

# Arronax

F.Poirier

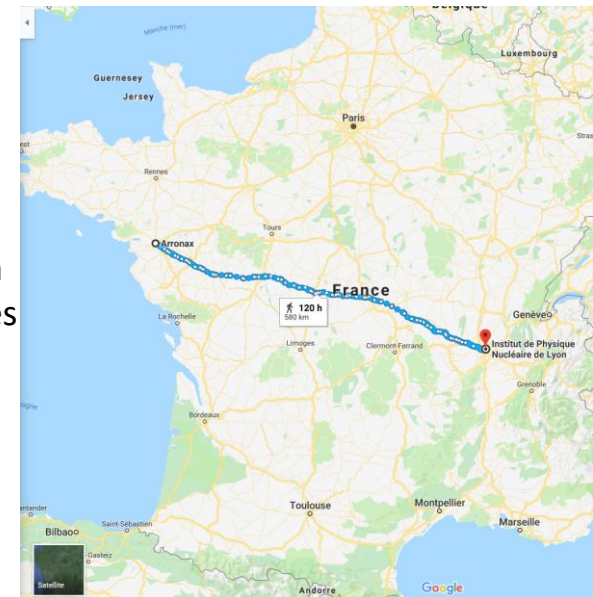
Réseau Instrumentation Faisceau

27/03/2019 - IPNL

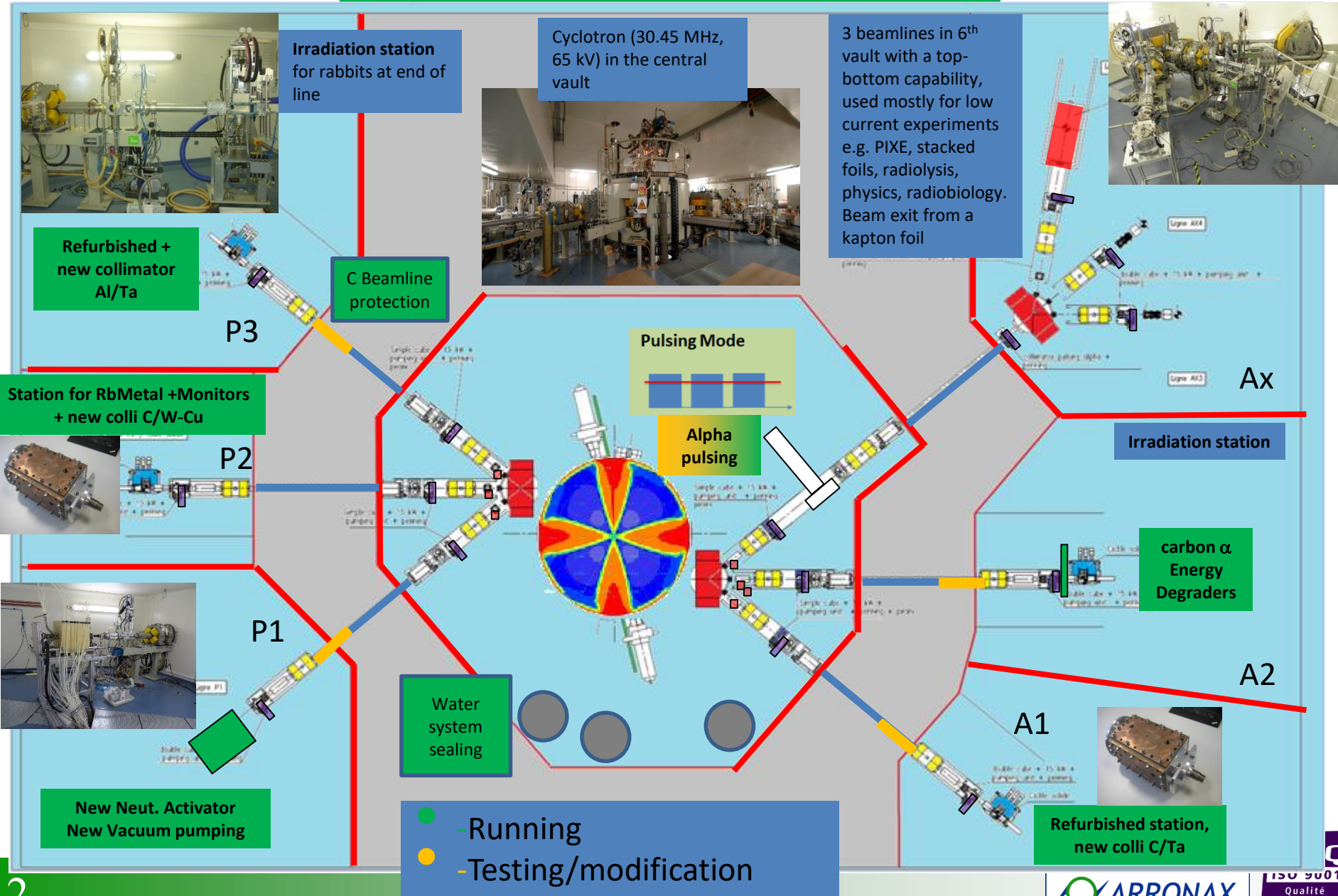


ARRONAX: Accelerator for Research in  
Radiochemistry and Oncology at Nantes  
Atlantique.

