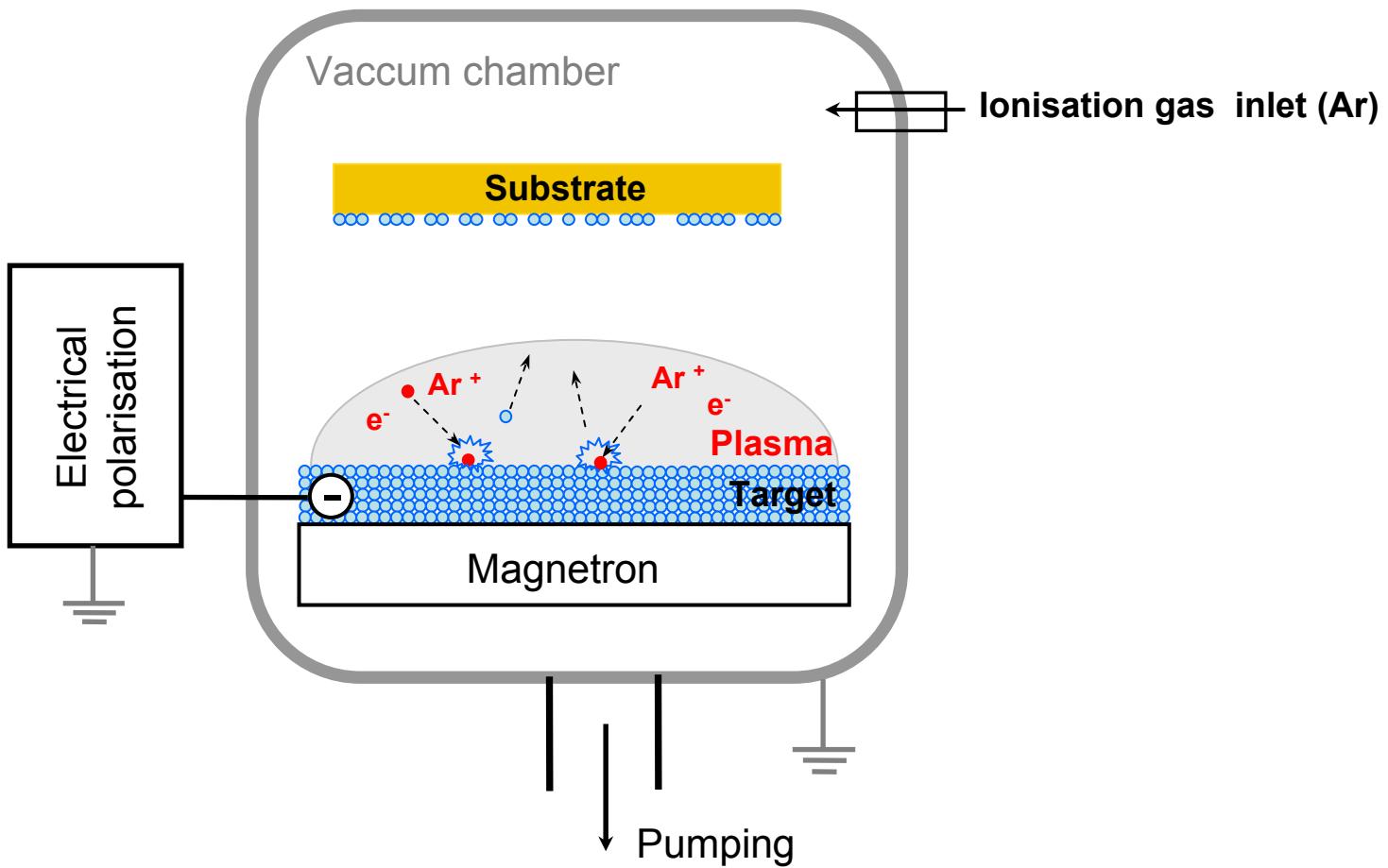


# Procédés de dépôt de couches minces

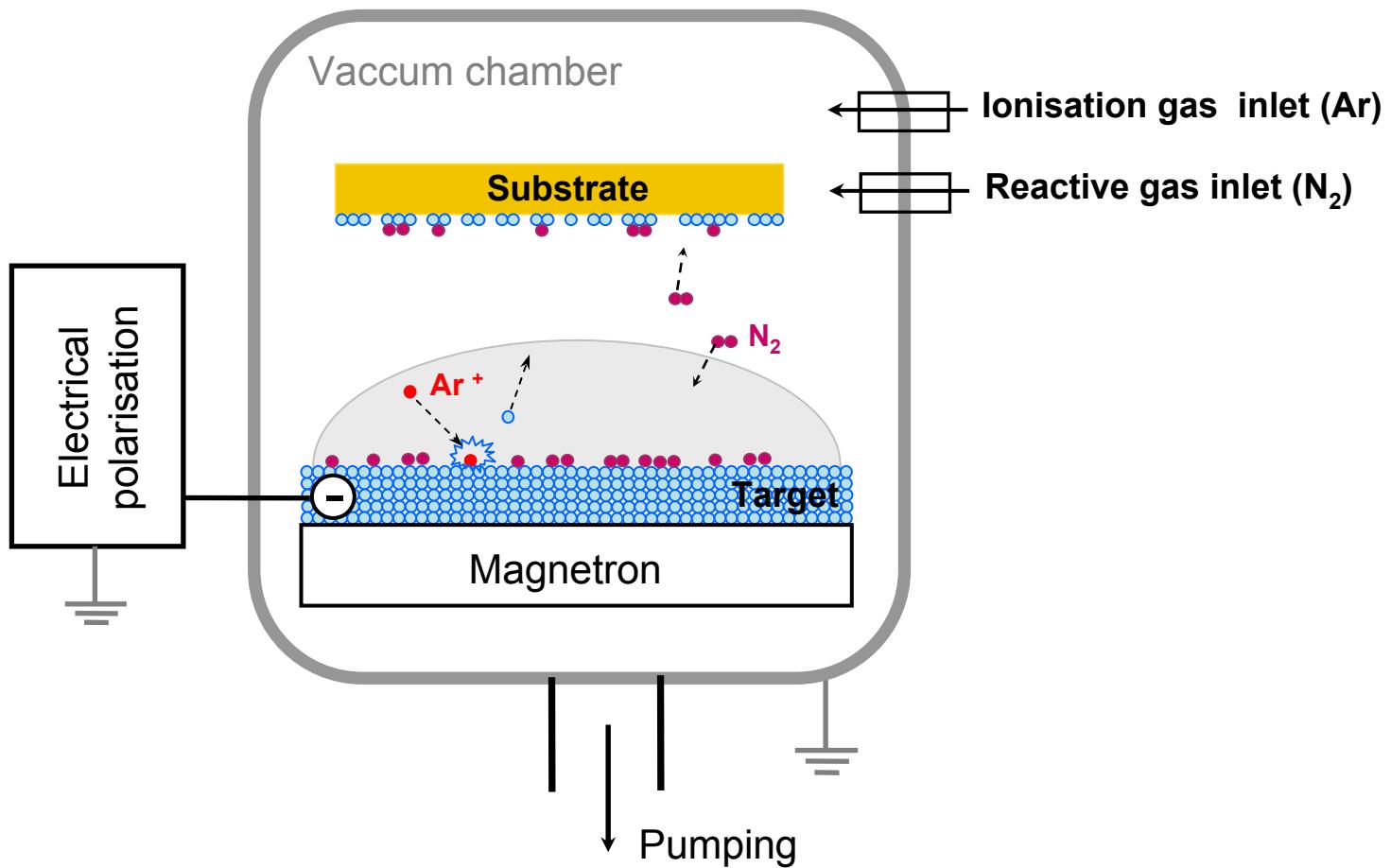
---

- Procédés de dépôt « humides »
  - ◆ Dépôt électrochimique
  - ◆ Procédé Sol-Gel
  
- Procédés de dépôt sous vides
  - ◆ Dépôt par évaporation
  - ◆ Dépôt par « flame spray »
  - ◆ Dépôt par arc cathodique
  - ◆ Dépôt par pulvérisation cathodique

