

# Opération de l'accélérateur GENEPI-3C pour la maquette d'ADS GUINEVERE dans ses différents modes de faisceaux



E. Labussière<sup>1</sup>, M. Baylac<sup>1</sup>, A. Billebaud<sup>1</sup>, J. Bouvier<sup>1</sup>, S. Chabod<sup>1</sup>, G. Dargaud<sup>1</sup>, T. Chevrete<sup>2</sup>, F. Lecolley<sup>2</sup>, J.-L. Lecouey<sup>2</sup>, G. Lehaut<sup>2</sup>, N. Marie<sup>2</sup>, P. Baeten<sup>3</sup>, A. Kochetkov<sup>3</sup>, A. Krása<sup>3</sup>.  
<sup>1</sup> LPSC, CNRS/IN2P3, Université Grenoble-Alpes, Grenoble INP, Grenoble; France ; <sup>2</sup> LPC Caen, Normandie Univ, ENSICAEN, UNICAEN, CNRS/IN2P3 , Caen, France ; <sup>3</sup> SCK•CEN, Mol, Belgique.

## GUINEVERE

*Generator of Uninterrupted Intense NEutrons at the lead VENus REactor*

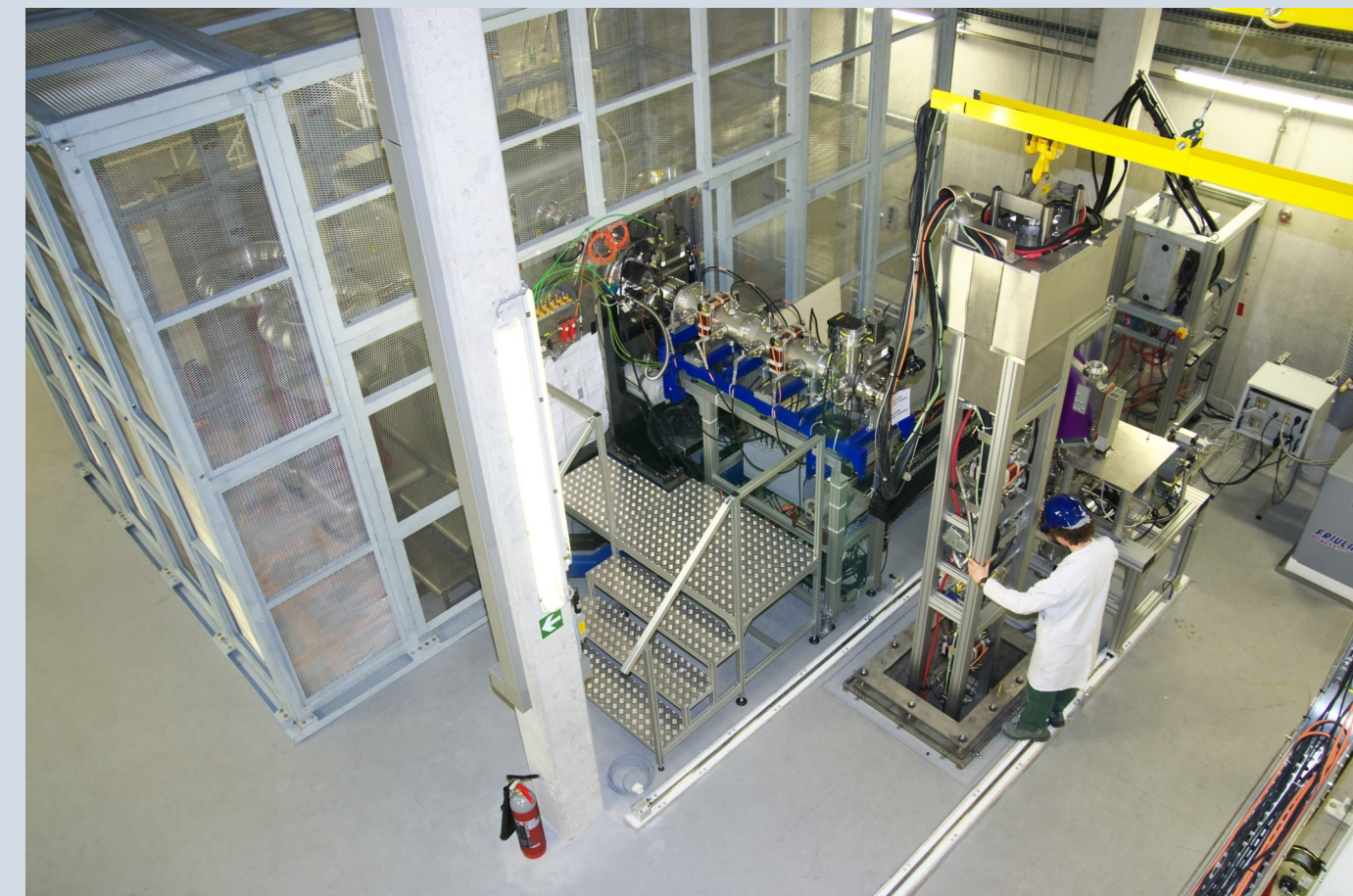
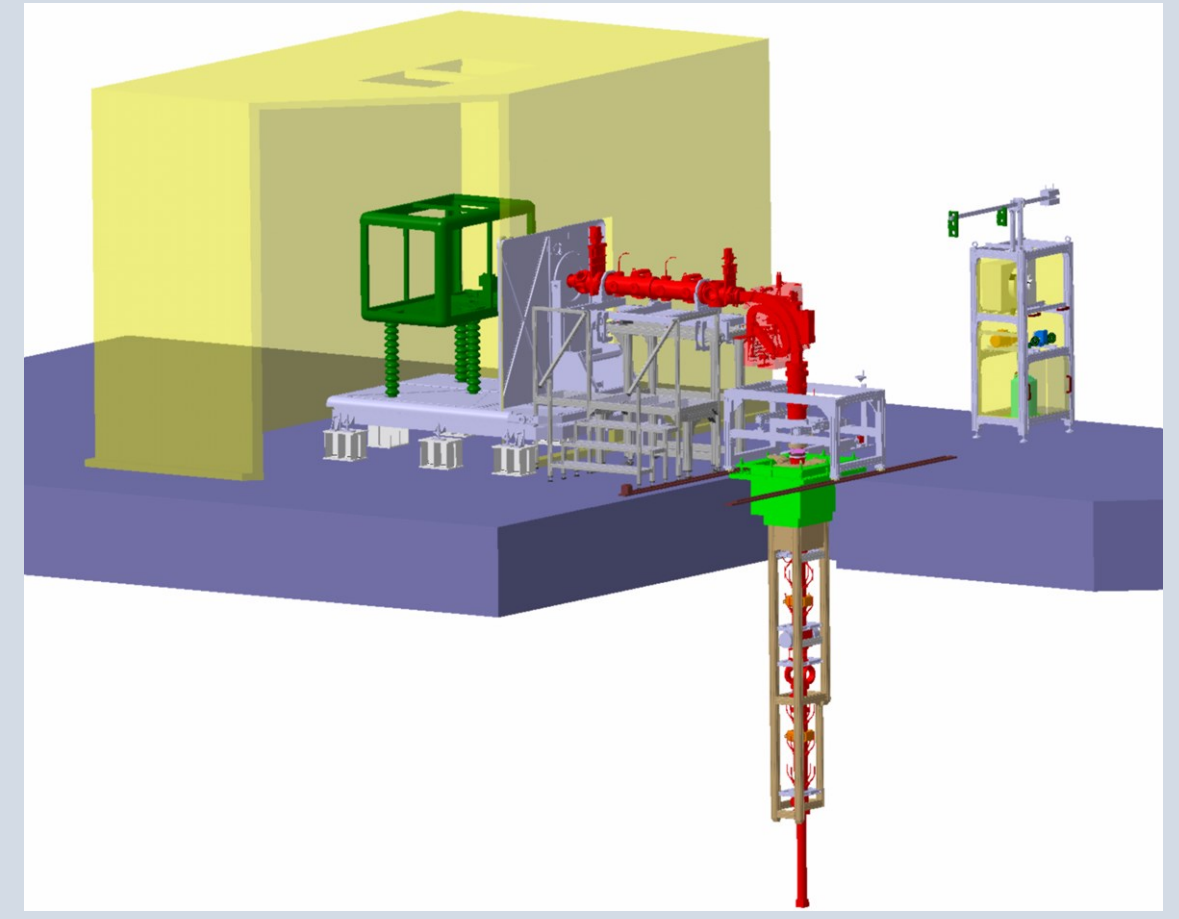
- Initiée dans le cadre du programme **FP6 Euratom** avec le projet **Eurotrans-IP**, l'activité se poursuit depuis avec les projets **FREYA (FP7)**, et **MYRTE(H2020)**.
- Maquette d'un système ADS (Accelerators Driven System). Composé d'une source de neutrons générés par un accélérateur qui pilote un réacteur sous-critique.
- Dédié aux études de suivi et de contrôle de la réactivité en ligne pour les ADS de puissance, notamment pour l'ADS de MYRRHA.
- Une collaboration CNRS/IN2P3, SCK•CEN, CEA.
- Couplage en ZPR (Zero Power Reactor) de :
  - ⇒ **Réacteur (SCK•CEN) : VENUS-F**
    - Réacteur à neutrons rapides modérés au plomb.
  - ⇒ **Source de neutrons pilotable (CNRS/IN2P3) : GENEPI-3C**
    - Ligne de faisceau verticale avec la cible insérée au centre du cœur de VENUS-F.
    - Mode de faisceaux versatiles, allant du pulsé intense au continu avec interruptions programmables et aléatoires.

