

Gaines et mesures LIF

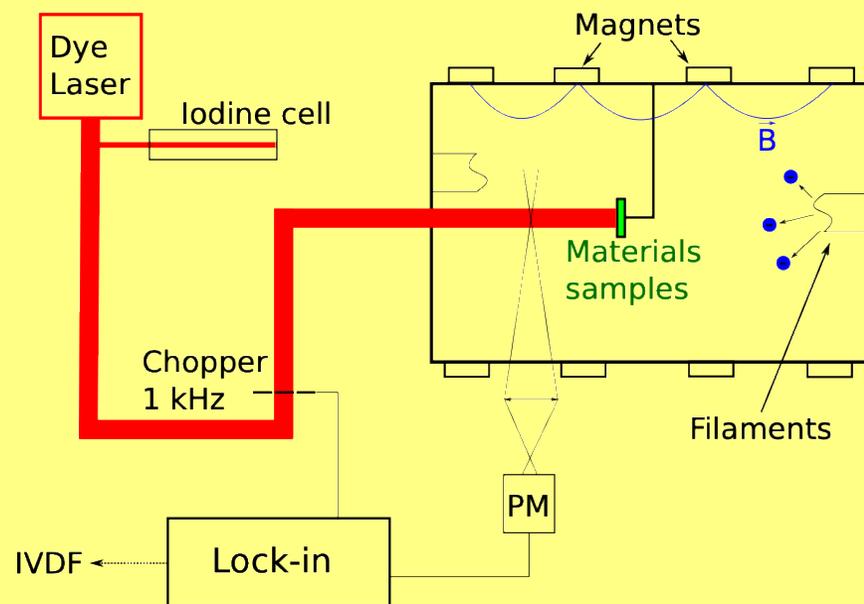
Nicolas CLAIRE (PIIM, Marseille)

nicolas.claire@univ-amu.fr

Mesures de fonctions de distribution ionique de gaines (émisives d'électrons)
dans un plasma froid non magnétisé



Le plasma (non magnétisé)



$P \approx 2.5 \cdot 10^{-4} \text{mbar}$ ($10^{-3} \text{mbar} - 10^{-5} \text{mbar}$)

Argon neutre, $n_{\text{Ar}} \approx 10^{18} \text{m}^{-3}$

électrons du plasma $n_{\text{ep}} \approx 10^{15} \text{m}^{-3}$

électrons ionisants $n_{\text{eio}} \approx 10^{14} \text{m}^{-3}$ ($\approx 15\% n_{\text{ep}}$)

Polarisation des filaments $\approx -50 - 100 \text{V}$

$T_{\text{ep}} \approx 1.5 \text{eV}$

$T_{\text{eio}} \approx 12 \text{eV}$

$v_{\text{th}} = 500 \text{m/s}$

$\phi_{\text{float}} \approx -30 \text{V}$

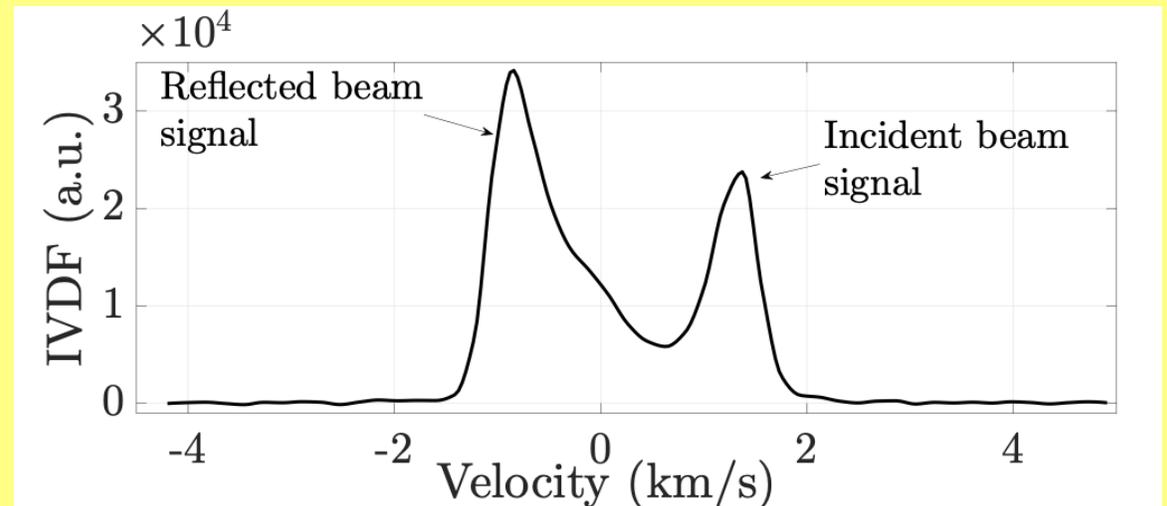
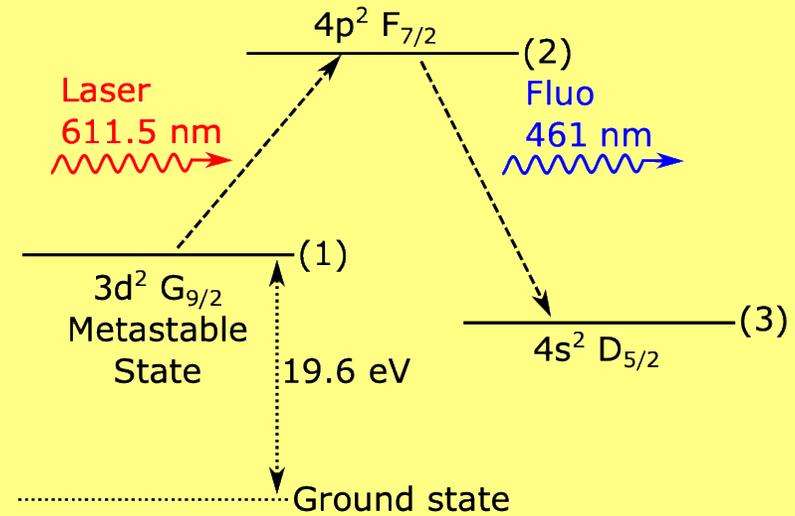
$c_s \approx 2 \text{km/s}$