# Pulvérisation Cathodique Magnetron

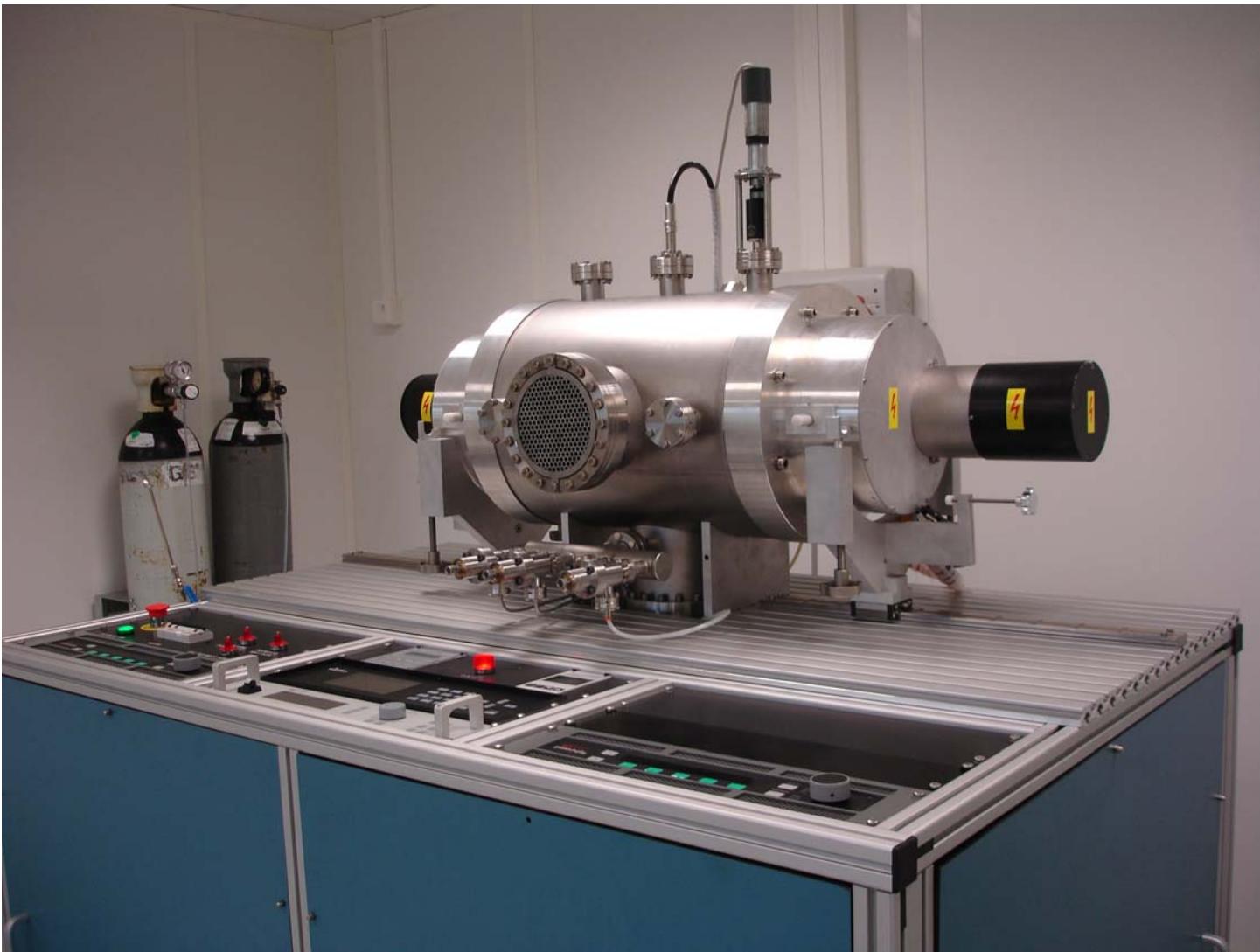


# Pulvérisation Cathodique Réactive Magnétron

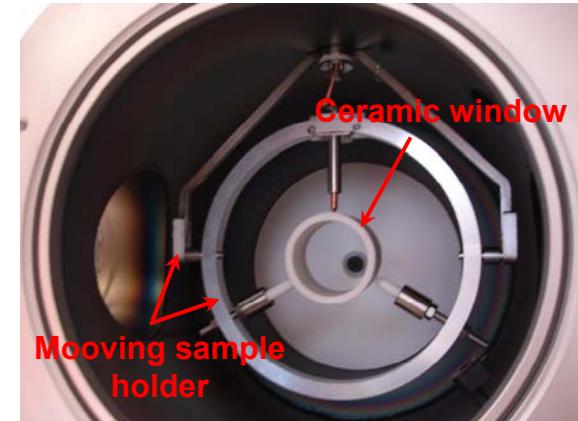
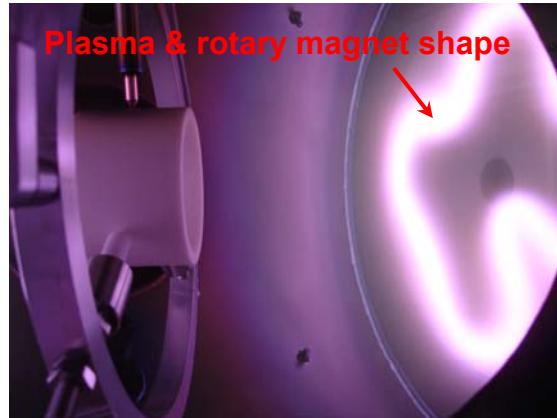
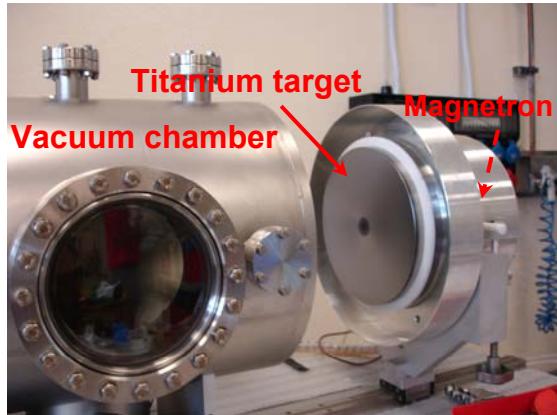


# Machine de dépôt TiN au LAL

---



# Descriptif de la machine de dépôt TiN



- Système de pompage (pompe turbo et pompe triscroll)
- Microbalance à cristal de quartz (mesure in-situ l'épaisseur du film déposé et la vitesse de déposition)
- Générateurs de puissance pour les deux cibles
- Contrôleur de débit pour le gaz de pulvérisation (Ar) et le gaz réactif (N<sub>2</sub>)
- Générateur de puissance RF (nettoyage par plasma des céramiques)
- Vanne pneumatique UHV, gauges de pression (Pirani, capacitive et à ionisation)

# Diffractomètre des RX pour couches minces

---



Outil de diagnostic puissant permettant :

- Obtention de la stoechiometrie du film déposé à travers la détermination de ces paramètres de maille,
- Mesure de l'épaisseur des couches à l'échelle nanométrique,
- Détermination de la rugosité du film déposé.

# Détermination de la stoechiométrie des dépôts TiN<sub>x</sub>

A partir du diffractogramme  $I = f(2\theta)$ , on détermine la distance inter-réticulaire  $d_{hkl}$ , en appliquant la loi de Bragg:

