

Méthodes de mesure de l'intensité du faisceau au Cyclotron Arronax

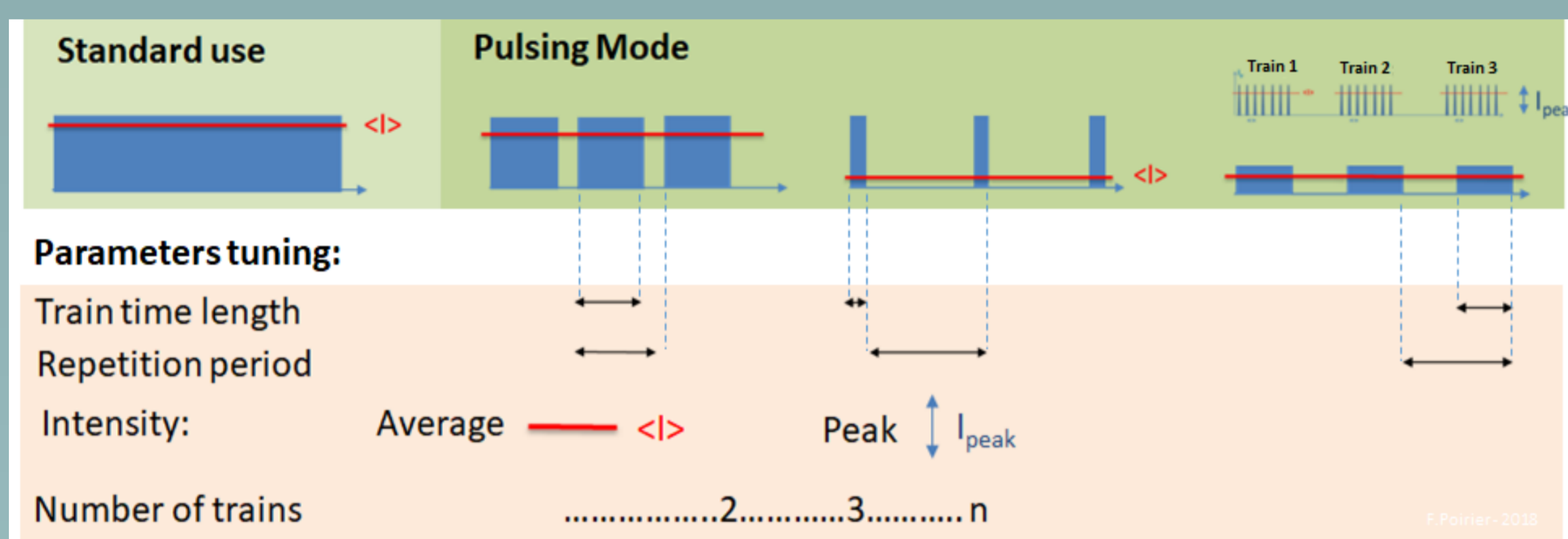
C. Koumeir^{1,2}, N. Servagent², G. Blain², A. Guertin², F. Haddad^{1,2}, V. Métivier², N. Michel^{1,2}, Q. Mouchard², F. Poirier^{1,2}, N. Varmentot^{1,3}
¹GIP ARRONAX, ²Laboratoire SUBATECH, ³Institut de Cancérologie de l'Ouest (ICO)

Le cyclotron ARRONAX C70 délivre des faisceaux de protons, des particules alphas et de deutérium avec une large gamme d'intensité (< 1fA up 375µA). Ces faisceaux sont dédiés pour la production des radioisotopes et la recherche en médecine nucléaire mais aussi pour les expériences de R&D en physique nucléaires et instrumentations, radiolyses et radiobiologie.

Les expériences en R&D sous faisceaux nécessitent la mesure de l'intensité du faisceau en ligne dans le cas des irradiations conventionnelles (Gy/min) et les irradiations FLASH (Gy/sec). Les différentes techniques utilisées au cyclotron Arronax pour la mesure de l'intensité du faisceau seront présentées ainsi que les besoins en termes de détecteurs.

