

# Mesure de profils longitudinaux non destructrice



Nicolas Delerue

Laboratoire de Physique des 2 Infinis Irène Joliot-Curie  
**IJCLab** - UMR9012 - Bât. 100 - 15 rue Georges Clémenceau  
91405 Orsay cedex



université  
PARIS-SACLAY



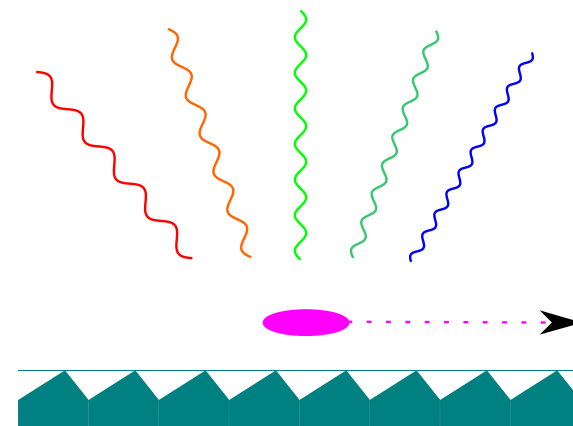


- Le principe
- Les expériences et les solutions techniques

*Work supported by seed funding from Université Paris-Sud, program « Attractivité » and by the ANR under contract ANR-12-JS05-0003-01.*



- Lorsqu'un paquet de particules chargées passe près d'un réseau de diffraction, du rayonnement est émis.
- Rayonnement de Smith-Purcell
- Si la taille du réseau est bien choisie ce rayonnement encode le profil longitudinal du faisceau.
- Mesure non destructrice.

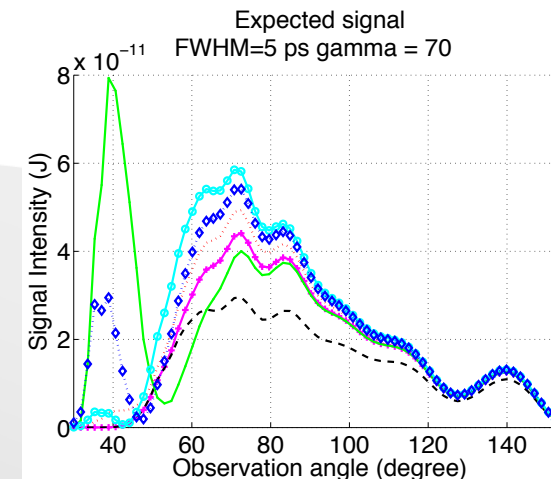
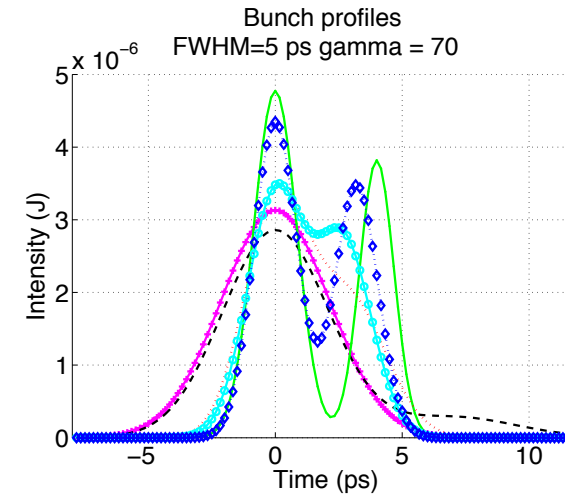


$$\left( \frac{dI}{d\Omega d\omega} \right)_{N_e} (\Omega, \omega) = \left( \frac{dI}{d\Omega d\omega} \right)_{sp} (\Omega, \omega) \cdot [N_e + N_e(N_e + 1) |F(\omega)|^2]$$



## Exemple de mesures (simulations)

- Le rayonnement émis est proportionnel à la transformée de Fourier du profil longitudinal d'un paquet.
- En plus de la longueur (durée) du paquet cela permet de mesurer la microstructure du paquet.





