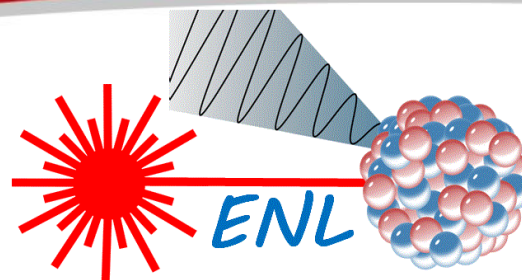




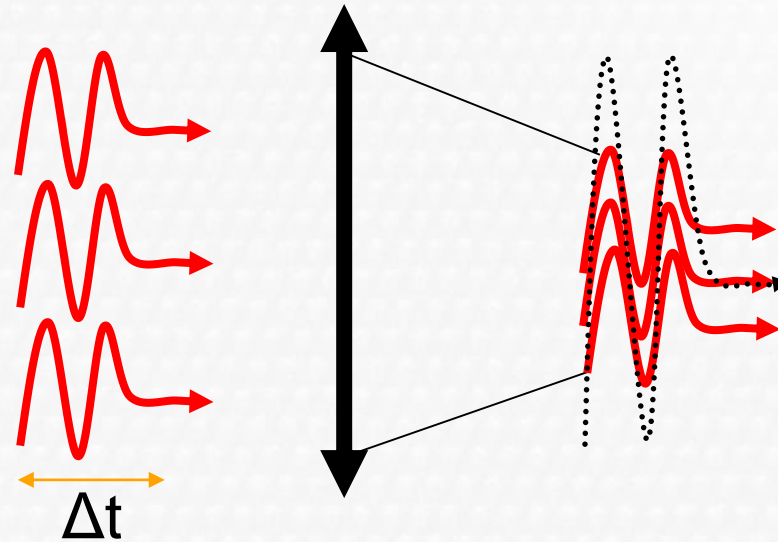
Excitations Nucléaires par Laser -ENL-



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

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

Le laser de puissance

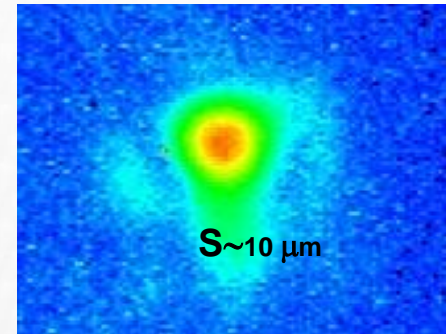


Puissance

