

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



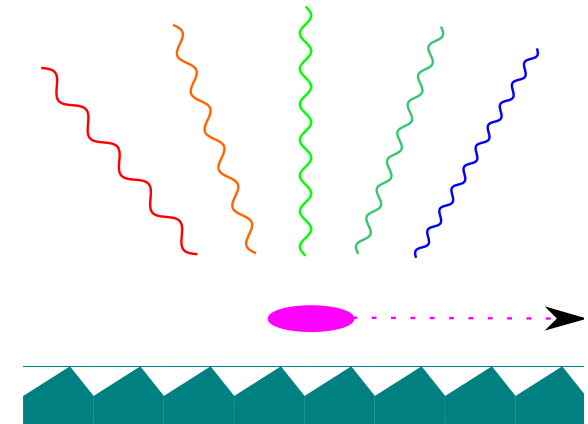


- Le principe
- Les expériences et les solutions techniques

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.

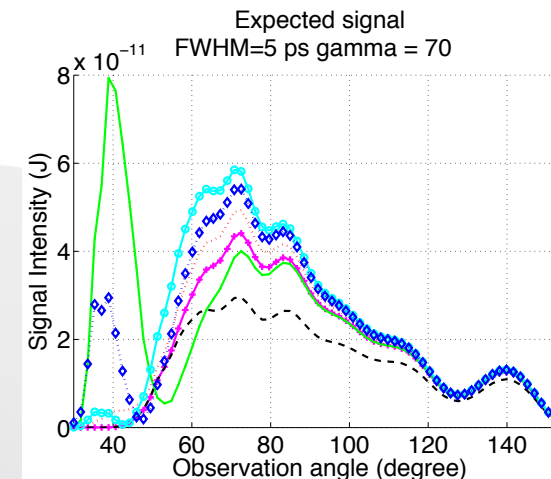
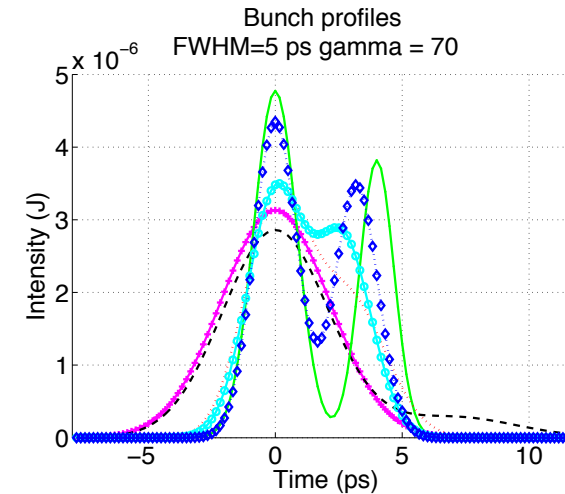


$$\left(\frac{dI}{d\Omega d\omega} \right)_{N_e} (\Omega, \omega) = \left(\frac{dI}{d\Omega d\omega} \right)_{sp} (\Omega, \omega) \cdot [N_e + N_e(N_e + 1) |F(\omega)|^2]$$



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:

