

Installation et utilisation d'un émittance-mètre au sein de la ligne d'injection du cyclotron C70XP d'ARRONAX

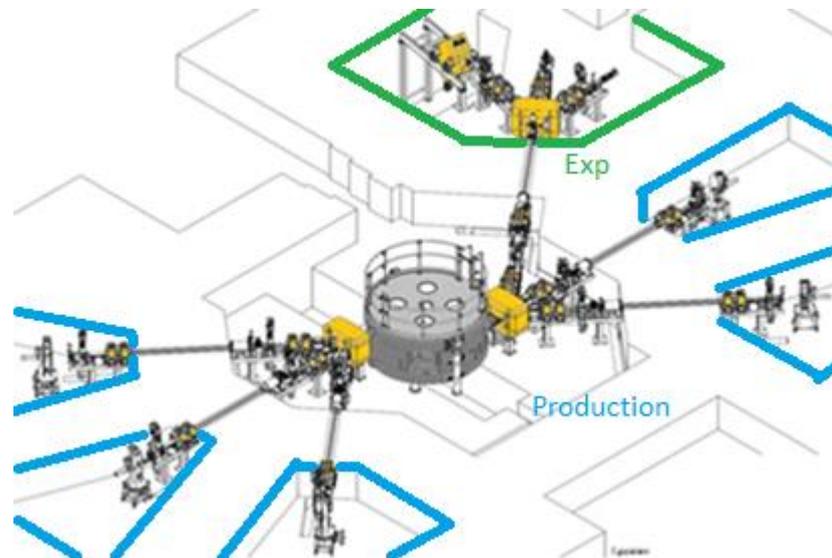


Teddy Durand (Subatech/ARRONAX/CNRS)

Doctorant : « Développement des techniques de hautes intensités dans l'injection du cyclotron ARRONAX »



*C70XP et l'équipe ayant participé à l'installation:
IPHC & ARRONAX*



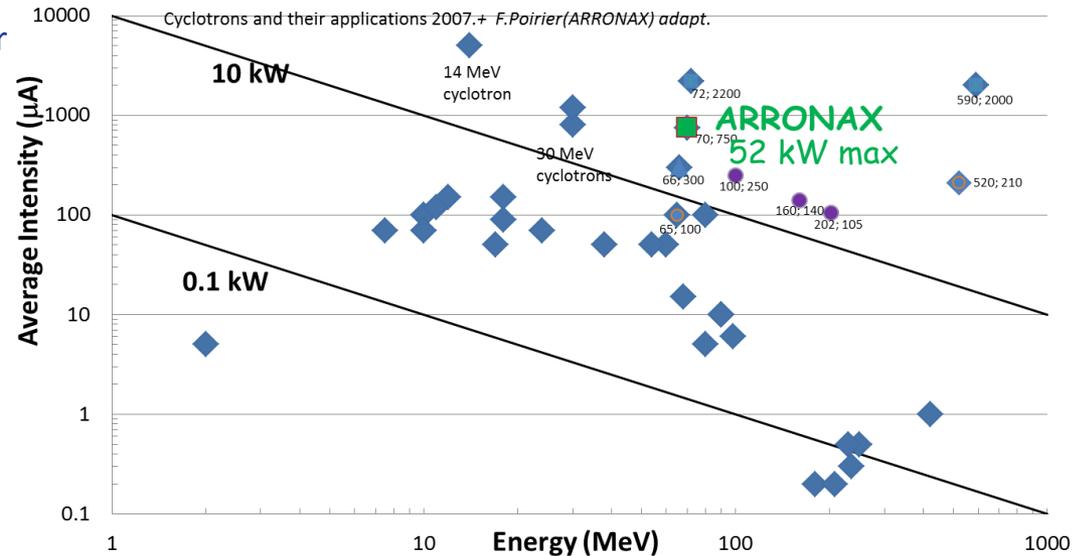
*C70XP et ses lignes faisceaux :
5 lignes de productions et 1 ligne expérimentale*

ARRONAX : Accélérateur pour la Recherche en Radiochimie et Oncologie à Nantes Atlantique.



