

université
PARIS-SACLAY



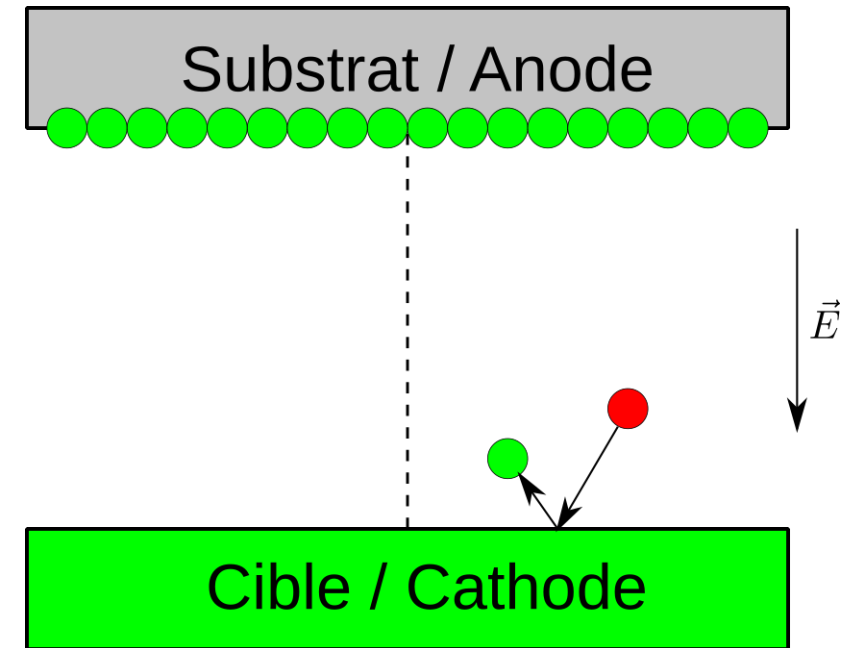
Sources magnétron

Plasmas magnétisés : définition d'une source modulable

11-12 octobre 2022

Magnétron

- Utilisé pour le dépôt de couches minces
- Pulvérisation cathodique
 - Champ électrique
 - Impact ionique
 - Pulvérisation de la cible
 - Dépôt sur le substrat



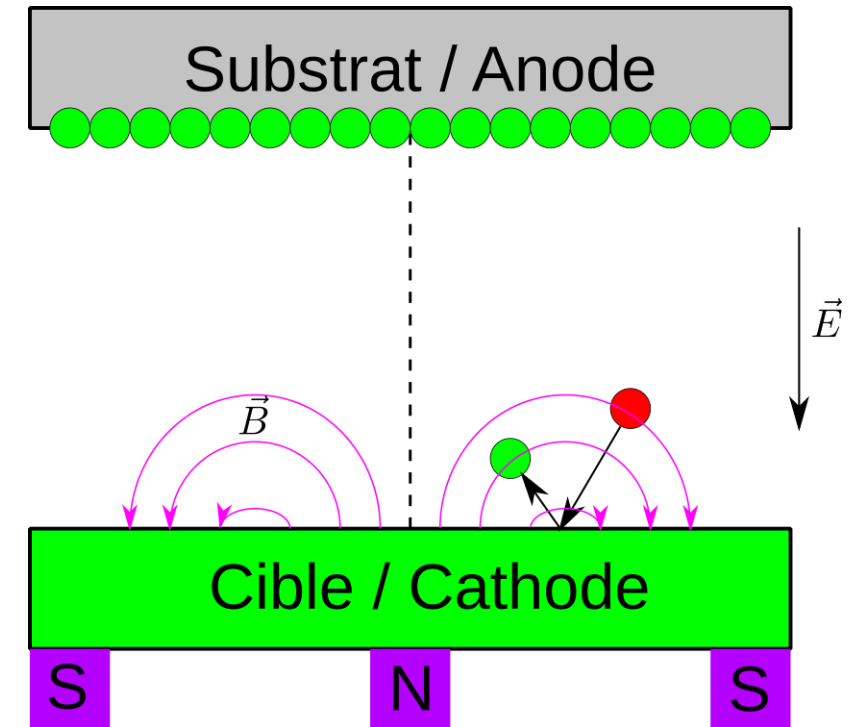
Magnétron

- **Champ magnétique**

- Créé par des aimants permanents
- Augmente le taux d'ionisation
- Permet de diminuer la pression de travail