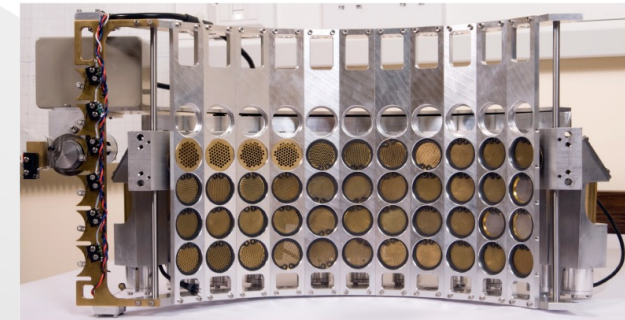
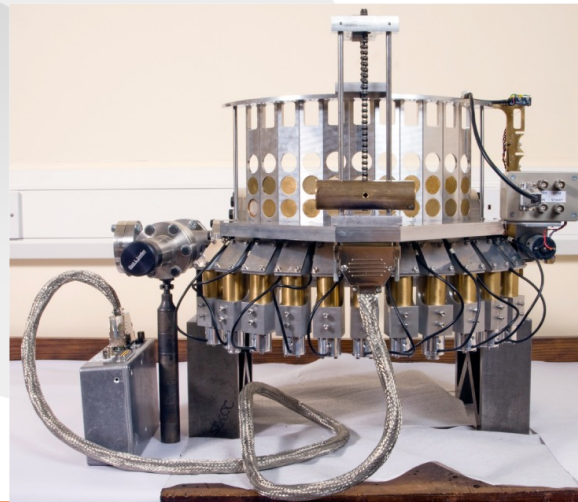
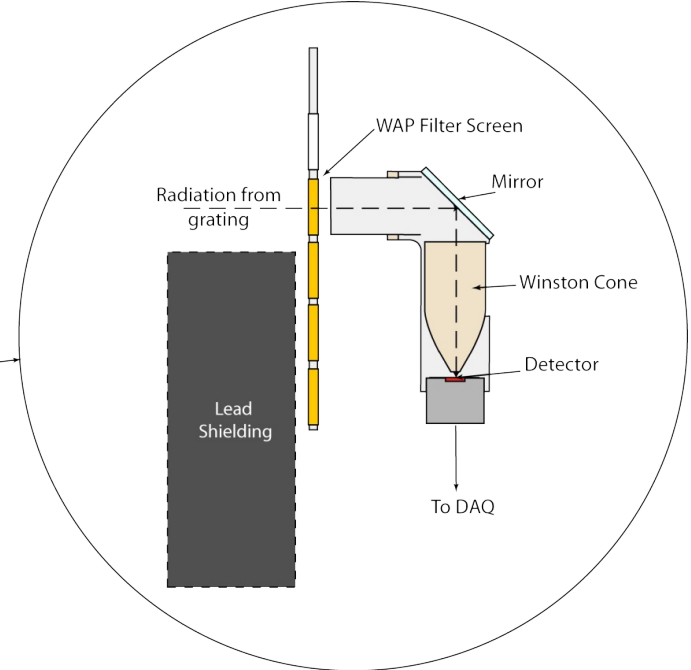
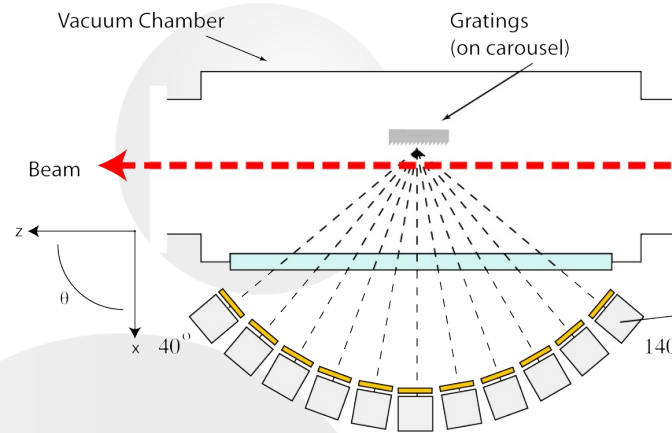
Présenter les solutions techniques qui ont été mises en œuvre au fil des expériences

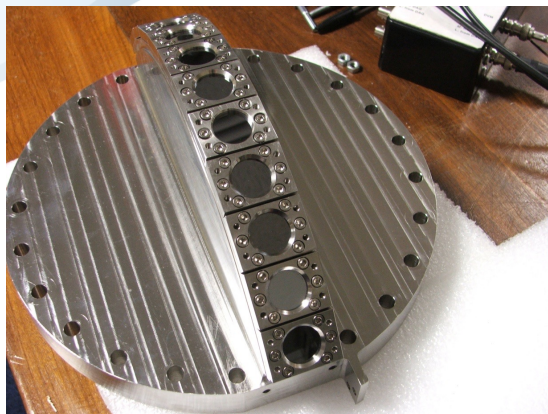
- E-203 à FACET (SLAC)
- SPESO à SOLEIL
- Mesures à Frascati
- Mesures à CLIO