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

Intensité

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

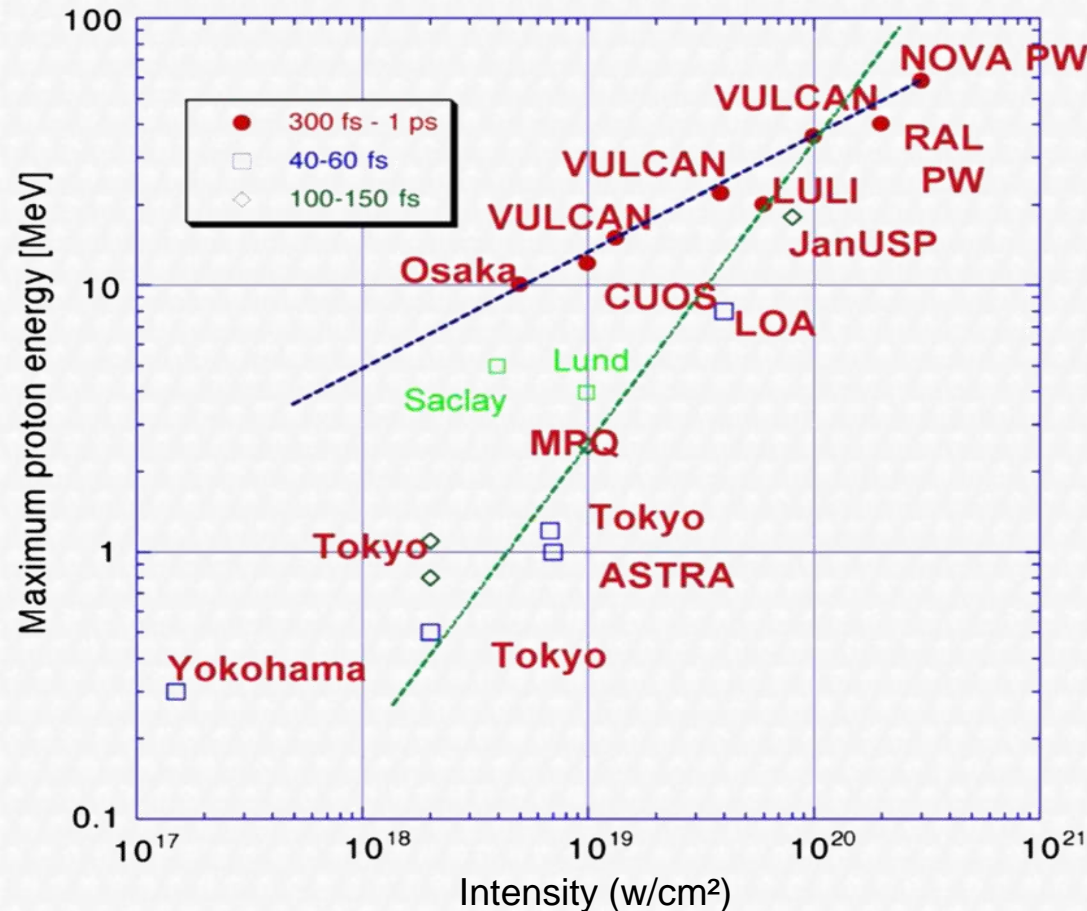


Typiquement 100 TW à 10 PW

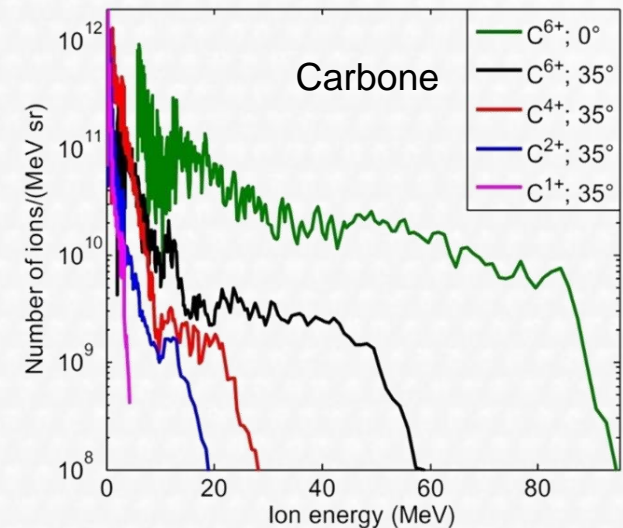
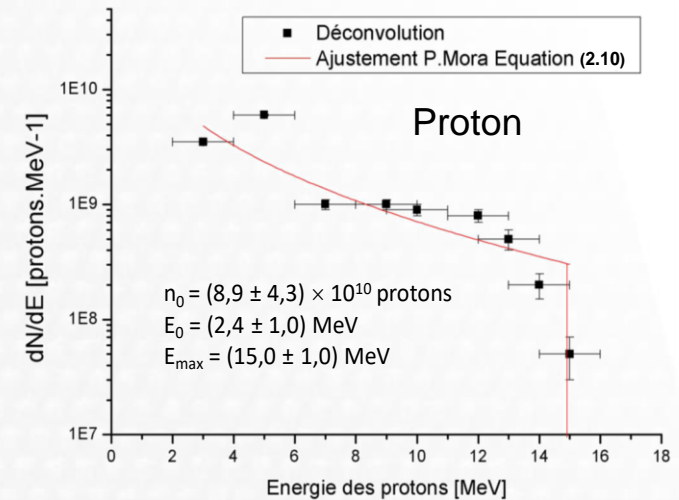
Typiquement $10^{18-22} \text{ W.cm}^{-2}$