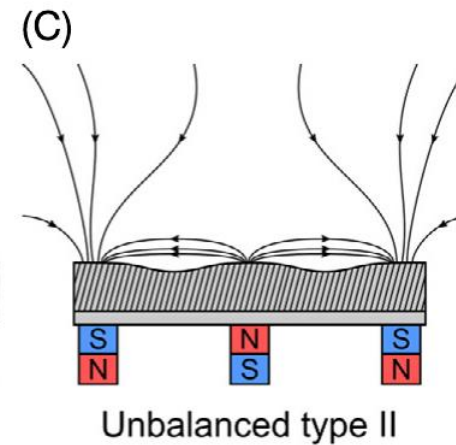
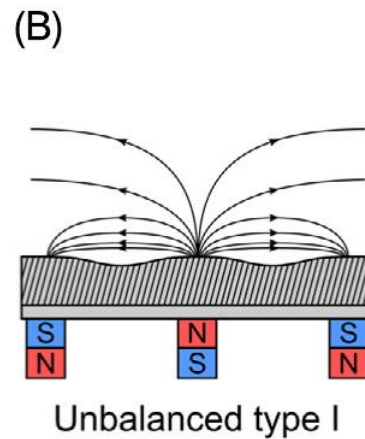
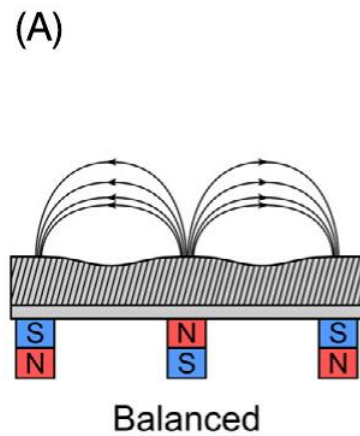
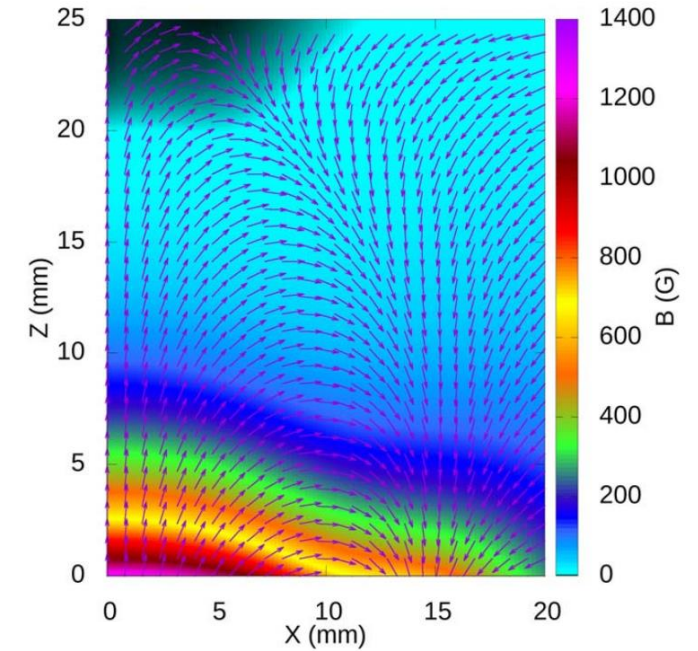
- Piste d'érosion
- Gaine cathodique

