

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea



www.cea.fr

www.univ-grenoble-alpes.fr

Faisceaux de protons créés par impact laser sur une cible cryogénique

A. Girard

Service des Basses Températures (SBT),
UMR 9004 CEA/Université Grenoble Alpes



Forum ILP 2018, Oléron



Contexte

Description du procédé

Tests sur 3 installations

Bilan

Perspectives d'amélioration et de développement

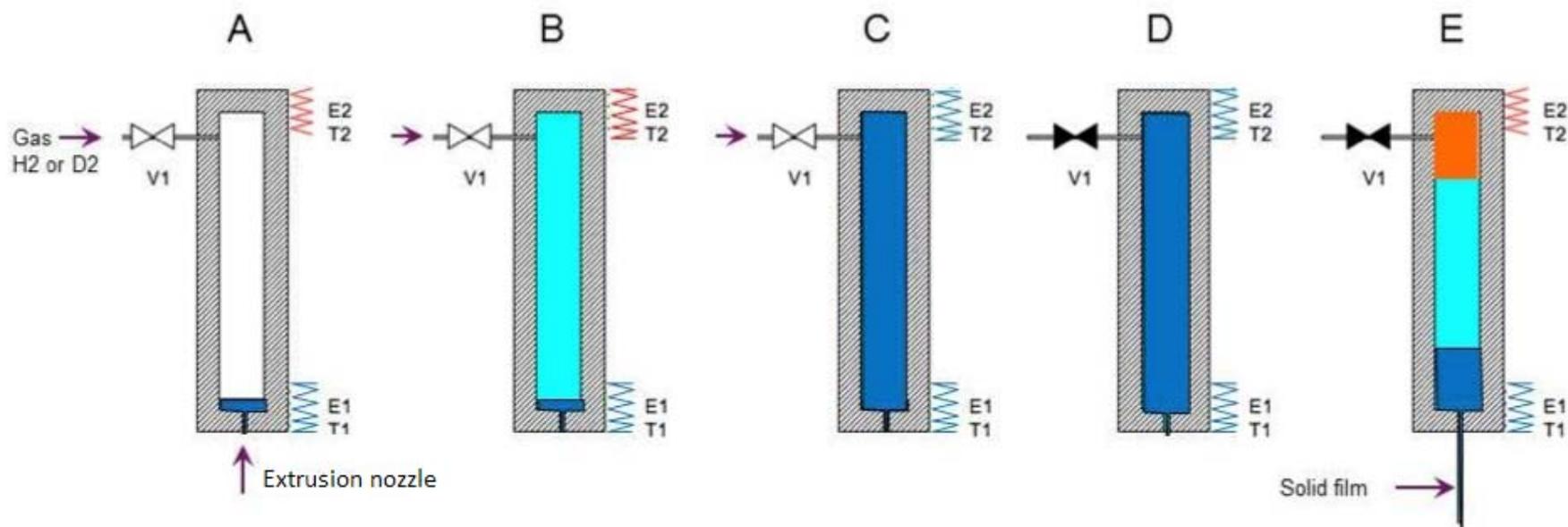
Les développements récents (ELI, Apollon,...) permettent d'augmenter la cadence de tir des lasers.

- * cela permet d'envisager des applications nouvelles
- * cela pose le problème des cibles (production/coût) et des débris.