Accélération d'ions par interaction laser-plasma

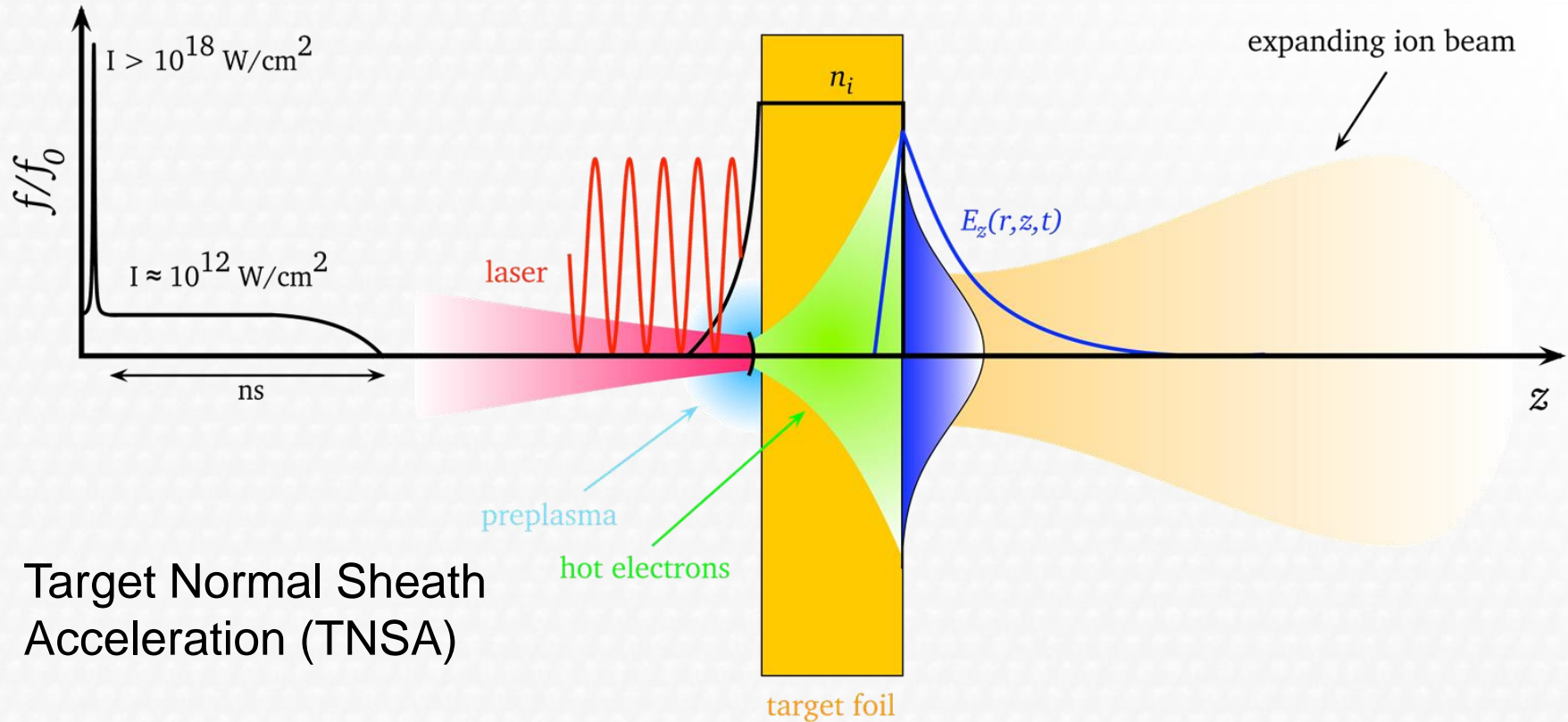
Proton



C.Plaisir, thèse université de Bordeaux, 2010



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 $q \approx 10 \text{ MeV}$)
- ✓ 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)