- $\vec{E} \wedge \vec{B}$



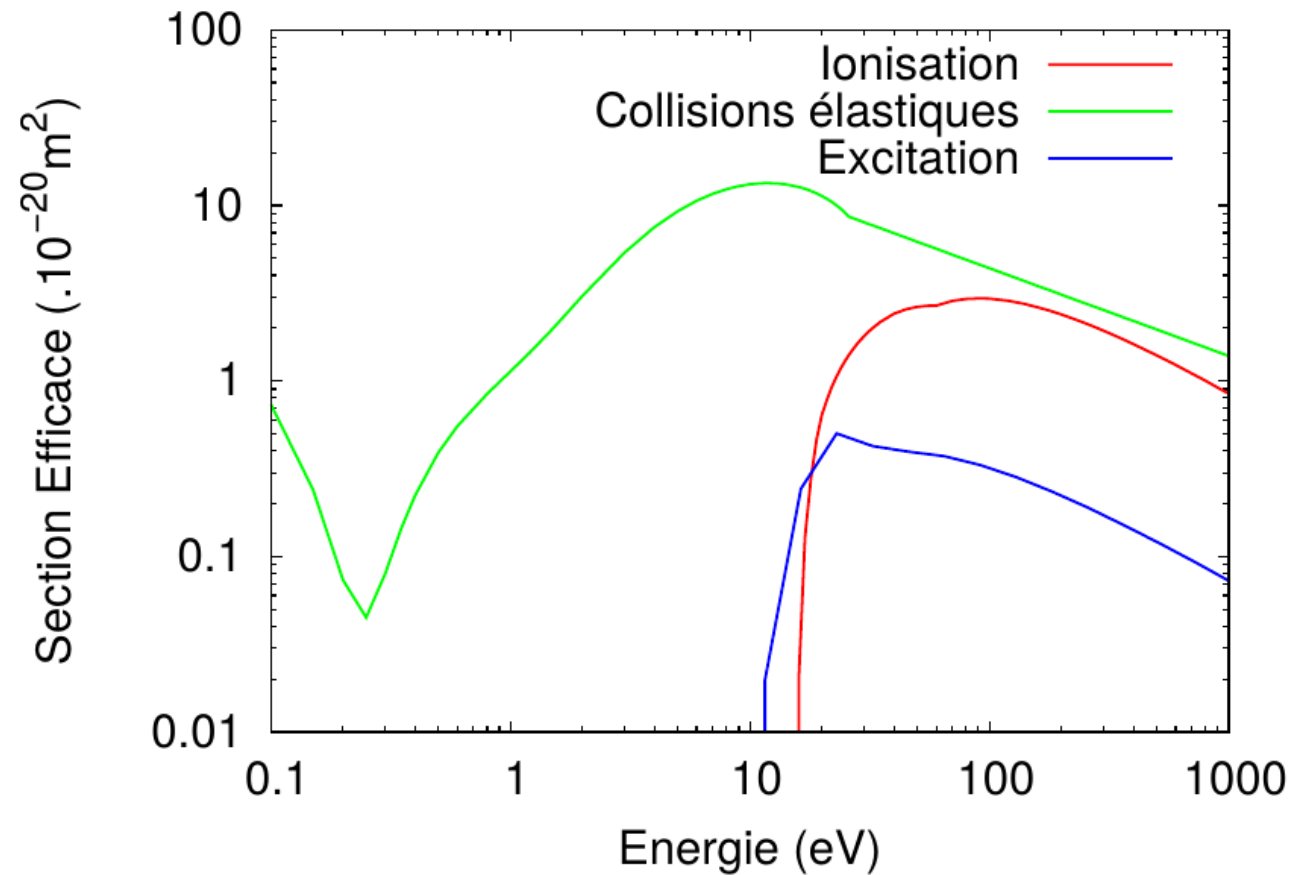
Champ magnétique

- 3 configurations
 - Équilibré
 - Déséquilibré type 1
 - Déséquilibré type 2



Collision

- Ionisation
 - $e + Ar \rightarrow Ar^+ + 2e$
- Excitation
 - $e + Ar \rightarrow Ar^* + e$
- Diffusion
 - $e + Ar \rightarrow Ar + e$
- Recombinaison
 - $e + Ar^+ + body \rightarrow Ar + body$
- Transfert de charge
 - $Ar + Ar^+ \rightarrow Ar^+ + Ar$