## But de la présentation:

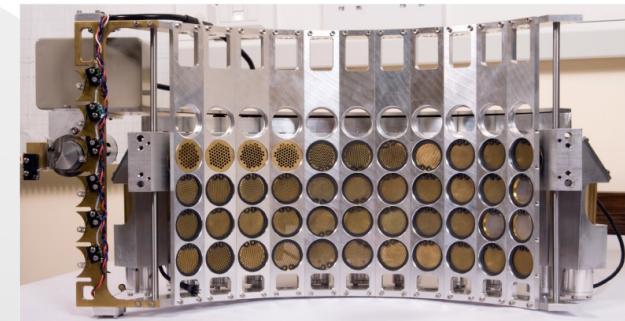
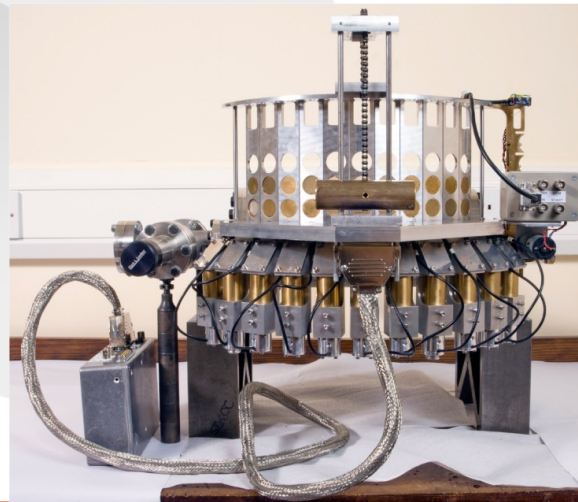
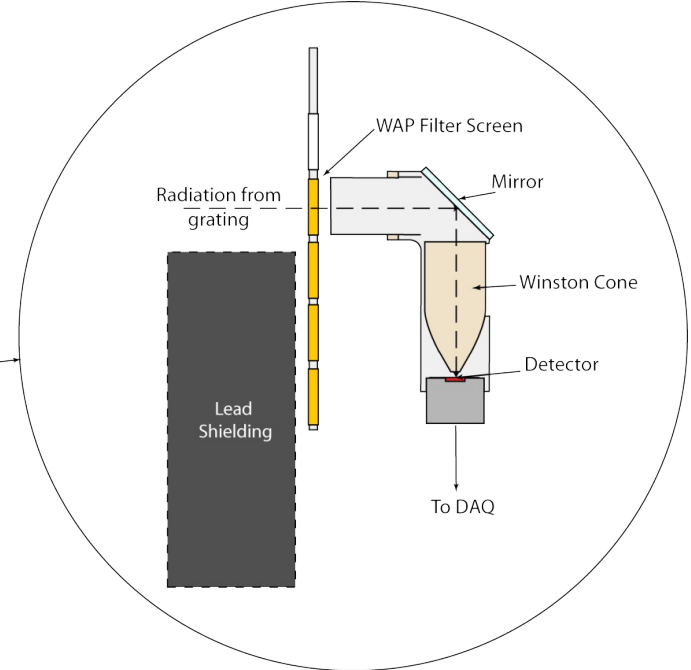
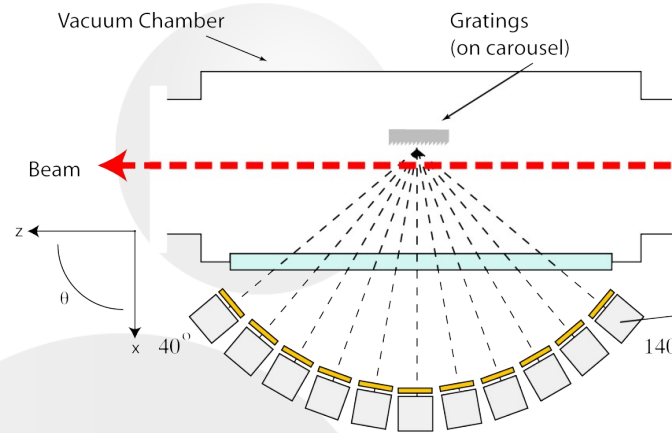
Présenter les solutions techniques qui ont été mises en œuvre au fil des expériences

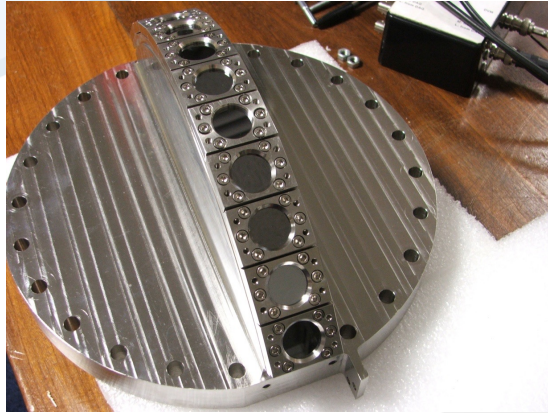
- E-203 à FACET (SLAC)
- SPESO à SOLEIL
- Mesures à Frascati
- Mesures à CLIO