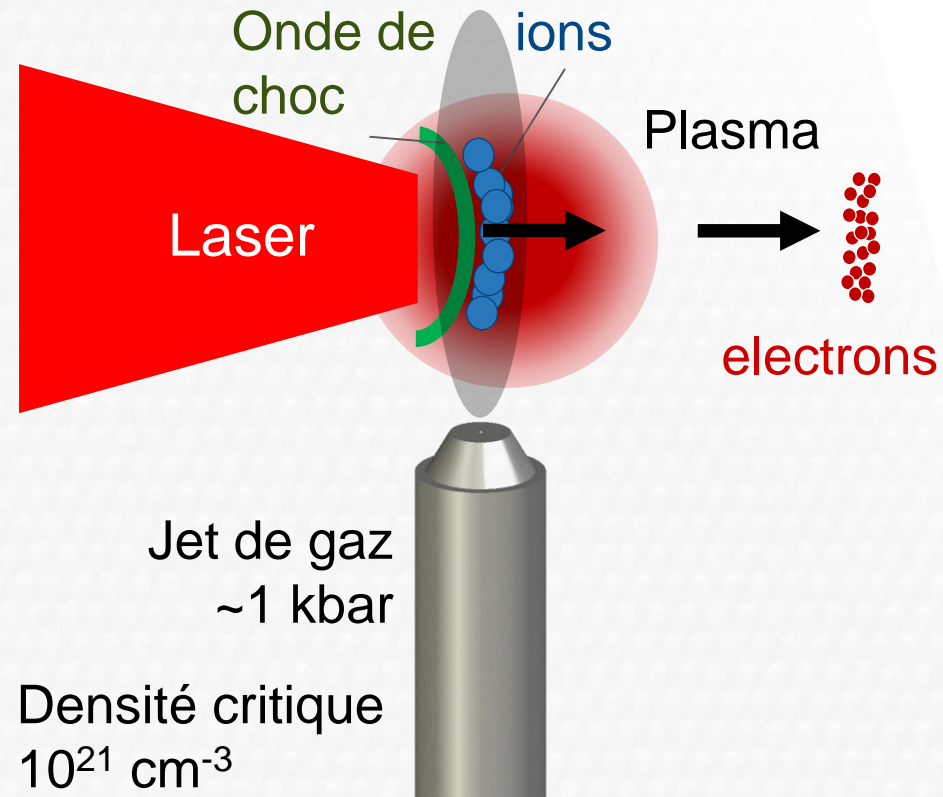
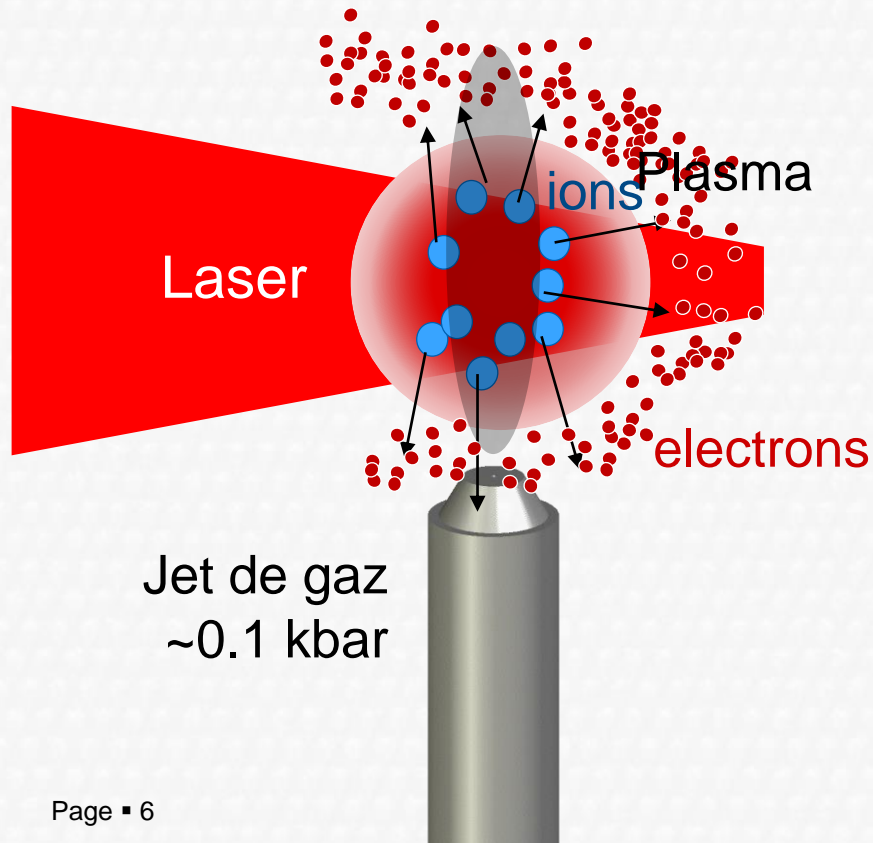


- Lasers commerciaux de qq 100 TW @ 10 Hz (Thales, Amplitude, etc...)
- ✓ Régénération et positionnement précis de la cible
- ✓ Répétabilité de la cible tir à tir
- ✓ Production de débris limitée : 25 semaines de tirs pico 2000 \approx 20 h Apollon
- ✓ Accès facile à différents types d'ions
- ✓ Processus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

