

# Façonnage optique d'un jet de gaz de haute densité pour l'accélération laser plasma à haute cadence

Réalisé par :

Lucas Augagneur

Encadré par :

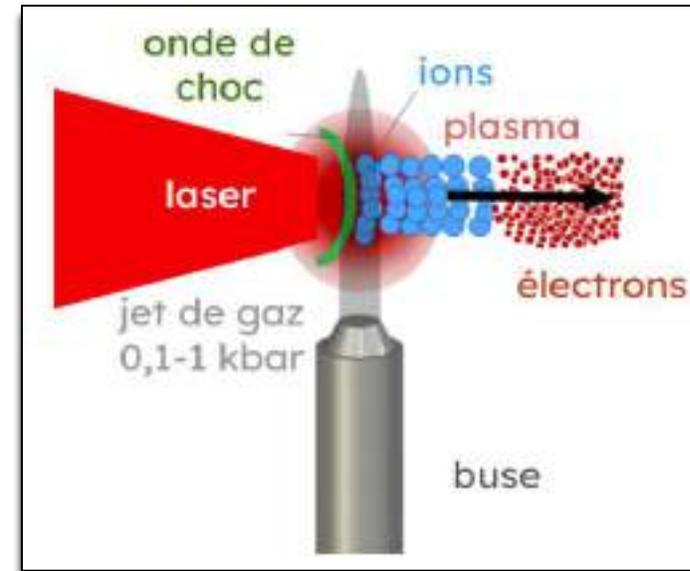
Medhi TARISIEN  
Élodie MINJOU

# Sommaire

- I/Contexte sur l'accélération Laser/Plasma
- II/Dispositifs expérimentaux
- III/Résultats expérimentaux

# I/Contexte sur l'accélération Laser/Plasma

- **Intensités**  $> 10^{19} \text{ W.cm}^{-2}$  pour l'accélération d'ions
- **Cibles Solides**, Détruite à chaque tir + débris
- **Cibles gazeuses**, Application à haute cadences
- **Intérêt** : Haute intensité instantané



CSA (Collisionless Shock Acceleration)



Atteindre une haute densité de gaz

# Densité Critique

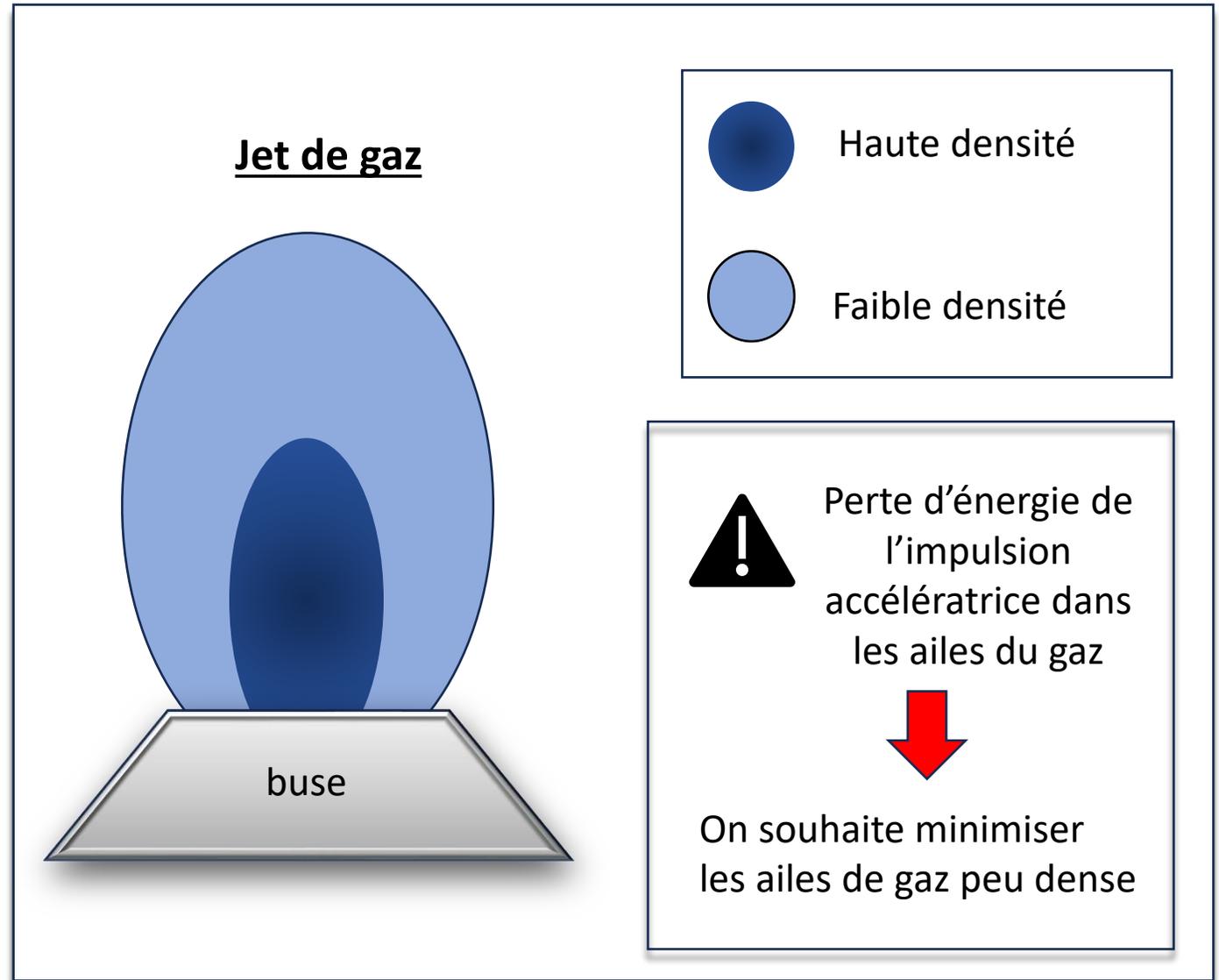
Densité Critique :

