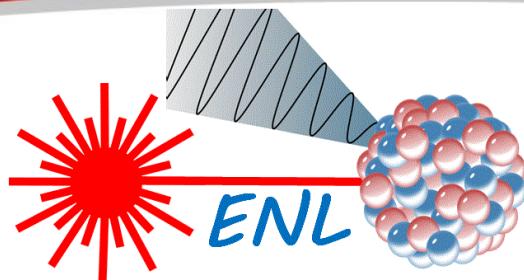




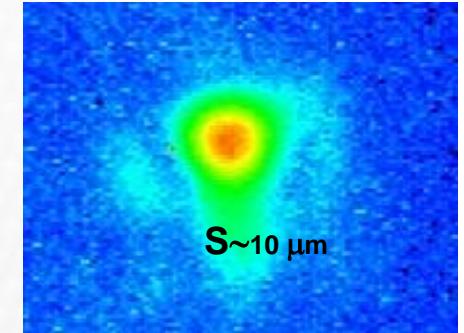
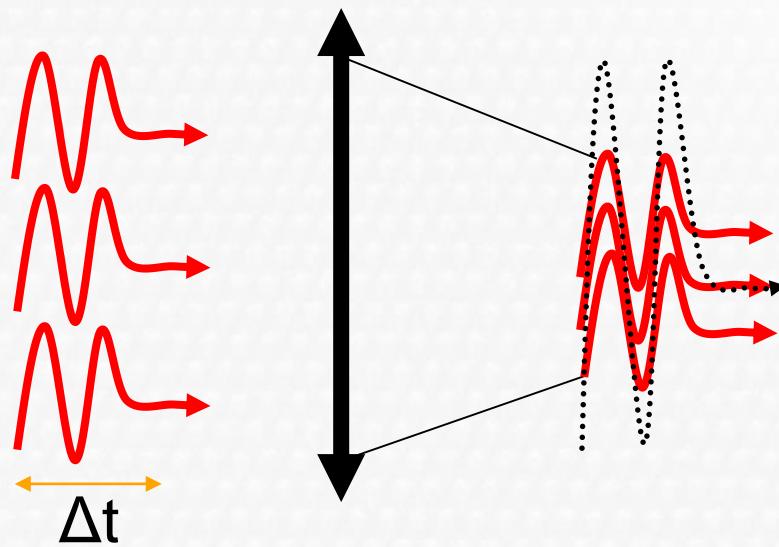
Excitations Nucléaires par Laser -ENL-



Accélération d'ions par l'interaction d'un laser de puissance avec un jet de gaz de haute densité

P.Puyuelo-Valdes, JL.Henares , T.Ceccotti, M.Ehret, F.Hannachi, E.d'Humières, L.Lancia, J.R.Marques, J.Santos,
M.Tarisien