- 2 populations d'électrons, la moins dense « crée » la gaine
- Beaucoup de neutre (échange de charge $\approx 10 \text{cm}$)
- $\lambda_D \approx 1 \text{mm}$

La Fluorescence Induite par Laser dans une gaine

- Doppler: $\omega_L = \omega_0 + \mathbf{k}_L \cdot \mathbf{v}$
- Fonctions de distribution ionique d'un niveau métastable de l'ion Argon le long du faisceau laser ($\Delta v_i \approx 50 \text{ m/s}$, $\Delta x \approx 0.1 \text{ mm}$, $\Delta t \approx 1 \mu\text{s}$)
- faisceau réfléchi par la surface, saturation du faisceau incident
- Effet de la puissance du laser sur la température, effet de la résolution spatiale

Cherigier, thèse, 1994
Pigeon, PoP, 2020



Mesures LIF typiques

plaque métallique au potentiel flottant

→ Fonctions de distribution ionique en 3 parties
(modèle cinétique de pré-gaine d'Emmert)

→ *thermalisation* dans la gaine *non collisionnelle*:
Baalrud (*micro-turbulence*) ≠ Coulette (*balistique*)

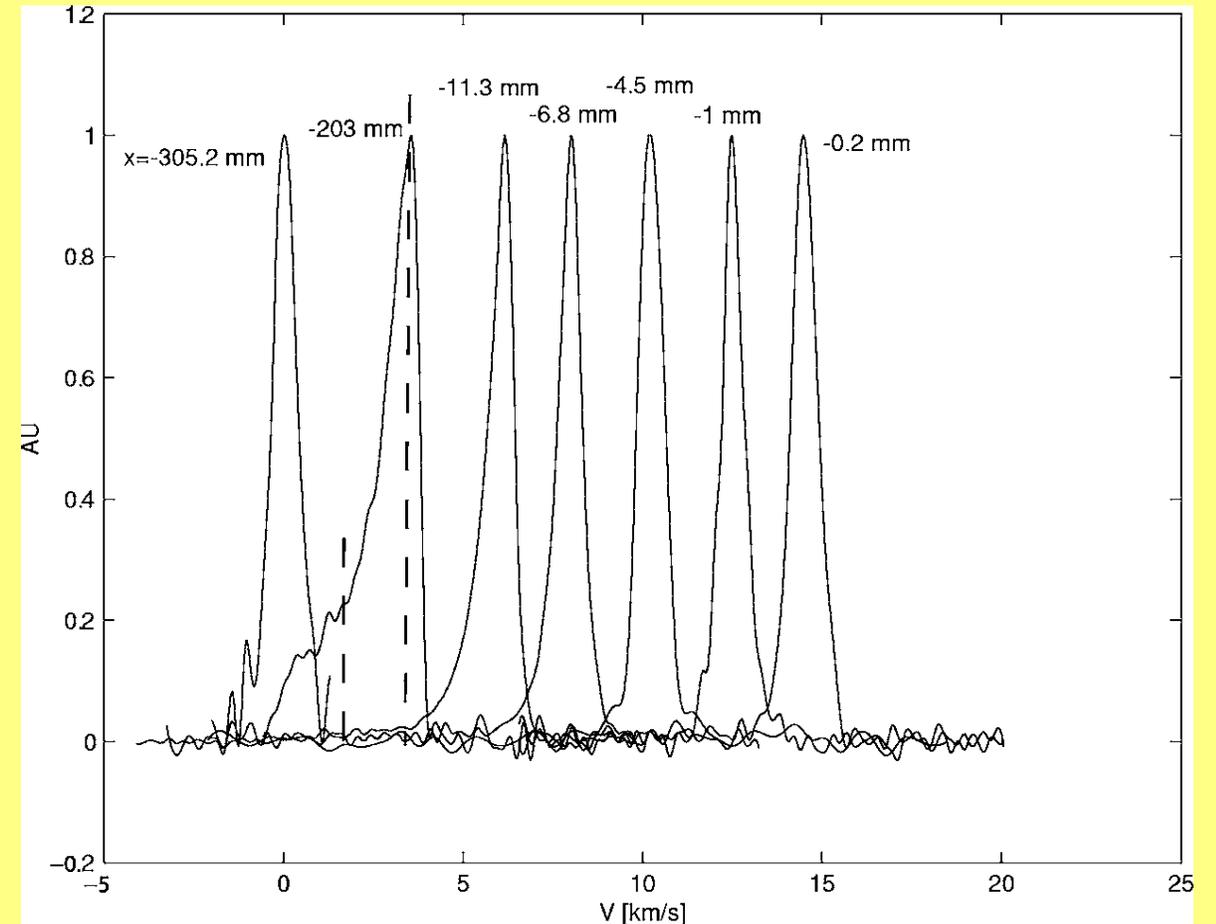
Quid des collisions dans la gaine: effet « particulière » ?