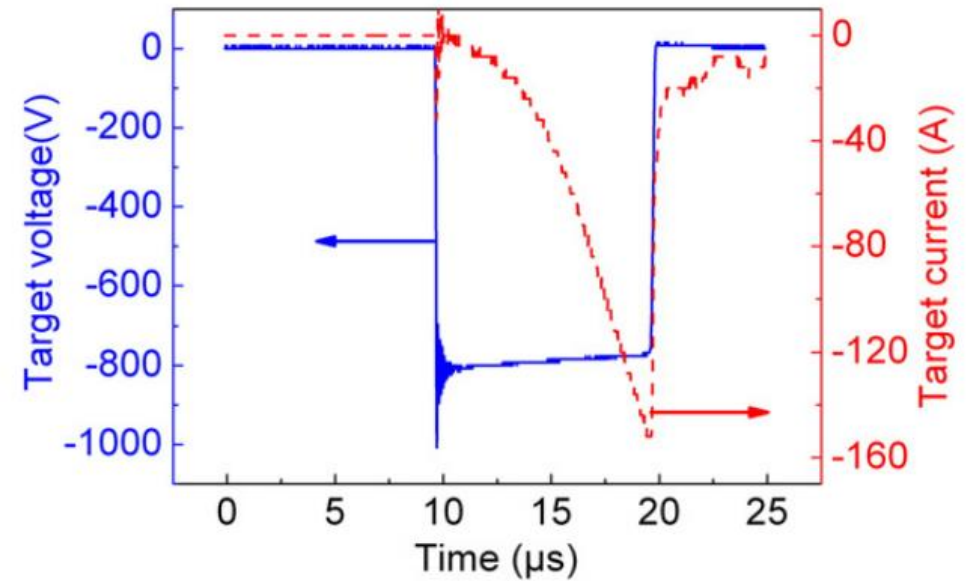


Emission d'électrons secondaires

- La cible émet des électrons secondaires dû à l'impact ionique
 - $\gamma_{see} = 0,1$
- Les électrons ont une probabilité d'être recapturé par la surface
 - $\gamma_{re} = 0,5$
- Les électrons secondaires sont essentiels au maintien de la décharge car ils récupèrent toute l'énergie de la gaine (plusieurs centaines d'électronvolt)