$$n_c = \frac{4\pi^2 \epsilon_0 m_e c^2}{e^2 \lambda^2}$$

Pour  $\lambda = 1064 \text{ nm}$



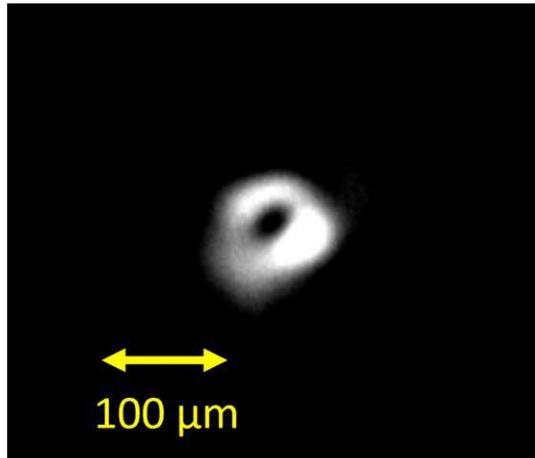
$$n_c \sim 1,1 \cdot 10^{21} \text{ e.cm}^{-3}$$



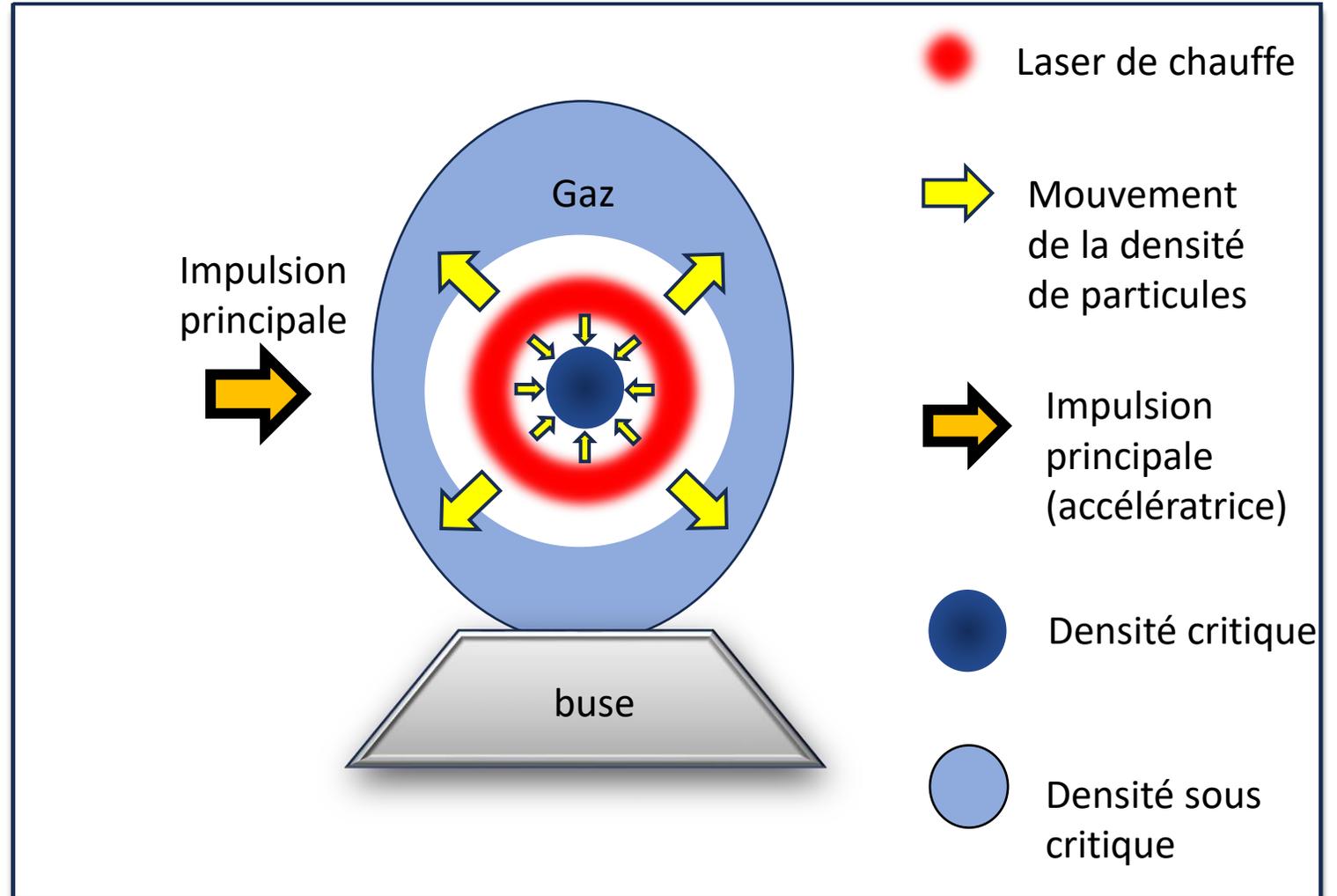
# Façonnage Optique

## Faisceau Laguerre Gaussien

- Distribution d'intensité annulaire