Bachet et al, PoP, 1995

Claire et al, PoP, 2006

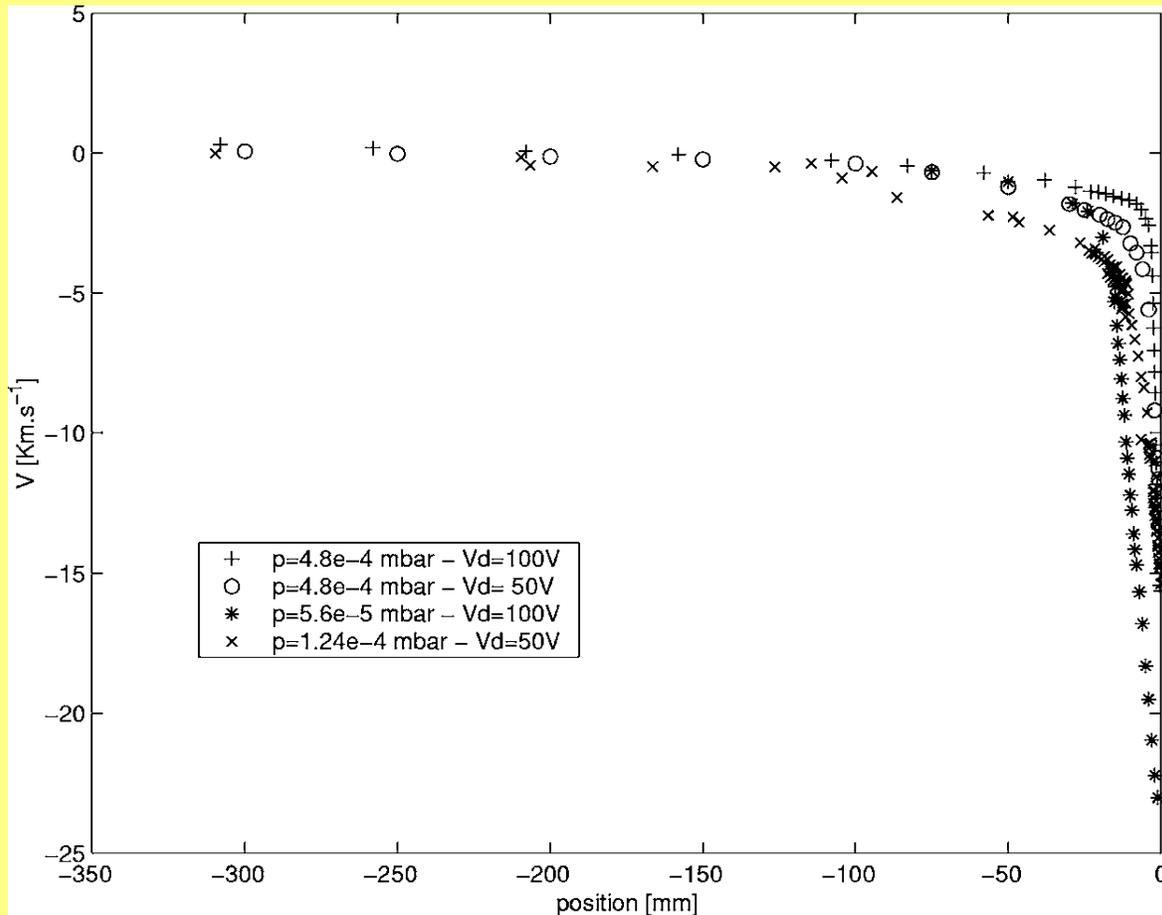
Baalrud et al, Plasma Sources Sci. Technol, 2011