10 ans

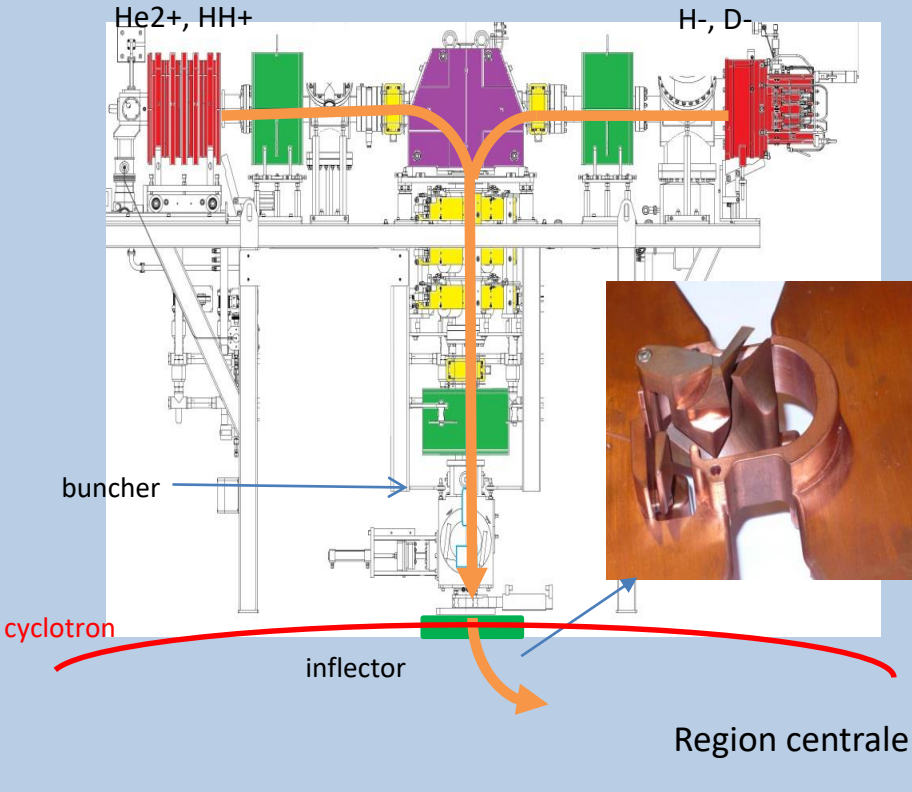


# Lignes de faisceaux

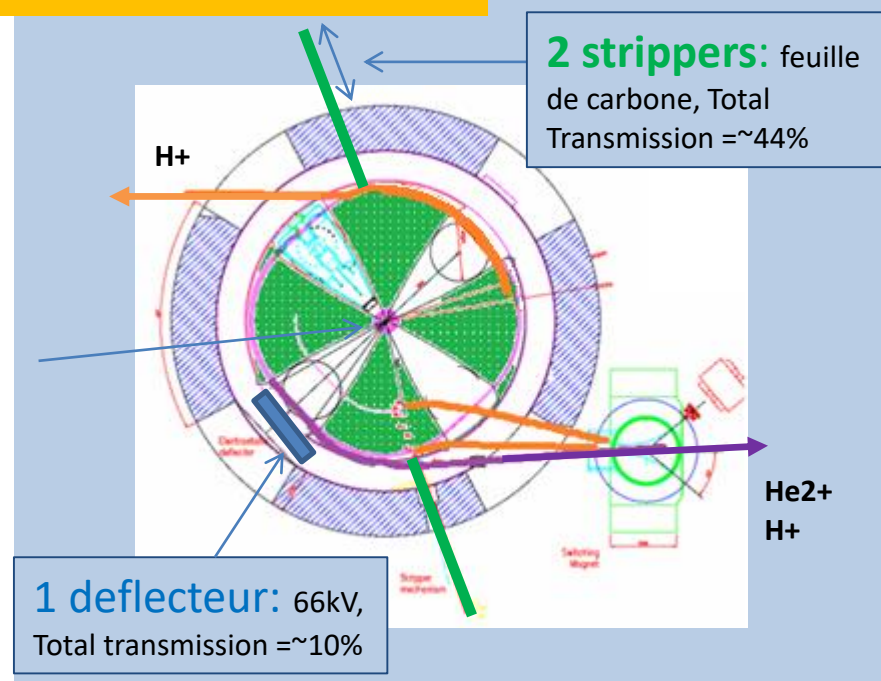


# La Machine

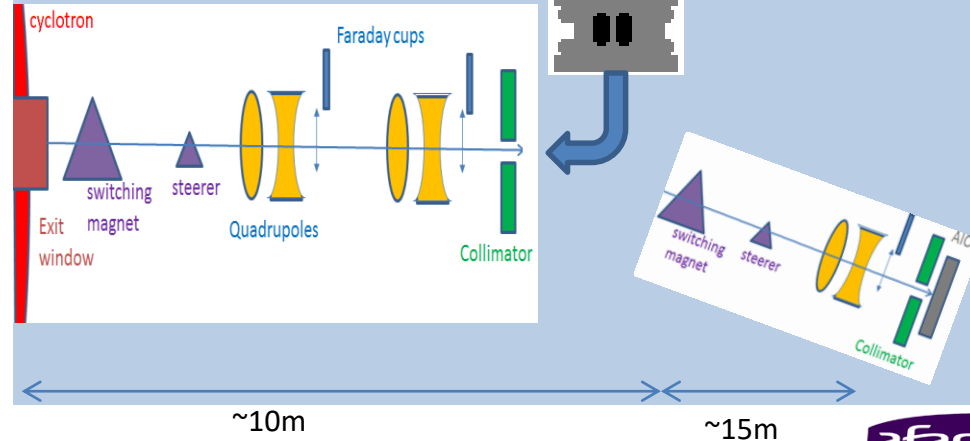
## 2 sources au dessus du cyclotron



## 2 types d'extraction

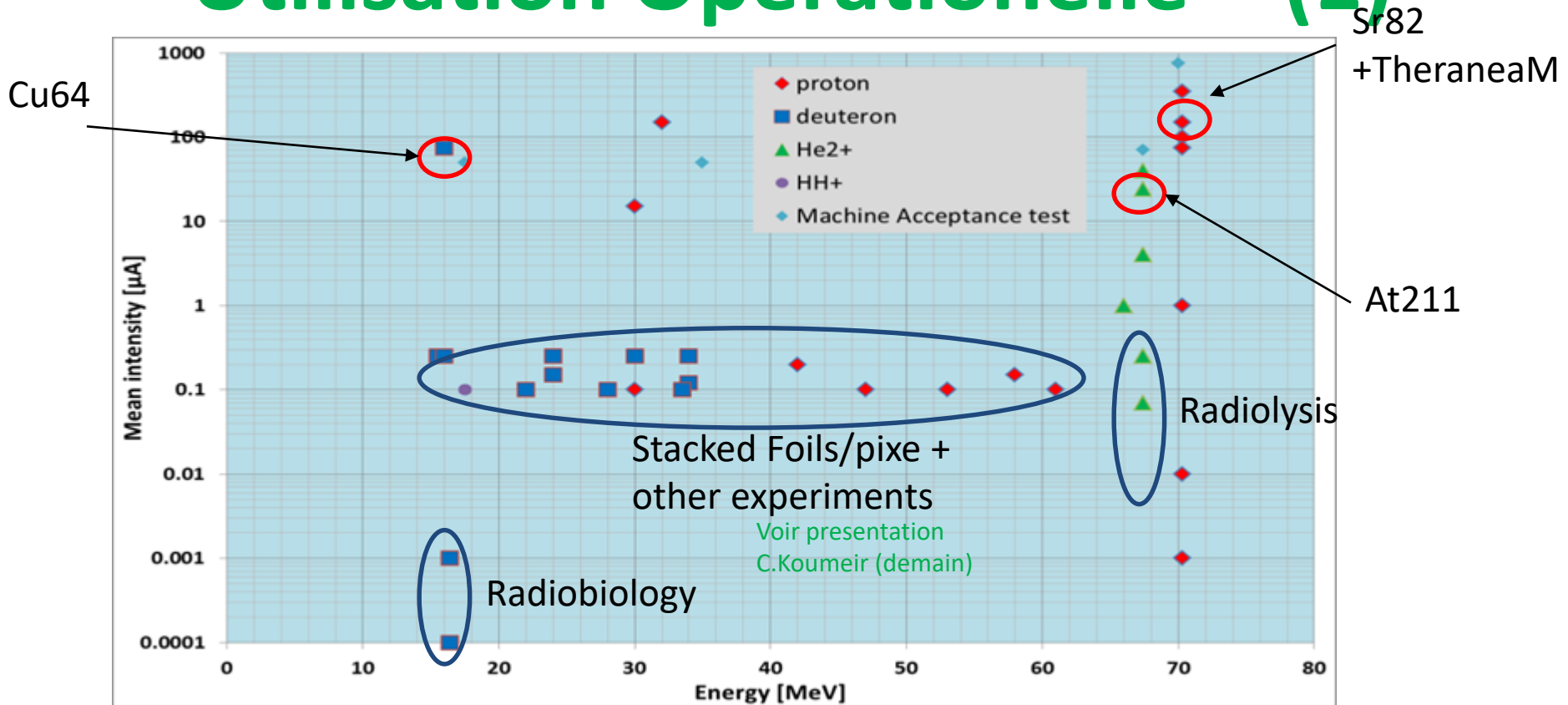


## Lignes faisceaux



- Cyclotron isochrone a 4 secteurs, ~4m de diamètre externe,
- RF: 30.45 MHz, Harmonique=2 pour proton, H=4 pour autres particules
- Tension d'accélération : 65 kV
- Champ magn. Max (colline) : 1.6T
  - Bobine de compensation du champs principal
  - Bobine de déplacement de spiral (harmonique)