Présentation d'ARRONAX :

- Un outil de production de radionucléides pour la recherche en médecin nucléaire.
- Un outil pour la recherche en radiochimie & radiobiologie spécifiquement en radiolyse alpha/proton de l'eau: vers le « flash ».
- Un outil pour la recherche en physiques et détecteurs.
- Un site de production industrielle de radionucléides pour répondre aux besoins médicaux.

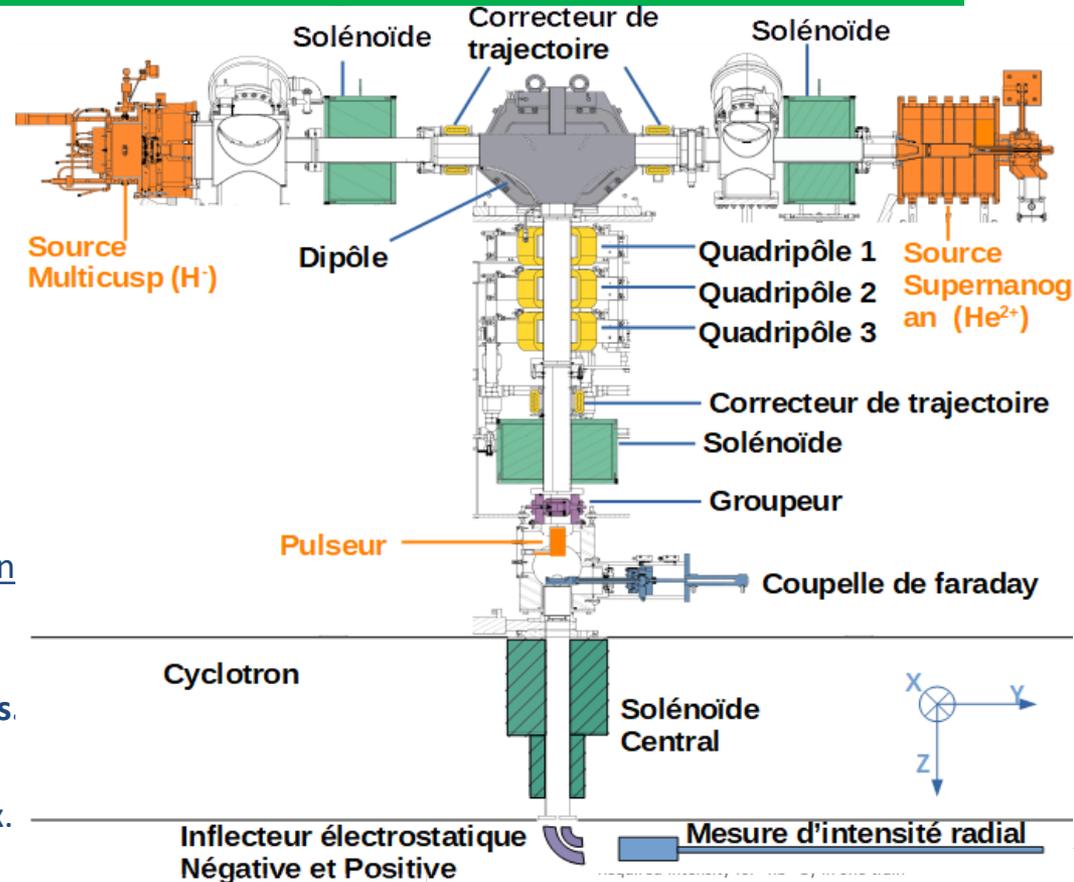


Plusieurs nouvelles machine proton 70 MeV sont en utilisation et en cours construction.