## Expérience E-203 à FACET (SLAC)

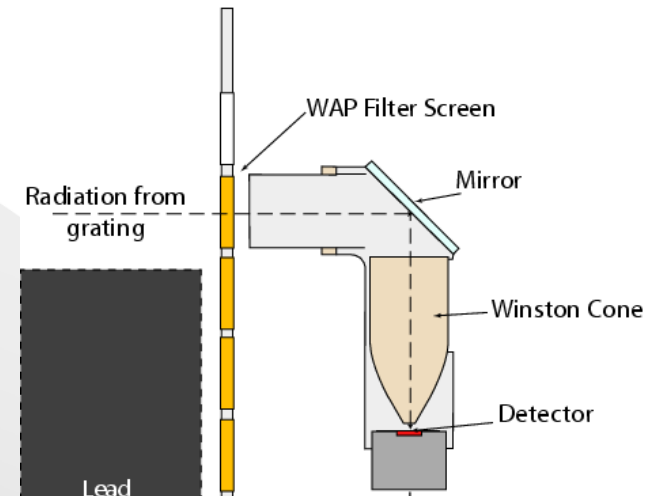
- Expérience en collaboration avec l'Université d'Oxford
- FACET: 20 GeV, paquets centaines de femtoseconde





- Mesure de rayonnement infrarouge lointain ( $\sim$ mm)  
=> fenêtres en silicium  
=> joint indium pour le vide

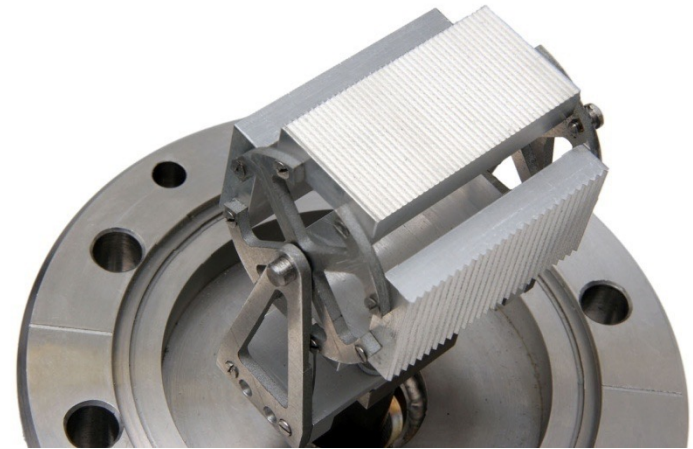
- Utilisation d'optique réfléchive:  
« Cônes de Winston » pour la focalisation.







- Afin d'étendre la gamme dynamique on utilise un carrousel à 4 position au bout d'un actuateur.