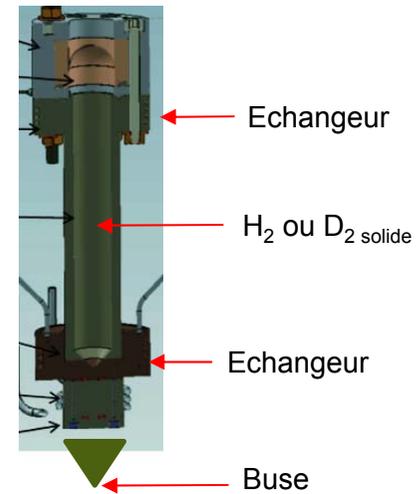
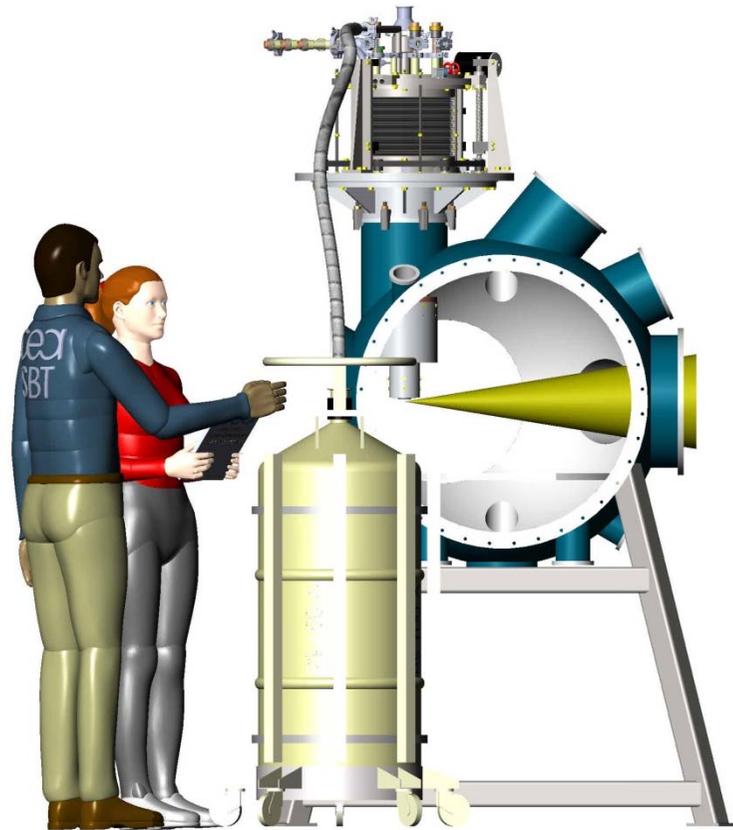
Nous avons développé un système de cibles permettant de générer des **protons** à haute cadence, sans débris.

Cryogénistes => orientation vers l'hydrogène à l'état **solide** (point triple ~ 14 K), bien connu au SBT (LMJ, Tore Supra...)