## GENEPI-3C

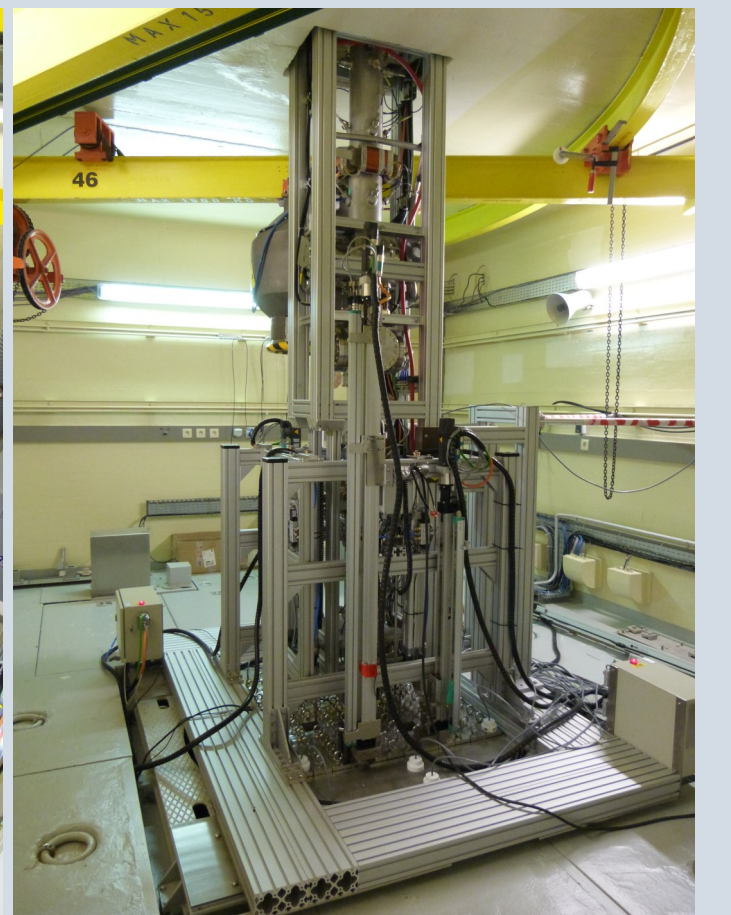
*GEnerateur de NEutrons Pulsé Intense et Continu*