- Comprime la densité du plasma au centre

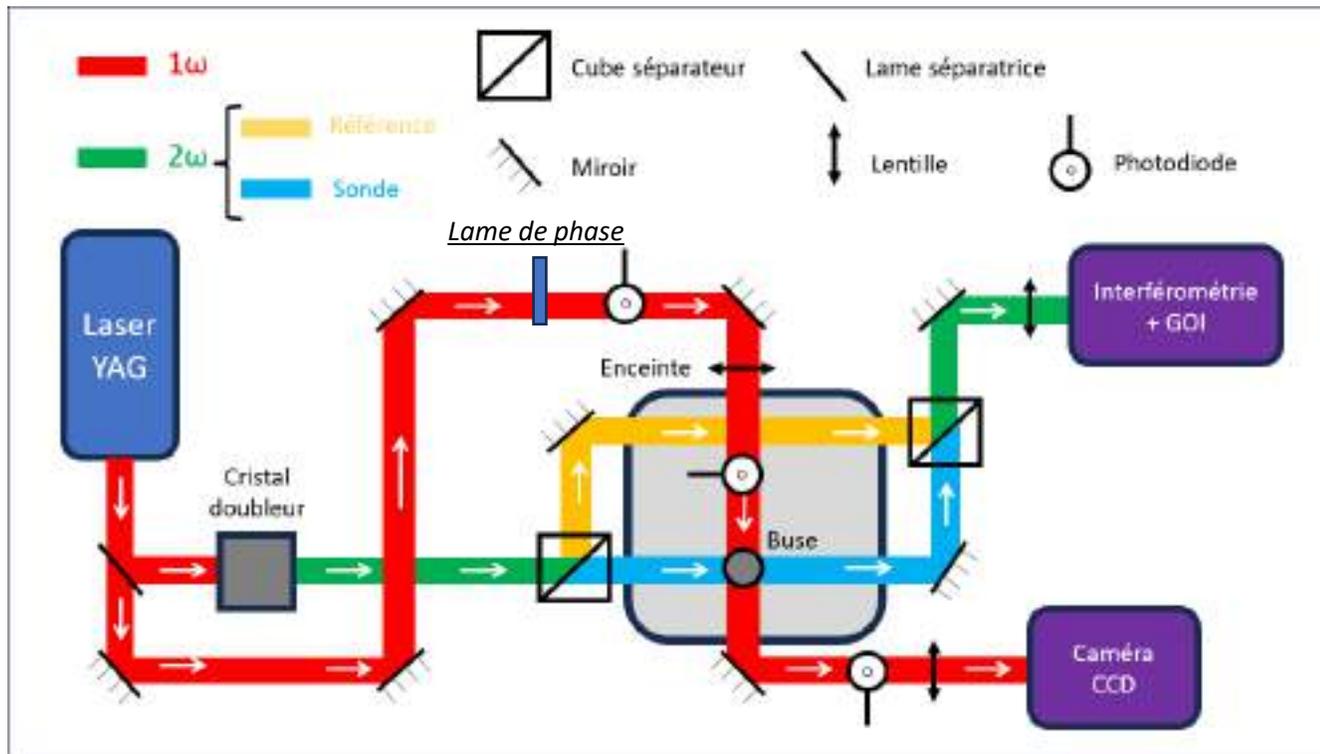


*Tache focale expérimentale  
du faisceau LG*



# II/Dispositifs expérimentaux

Schéma de l'expérience



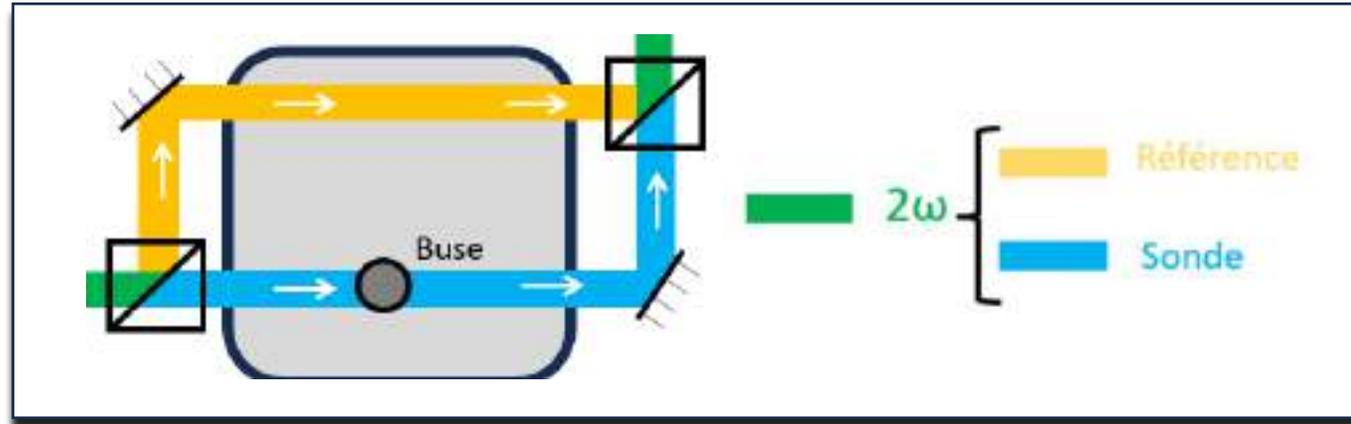
**Laser YAG, 1 J, 8 ns (FWHM),  
 $\lambda = 1064 \text{ nm}$**