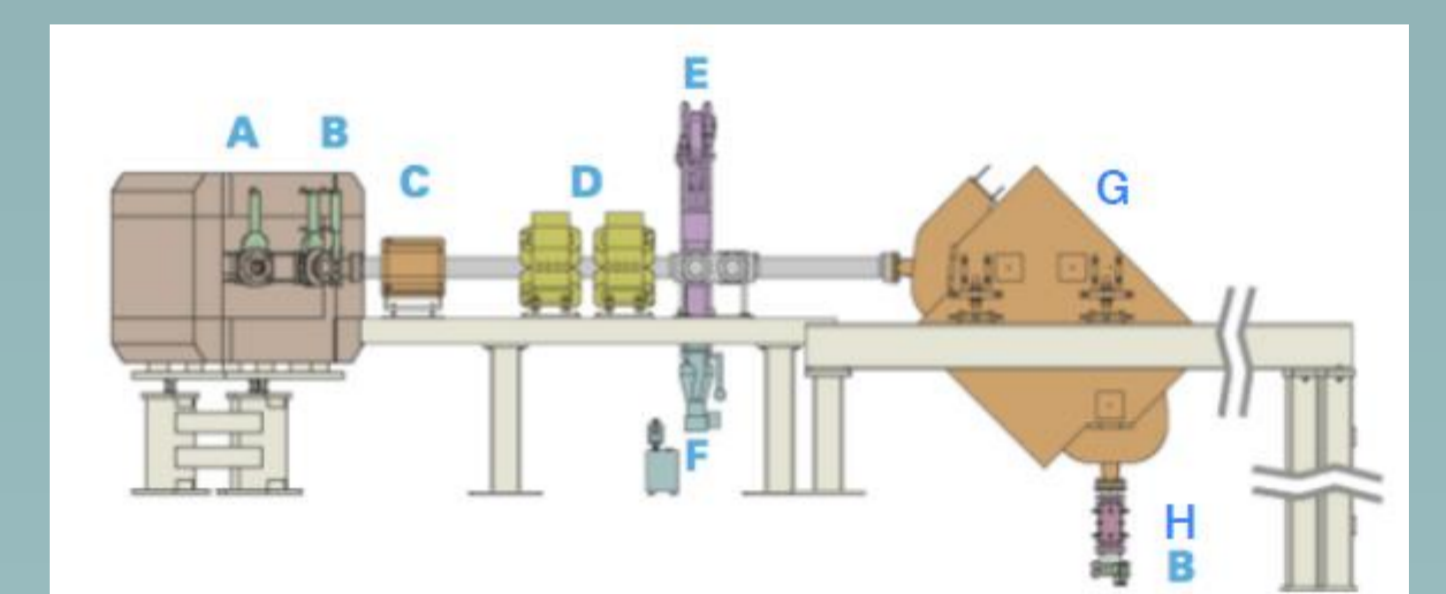
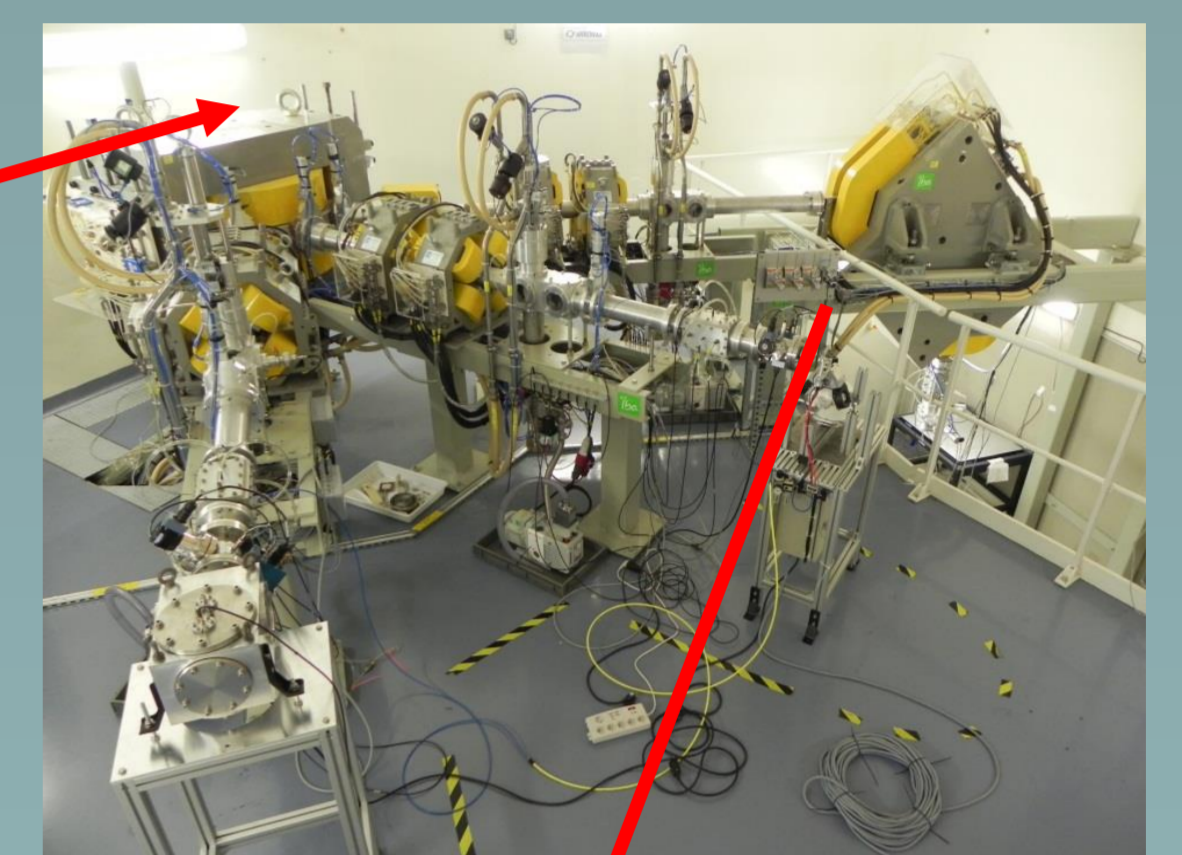