Accélération d'ions à partir de jet de gaz

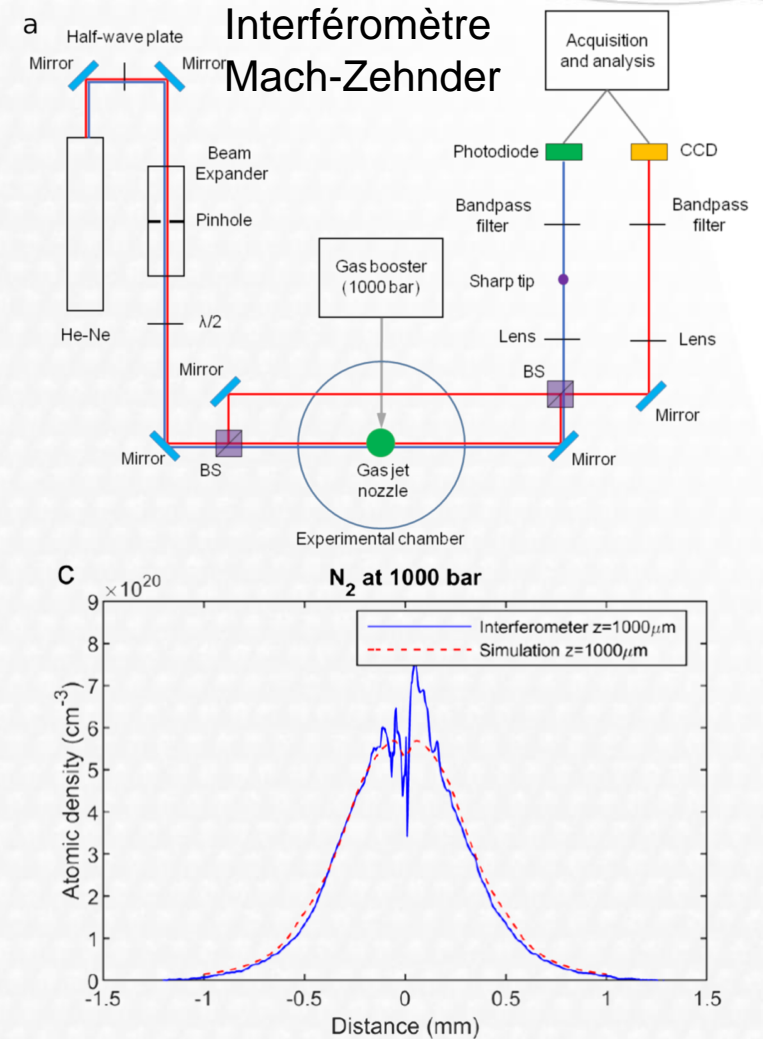
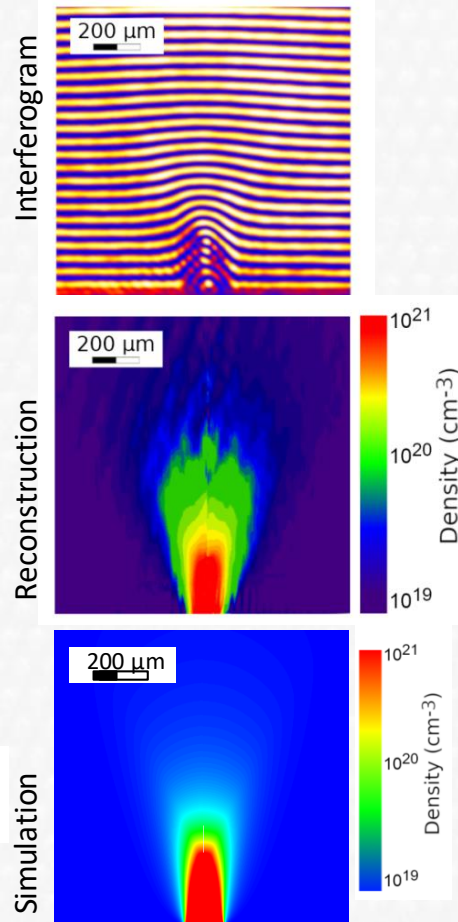
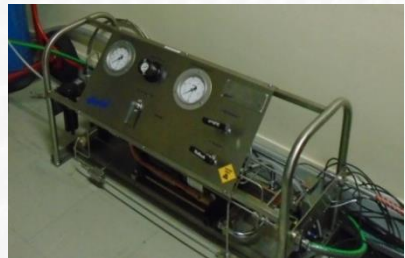
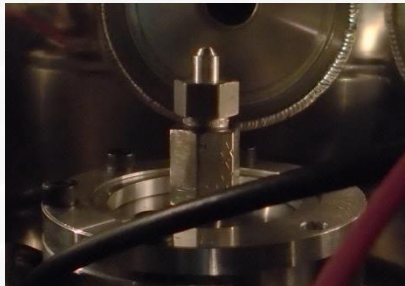
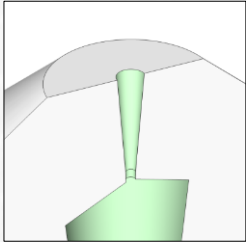
Expulsion des électrons par
le champ du laser