Le laser de puissance



Puissance

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

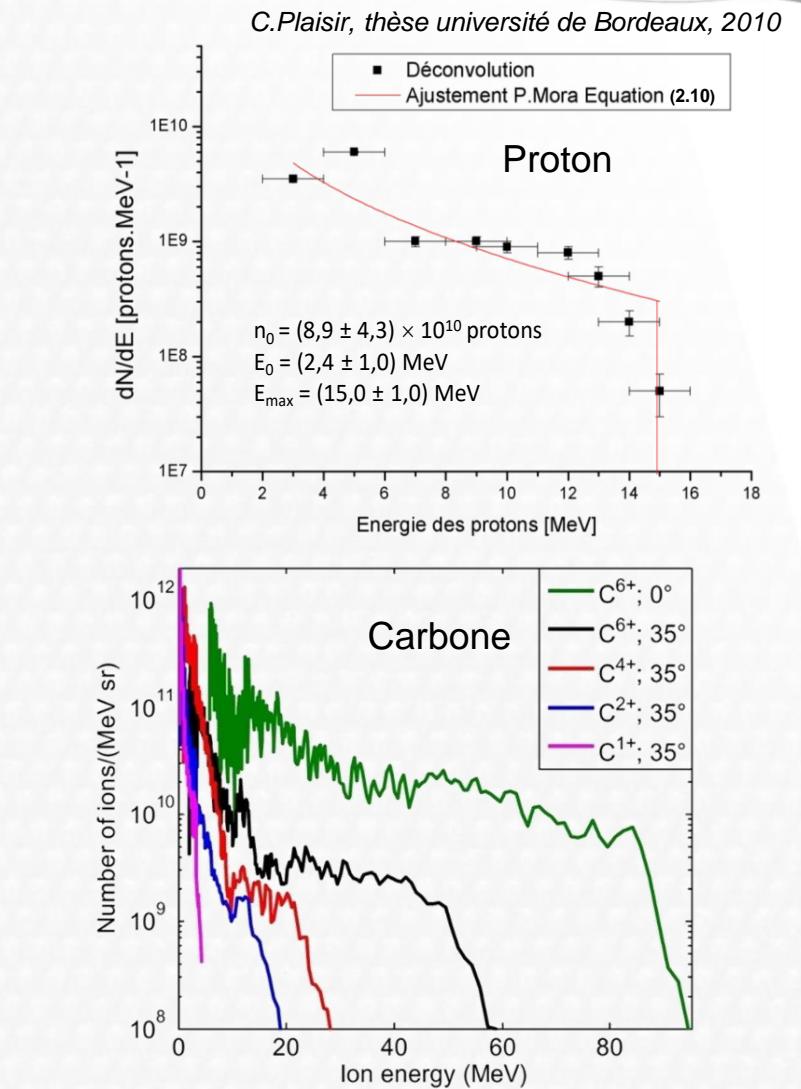
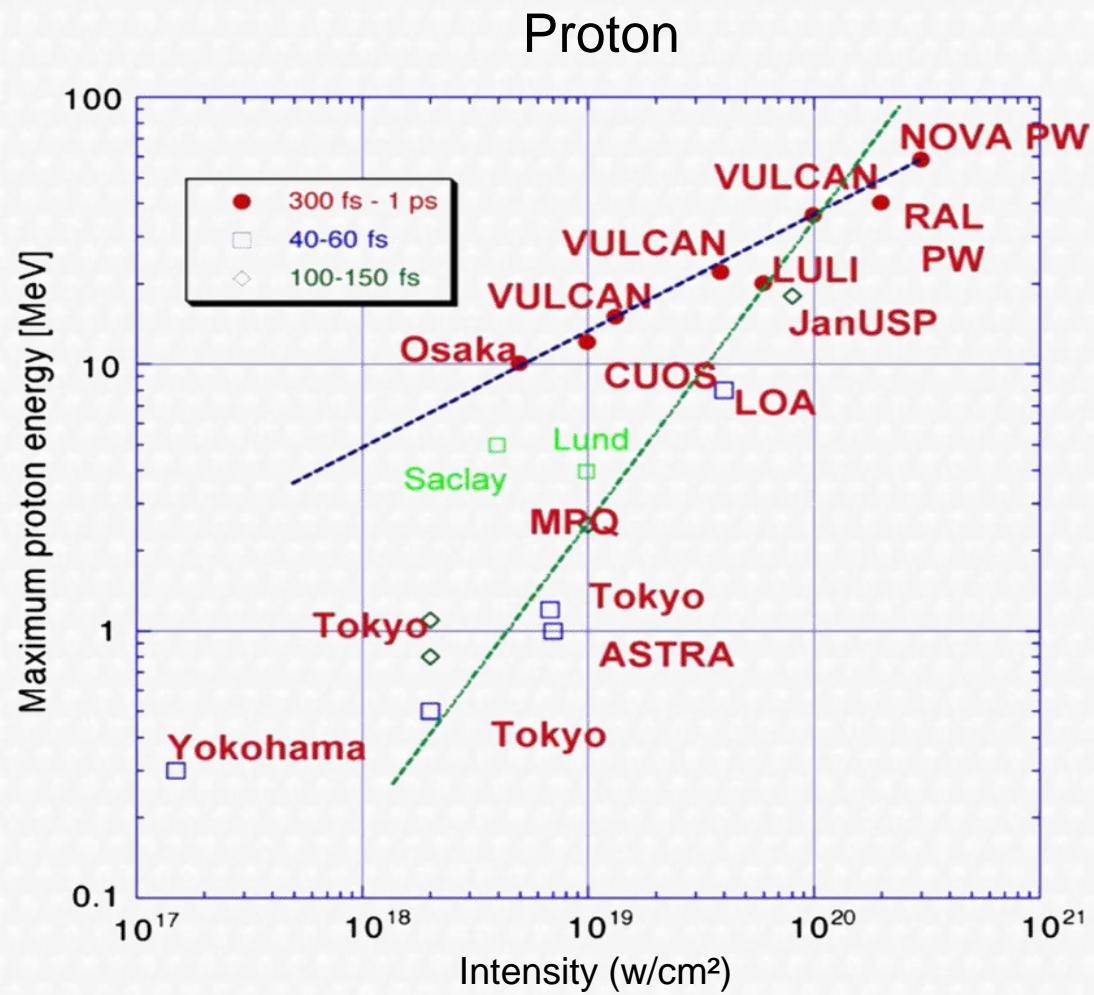
Typiquement 100 TW à 10 PW