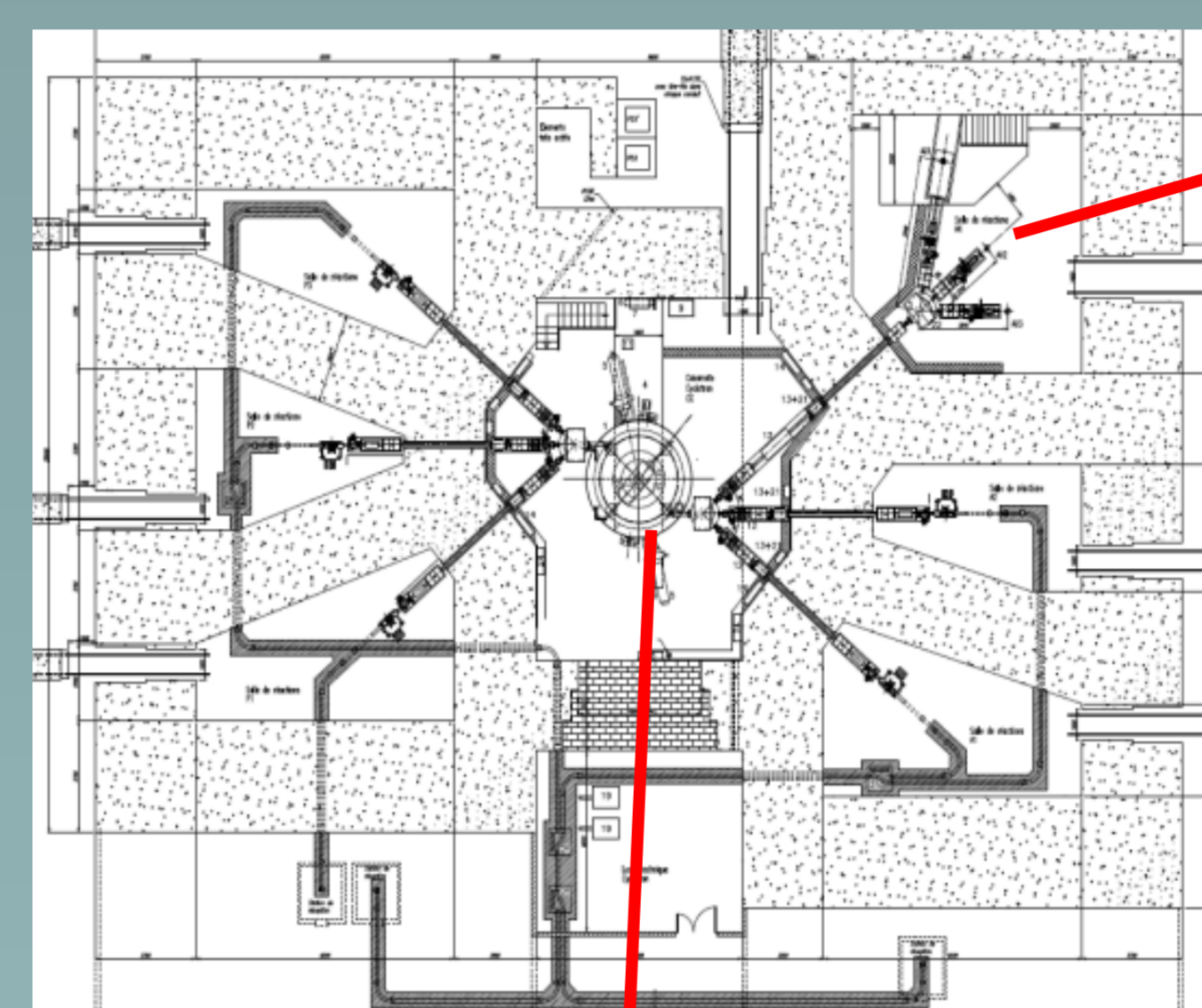
C70 ARRONAX Characteristics