- Accélérateur électrostatique de deutons à 240 keV.
  - Neutrons de 14 MeV produits par réaction T(d,n)<sup>4</sup>He.
  - Production de neutrons maximum 5.10<sup>10</sup> n/s.
  - La taille du faisceau sur la cible est de ~20-40 mm.
  - Cible refroidie par de l'air comprimé déshydraté, thermo-régulé pour une puissance de faisceau maxi de 250 W.
  - Tronçon vertical rétractable pour l'opération de VENUS-F en mode critique.
- La structure temporelle du faisceau est produite par la source d'ions.**
- L'accélérateur est capable de produire alternativement des :**
- Faisceau pulsé de 20 mA et de 1 µs de 10 Hz à 4 kHz.
  - Faisceau continu de 50 µA à 1 mA.
  - Faisceau continu haché 50 µA à 1 mA avec un rapport cyclique ( $\alpha = t_{on} \times f$ ) de 2% à 98% et une fréquence de 10 Hz à 500 Hz.
  - Faisceau continu haché avec interruptions aléatoires de 500 µs à 4 ms.

## GENEPI3-C au SCK•CEN

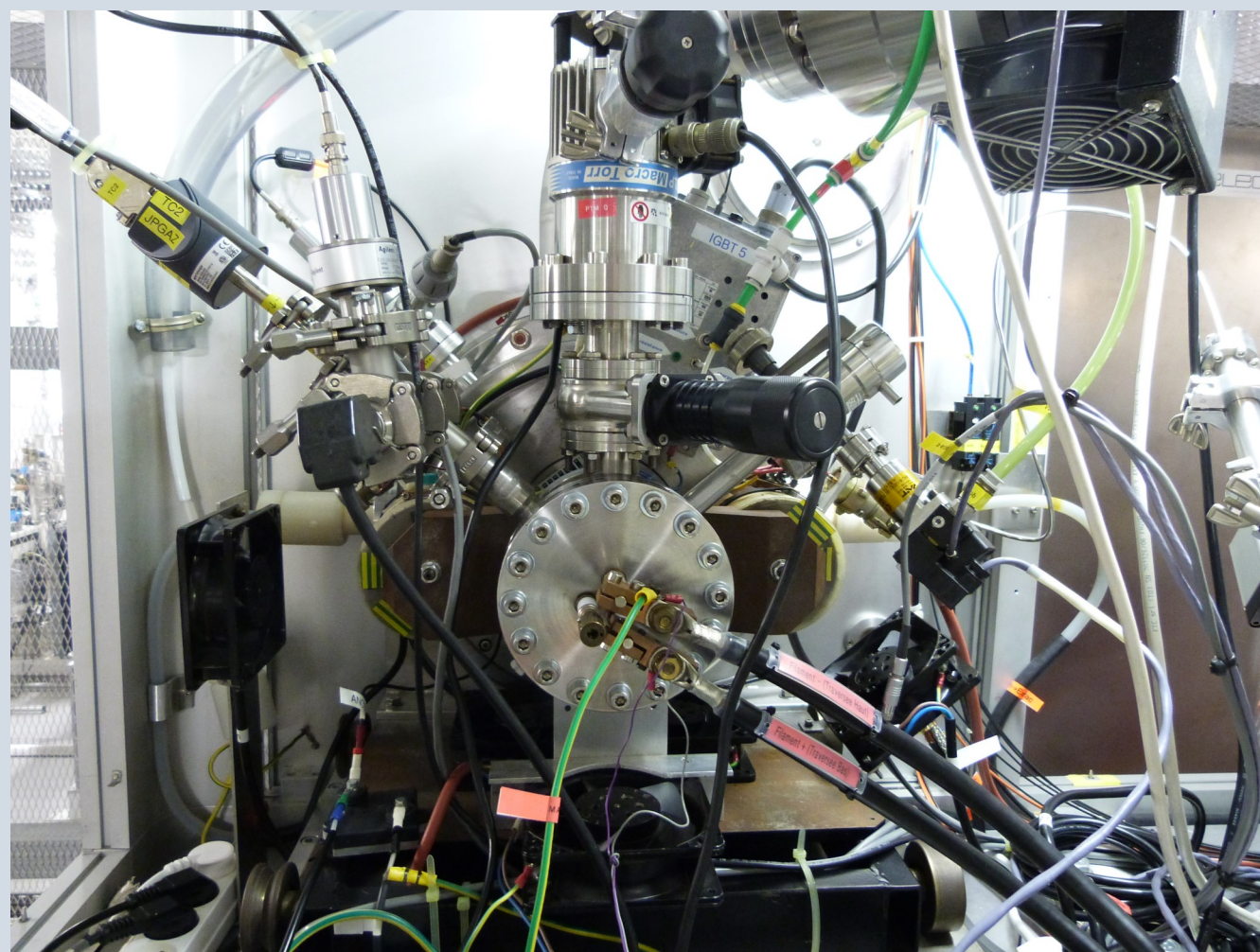


Insertion de la ligne de faisceau verticale de GENEPI-3C au SCK•CEN



Ligne de faisceau couplée à VENUS-F

## La source d'ions deutérium



Duoplasmatron

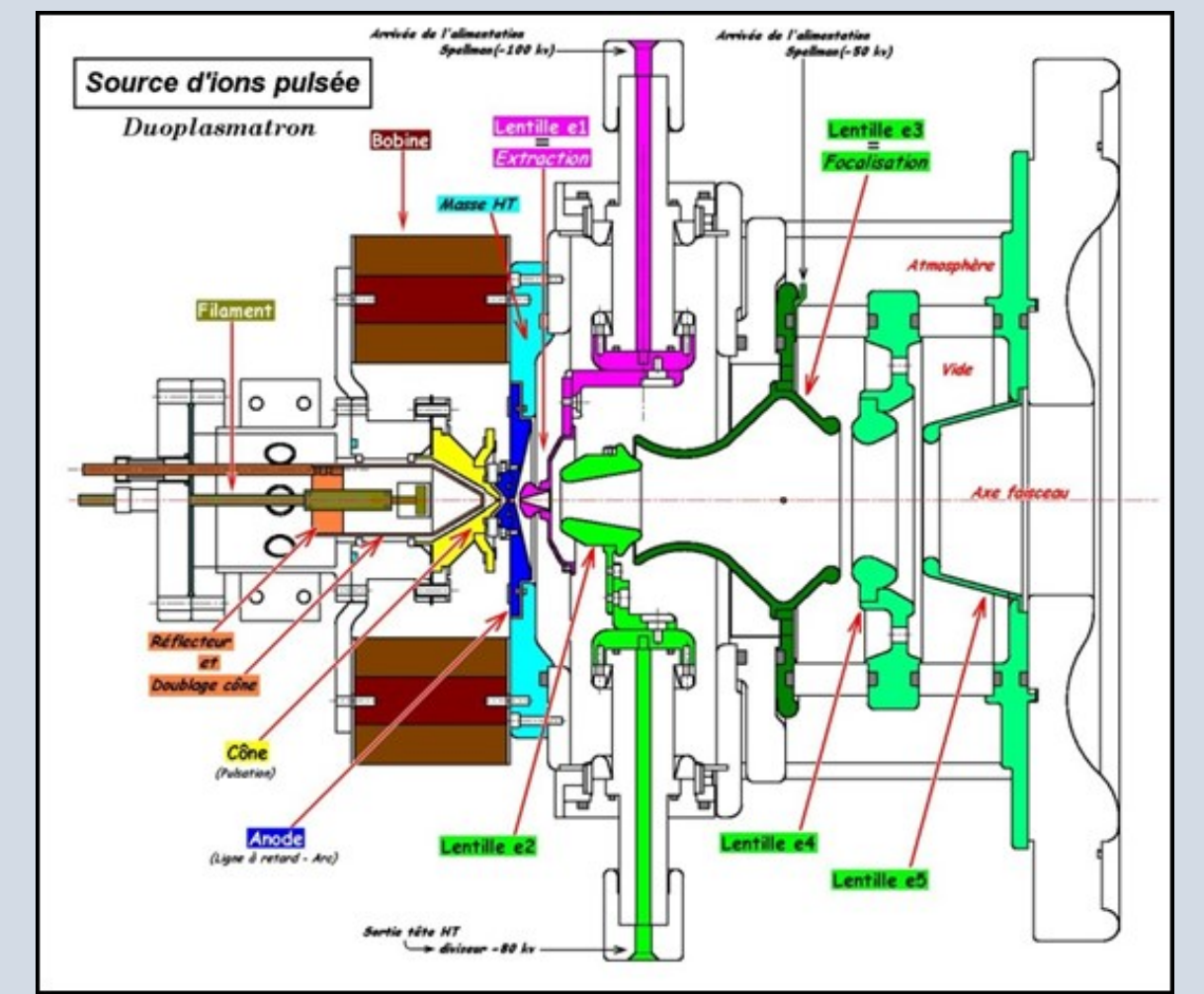
### Duoplasmatron

- Capable de produire un plasma **pulsé, continu, continu haché**.
- Temps de montée et descente en pulsé 500 ns.
- Temps de montée en mode haché 1 µs.
- Temps de descente en mode haché 200 ns.

Le faisceau en sortie de la source est focalisé par 5 électrodes polarisées par des tensions allant de 15 à 80 kV avant d'être accéléré à 240 keV.

**Pas de modifications mécaniques nécessitant d'arrêts machine pour les changements entre les différents modes de faisceaux.**

- Passage entre les modes **pulsé**, et **continus** s'effectue par modification du câblage des alimentations de la source.
- Passage entre les modes **continu, continu haché** avec ou sans **interruptions aléatoires** s'effectue depuis l'interface de contrôle commande de l'accélérateur.