Expérience E-203 à FACET (SLAC)

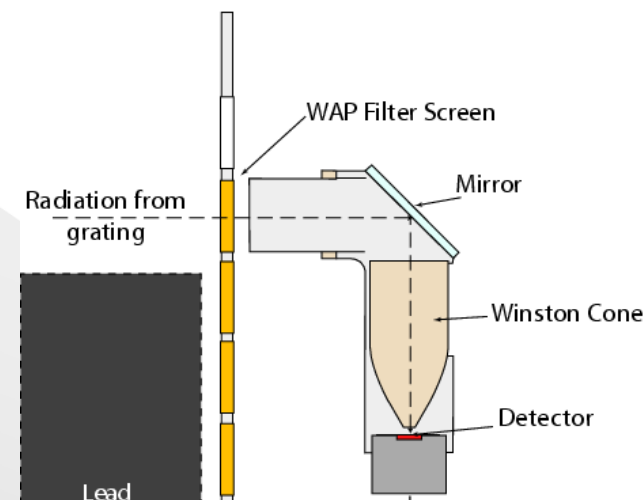
- Expérience en collaboration avec l'Université d'Oxford
- FACET: 20 GeV, paquets centaines de femtoseconde





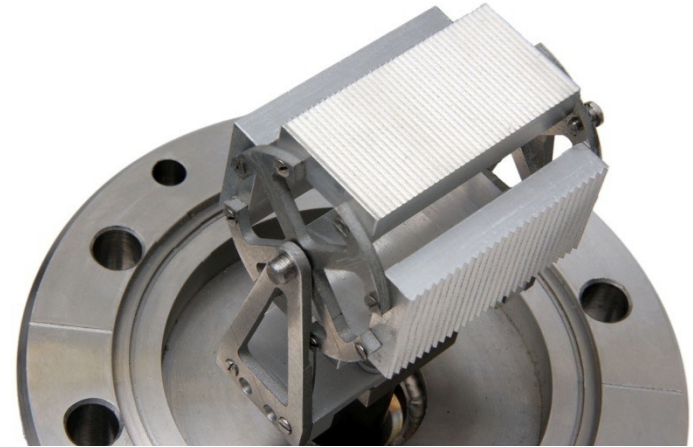
- Mesure de rayonnement infrarouge lointain (\sim mm)
=> fenêtres en silicium
=> joint indium pour le vide

- 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.