Faisceau séparé en deux

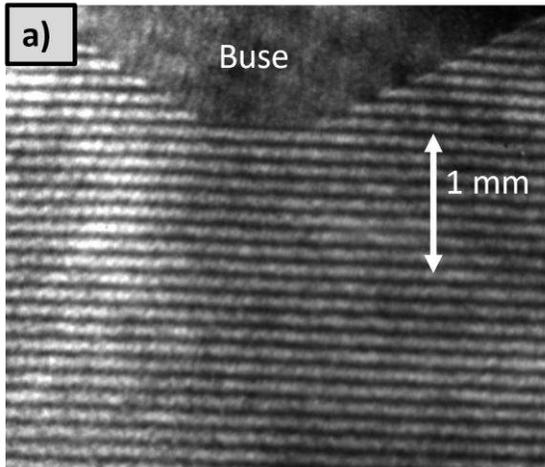
- 1 %, doublé en fréquence, sert à l'imagerie pour l'interférométrie
- 99%, fréquence conservée, focalisé sur la cible gazeuse

# Interférométrie

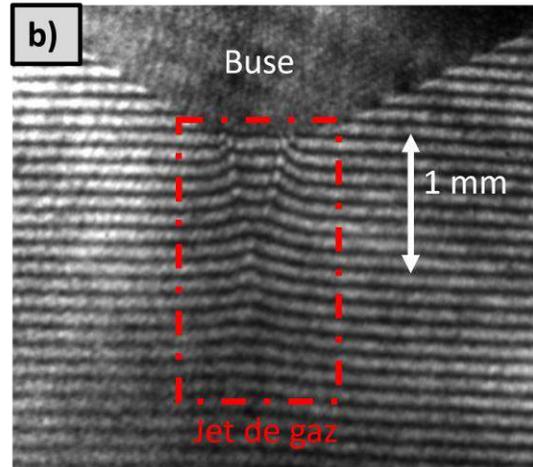
*Mach-Zehnder*



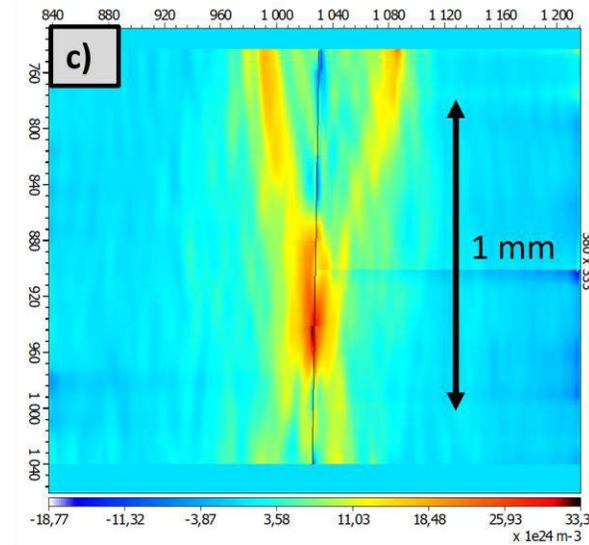
Sans gaz



Avec gaz



Carte de densité



*Buse à choc*

**450 bar de N2**

Densité du choc :