$$I = \frac{E}{\Delta t \cdot S}$$

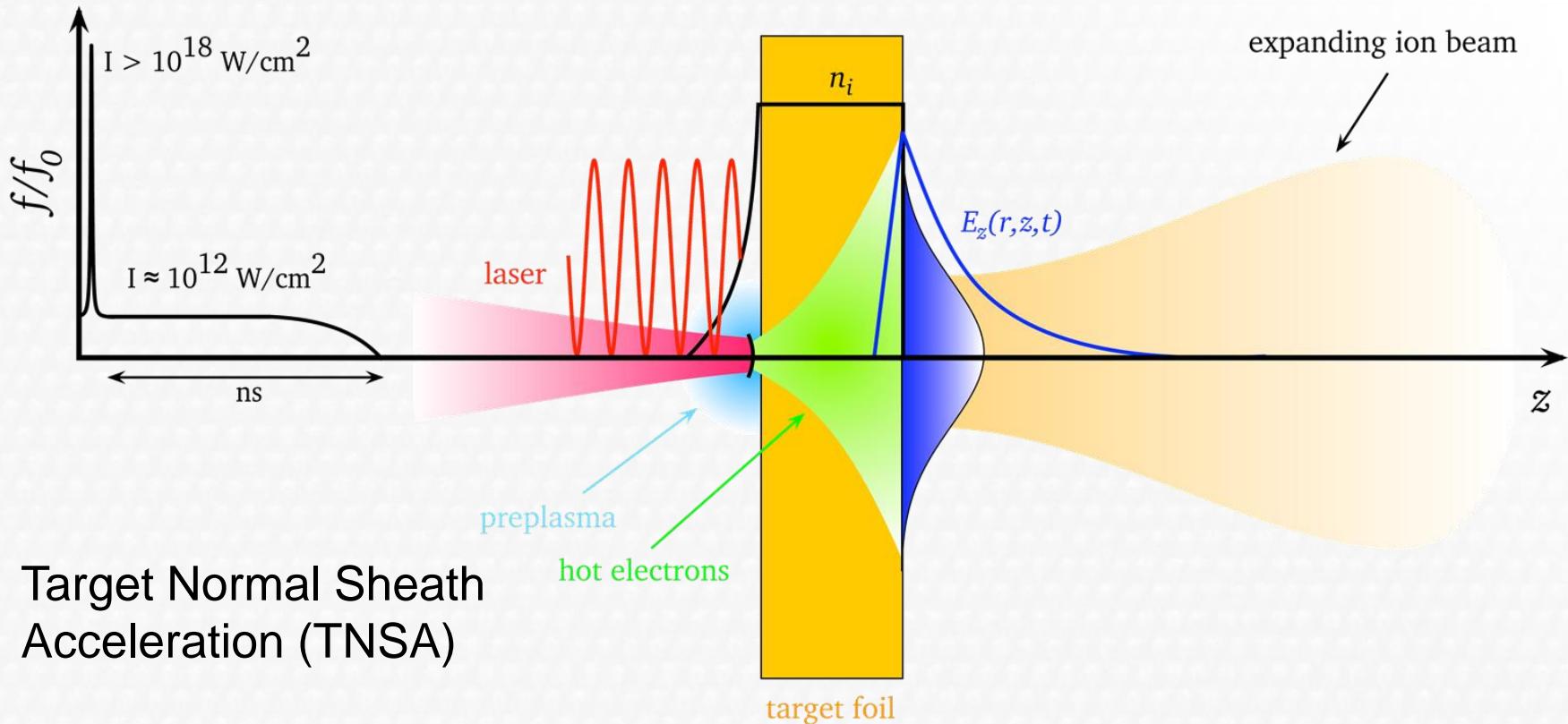
Intensité

Typiquement 10^{18-22} W.cm⁻²

Accélération d'ions par interaction laser-plasma



Accélération d'ions par interaction laser-plasma



- ✓ Processus très étudié et relativement bien maîtrisé
- ✓ Paquets d'ions adaptés pour la physique nucléaire (10^{12} ions de qq 10 MeV)
- ✓ et pourtant....

Accélération d'ions à partir de jet de gaz

Pourquoi?