- Emittance normalisée avant extraction:  $\gamma\epsilon_x \approx 4\pi$  mm mrad (simulation)

# Utilisation Opérationnelle – (1)



- Utilisation opérationnelle du cyclotron a des extrêmes
  - Différence de plusieurs ordres de grandeur en quantité de particules (intensité) qui demandent de la précision (basse intensité) et de la stabilité (haute intensité)
- Les tirs d'irradiations peuvent être:
  - Haut courant (HC) pendant plusieurs semaines (Sr82) / plusieurs heures (Cu/At)
  - Bas courant (BC) pendant quelques minutes
- **Nouveaux: Utilisation de la pulsation de particules (trains de paquet)**

# Diagnostics I

The main diagnostics are:

- Current measurements ( $I_{\text{mean}}$ ):

- On the 4 individual fingers of the collimators  
 → aperture from 10 to 30 mm limiting the transverse size right at exit of collimators,

- Faraday cups:

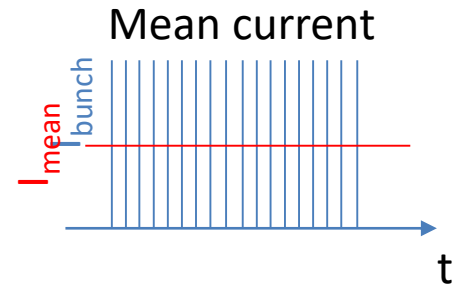
Water cooled layers of titanium  
 /aluminium

15kW max (i.e ~210 $\mu$ A at 70MeV)

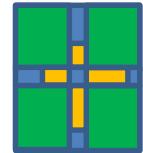
- Beam dumps combined or not with a current integrator (at very low current)

- Profilers: measures the beam density

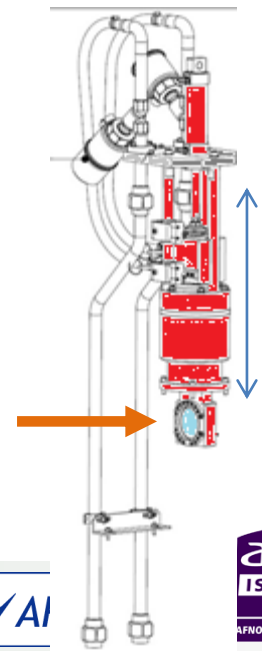
- Alumina foils: or thin film foils for location and size measurements at end of line