Faisceau	Particule accélérées	Gamme d'énergie (MeV)	Intensité (µA)
Proton	H-	30-70	10^{-7} - 375
	HH+	17	<50
Deutérium	D-	15-35	<90
Alpha	He ²⁺	68	10^{-7} - 70

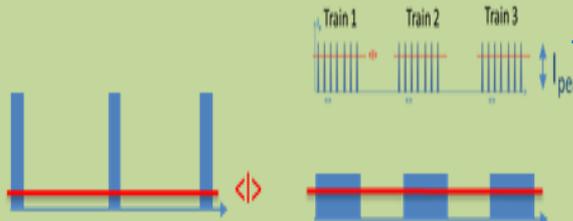
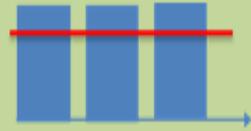
Caractéristiques de la ligne d'injection :

- 2 Sources Multi-ions positionnées au-dessus du cyclotron
 - Multicusp (H-,D-), 5mA max.
 - Supernanogan ECR (He2+,HH+), 2.45 GHz
- Injection : composée de plusieurs éléments magnétiques (solénoïde, correcteur de trajectoire, quadripôle) installés au-dessus du cyclotron et finissant par un inflecteur spiral.
- Système de pulsation permettant l'envoi de train de paquet :
 - Des durées de train de paquets et des temps d'attente entre les trains ajustables.
 - Le nombre de trains ajustables.
 - Un rapport signal^2 sur bruit = 5×10^7 max.



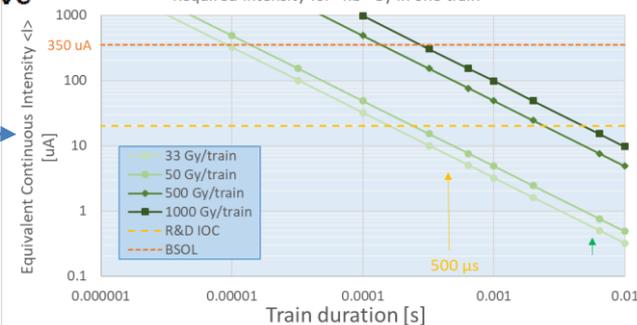
Standard use

Pulsing Mode



Inflecteur électrostatique Négative et Positive

Mesure d'intensité radiale



Installation de l'émittance-mètre :



Échantillons représentatif

- Une étude d'activation a été réalisée sur plusieurs mois:
 - Échantillons représentatif de l'émittance-mètre utilisé.
 - Exposition aux conditions de tir haute intensité.
 - Choix d'une stratégie d'utilisation → Pas de tir haute intensité.
- Émittance-mètre du type Alison :
 - Emittance-mètre 2D.
 - Produit par la collaboration EmitM.