### Retour d'expérience:

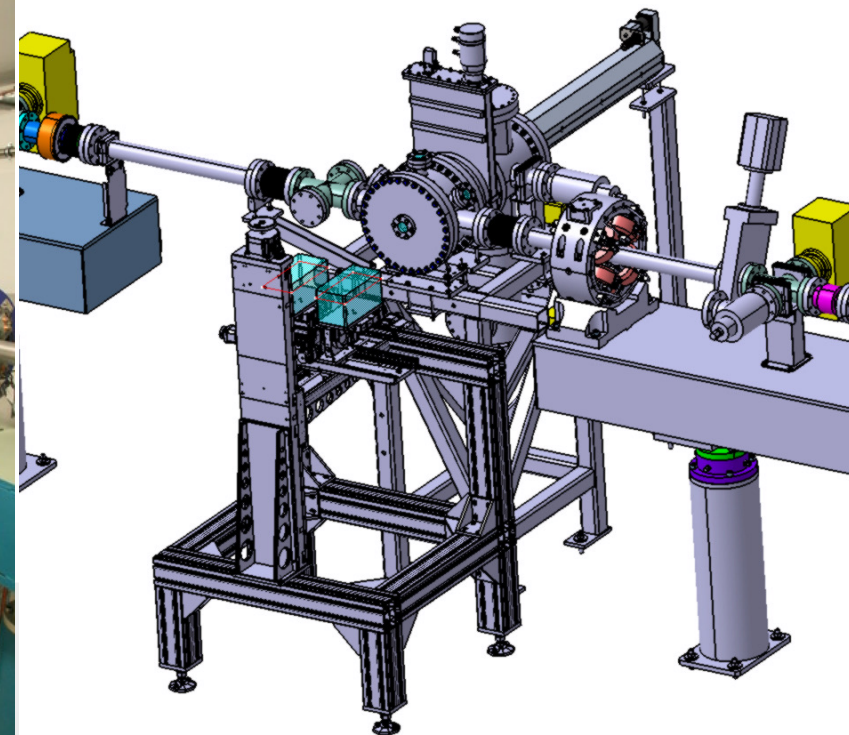
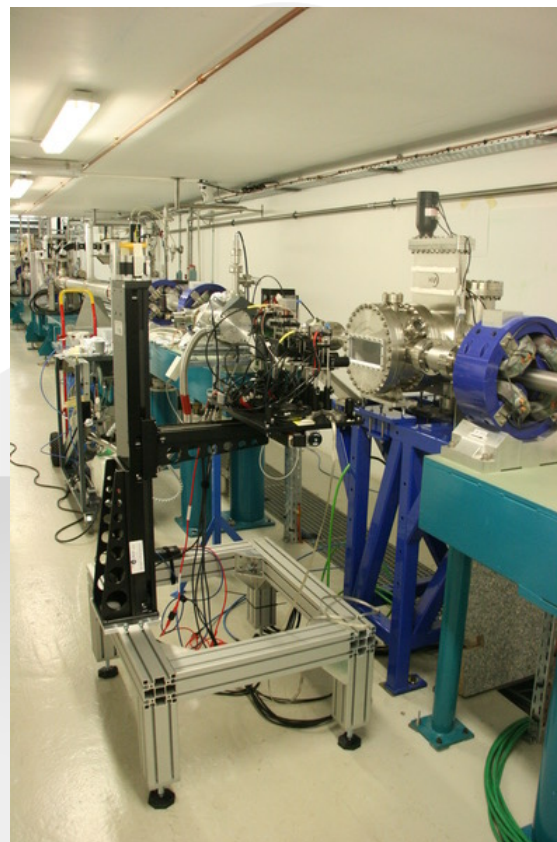
- Les fenêtres en silicone rendent difficiles la visualisation de ce qui se passe à travers la chambre.
- L'acceptance angulaire de cônes de Winston capte beaucoup de bruits de fond => filtres
- Parfois un réseau ne tourne pas => erreur de prise de données.