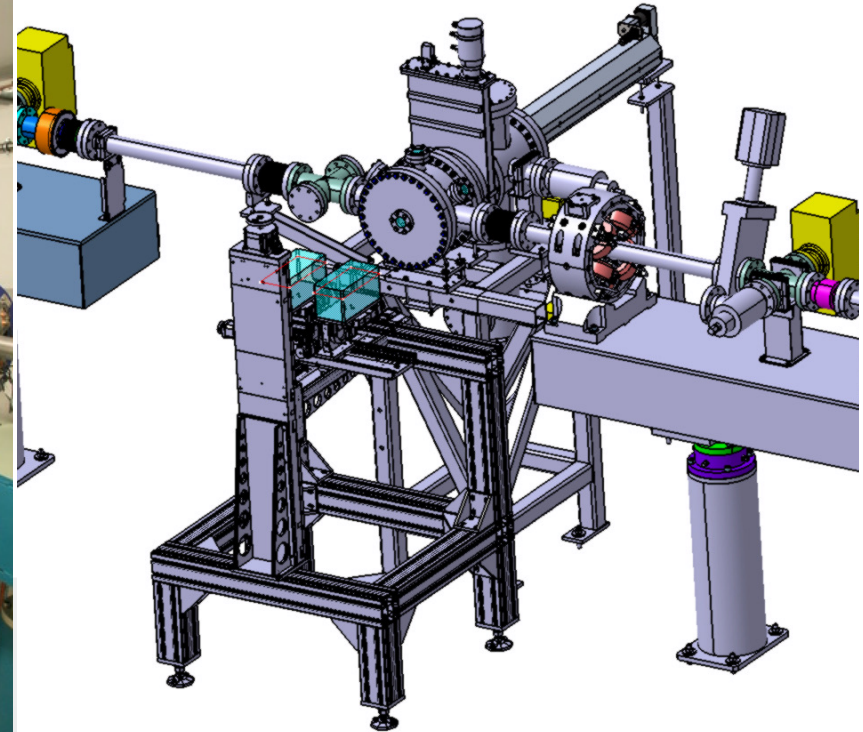
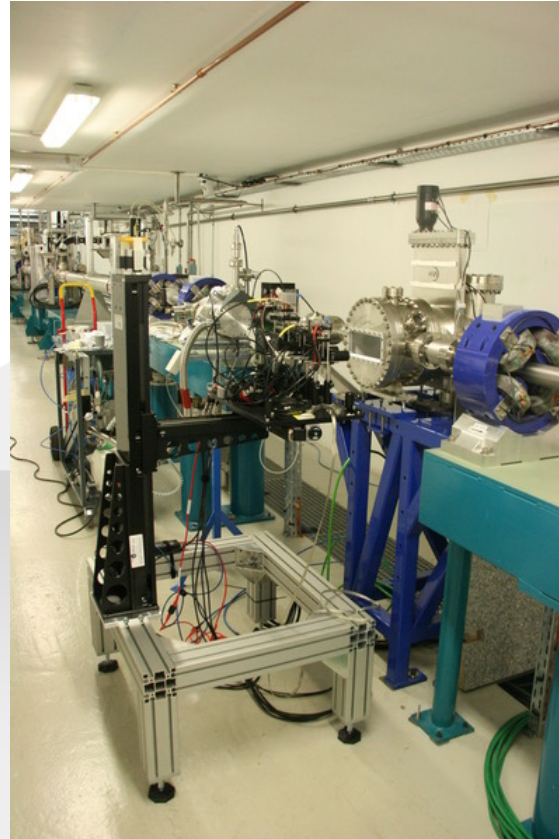
Retour d'expérience:

- 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.