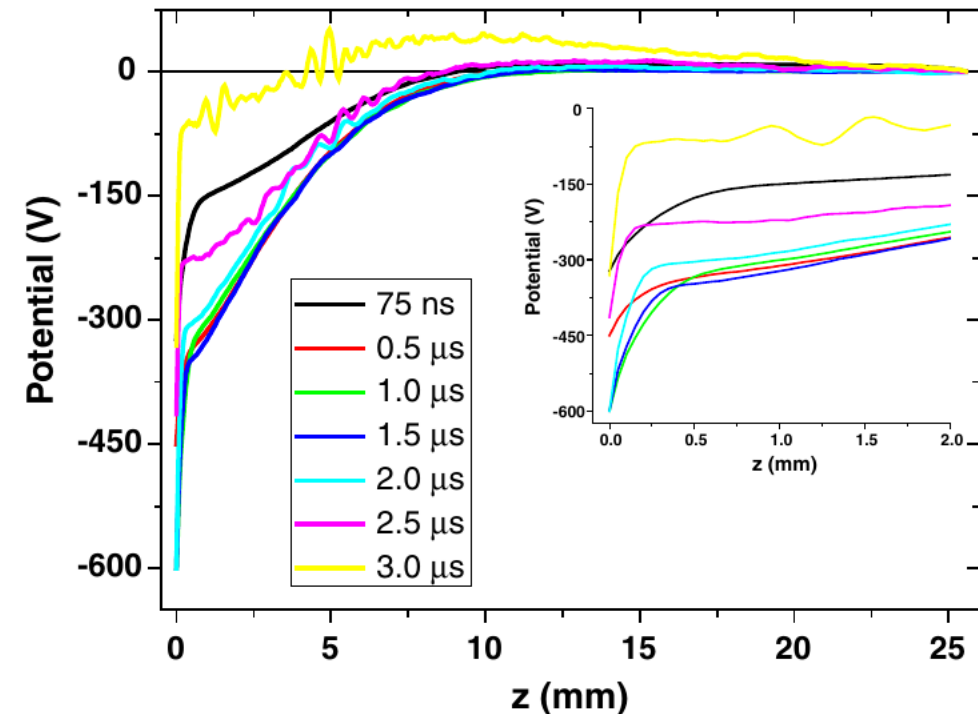
HiPIMS

- High Power Impulse Magnetron Sputtering
- Impulsion
 - Durée : 10-200 μs
 - Tension élevée : ~ 1 kV
 - Courant élevé : ~ 10 -100 A
- Taux de pulvérisation élevé
- Ionisation du métal pulvérisé
 - Contrôle du dépôt au substrat
 - Meilleure qualité des couches minces
- Vitesse de dépôt plus faible



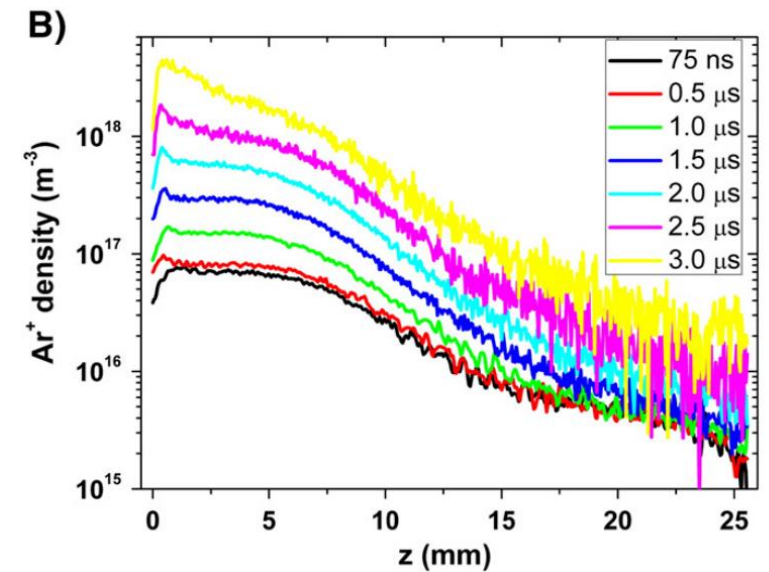
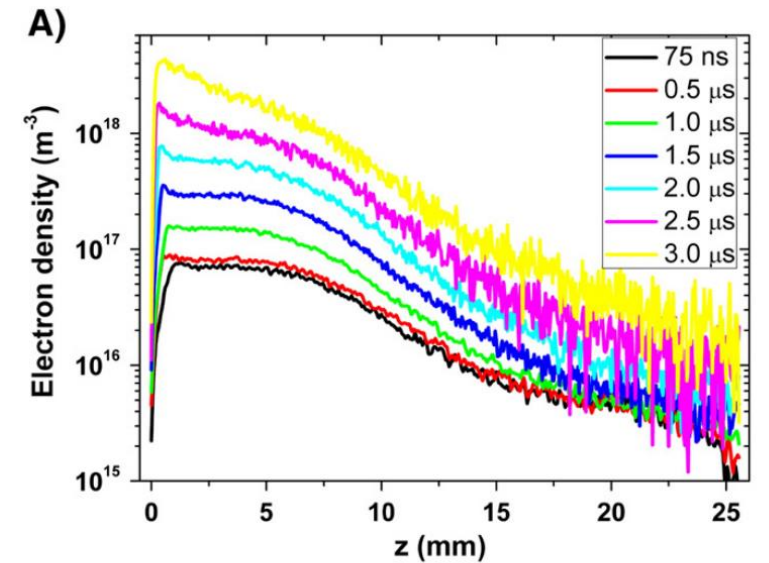
Structure du potentiel