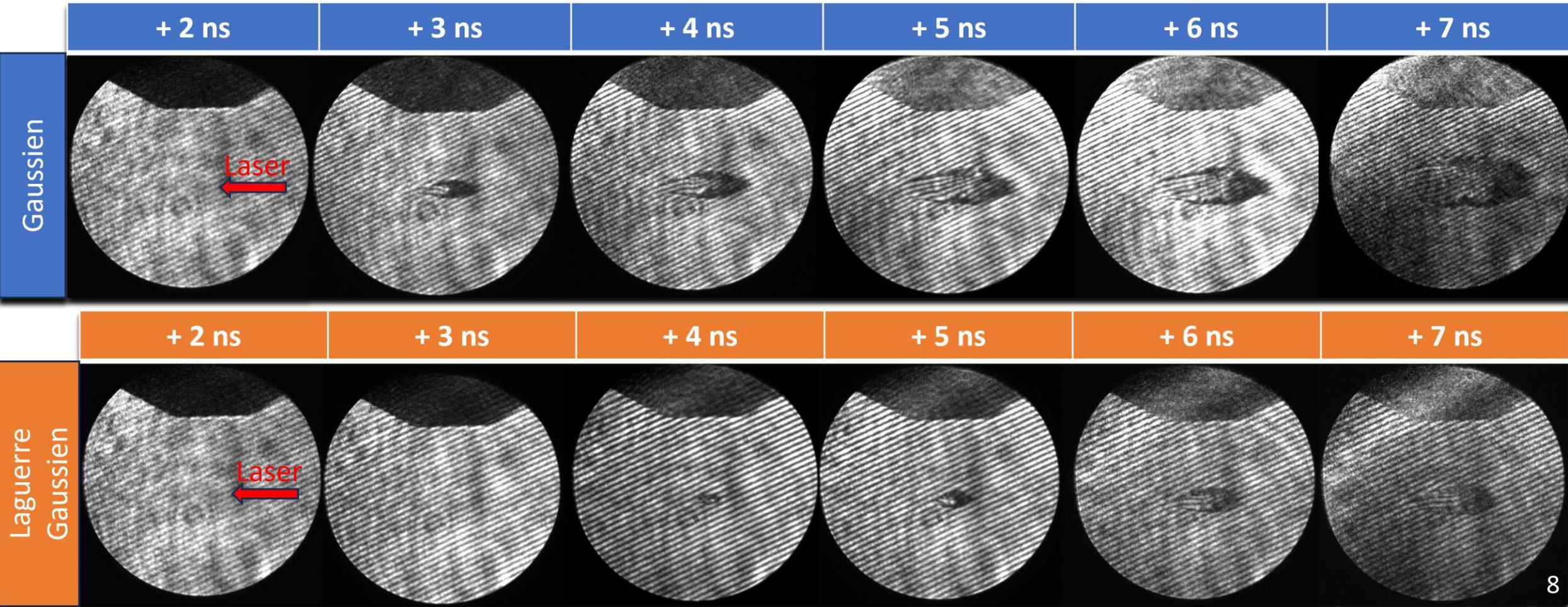
$2,5 \cdot 10^{19} \text{ molécules} \cdot \text{cm}^{-3}$

Taille du choc :