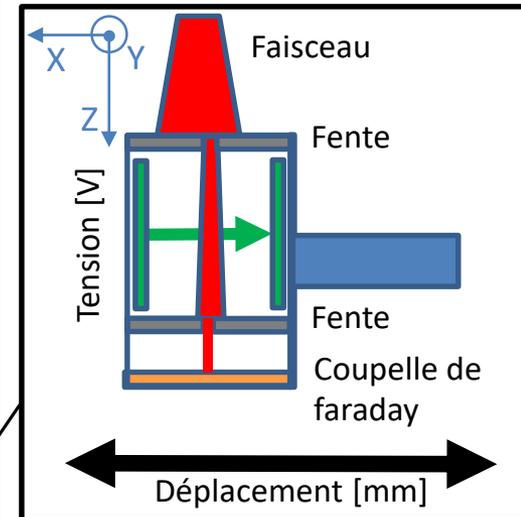
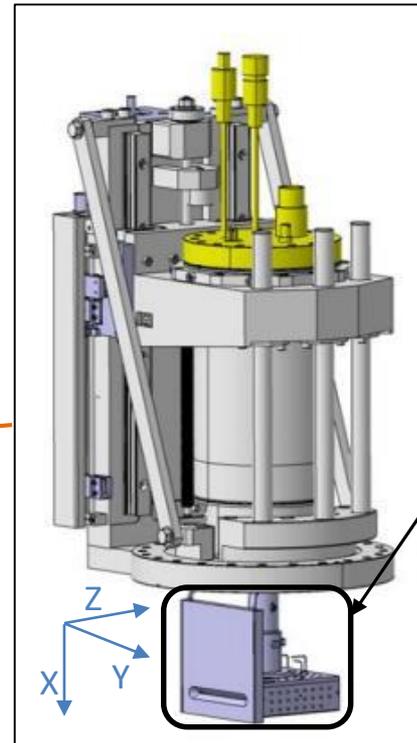
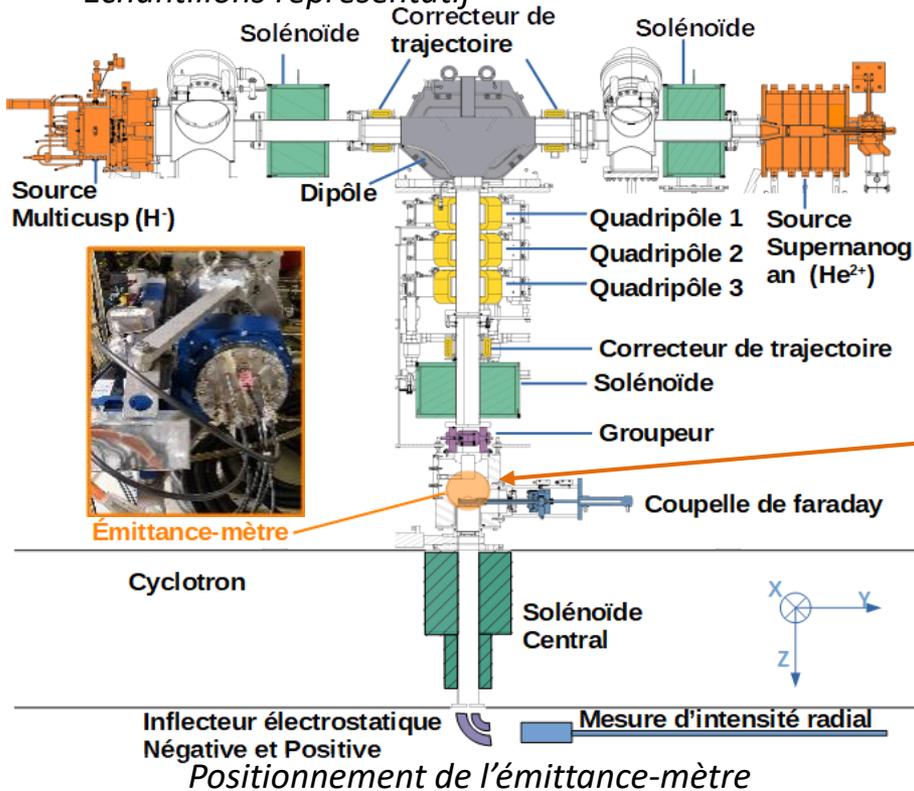