A cause des nouveaux laser à hauts taux de répétition

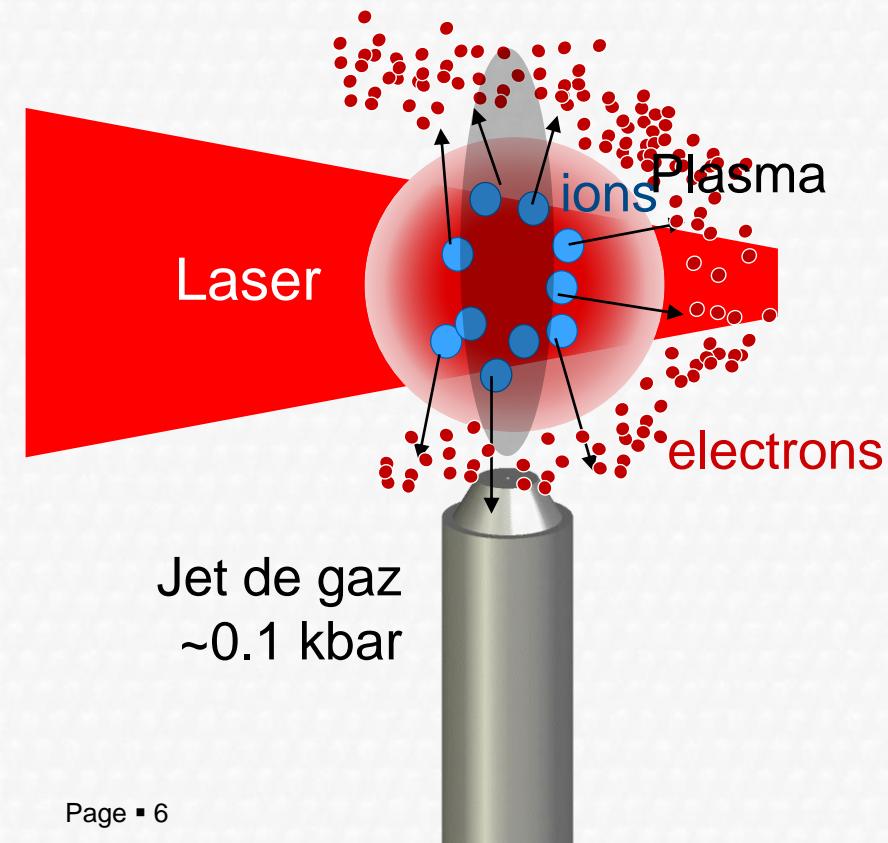
- Grandes infrastructures de recherche PW (10 Hz – 1 tir/min)



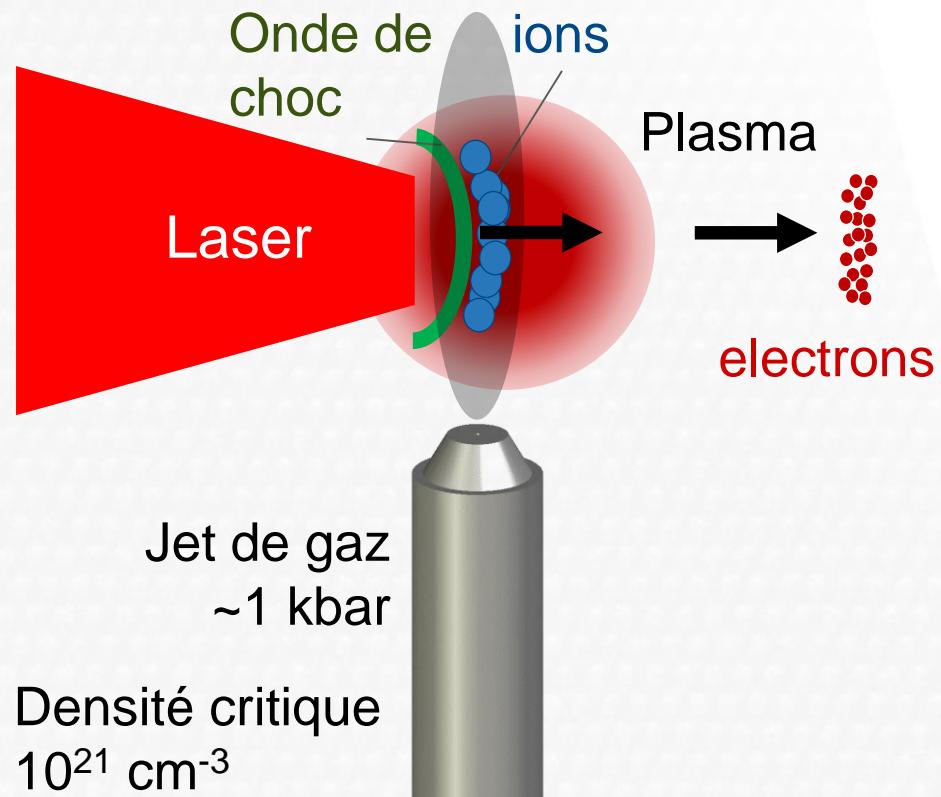
- Lasers commerciaux de qq 100 TW @ 10 Hz (Thales, Amplitude, etc...)
-
- ✓ Régénération et positionnement précis de la cible
 - ✓ Répétabilité de la cible tir à tir
 - ✓ Production de débris limitée : 25 semaines de tirs pico 2000 \approx 20 h Apollon
 - ✓ Accès facile à différents types d'ions
 - ✓ Processus d'accélération prometteurs : \sim 100 MeV, $> 10^{12}$ ions, non-Boltzmann