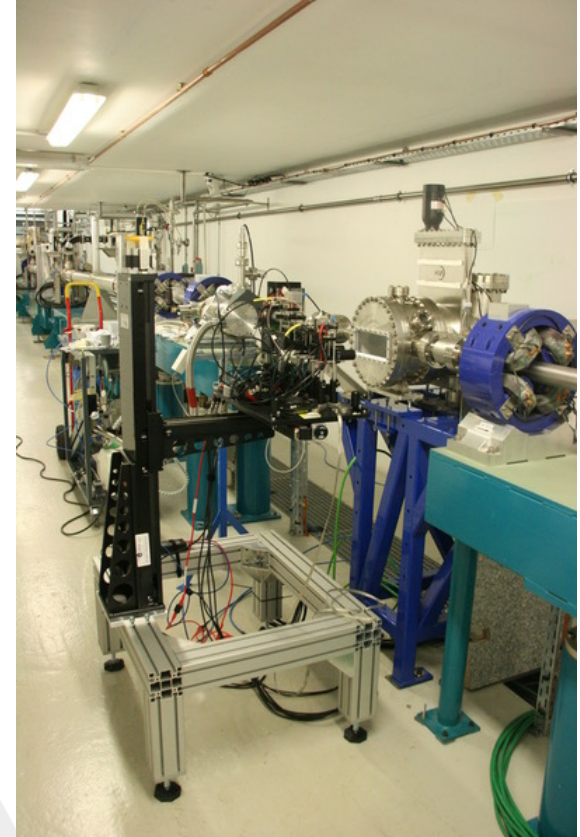
Expérience SPESO à SOLEIL

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





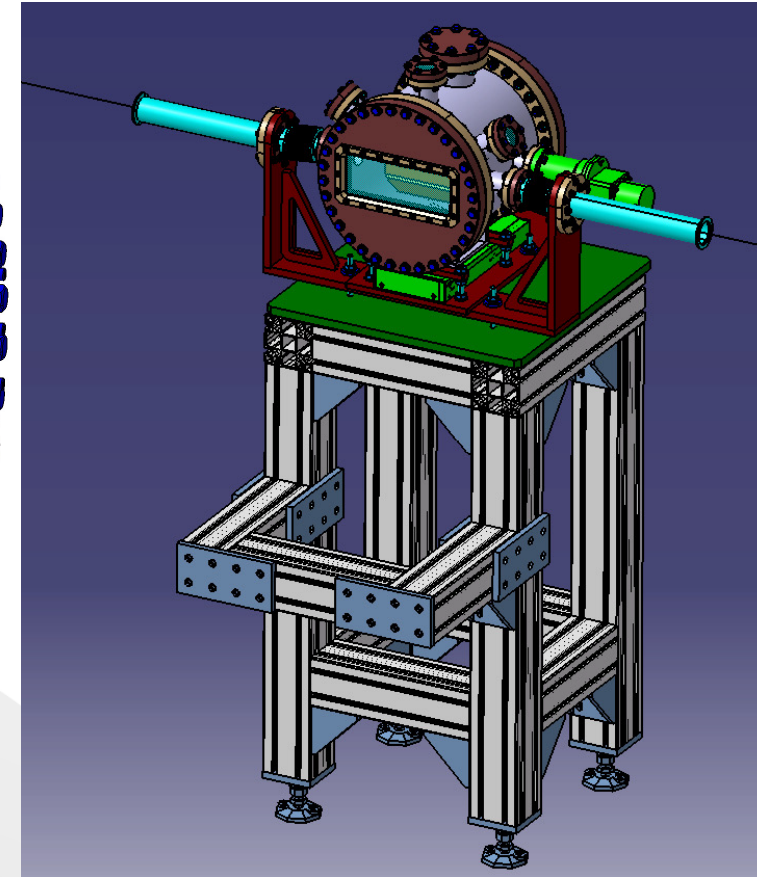
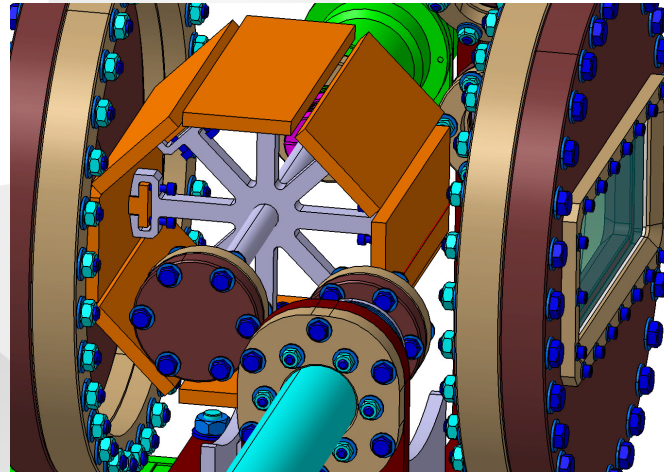
- **Objectifs initiaux:**
 - mieux comprendre la distribution spatiale du signal
 - Qualifier de nouveaux détecteurs et de nouvelles optiques
- **Solutions:**
 - Système 5D (3 translations, 2 rotations) de positionnement des détecteurs
 - Fenêtre en quartz z-cut
 - Anti-chambre pour pour changer facilement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