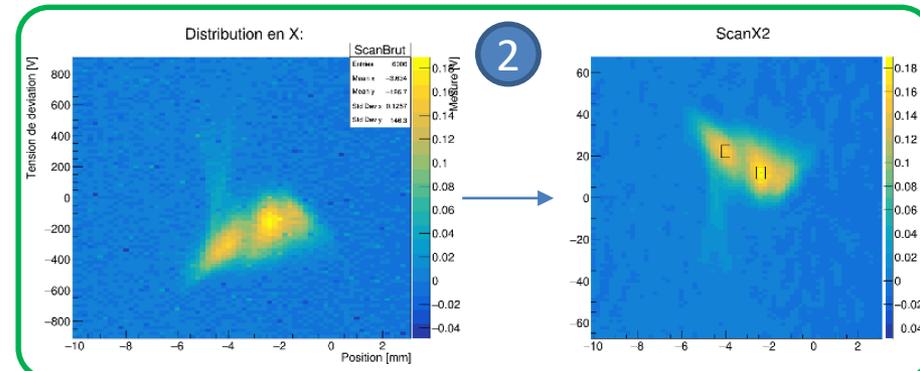
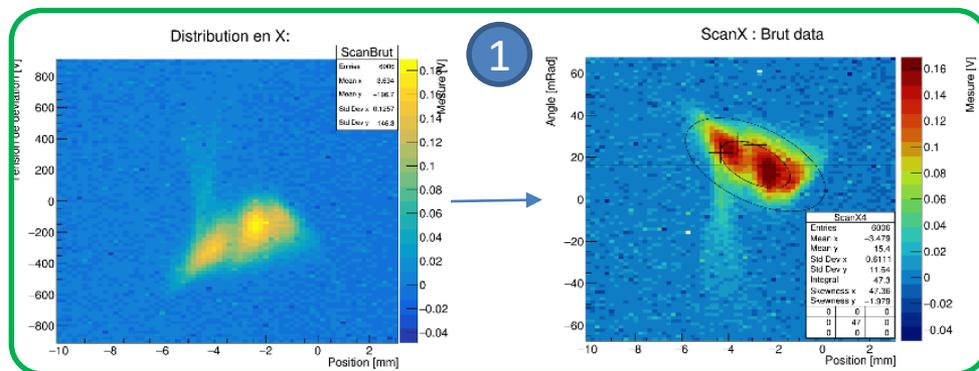
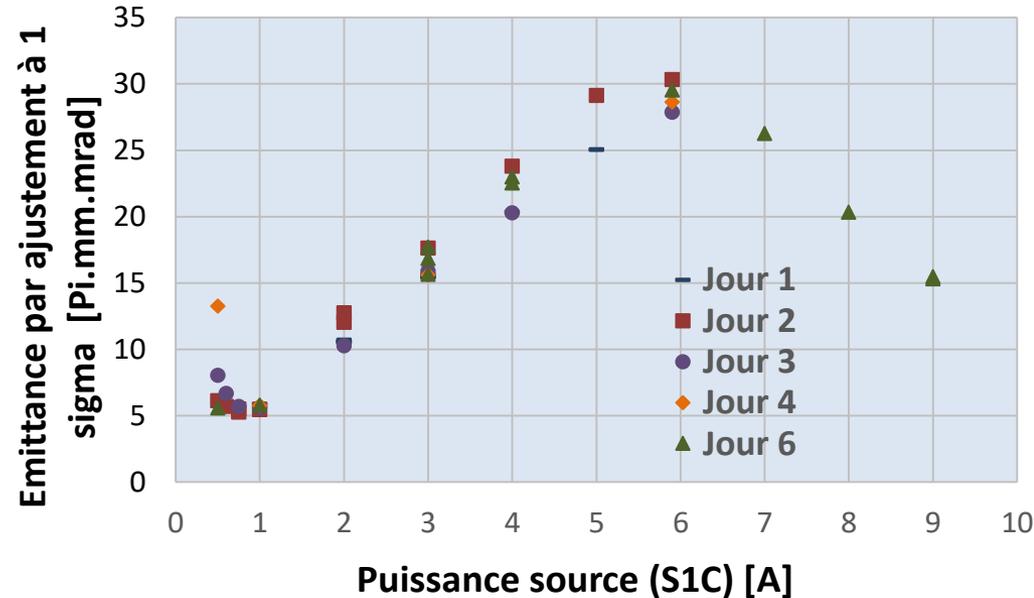