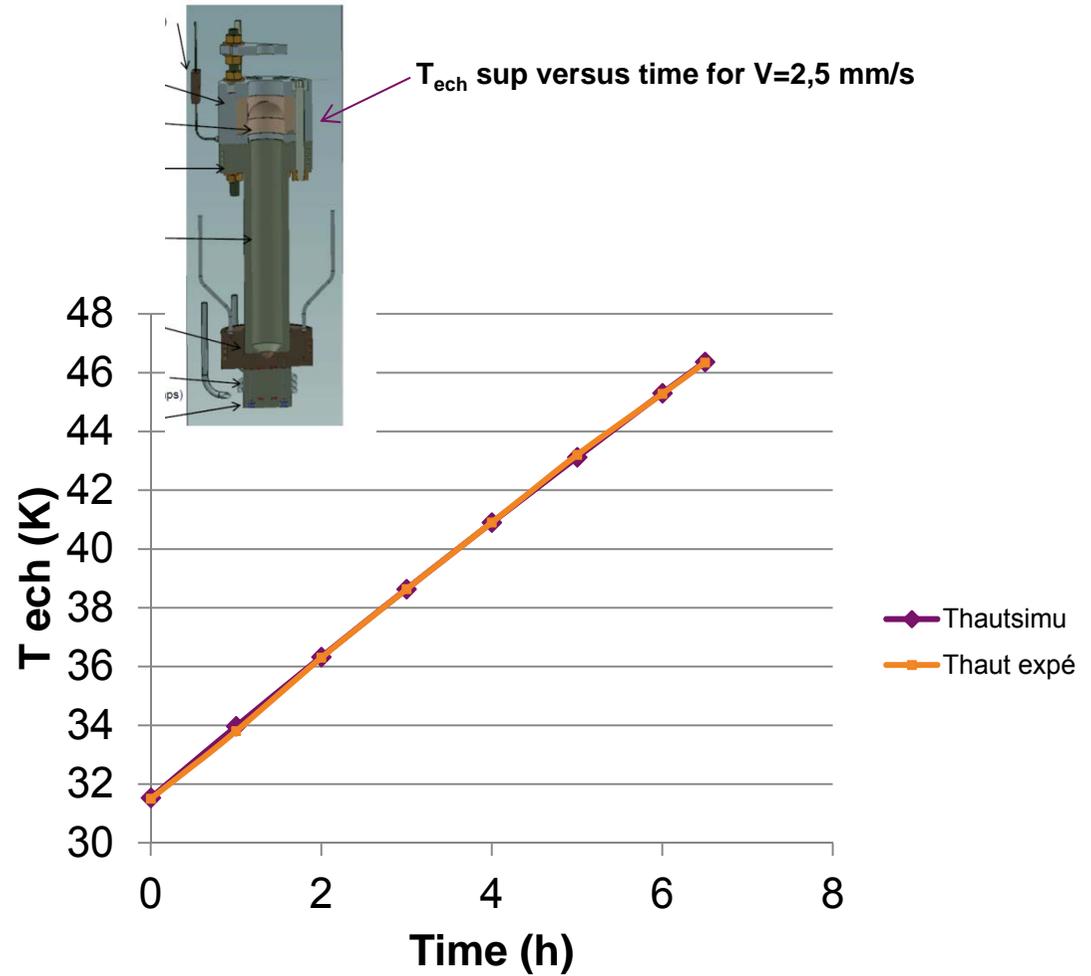
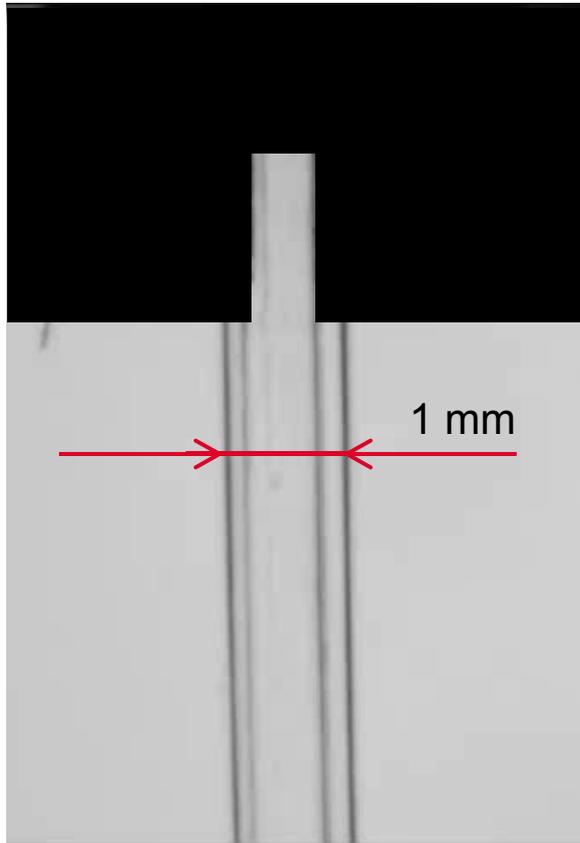
- Extrusion d'hydrogène solide sans pièce mobile



- Exploitation des propriétés thermodynamiques du fluide
- Système breveté

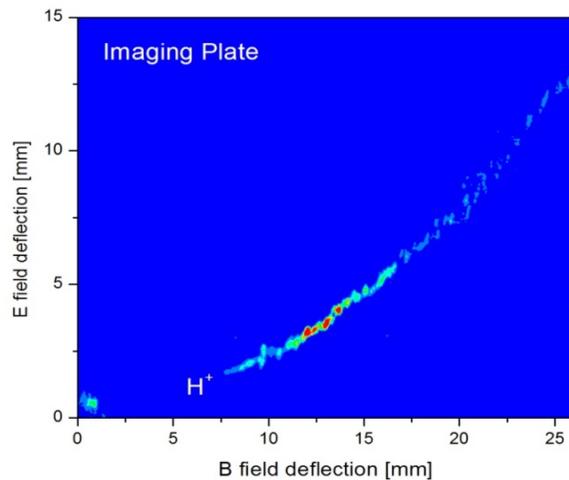
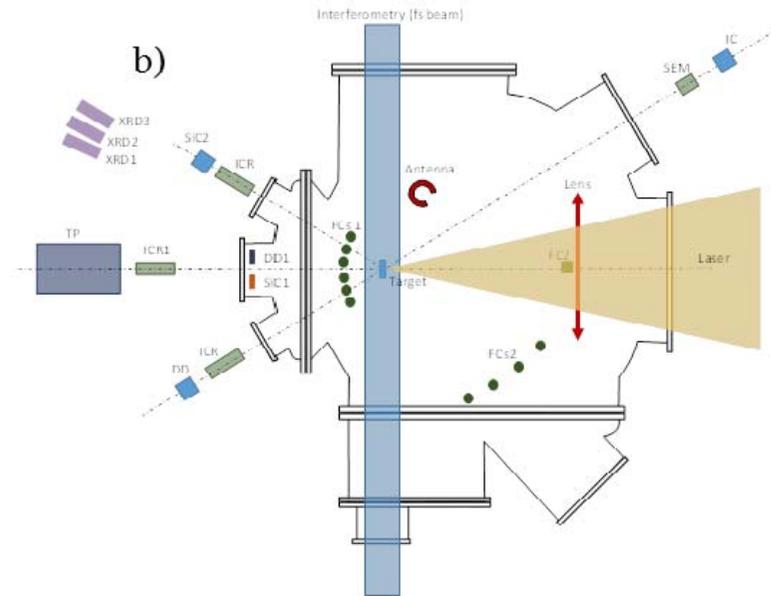