Beam	Accelerated particles	Energy range (MeV)	Range in Water (cm)	Intensity (µA)
Proton	H-	30-70	0,8-3,8	1e-6-->375
	HH+	17	0,3	<50
Deuteron	D-	15-35	0,1-0,6	<50
Alpha	He++	68	0,3	1e-6-->70

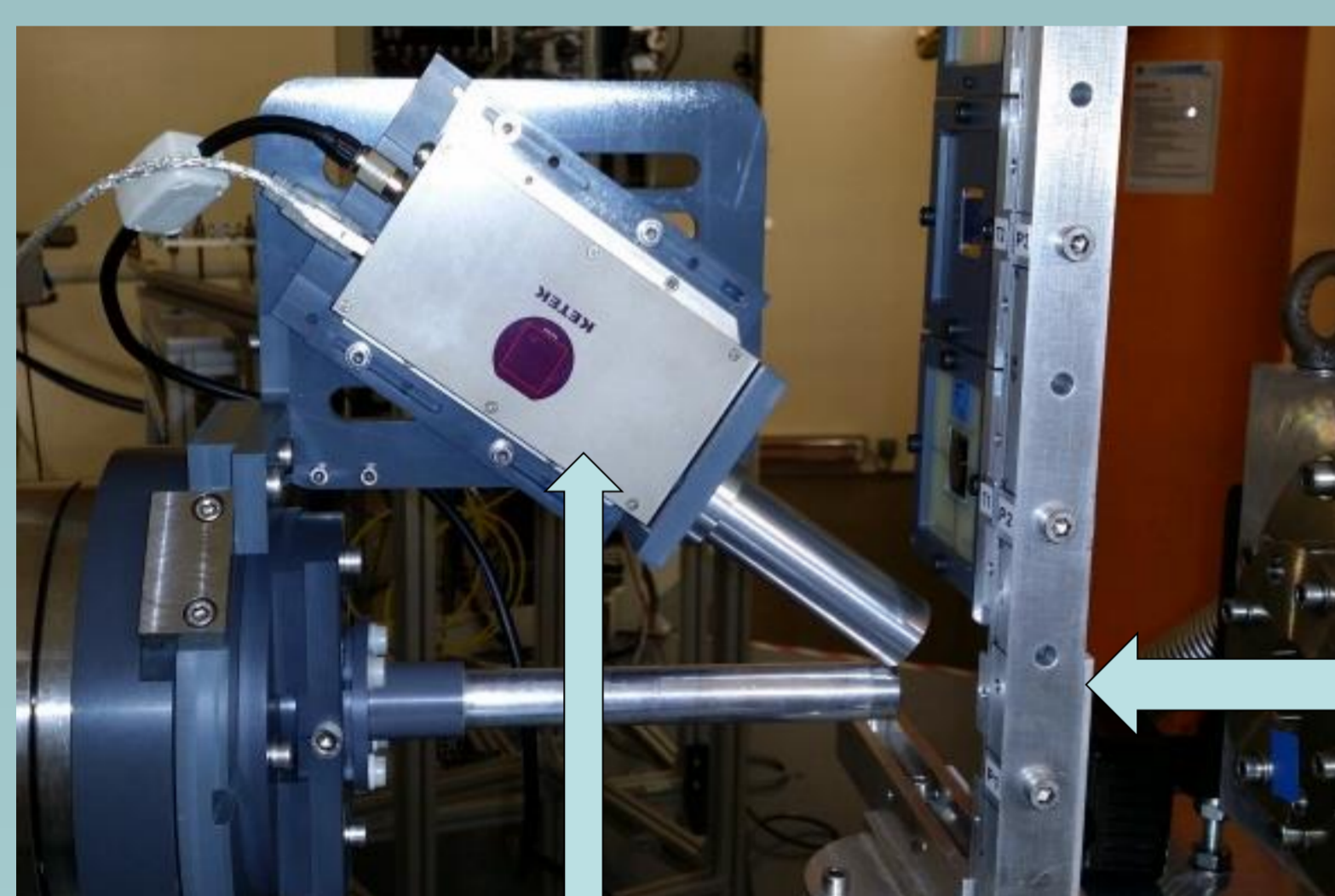


- Standard use: les pulses du faisceau sont séparés par 32,8ns