Schéma d'un émittance-mètre du type Alison

Étude avec l'émittance-mètre :

- La stabilité de l'émittance a été démontrée entre les différents jours (ci-contre →) :
 - Mesure systématique entre les différents jours.
 - Durant 8 jours de manipulation.
(Les 2 premiers jours ont été utilisés pour définir la systématique à employer).
- Deux méthodes analytiques automatisée développée :
 - Reposant sur une étude du bruit de fond.
 - ① Étude du bruit de fond (de la mesure) puis ajustement d'une courbe de gauss 2D sur le signal.
 - ② FFT2D puis recherche des maximums locaux.

Étude de la stabilité de l'émittance :



Mesures expérimentales :

Grâce à cette étude, il a été mis en évidence :

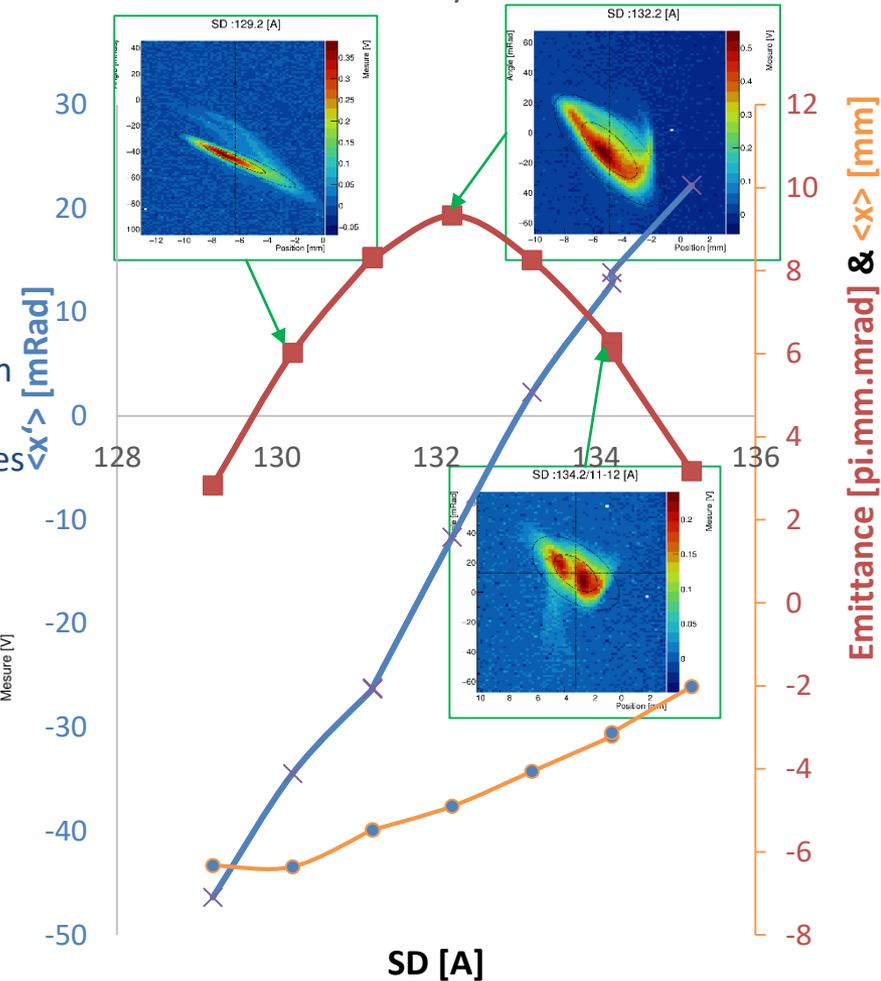
- L'évolution de l'émittance est quantifiable pour :

- La source.
 - Du vide.
 - La bobine principale.
 - Du dipôle 90° (en exemple ci-contre \rightarrow)
- Et encore d'autres paramètres.