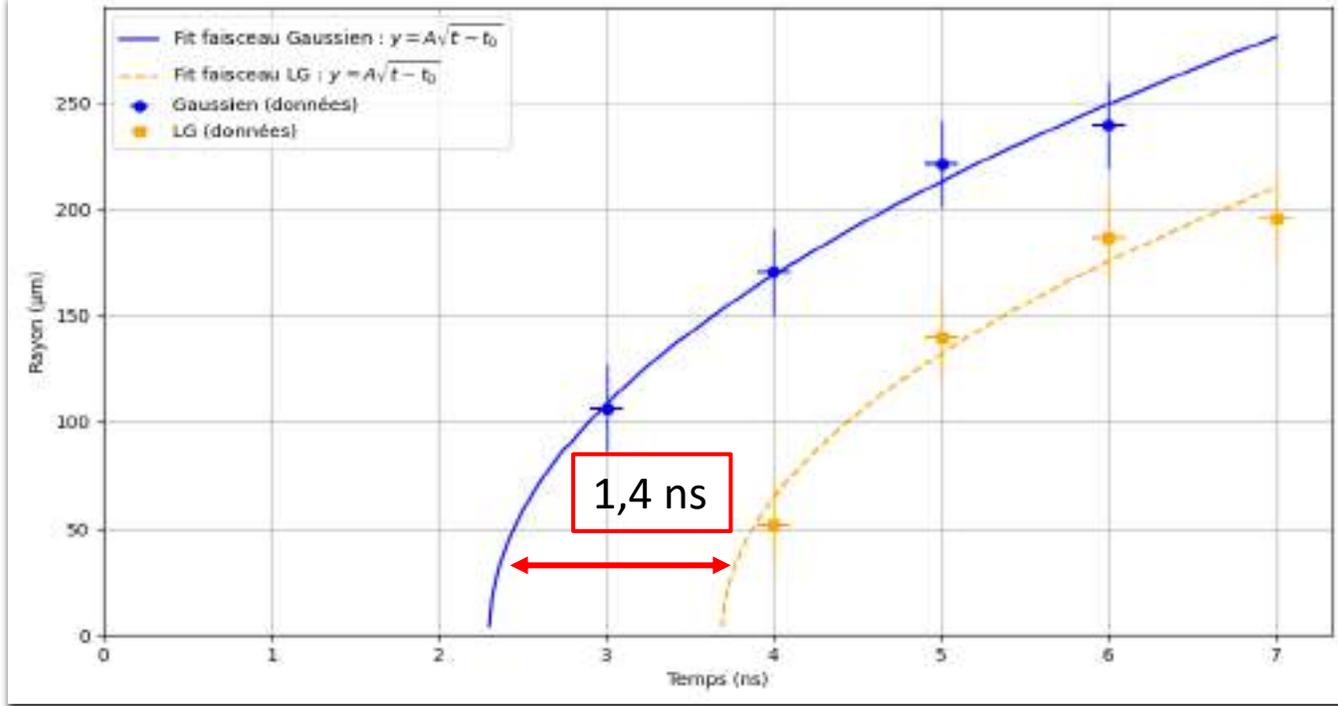
Hauteur :  $350 \mu\text{m}$   
Diamètre :  $140 \mu\text{m}$