Collimator readings



Faraday cup





# Several developments

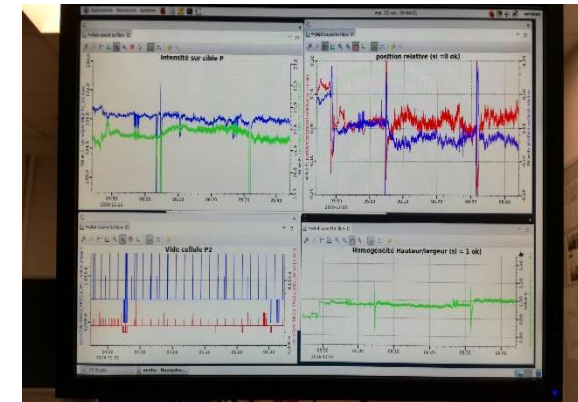
## Epics (Experimental and Physics Control System):

## EPICS cyclotron

- Used in numerous major accelerator facilities
- Open source and existing supports

### – At Arronax:

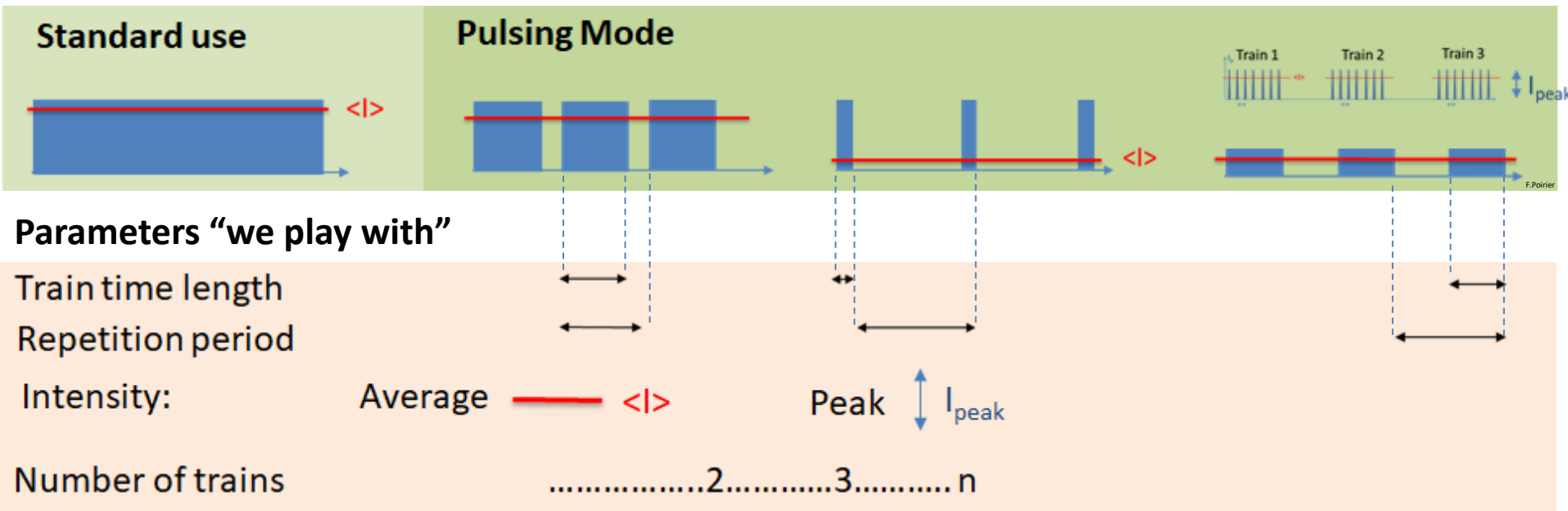
- Part of supporting computing network
- First brick of a central network:
  - Parallel data recording installed by Cosylab
    - » Can support/replace some limits on our current system (eg: synchronization, data losses,...)
    - » Allows to track faster and more precisely data
    - » On-line operation: Allows to focus on some important data follow-ups for us
- A Control & Acquisition Support:
  - Own modification (particle train operation)
  - Support for technical and beam diagnostics
    - » Water system measurements, gas production,
    - » Beam diagnostics (ex: BLM monitor)



# Pulsing: What does it do?

- A system designed to give a fast kick in the injection with a high voltage applicable to various particles.
- Integrated into the new cyclotron control network based on EPICS
- It allows, by modifying the time structure, to lower the average intensity on target  $\langle I \rangle$  (C/sec) but still keep a high peak intensity (C) if needed.