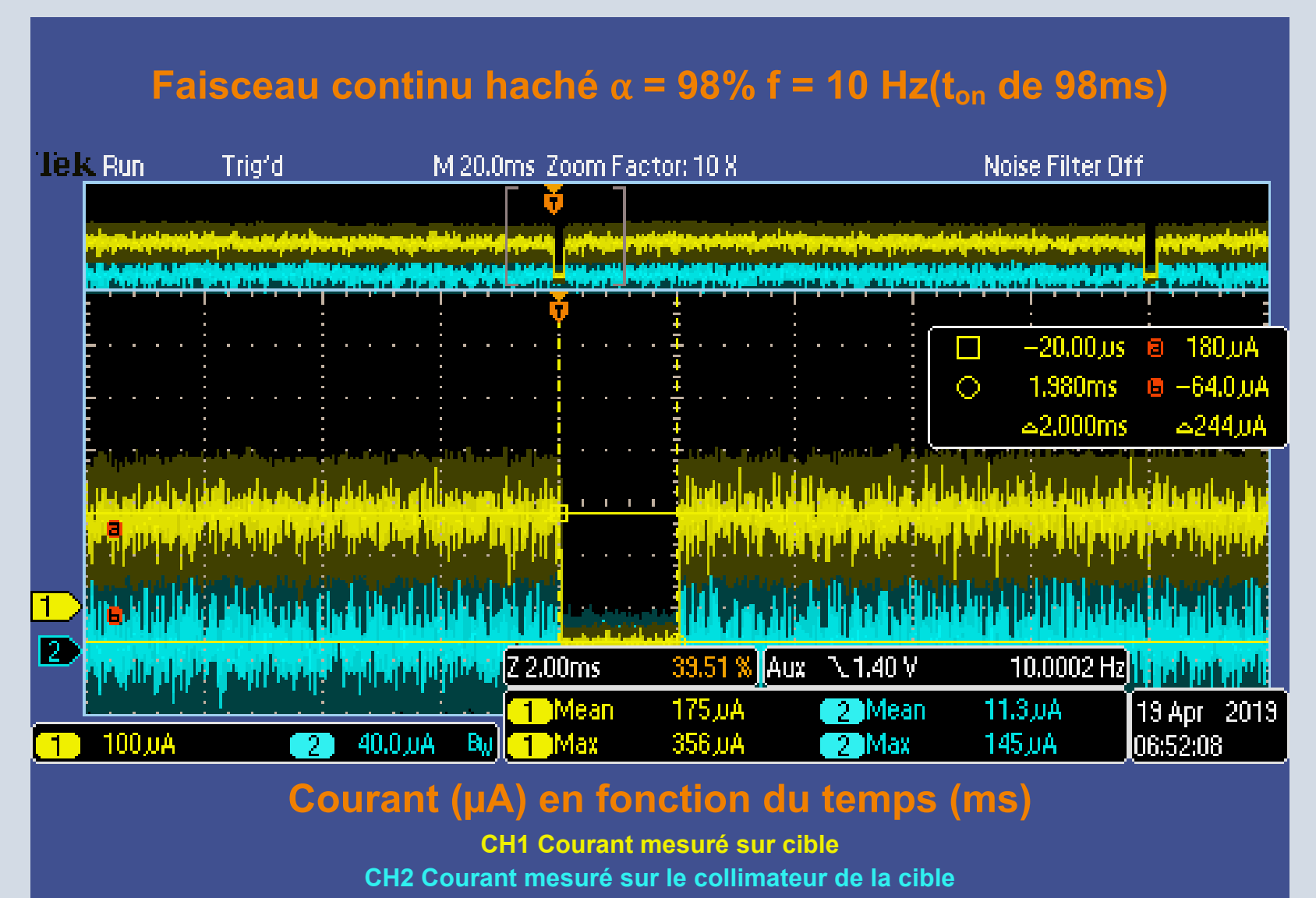
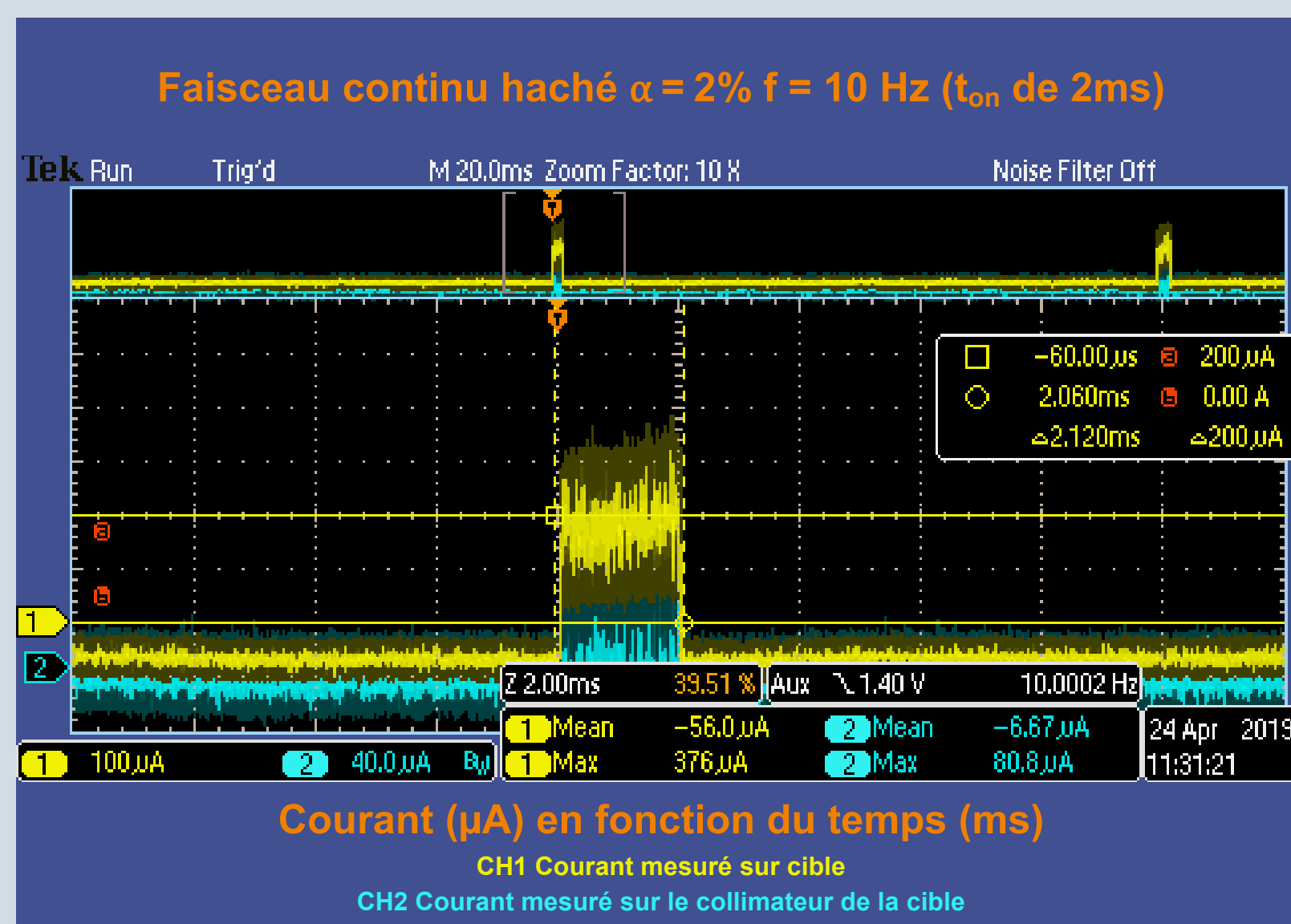