Accélération d'ions à partir de jet de gaz

Expulsion des électrons par
le champ du laser

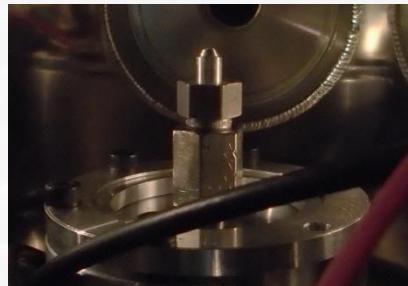
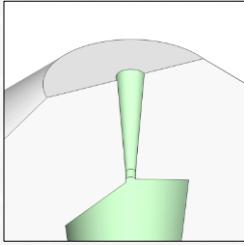


Collisionless Shock Acceleration (CSA)

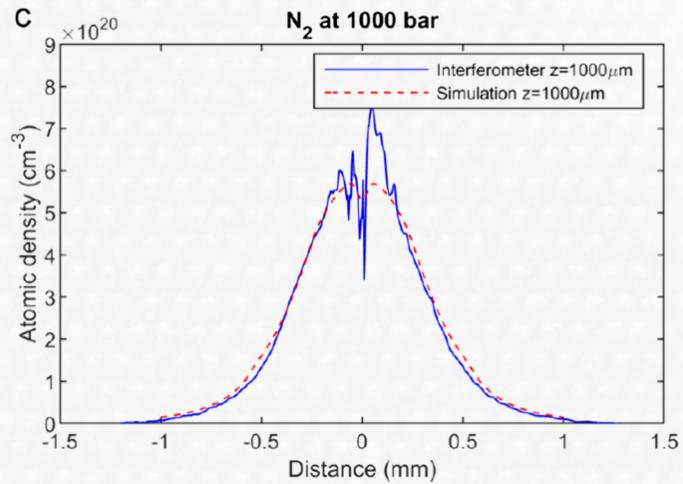
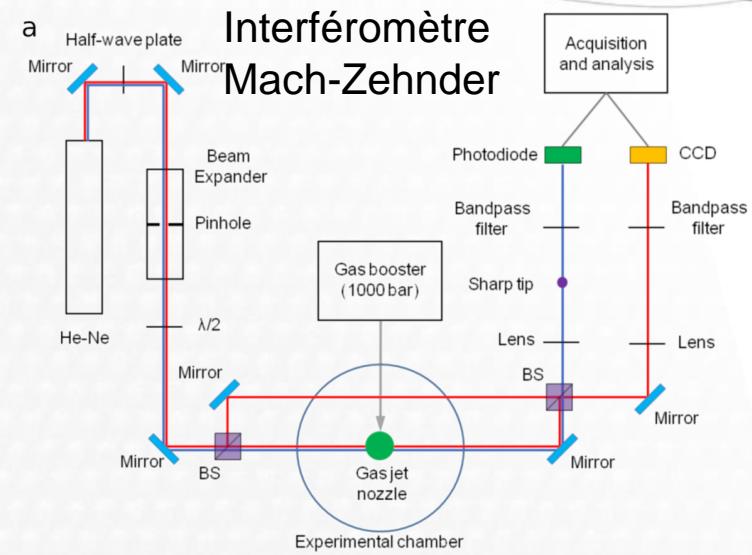
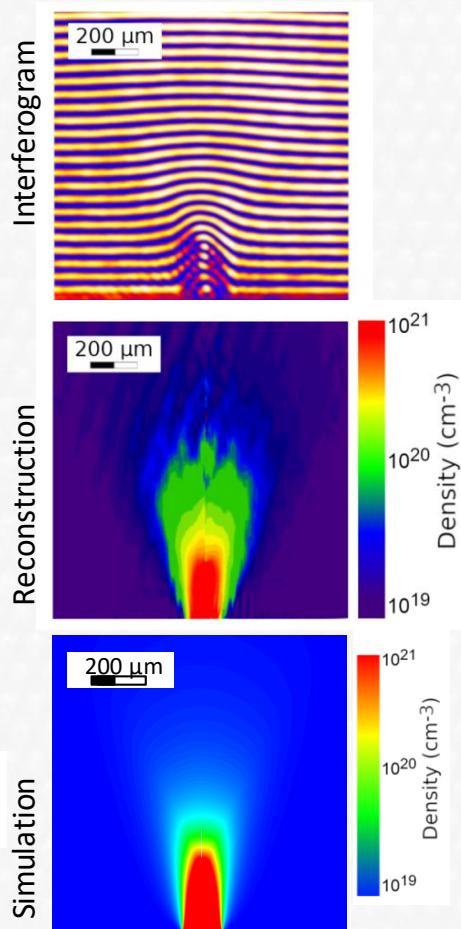