- Pulsing mode: système de pulsation pour modifier la longueur des trains dans l'injection du cyclotron avec une capacité théorique d'envoyer un train de 10 pulses (330 ns) avec une période maximale de 150 kHz

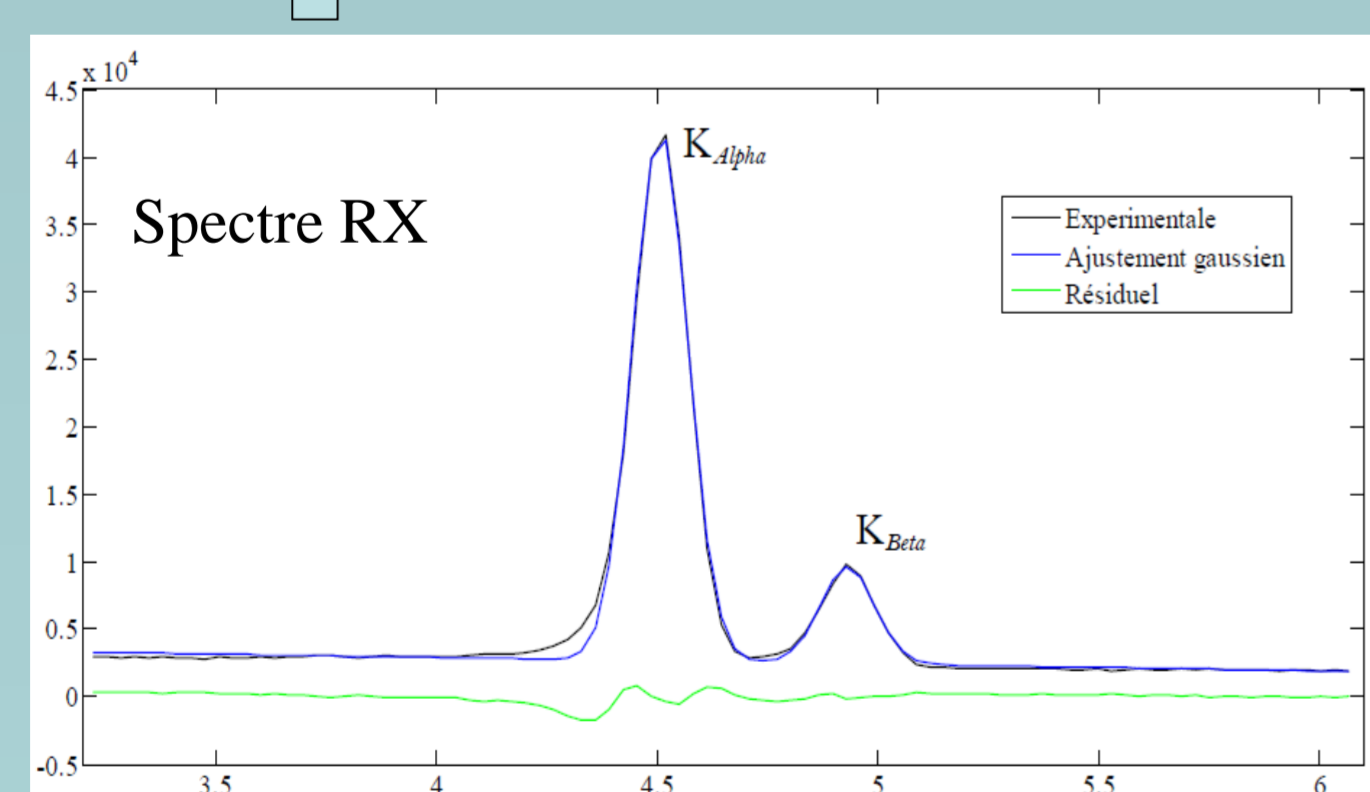
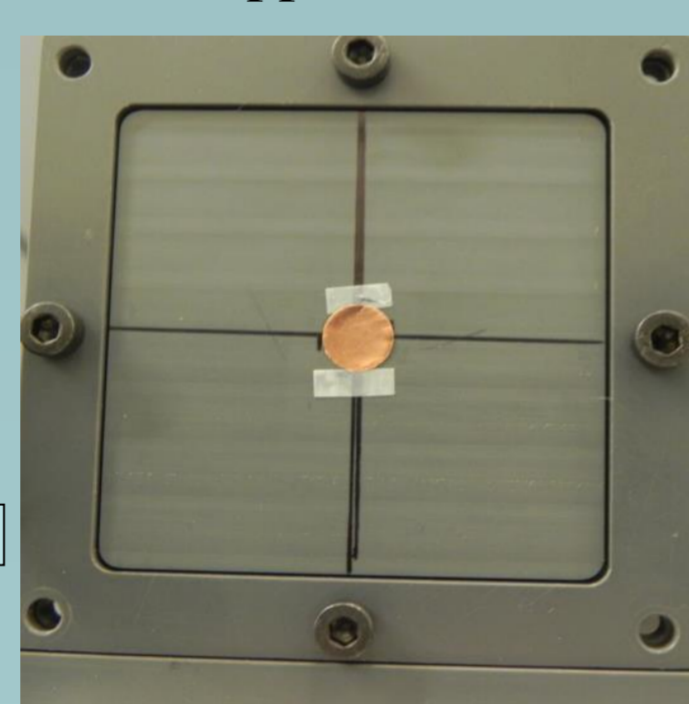
C70 ARRONAX research vault