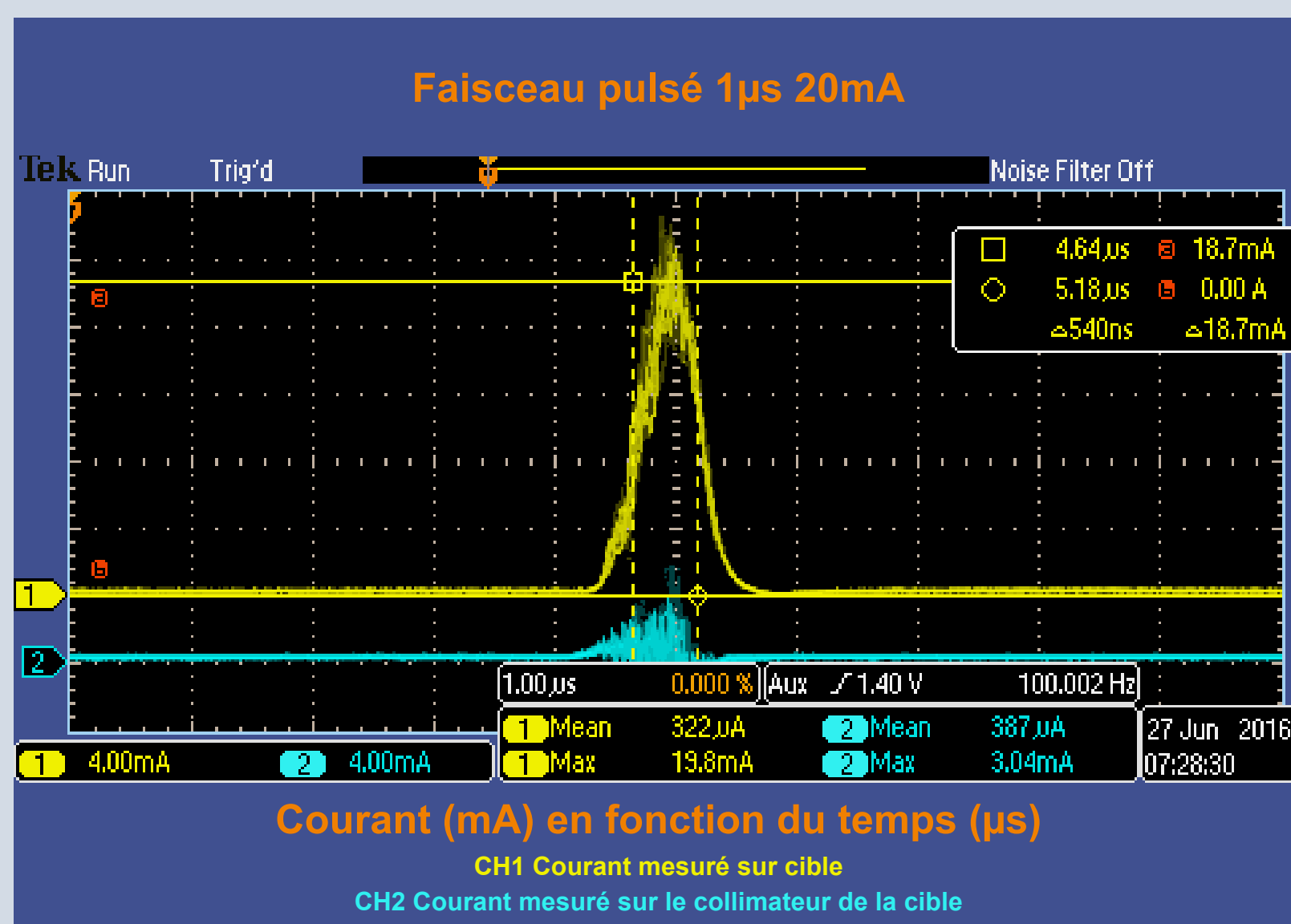