Viewpoint of the present intensity diagnostics at Arronax  $\langle I \rangle$ :





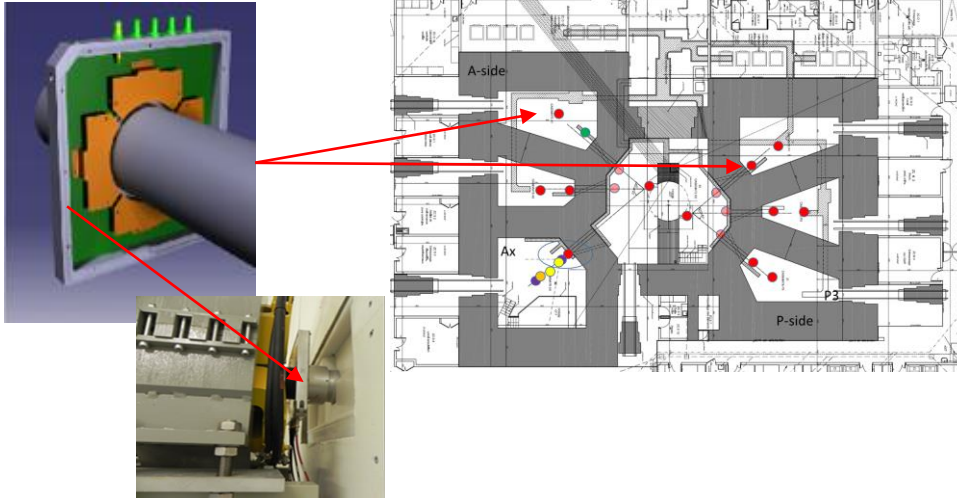
# Diagnostiques faisceaux et techniques

- 2 exemples pour HC ( $\langle I \rangle > 1\mu\text{A}$ ): BLM (diag faisceaux de MPS), conductivité (diag technique)

## BLM

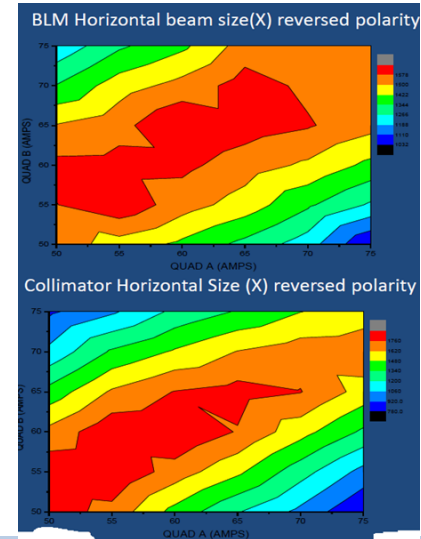
Moniteurs de pertes de particules le long des lignes de faisceau:

- robuste, peu epais/dvt, non impactant sur ligne, 2D
- Utilisation sur plusieurs lignes et extension en cours
- Indicateurs que le faisceau est large sur des points de faiblesse



## Scan avec Quadripole:

- recherche des points de focalization
- Scenario de fonctionnement
- Approche de la mesure d'emittance HC
- Approche de l'alignement faisceau (ballistique)



- Pour Bas courant ( $\langle I \rangle < 100\text{pA}$ ) : Développement de diagnostics dédié avec expérimentateurs – quelques exemples:

- Dosis: chambre d'ionisation et système d'acquisition rapide pour bas courant
- PEPITES: Mesures des électrons secondaires avec interactions sur couche mince
- Radiobiologie/Radiolyse: mesures avec lumière interaction ion-air, rayon-X (cf poster)

# Condition

- Arronax fonctionne depuis:
  - 8 ans, 3000h/an tps RF
  - Machine versatile utilisée pour irradiations diverses: panel large intensité/particule/énergie → se veut proche des expérimentateurs
  - Petite équipe autour de l'accélérateur et diagnostics
- Arronax – plateforme In2P3:
  - Aide au développement de diagnostics pour accélérateurs:
    - PEPITE – LLR (position/taille/intensité <10nA)
    - Diamant – LPSC (temporelle <~100nA)
  - Participation au développements diag:
    - Emittance-metre – IPHC
- Arronax: Besoin d'étendre les diagnostics
  - Mesure intensité non-disruptive (Haut Courant >100μA)
  - Mesure positionnement/taille faisceau (Haut courant)

- Merci