Collisionless Shock Acceleration (CSA)



Accélération d'ions à partir de jet de gaz

La cible

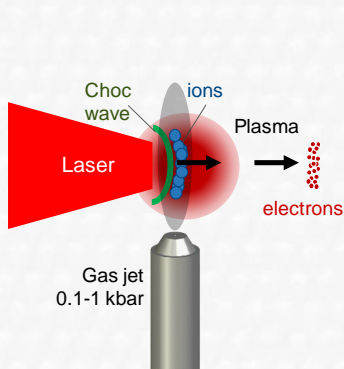


Conçues et caractérisées au CENBG par J.L. Henares

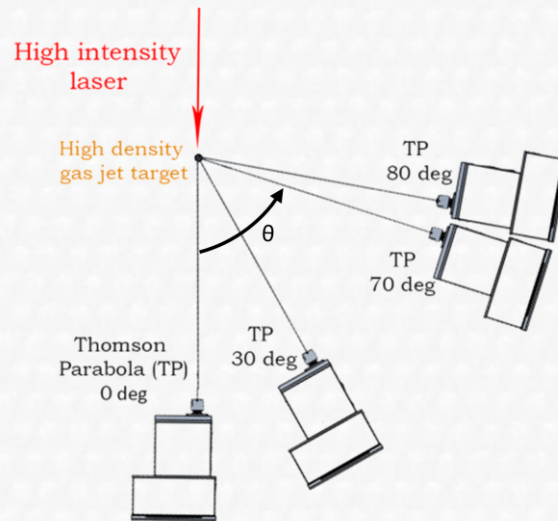
Accélération d'ions à partir de jet de gaz

L'expérience

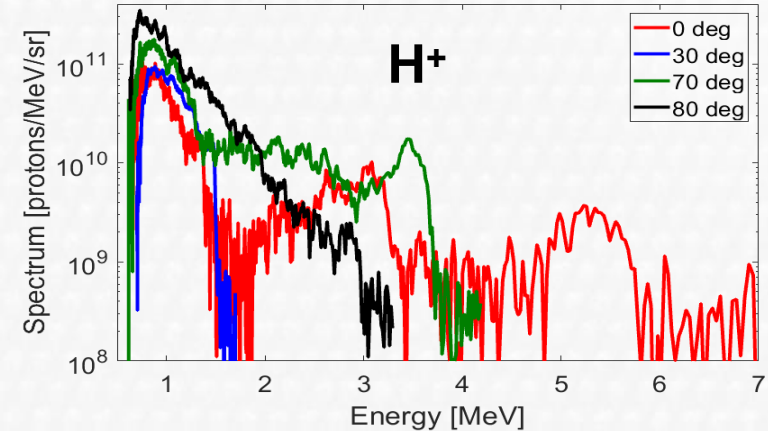
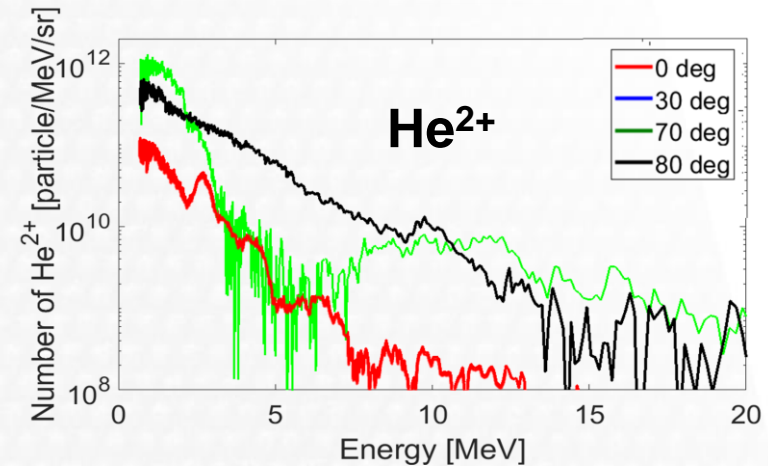
Expériences en février et Juillet 2018