Mesure de l'intensité avec un moniteur à rayons X [1]



Feuille de Cu avec son support

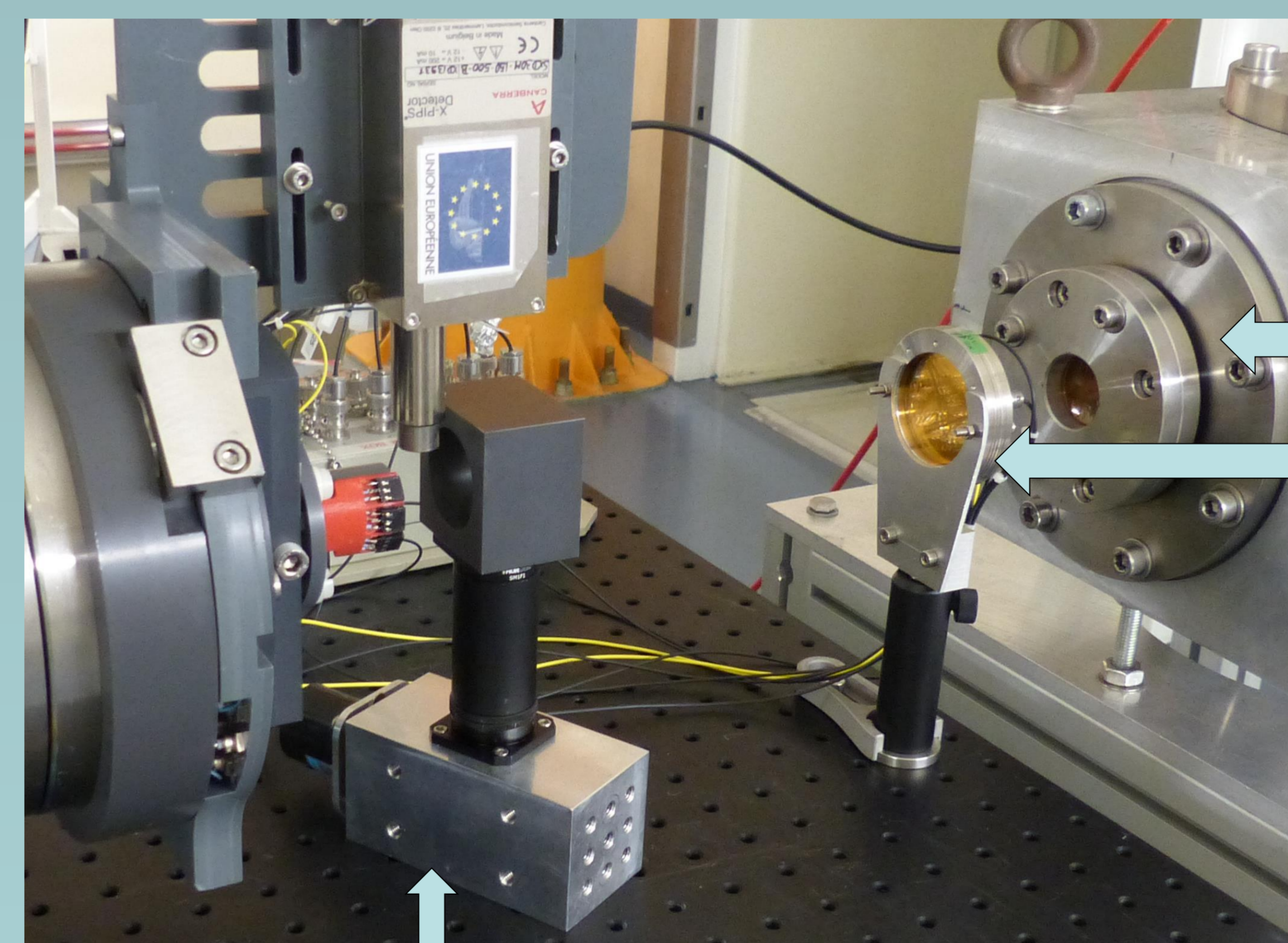


- Perturbe très faiblement le faisceau (épaisseur de la feuille moniteur <10µm)
- Adaptée aux différentes tailles de faisceau
- Gamme de sensibilité dépend du détecteur et de son électronique, l'angle solide... un SDD peut couvrir la gamme de mesure entre 1pA et 10nA.