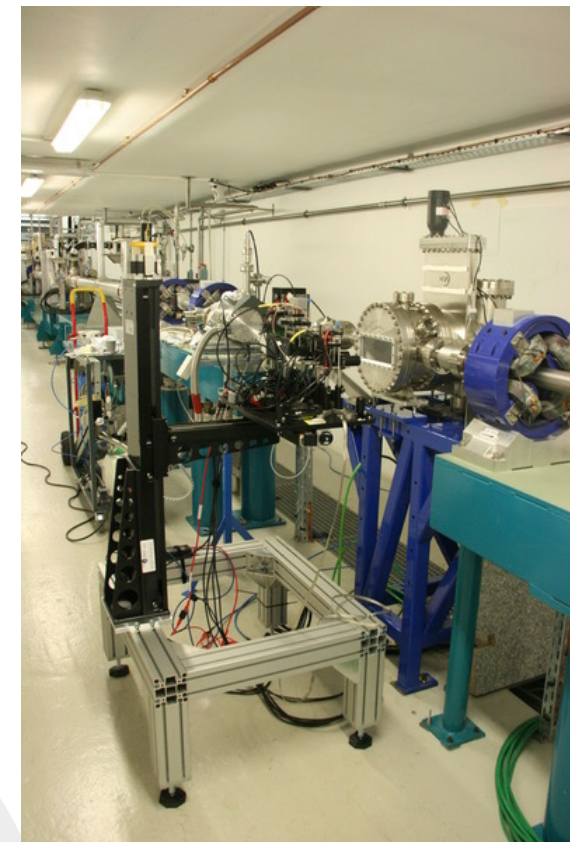
## Expérience SPESO à SOLEIL

- Expérience sur le linac du synchrotron SOLEIL
- 100 MeV, paquet picoseconde





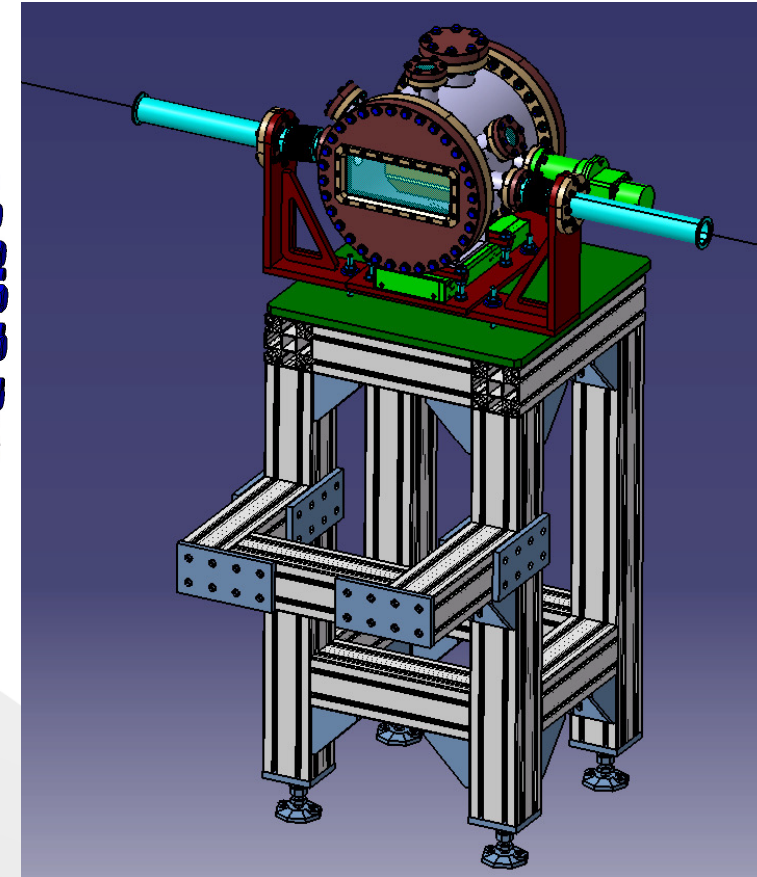
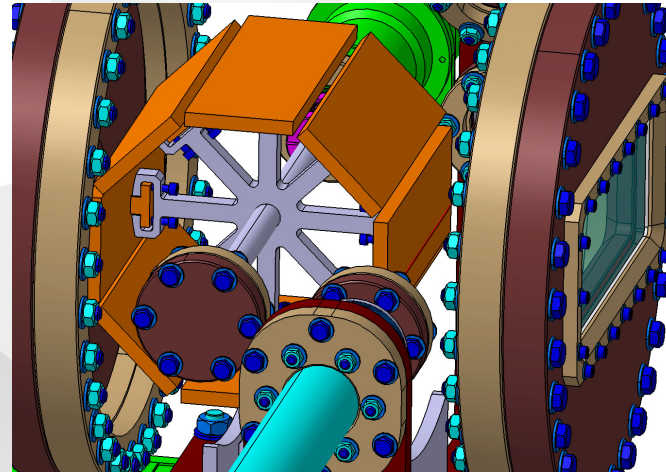
- **Objectifs initiaux:**
  - mieux comprendre la distribution spatiale du signal
  - Qualifier de nouveaux détecteurs et de nouvelles optiques
- **Solutions:**
  - Système 5D (3 translations, 2 rotations) de positionnement des détecteurs
  - Fenêtre en quartz z-cut
  - Anti-chambre pour pour changer facilement les réseaux (1 seul réseau installé à la fois) sans casser le vide *mais finalement jamais utilisées pour cela.*





## Expérience à Frascati

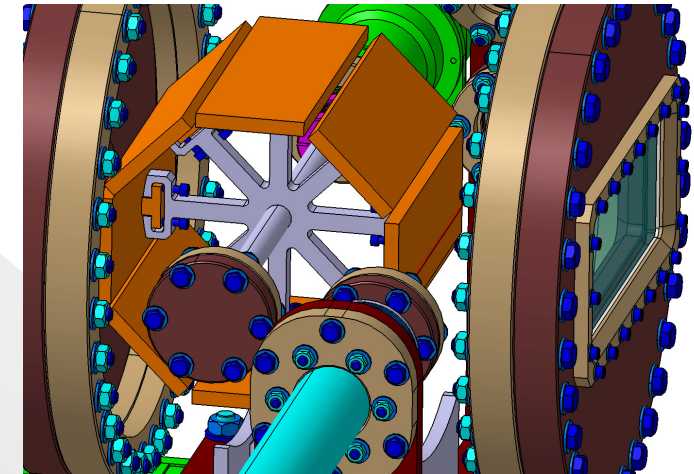
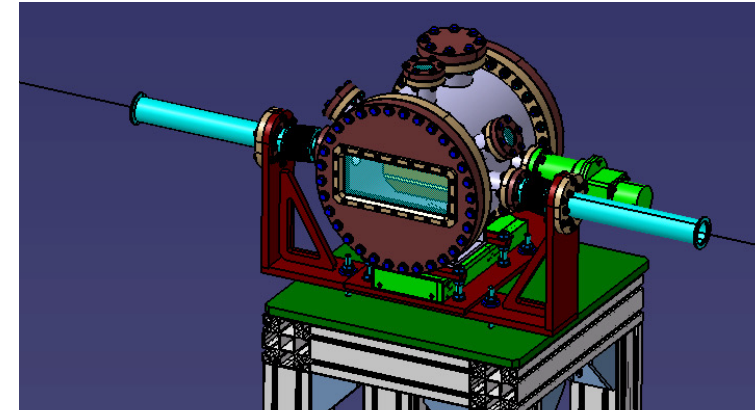
- Installé à SPARC au LN Frascati
- 100 MeV, paquet sub-picoseconde
- Buts: tests de la stratégie de mesure en un tir.
- Mesures retardées par des problèmes techniques sur l'accélérateur et la pandémie.