H_2
Mélange H_2+H_e



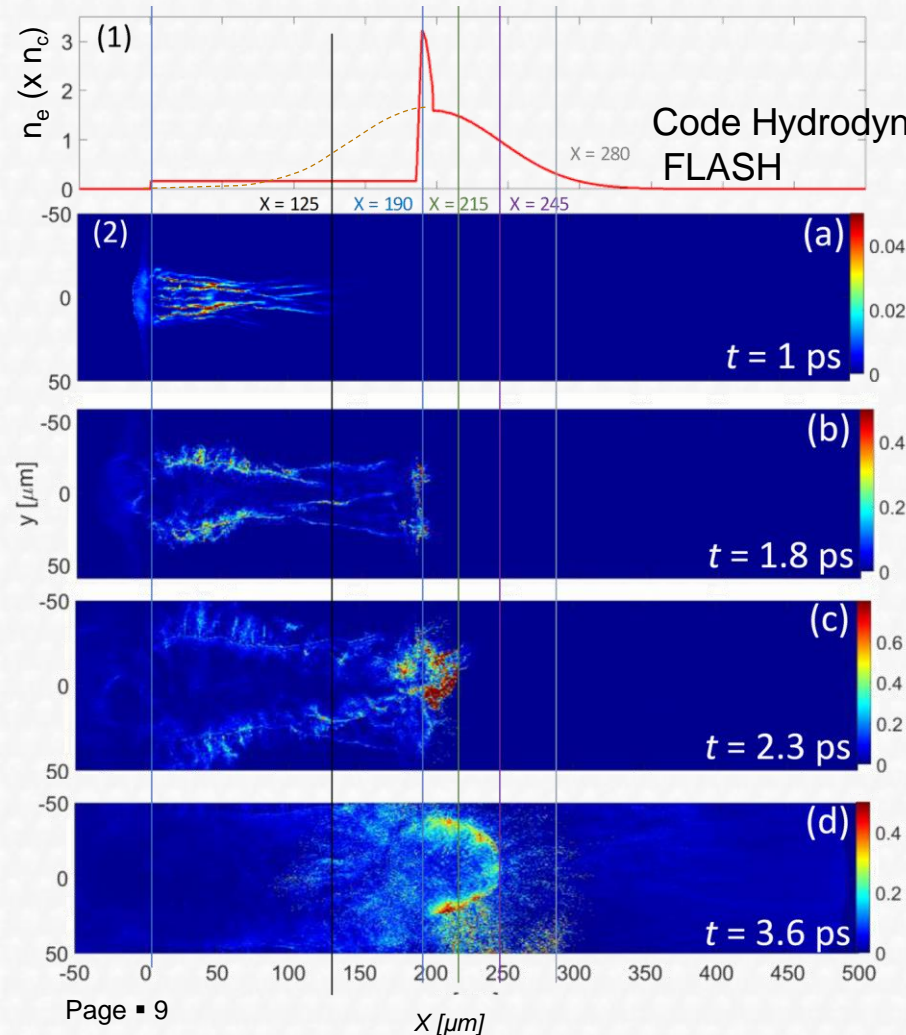
Laser	Energie (J)	Durée (ps)	Puissance (TW)	focal (μm)	Intensité (W/cm^2)
PICO 2000	60	1	60	13	$5E+19$