S. Garcia, D. Chatain, and J. P. Perin,
Laser Part.Beams (2014)



Ruban 1mm x 100 μm (0,9 mg/cm²)

Expériences sur PALS: 1kJ – 330ps – 3TW (dec 2015) PI: D. Margarone



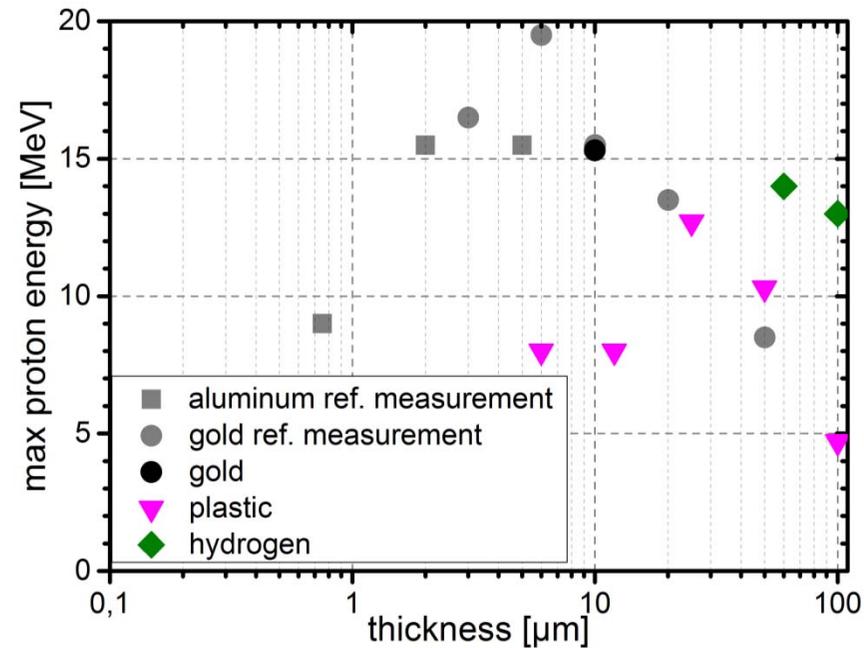
30 tirs @ 600J. $3 \cdot 10^{16}$ W/cm²
Protons @ ~ 1 - 1.4 MeV
 $6 \cdot 10^{14}$ protons entre 0,1 et 1 MeV
Efficacité (Energie faisceau/ Energie laser) = 5%
Pas de pb d'EMP

D. Margarone, ..., D. Chatain, JP Périn et al, Phys. Rev. X, 2016

Expériences sur **ELFIE** : 20J – 200fs – 100TW (Fev 2016) (pi: S. Kraft)