Coulette et al, PoP, 2015



Mesures LIF typiques

Plaque métallique au potentiel flottant
Différentes conditions



- ➔ v dépendant de la tension de décharge (énergie des électrons ionisants donc ϕ_{float})
- ➔ existence d'un réel point d'inflexion à entrée de gaine ?
- ➔ pré-gaine de 20cm
- ➔ faible dépendance à la pression (à tension et courant de décharge constants)

Mesures LIF sur les neutres

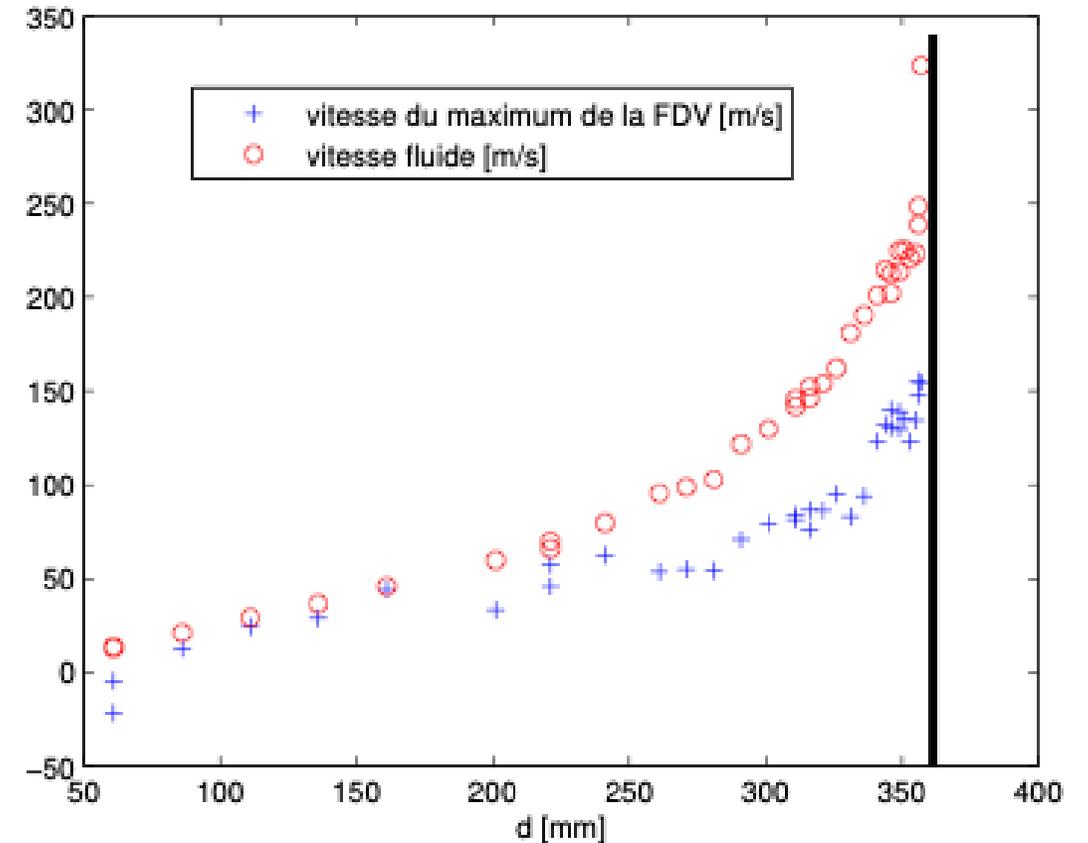
- $P=2 \cdot 10^{-5}$ mbar (10^{-4} mbar usuellement)
- $I_d=0.24$ A (0.5 usuellement)
- $\phi_{float}=-0.95$ V (petite gaine)

- Surface métallique recouverte d'une peinture au carbone...

- perte du niveau métastable sur la paroi

- Mais accélération de v_{max} ?

Quid du rôle des neutres ? (si il y en a un)