- Gaine
 - Champ électrique intense
- Pré-gaine / zone d'ionisation
 - Champ électrique modéré
- Zone de diffusion
 - Champ électrique faible
- Gaine anodique



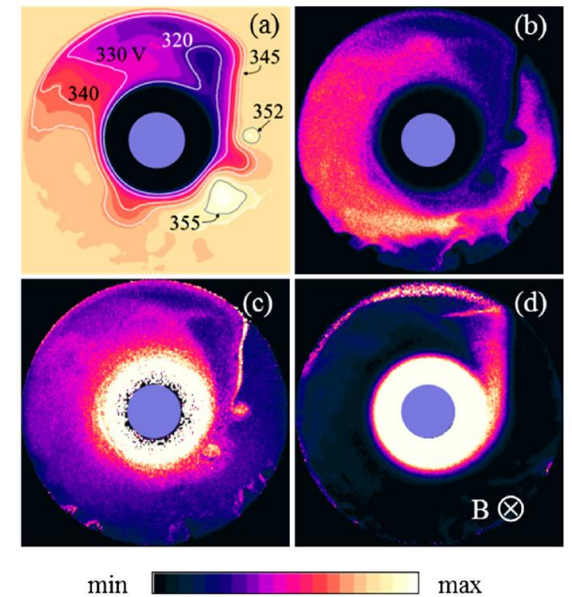
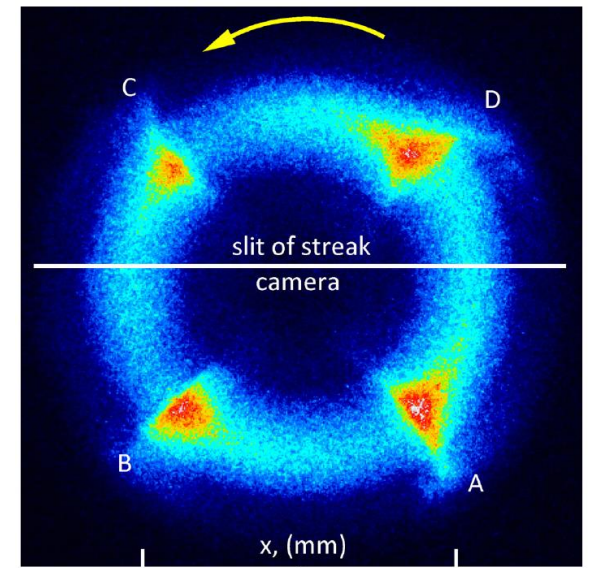
Densité électrons / ions

- Gaine
 - Augmentation de la densité
 - Dominé par les ions
- Pré-gaine / zone d'ionisation
 - Densité en légère augmentation / stable
- Zone de diffusion
 - Diminution de la densité
- Gaine anodique



Spokes

- Structure de plasma qui tourne autour de l'axe de symétrie
- Champs croisés $\vec{E} \wedge \vec{B}$
- Origine pas entièrement comprise



Les magnétrons au LPGP

- **LESKER**
 - 2x1''
 - 1x2''
- **Automates – magnétron tournant**
 - 2x4''
 - 4x6''
- **GENCOA (Diva)**
 - 4''
 - Champ magnétique variable (les 2 aimants peuvent être déplacés)
- **GENCOA (Maestro)**
 - 2''
 - Champ magnétique variable (l'aimant central peut être déplacé)