40 tirs Protons ~ 14 MeV



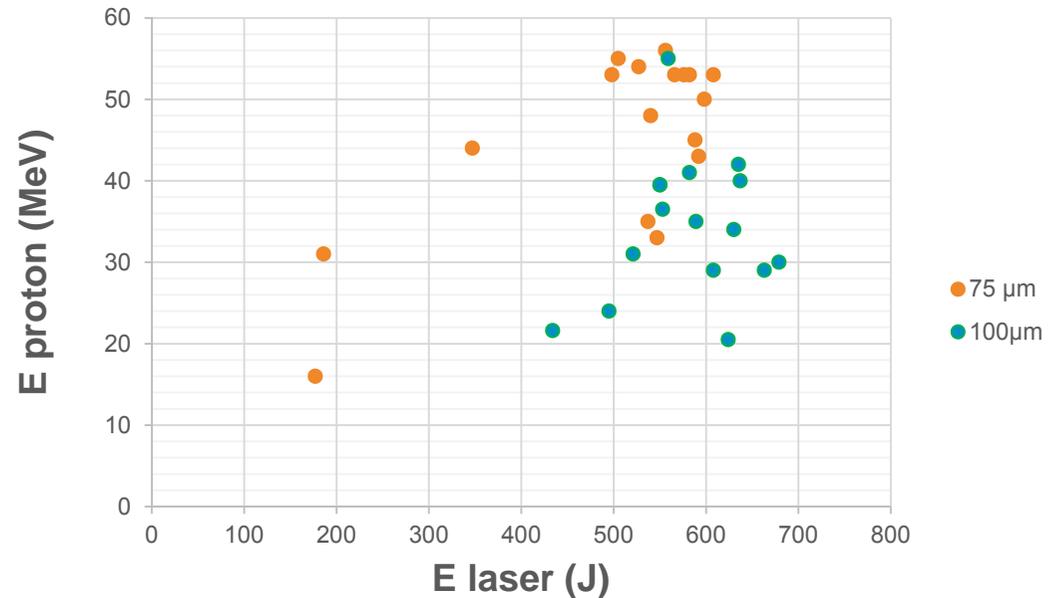
S. D. Kraft, ..., D. Chatain, JP Périn, et al. -
Plasma Physics and Controlled Fusion 2017

Expérience sur VULCAN 1kJ – 1ps – 1PW (Avril 2017) pi: D.Margarone



600 J, 1 ps, $3,5 \cdot 10^{20}$ W/cm²
34 tirs, 2 types de buses, des protons jusqu'à 55 MeV
Expériences encore en dépouillement et analyse