Accélération d'ions à partir de jet de gaz

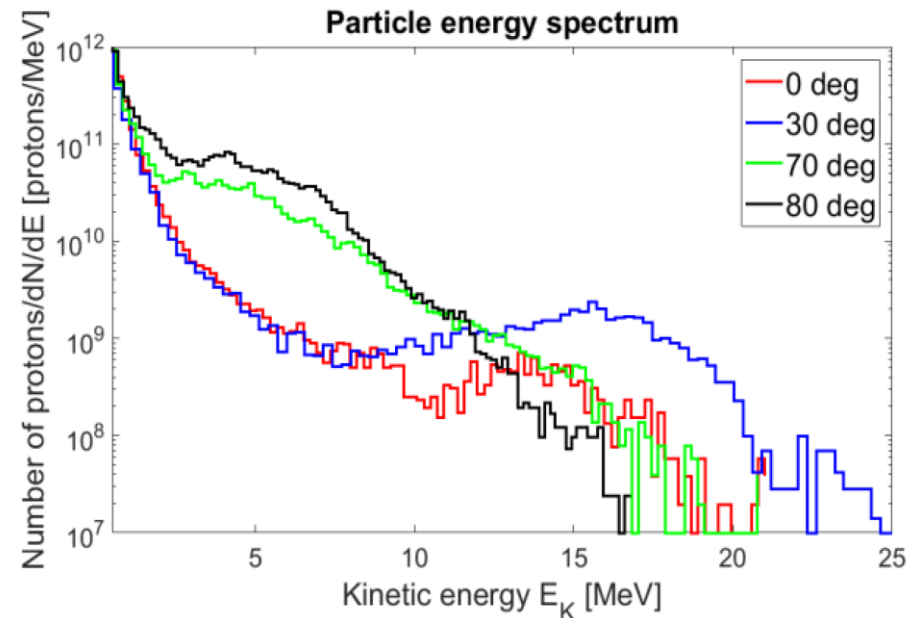
Les simulations

Code Particle In Cell : PICLS



Code Hydrodynamique
FLASH

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

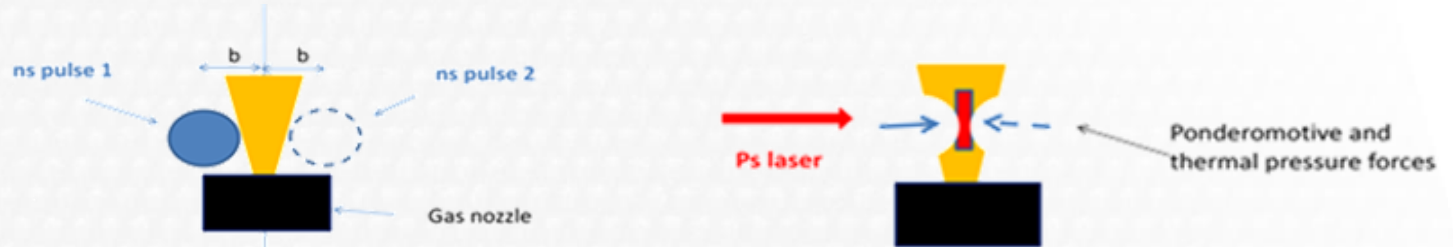


Hole Boring mis en jeu mais
pas de CSA

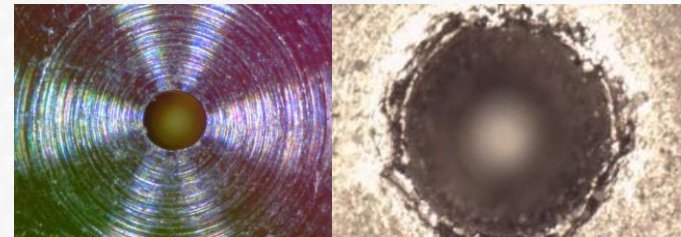
Accélération d'ions à partir de jet de gaz

Les défis

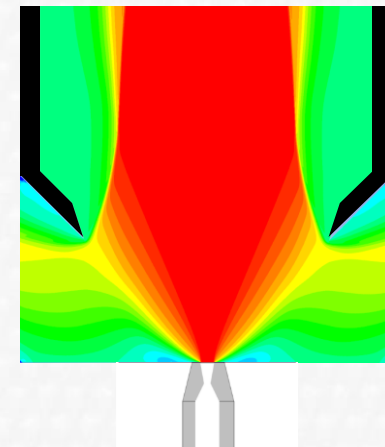
- La forme du plasma cible : sur PHELIX en 2020



- Buses détériorées à chaque tir



- 1 kbar relaché sous vide :

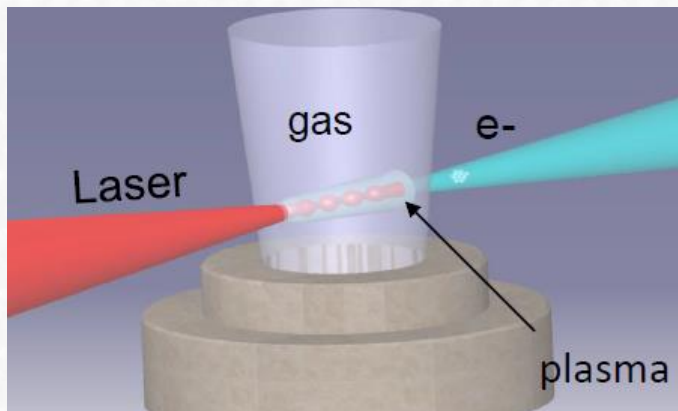


Service instrumentation du CENBG

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



→ γ
→ neutrons