Vue en coupe du duoplasmatron et des électrodes de focalisation

## Modes de faisceaux

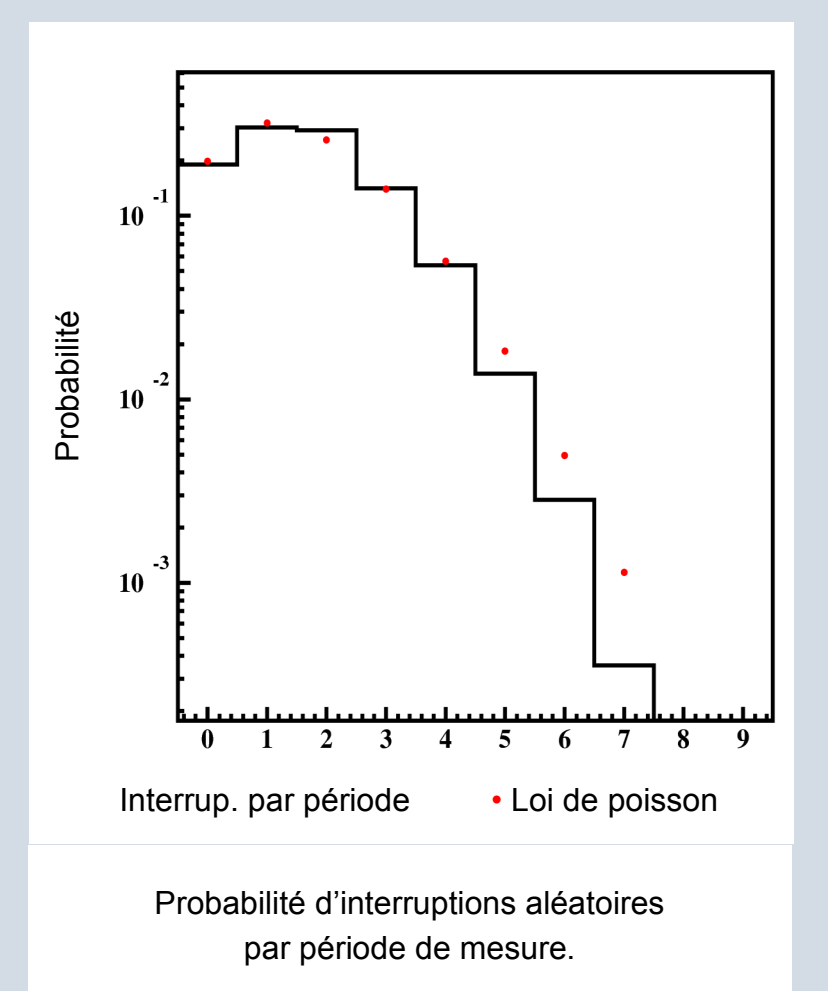
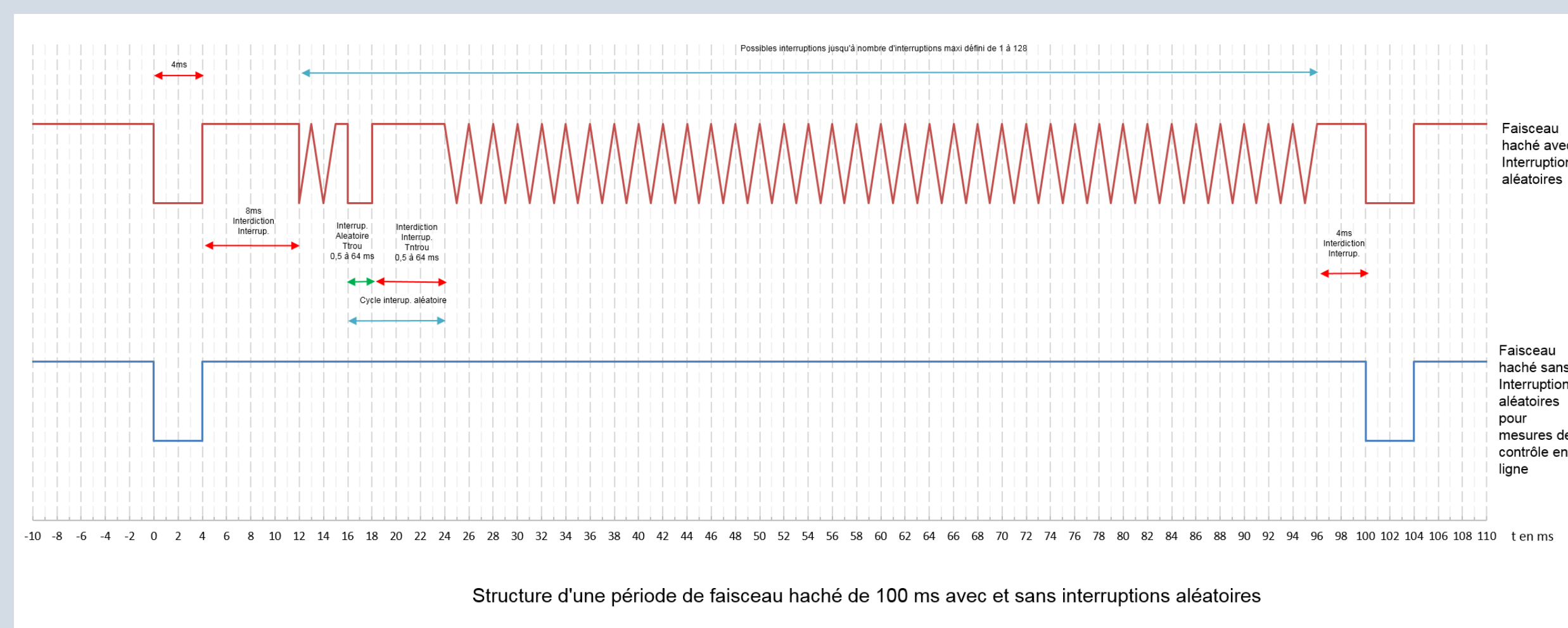
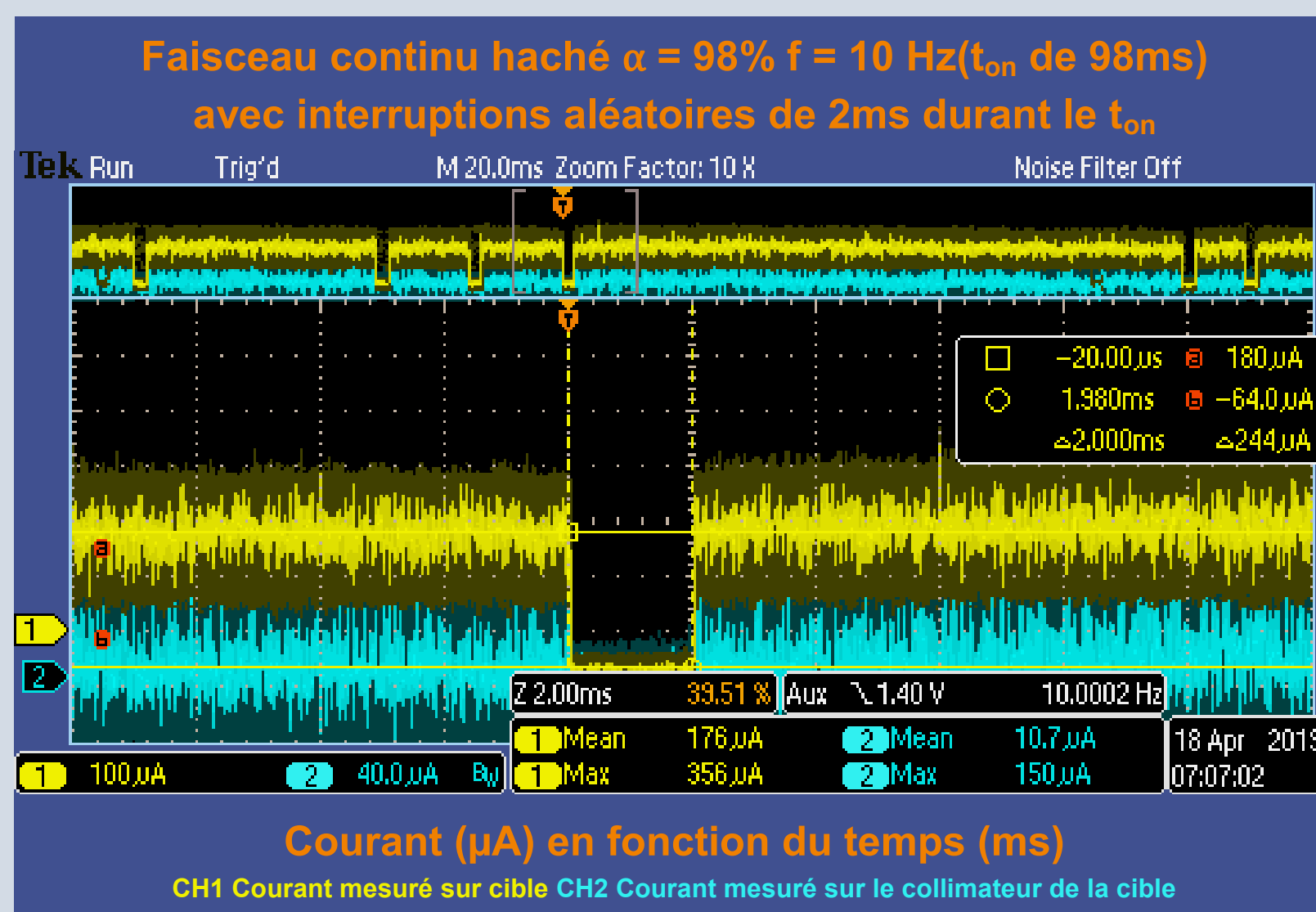
Les chercheurs des groupes de physiques des réacteurs du CNRS et du SCK•CEN, ont étudié avec plusieurs méthodes les mesures de la réactivité. Celles-ci nécessitent des modes de faisceaux différents :