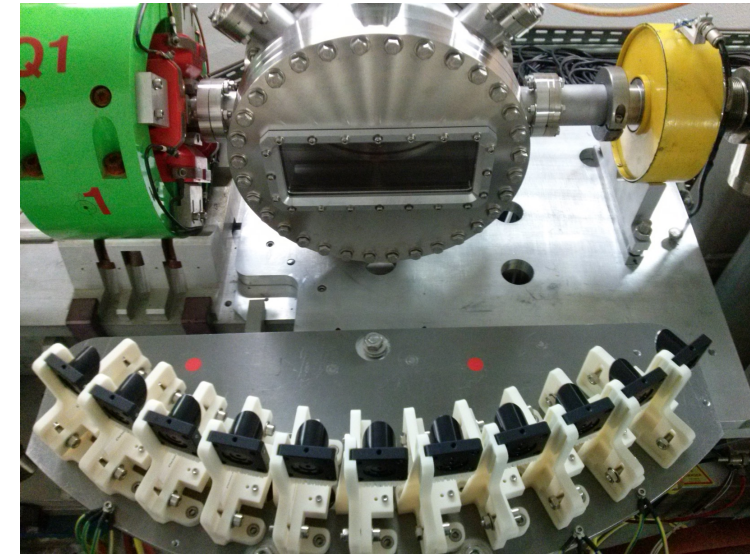
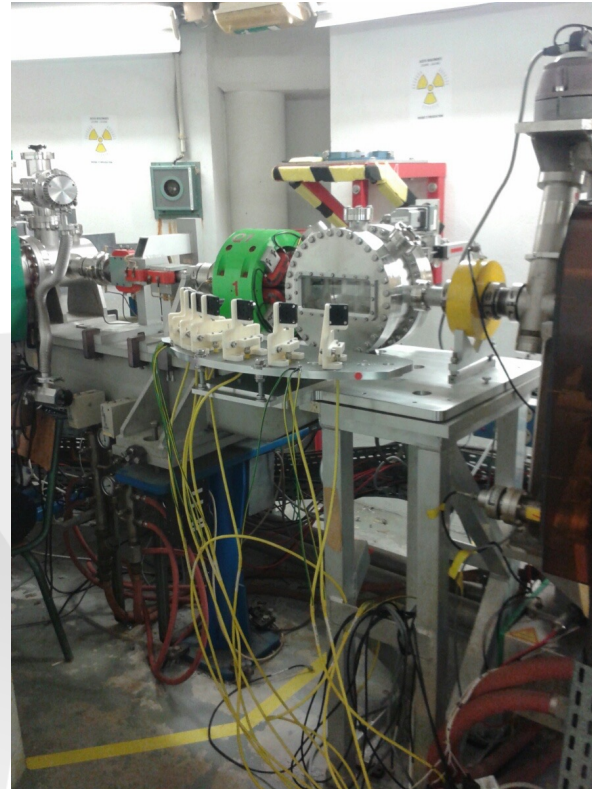
- Améliorations/évolution par rapport aux montages précédents:
  - Carrousel avec encodage externe de la position des réseaux
  - Hublots de visualisation (+caméra)
  - Toute la chambre est sur une table de translation
  - Acquisition par wavecatcher
- Retour d'expérience:
  - Pas de butée sur la rotation => perte de référence quand le contrôleur redémarre
  - Les caméras pour voir ce qui se passe c'est très utile!
  - Casse mécanique sur la table de translation (sollicité une fois tous les deux ans).
  - Difficile d'insérer le wavecatcher dans la DAQ (pb windows/linux) mais bonnes performances.