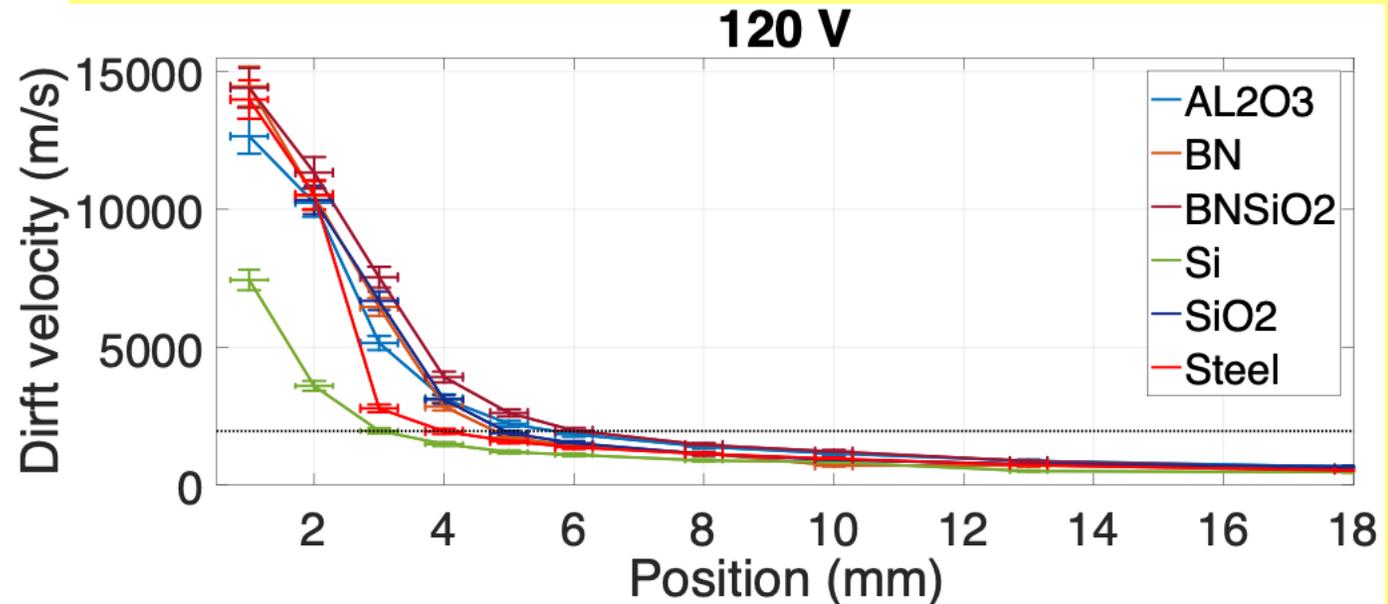
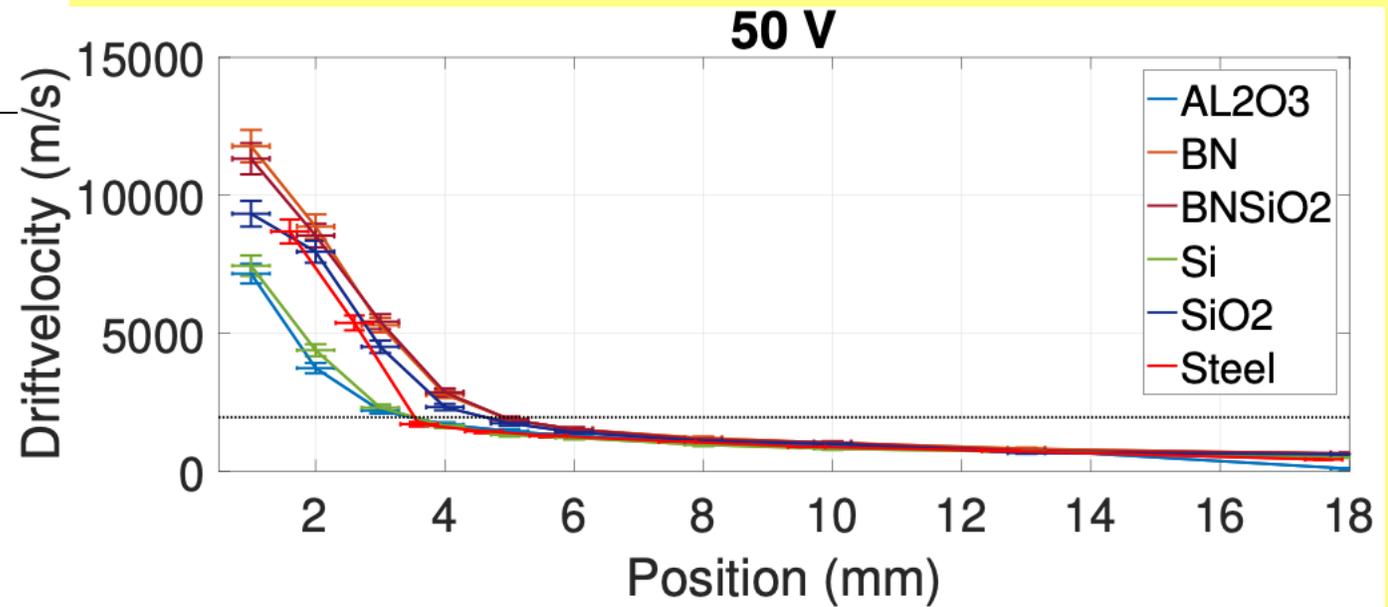