Accélération d'ions à partir de jet de gaz

La cible



ANSYS
FLUENT®

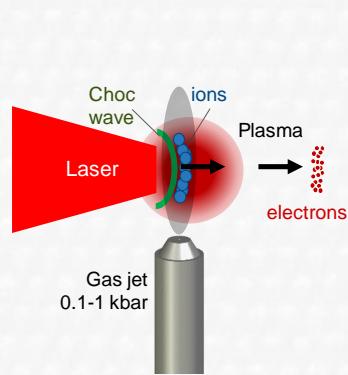


Conçues et caractérisées au CENBG par J.L. Henares

Accélération d'ions à partir de jet de gaz

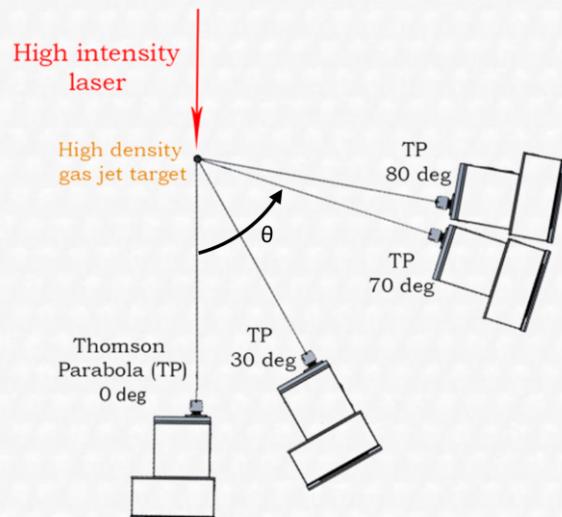
L'expérience

Expériences en février et Juillet 2018

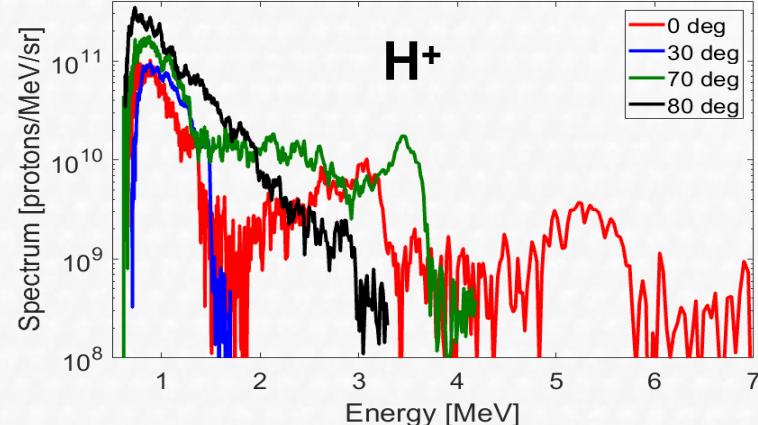
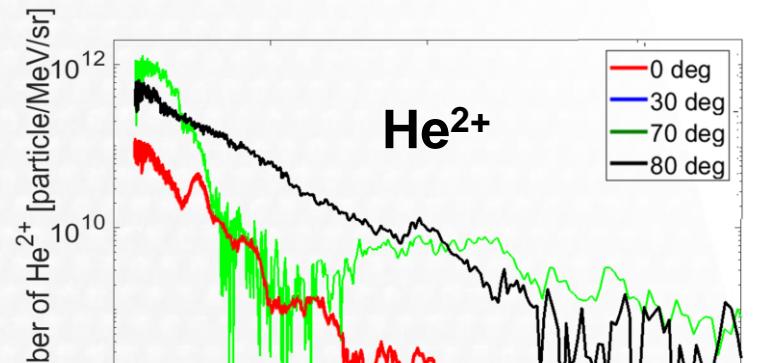