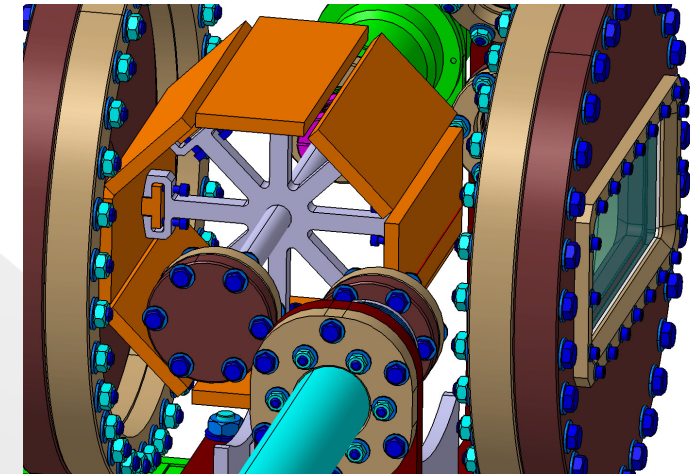
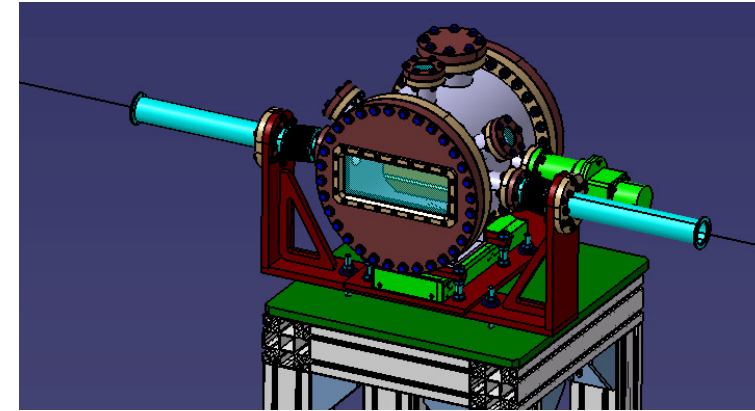
Expérience à Frascati

- 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.





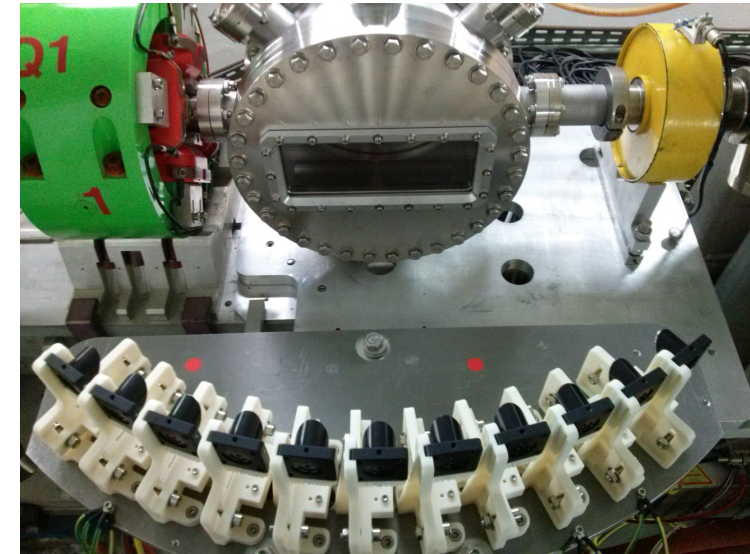
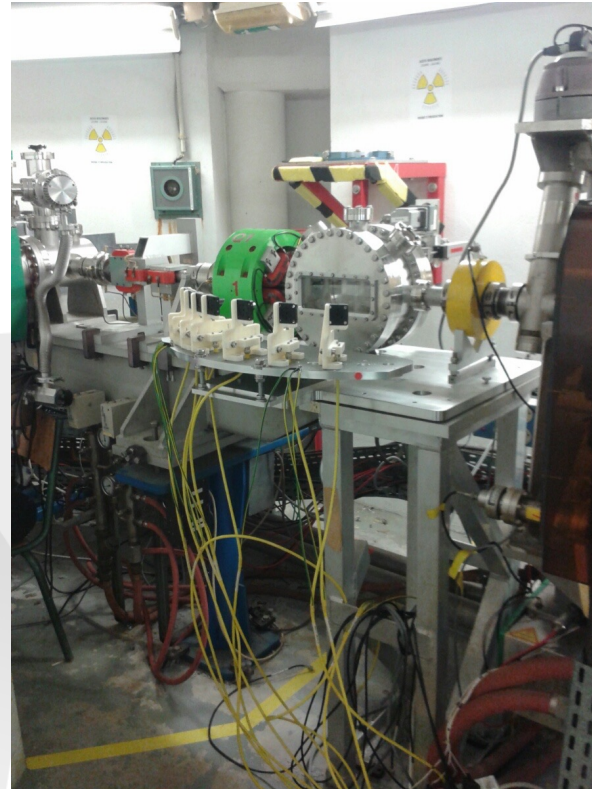
- Améliorations/évolution par rapport aux montages précédents:
 - Carrousel avec encodage externe de la position des réseaux
 - Hublots de visualisation (+caméra)
 - Toute la chambre est sur une table de translation
 - Acquisition par wavecatcher
- Retour d'expérience:
 - Pas de butée sur la rotation => 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.