## Expérience à CLIO

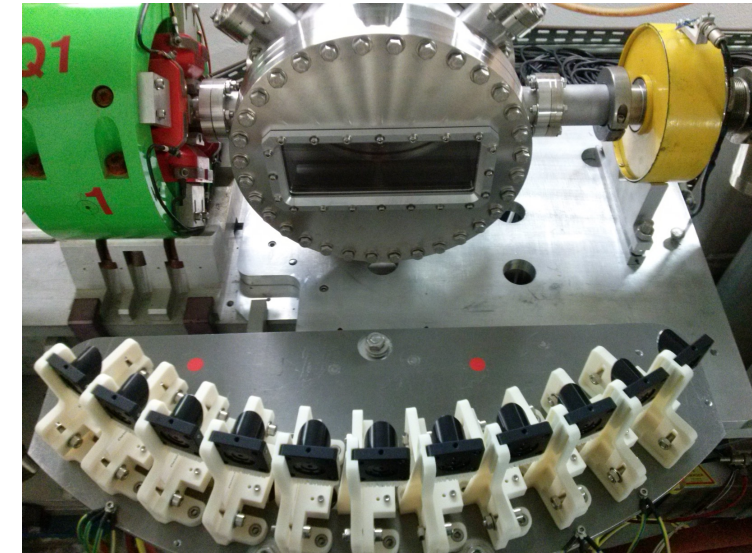
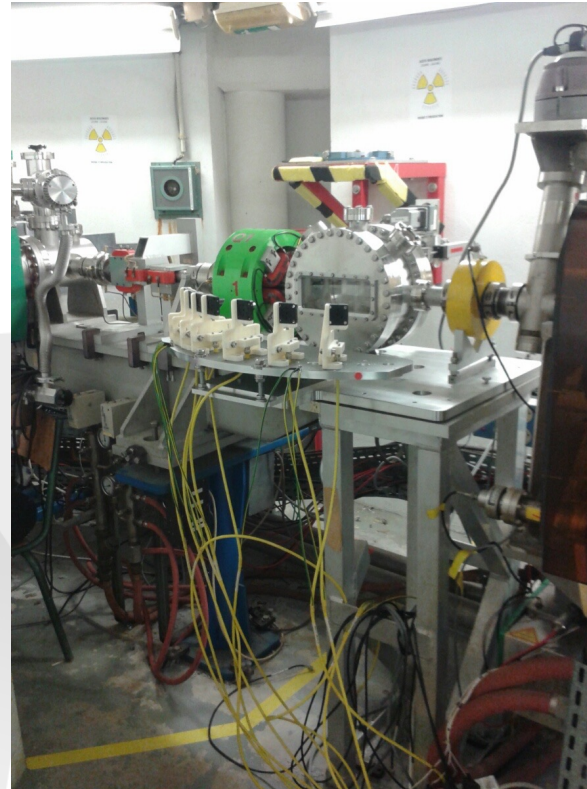
- CLIO (collaboration LAL-LURE): Laser à Électrons libres installé à Orsay
- $\sim 30$  MeV, quelques ps
- But: démontrer des mesures en direct en salle de contrôle