Solid Hydrogen Target

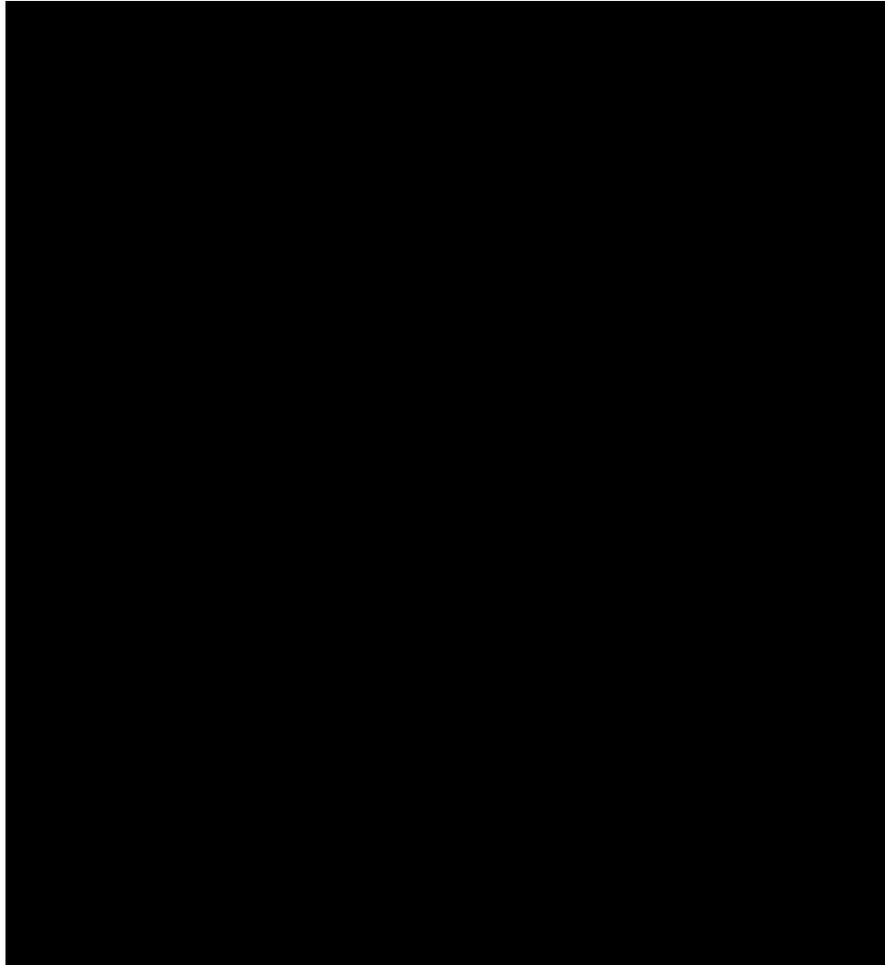


Environ 100 tirs laser, de 3 TW à 1 PW

- Accélération de protons (1 seule espèce d'ions) jusqu'à 55 MeV
- Densité intermédiaire entre jet de gaz et cibles CH et/ou métal
- Pas de débris produits (autres que l'hydrogène à pomper)
- Pas de problèmes de parasites (bémol ci-dessous...)
- Il faut un vide de qualité dans la chambre d'expériences

A améliorer:

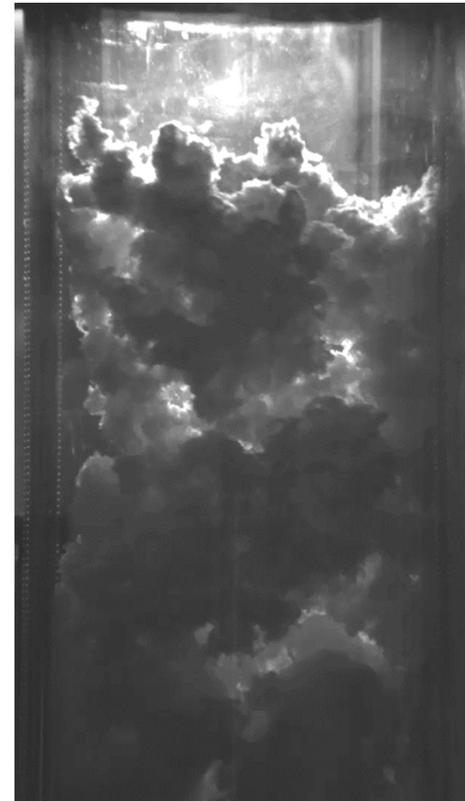
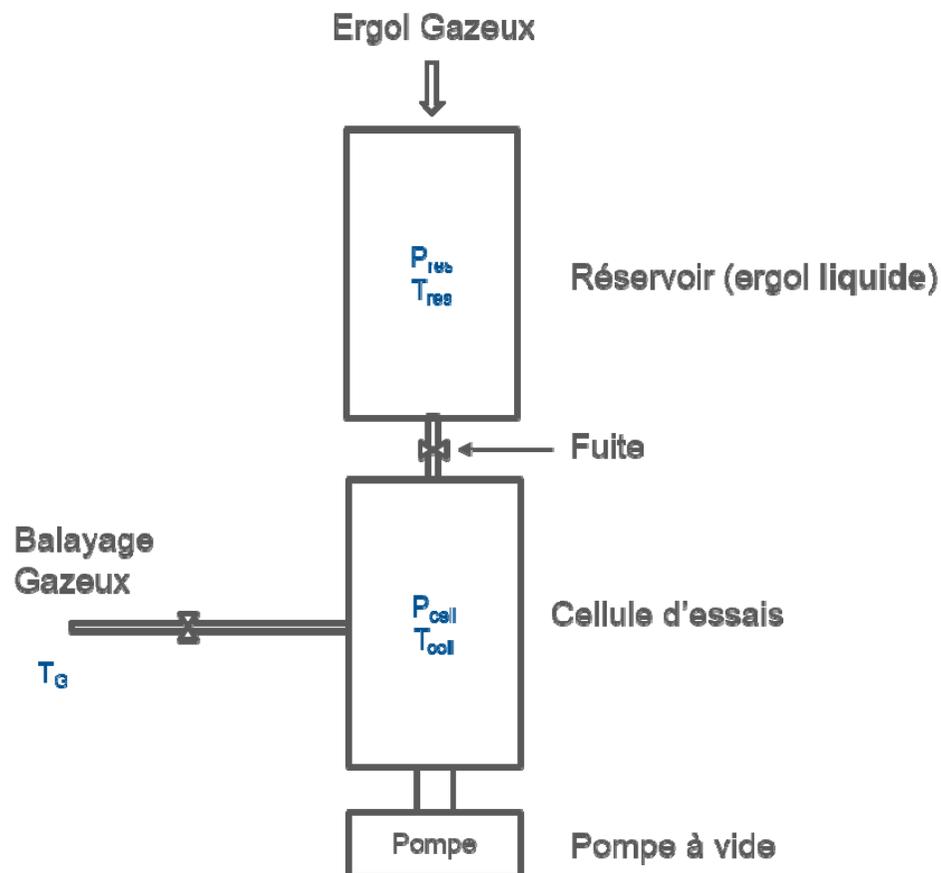
- stabilité du ruban
- à haute énergie laser, « vidange » du réservoir d'hydrogène solide, (vraisemblablement courant de neutralisation de la cible)
- pas encore de tests sur laser répétitif
- Souhait des utilisateurs de produire des cibles plus minces