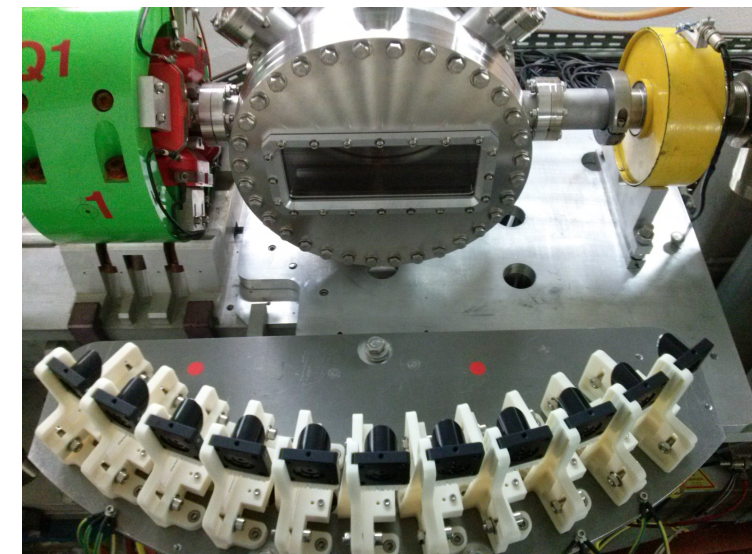
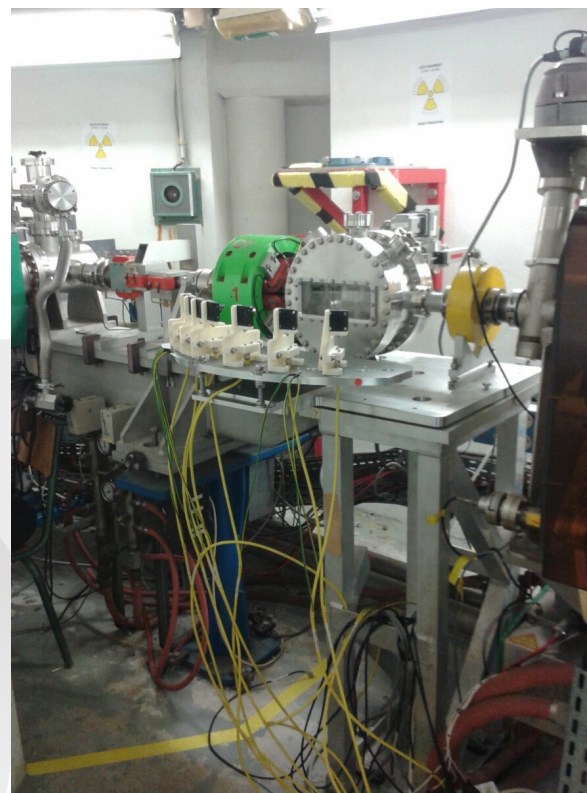
Expérience à CLIO