- Mode pulsé**, mesure de la réactivité après une impulsion brève et intense de faisceau.
- Mode Continu haché faible rapport cyclique**, mesure de la réactivité lors d'une très longue interruption du faisceau.
- Mode Continu haché rapport cyclique élevé**, mesure de la réactivité lors d'une brève interruption du faisceau.



- Mode continu haché rapport cyclique élevé avec interruptions aléatoires durant le  $t_{on}$** 
  - Dernier mode de faisceau développé, dans le but de simuler les faisceaux d'un LINAC de puissance réaliste tel que l'accélérateur de l'ADS MYRRHA.
  - Compte tenu des limitations de la source d'ions, de la méthode utilisée pour la génération des interruptions et afin d'assurer un faisceau stable pour les mesures, le nombre d'interruptions aléatoires par période suit une loi de Poisson.

L'objectif donné par les physiciens pour ce mode de faisceau était de réduire d'au moins 10 à 20 % les taux de comptages dans les chambres à fissions par rapport au mode continu haché avec un rapport cyclique élevé sans interruptions aléatoires. Ce qui d'après les premiers résultats a été atteint.



## Remerciements

J. Mertens<sup>3</sup>, S. Vandermeer<sup>3</sup>, F. Van Gestel<sup>3</sup>, C. Van Grieken<sup>3</sup>, B. Verheyen<sup>3</sup>, B. Van Houdt<sup>3</sup>, G. Vittiglio<sup>3</sup>, J. Wagemans<sup>3</sup>.