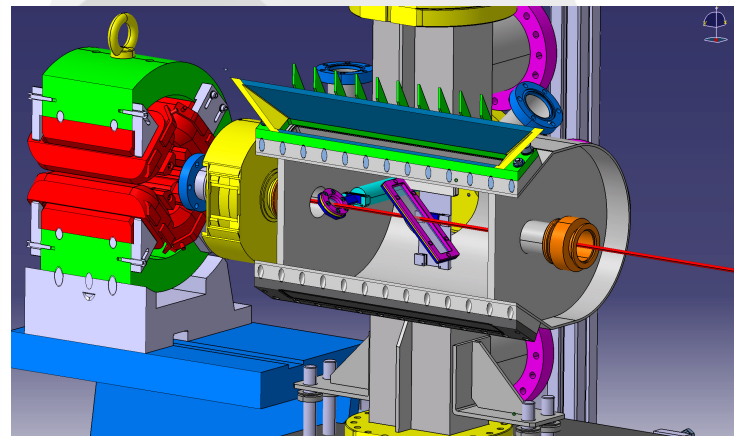
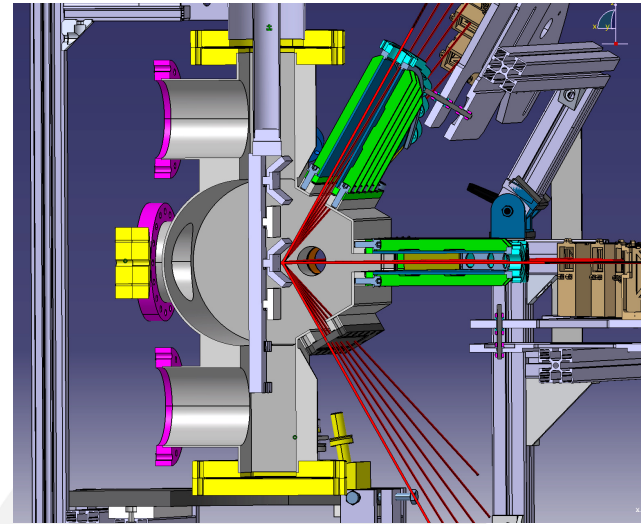
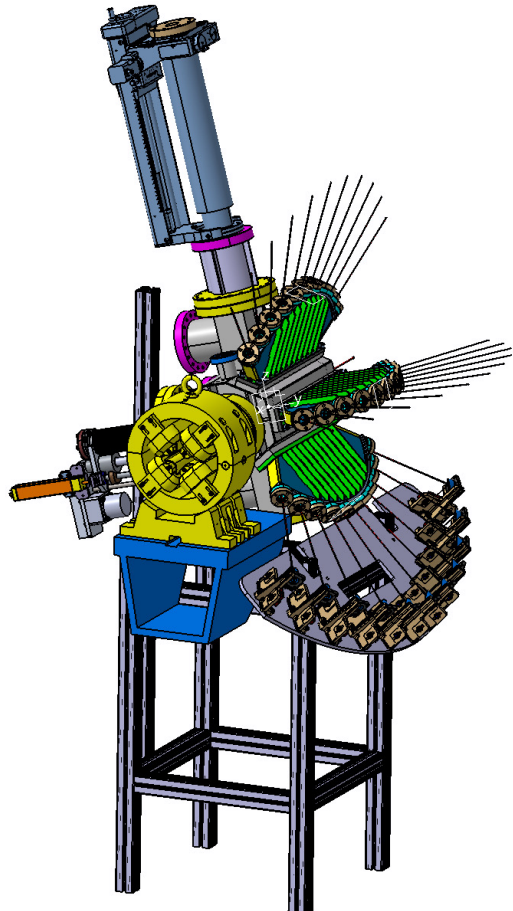






- Version 1 conçue après celle de SPARC mais utilisée avant.
- Évolutions:
  - Utilisation d'un écran à rayonnement de transition pour trouver le signal
  - Supports optiques en fabrication additive.
- Version 1 assez simple => version 2





- Cahier des charges de la version 2:

- Permettre d'exposer plusieurs réseaux sans casser le vide
- Permettre d'exposer plusieurs réseaux en même temps
- Permettre des mesures avec 2 OTR simultanément pour mesurer les écrantages de charges

- Solutions:

- Utilisation d'un actuateur X-Y-Z (produit commercial)
- Pas de rotation, que des translations => encodage plus facile (possibilité d'aller en butée).

- Montage en cours d'installation à CLIO





## DAQ

- **3 solutions étudiées**
  - Solution propriétaire série
  - Acquitek  
32 voies, 18 bits,  
1MS/s, pilotes linux
  - Wavecatchers  
8 puis 16 voies, 12 bits,  
3.2GS/s
- **Retour d'expérience:**
  - Importance d'une bibliothèque de contrôle souple.

## Moteurs pas à pas

- **1 solution**
  - Contrôleur WAGO
- **Retour d'expérience:**
  - Code initial compliqué à écrire
  - Difficile d'ajouter des nouveaux moteurs.
  - Très fiable une fois que cela fonctionne.

## Contrôle commande

- **Matlab**
  - Historiquement: Matlab
  - Problèmes de licenses
- **Python**
  - Évolution progressive vers une bibliothèque python sous linux
  - Pour CLIO le CC tourne sur une raspberry pi.
  - Tous les échanges se font par TCP/IP
  - Wavecatcher encore à intégrer.



- Évolution d'un montage expérimental au fur et à mesure des tests.
- **Merci à ceux qui ont contribué aux réalisations:**
  - BE de l'IJCLab: Stéphane Jenzer, Alexandre Gonnin, Alexandre Migayron  
Groupe vide: Bruno Mercier, Manuel Alves, Eric Mistretta, ...  
Atelier mécanique: Frederick Gauthier, ...
  - Post-doctorants, doctorants et stagiaires: Joanna Barros, Mélissa Vieille Grosjean, Solène Le Corre, Vitalii Khodnevich, Maksym Malovytsia, ...
  - Et les collaborateurs externes: Oxford, SOLEIL, SLAC, Frascati, CLIO, ...