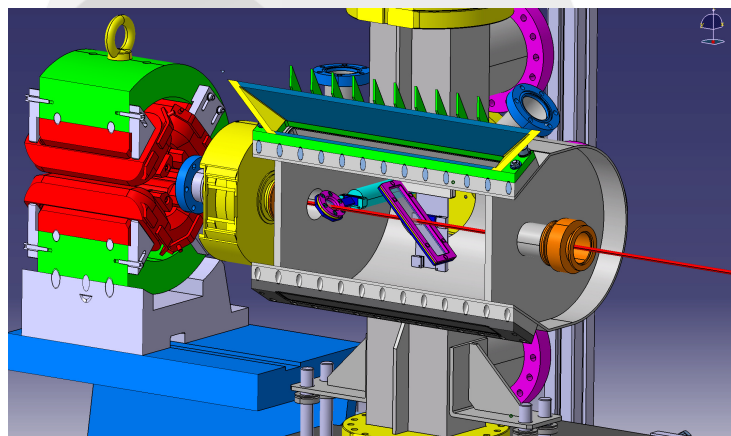
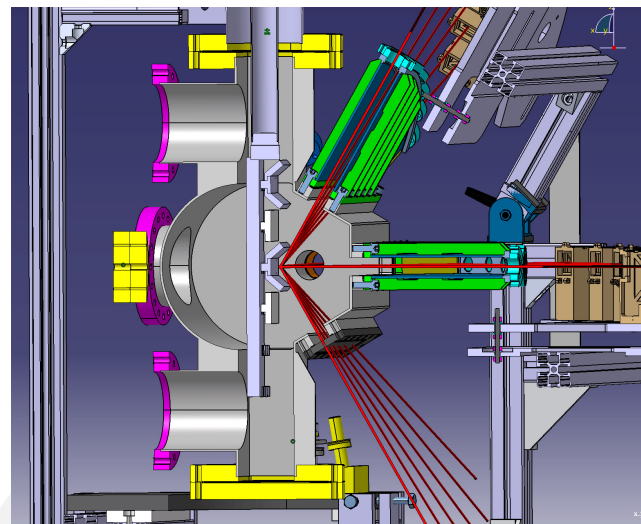
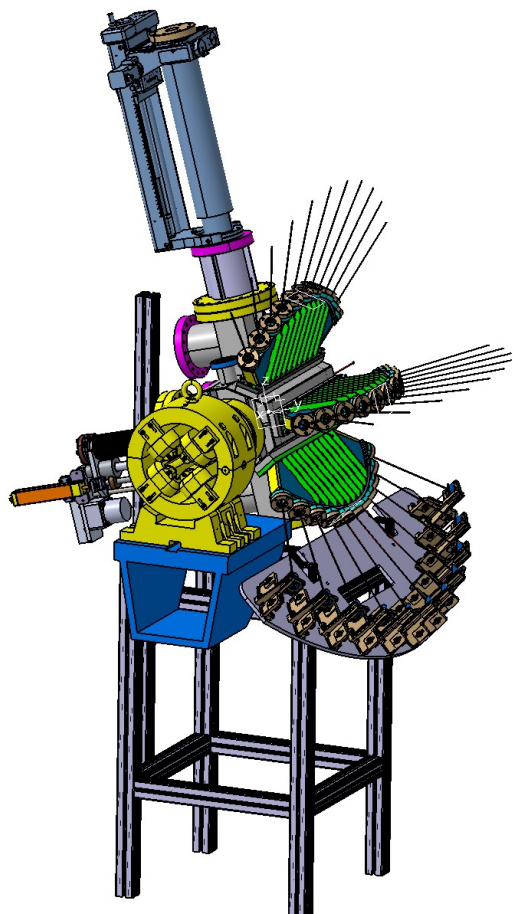
- CLIO (collaboration LAL-LURE): Laser à Électrons libres installé à Orsay
- ~ 30 MeV, quelques ps
- But: démontrer des mesures en direct en salle de contrôle





- 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, ...