- Précision de mesure dépend de la fluctuation statistique du nombre de rayons X détectés

Conclusion and Perspectives

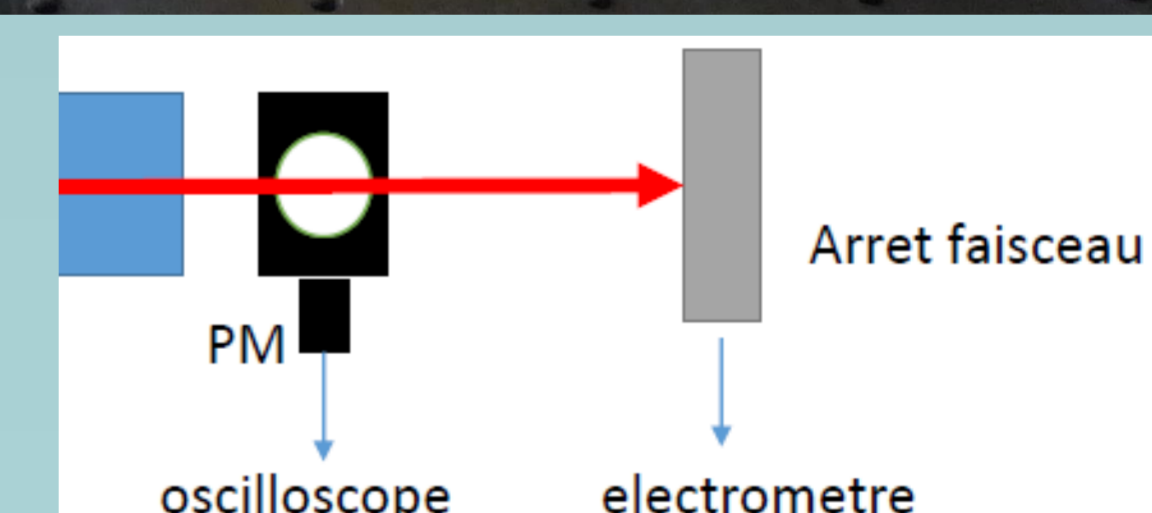
- Plusieurs méthodes de mesure d'intensité ont été implémentées au cyclotron Arronax pour couvrir une large gamme d'intensité.
- Besoin des détecteurs rapides pour monitorer les pulses du faisceau pendant les irradiations Flash (plusieurs Gy/sec)