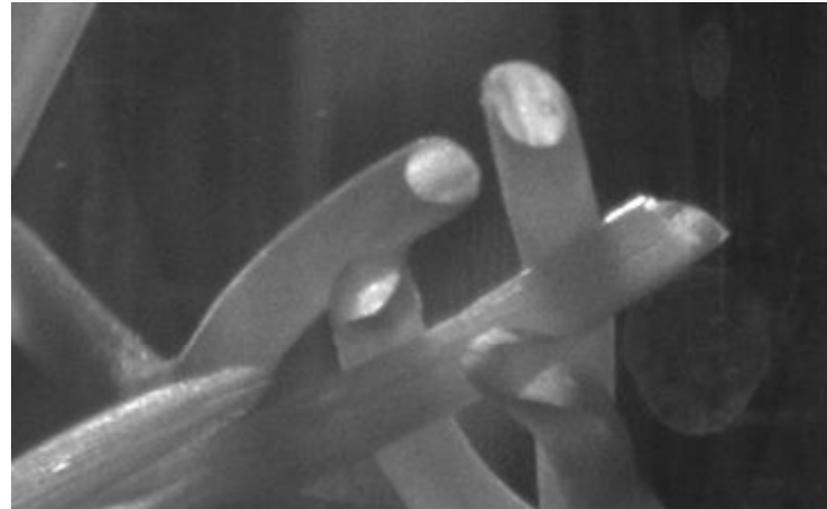


En fonctionnement depuis Déc 2017

- Cellule 400 bar
- Pas d'hélium (cryoréfrigérateur PT)
- Longueur ajustable pour différentes chambres laser

CRYSTEL: détente d'un liquide cryogénique dans le vide
(contrat CNES pour étudier le givrage des ergols...)





Tube $D=2\text{mm}$ épaisseur $<10\mu\text{m}$

Procédé testé prochainement
dans ELISE II

- Des cibles plus minces
 - Extrusion à plus haute pression (objectif 20 μm H₂)
 - Amincissement du ruban par découpe laser
 - Procédé CRYSTEL installé sur ELISE II

- Des rubans plus stables

- Une opération continue, même à haute énergie de laser (résoudre le pb de “vidange”)

- D'autres éléments (D₂, CH₄, tout autre gaz que l'hélium)

- **Besoin de nombreux tests sur des lasers intenses (NB: prochaine campagne sur Vulcan) , et répétitifs.**

CEA Grenoble: D. Chatain, JP Périn, B. Rousset, P. Bonnay, F. Viargues,
F. Bancel, JM Mathonnet, N. Luchier, S. Michaux, D. Garcia

Institut Néel, CNRS Grenoble: M. Gibert

LANEF (Labex local): thèse S. Garcia

ELI beamlines: D. Margarone et al.



Queen's University Belfast.

Equipe PALS.

HZR Dresde: S. Kraft, T. Cowan, et al, et M. Gauthier (SLAC).

LULI: J. Fuchs et Equipe ELFIE

Merci de votre attention