H_2

Mélange H_2+H_e



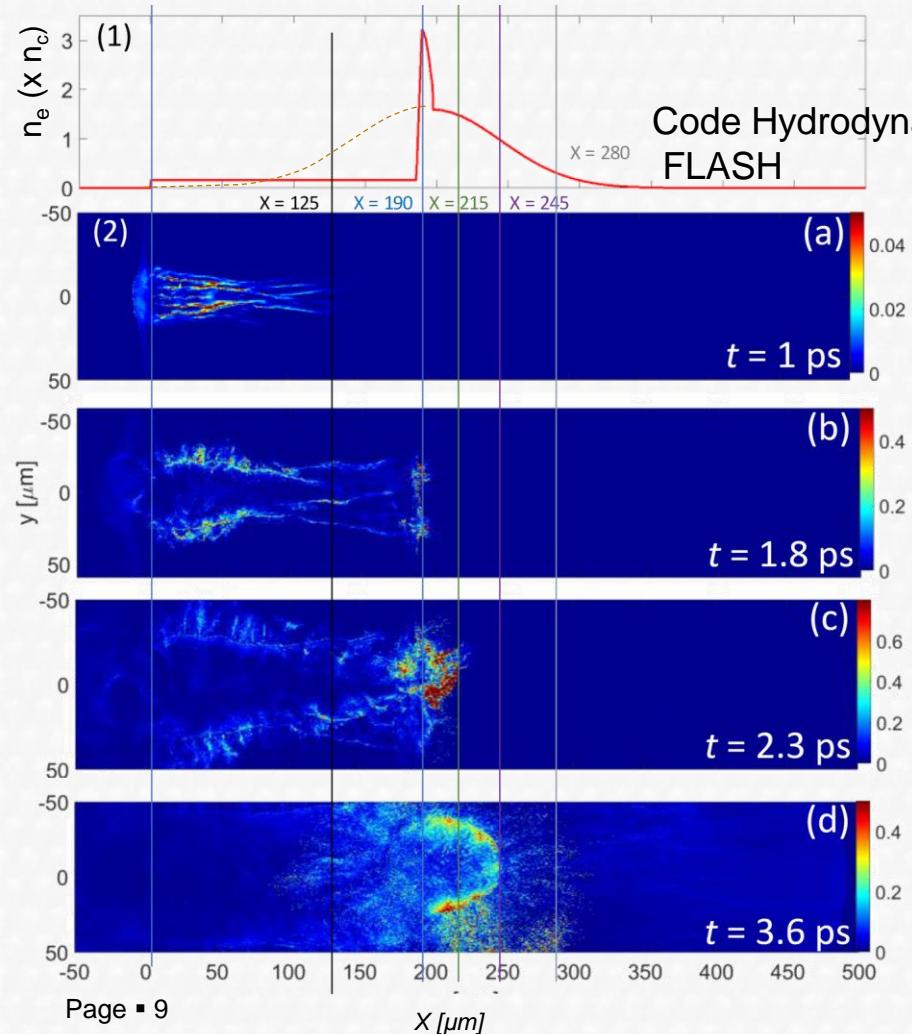
Laser	Energie (J)	Durée (ps)	Puissance (TW)	focal (μm)	Intensité (W/cm ²)
PICO 2000	60	1	60	13	5E+19



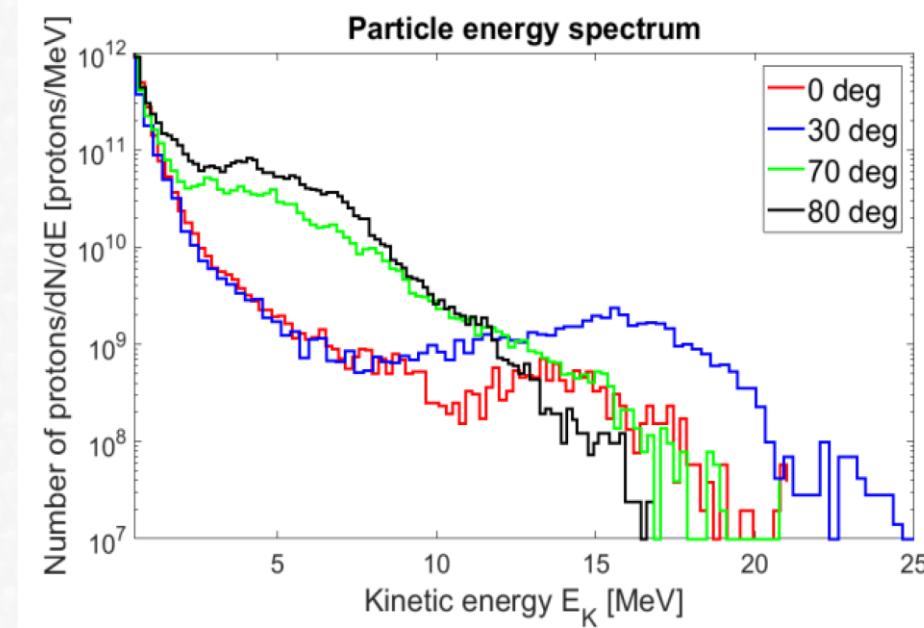
Accélération d'ions à partir de jet de gaz