Mesure de l'intensité avec un moniteur à lumière

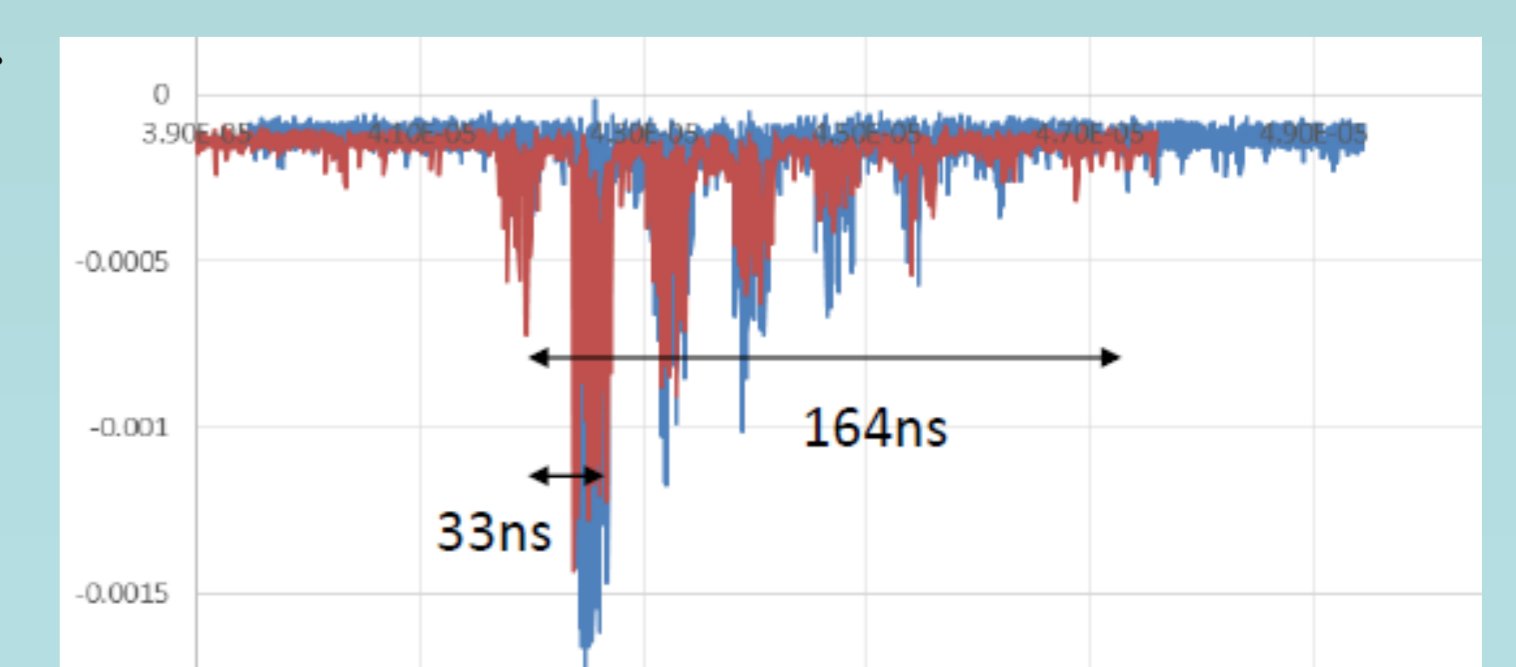


Cage de Faraday
Chambre d'ionisation

Photomultiplicateur pour détecter la lumière émise par l'air



- Méthode non invasive et adaptée aux différentes tailles de faisceau
- Gamme de sensibilité (1nA-100nA). La mesure des faibles intensités dépend du bruit du PM. Cette méthode est adaptée pour les hautes intensités (électronique déportée)
- Précision dépend de la fluctuation du courant du PM. Pour une intensité donnée, la fluctuation est de l'ordre de 2%.
- La réponse du PM est rapide (temps de montée 2ns) permet de définir les pulses du faisceau par intégration temporelle.



REFERENCES

[1] C. Koumeir et al, THE RADIOBIOLOGICAL PLATFORM AT ARRONAX, Radiation Protection Dosimetry (2019) Doi: 10.1093/rpd/ncy/301