$$d_{hkl} = \frac{n\lambda}{2 \sin \theta}$$

Etant donné que TiN<sub>x</sub> cristallise dans un réseau cubique à faces centrées, pour  $0.605 \leq x \leq 0.999$ , il est possible de calculer le paramètre de maille  $a_{TiN_x}$ :

$$a_{TiN_x} = d_{hkl} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

A partir de la valeur trouvée, il est possible de calculer x, grandeur renseignant sur la stoechiométrie du film déposé, à partir de la relation:

$$a_{TiN_x} = 4.1925 + 0.0467 x$$

# Obtention de dépôts stoechiométriques TiN

Pour un courant imposé  $I_{app} = 3A$  et un flux d'Ar maintenu constant = 0,1sccm,  
la variation du flux de  $N_2$  donne des dépôts  $TiN_x$  à différentes stoechiométrie.

Ar (sccm)	N2 (sccm)	I (A)	$2\theta$	d (220) (Å)	a (Å)	x(TiNx)
0,10	0,11	3	61,8629	1,5012	4,2459	1,1423
0,10	0,12	3	61,8430	1,5003	4,2434	1,0896
0,10	0,13	3	61,8938	1,4992	4,2403	1,0223
0,10	0,14	3	61,9277	1,4984	4,2382	0,9775
0,10	0,15	3	62,1270	1,4941	4,2260	0,7153

Les films stoechiométriques sont obtenus à une vitesse de dépôt d'environ 5 Å/s:  
vitesse appréciable pour des dépôts d'une dizaine de nanomètre.

To be continued...

---

Merci pour votre attention  
et bon repas de Noël