# III/Résultats expérimentaux : Evolution spatiale du plasma

- Images prises avec un temps d'acquisition de 90 ps
- 50 bar de  $N_2$
- On prend  $t_0$  le moment où arrive le laser sur la cible

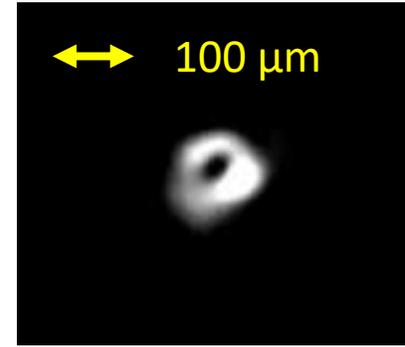


# III/Résultats expérimentaux : Evolution spatiale du plasma



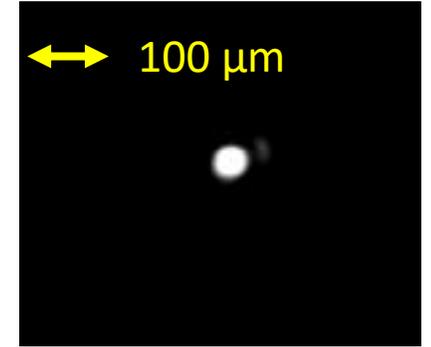
Approximation : choc hydrodynamique de Sedov-Taylor

Laguerre-Gaussien



$$S = 905 \mu\text{m}^2$$

Gaussien



$$S = 143 \mu\text{m}^2$$

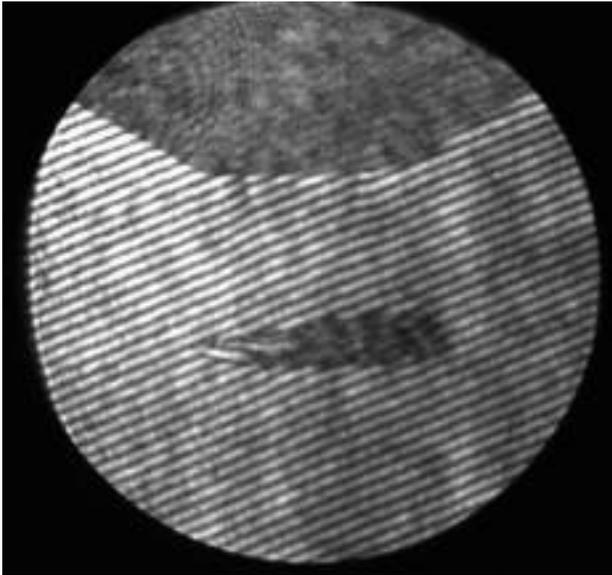
$$I = \frac{E}{S \cdot \tau}$$

Labels for the equation:  $E$  is labeled 'Énergie',  $S$  is labeled 'Surface', and  $\tau$  is labeled 'Durée du pulse (FWHM)'.