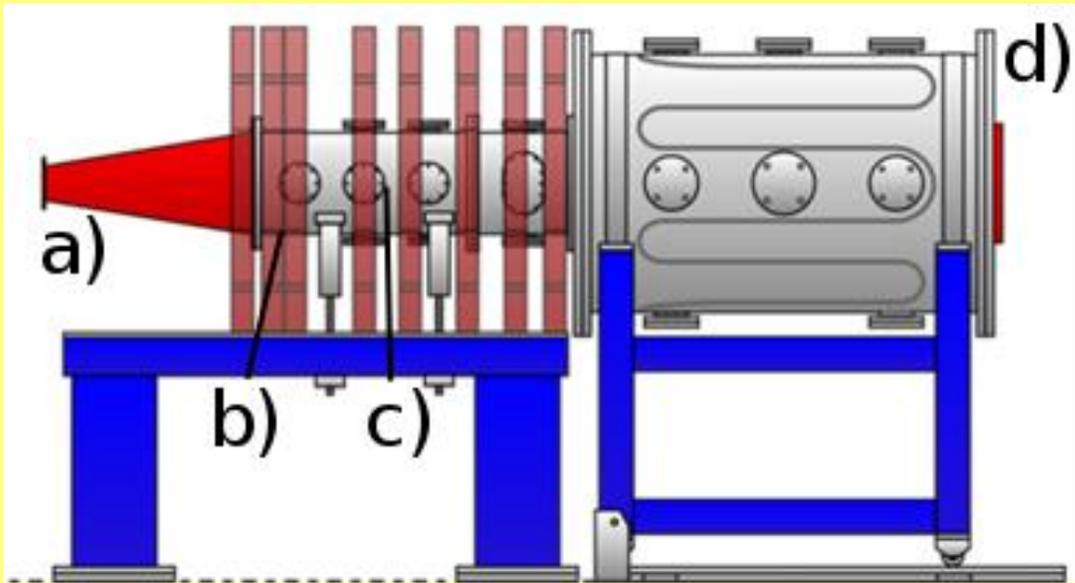
Mesures LIF typiques

différents matériaux

- *dépendance* à l'émission secondaire d'électrons: « potentiel flottant » et taille de la gaine
- gaine d'un isolant plus « négative » qu'un conducteur
- particularité du silicium

Pigeon et al, PoP, 2020



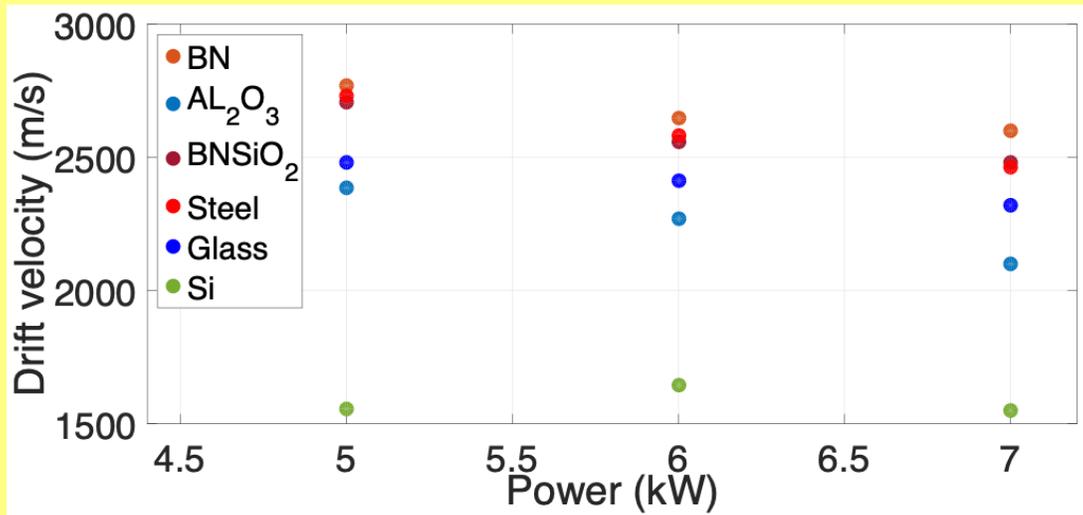


Mesures LIF typiques différents matériaux machine HYPER-II (Kyushu)

Décharge ECR dans la chambre source
B décroissant dans la chambre des mesures (0.011 T au point des mesures)
 $n_e \approx 10^{17} \text{ m}^{-3}$

➔ Même classification *en fonction* de l'émission
secondaire d'électrons des matériaux

**Effet prépondérant de l'émission secondaire
d'électrons ?**



Mesures LIF une cathode simpliste électrostatique

- $V_{ring} = -200V$ ($z = 22,4cm$ et $24,4cm$)
- expulsion des ions au lieu de faisceaux concentriques
- Modèle simpliste de gaine: cathode virtuelle au centre