- Les zones de densité locale évoluent :

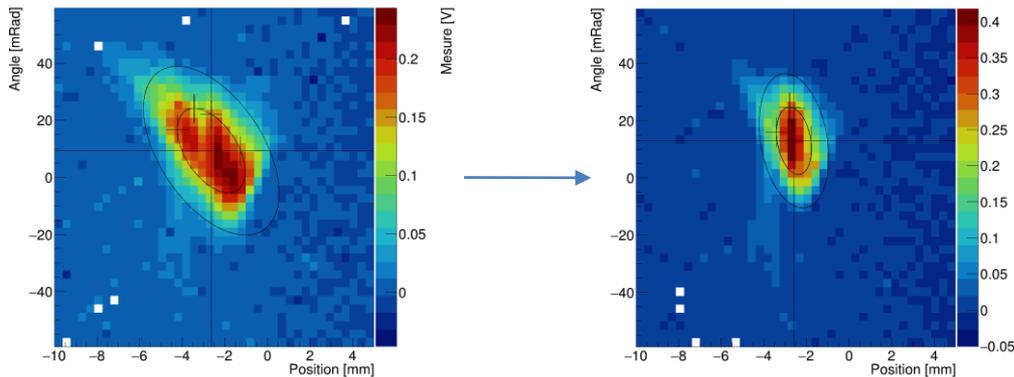
- ce déplacement en fonction des paramètres de l'injection est quantifiable.
- sont réductible dans une seule zone avec certains réglages de la source (voir ci-dessous \downarrow).

Scan du dipôle : Emission et déplacement des moyennes



ScanX : Brut data

ScanX : Brut data



Optimisation de la source

Conclusion :

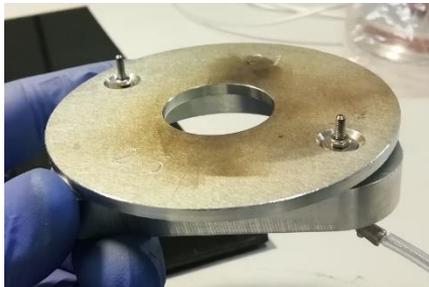
Conclusion :

- **Première mesure de l'émittance sur le C70XP**
- **Méthode de quantification de l'activation développée** → proposition d'un **protocole de suivi de l'instrument.**
- Quantification de la **variation de l'émittance et de la forme faisceau** pour les paramètres étudiés.
 - **Le faisceau peut-être réduit en un point par le réglage de la source.** Ces mesures sont importantes pour la suite de notre étude, car celle-ci nous montre une voie à explorer pour l'obtention des hauts courants.
- Résultats encore en cour d'analyse.

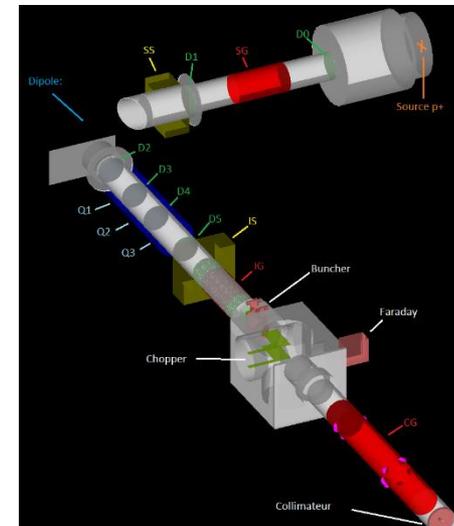
Travaux en cours :

Travaux en cours :

- **Installation et étude de l'impact de collimateur** dans l'injection :
 - **Instrumentation** de collimateur (mesure de courant déposé).
 - Limitation de **l'émittance.**
 - **Reconstruire via simulation (G4bl).**



Collimateur instrumenté.



Simulation G4bl.

Remerciements :

Remerciements :

Je remercie de votre attention ainsi que la collaboration EMITM.

Autre source :

- INSTALLATION, USE AND FOLLOW-UP OF AN EMITTANCE-METER AT THE ARRONAX CYCLOTRON 70XP, IPAC 2021.

Si vous avez des questions.