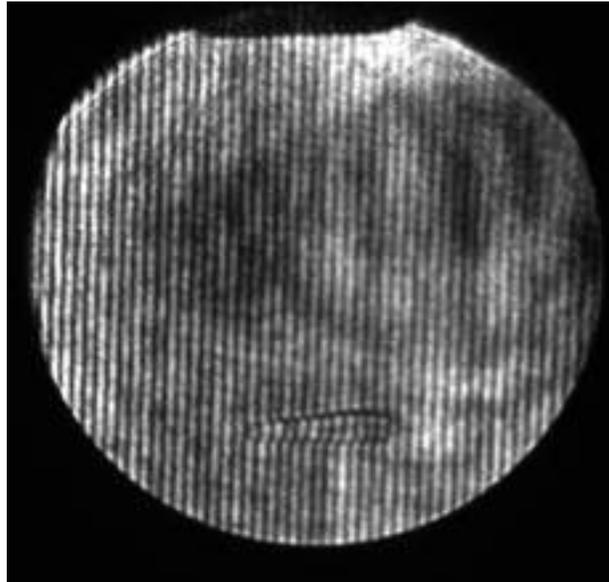
$$I = 1,19 \times 10^{12} \text{ W.cm}^{-2} \quad I = 7,52 \times 10^{12} \text{ W.cm}^{-2}$$

# III/Résultats expérimentaux : Interférométrie du plasma

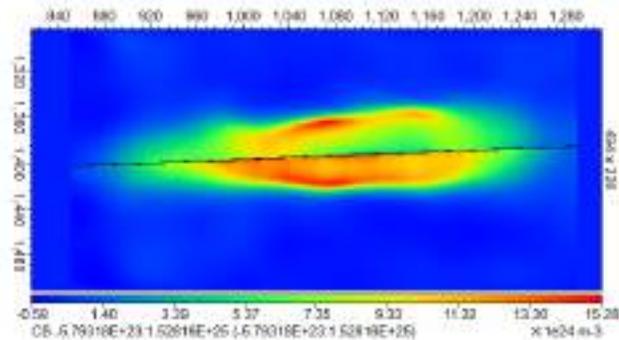
N<sub>2</sub>



He

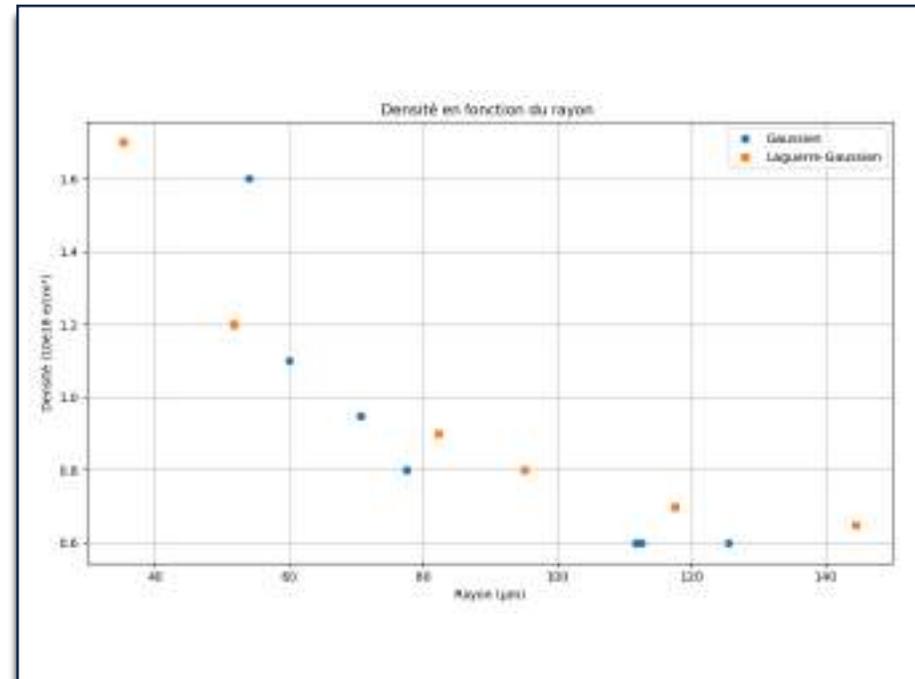


Plasma opaque



- Seuil d'ionisation He > N<sub>2</sub>  
(24,6 eV) > (15,6 eV)

- 200 bar d'Helium



# Conclusion

- Aucune différence observée entre les faisceaux Gaussien et Laguerre-Gaussien
- Stage très formateur sur le plan expérimental
- Pistes d'amélioration pour la suite de l'expérience

# Annexes 1 : Gates Optical Imager (GOI)

Expansion Plasma :

Quelques dizaines de  $\mu\text{m}$  toutes les ns

Durée du pulse  $2\omega$ :

6 ns (FWHM)