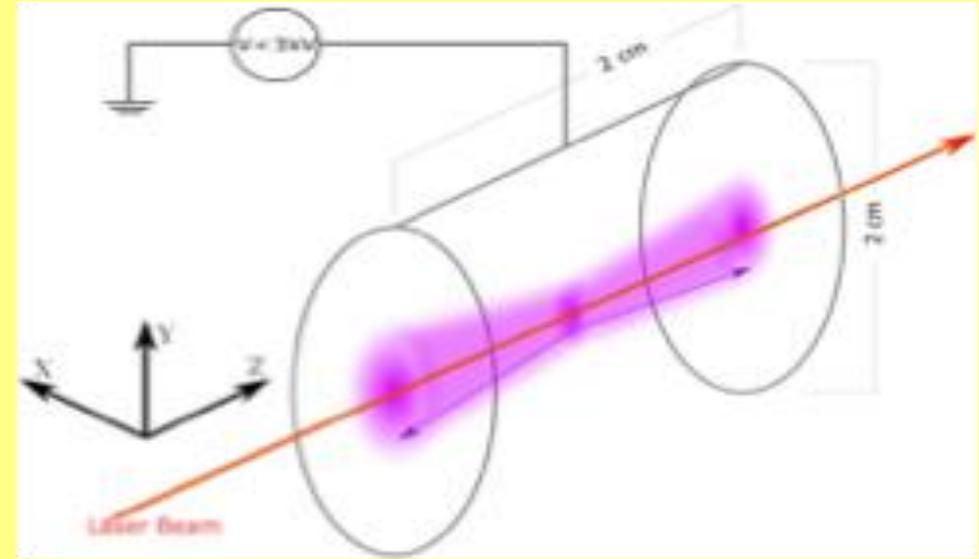
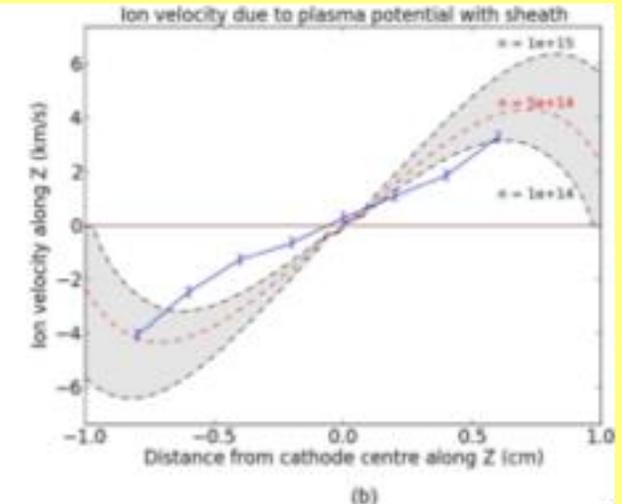
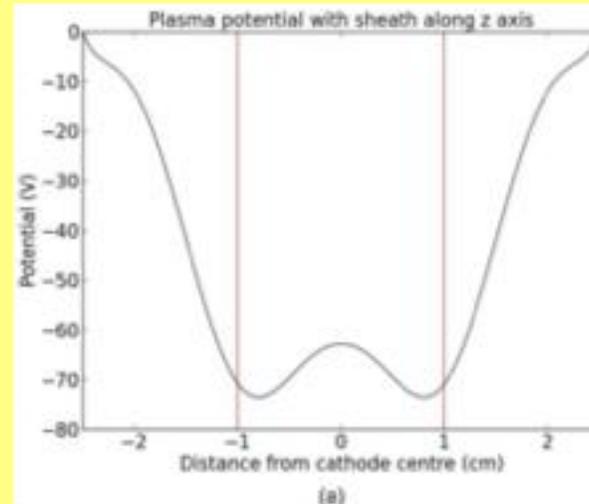
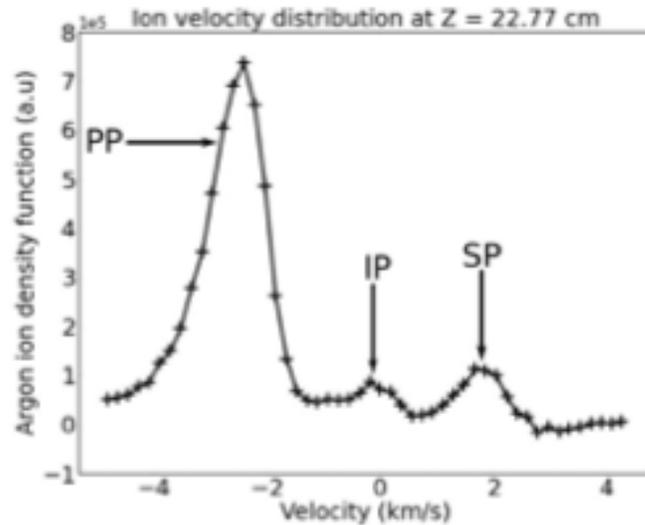
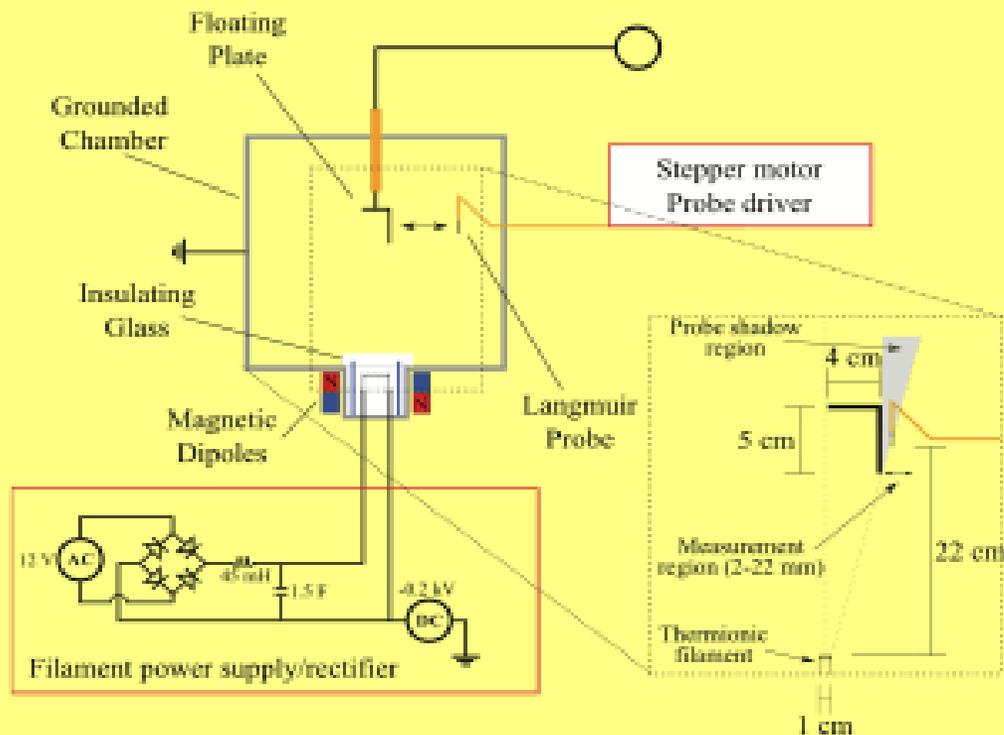
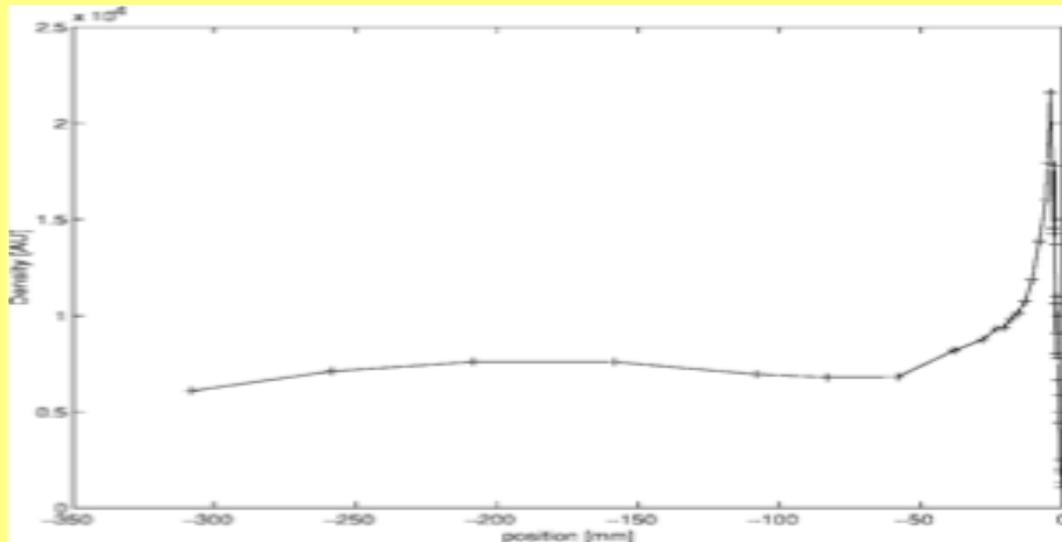


FIG. 2. Schematic diagram of the two ring cathode showing the divergent plasma column between the cathode rings as described in Sec. IV. The laser beam, used for LIF measurements, was aligned along the axis of symmetry of the rings along the center of the indicated discharge.



Mesures par sonde, et oui



- ➔ Augmentation de densité ionique dans la gaine par LIF ? mouai...
- ➔ Modèle alambiqué (Bayesian) d'analyse de sonde dans la pré-gaine: effet de l'émission secondaire d'électrons par une surface métallique (mais il fallait savoir le résultat à l'avance)

Ranson, PoP, 2023

Questions ouvertes

(à la recherche de 2 doctorants)

D'un expérimentateur...

Quid des collisions dans une gaine non collisionnelle ?

Effet prépondérant de l'émission secondaire d'électrons ? (gaine inverse prédite)

Quid du rôle des neutres ? (si il y en a un)

A quand un modèle/simulation prédictif des mesures ?

Et B dans tout ça ?