Les simulations

Code Particle In Cell : PICLS



Laser	Energie (J)	Durée (ps)	Puissance (TW)	focal (μm)	Intensité (W/cm ²)
PICO 2000	60	1	60	13	5E+19

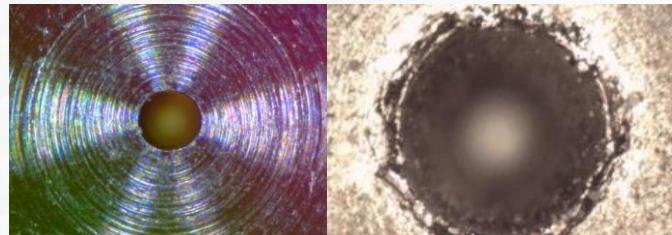
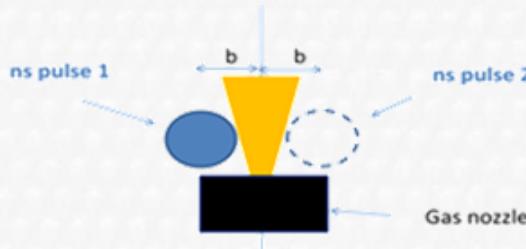


Hole Boring mis en jeu mais pas de CSA

Accélération d'ions à partir de jet de gaz

Les défis

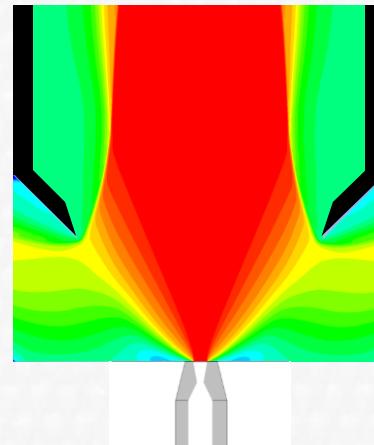
- La forme du plasma cible : sur PHELIX en 2020



- Buses détériorées à chaque tir



Service instrumentation du CENBG

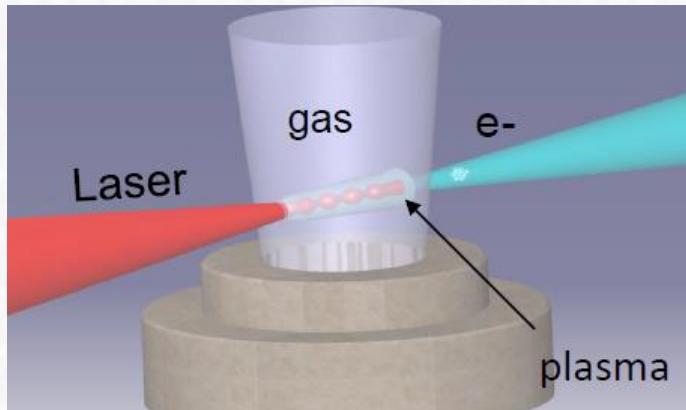


Conclusions

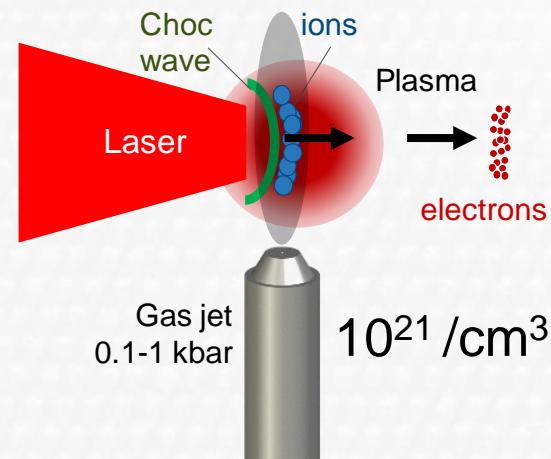
- ✓ Jet de gaz haute densité sont compatibles avec les hautes cadences de tir
- ✓ Résultats encourageants (nombre d'ions, structure en énergie)
- ✓ Des problèmes demeurent (déclenchement du CSA, destruction des buses, pompage)

➤ Un accélérateur versatile

$\sim 10^{19} / \text{cm}^3$



$\rightarrow \gamma$
 $\rightarrow \text{neutrons}$



$10^{21} / \text{cm}^3$