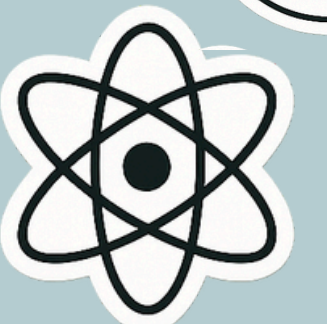




Cyclotron médical Journée des Mécaniciens

**Sullivan Marafico, PhD, ingénieur
au centre Antoine Lacassagne, l'Institut
méditerranéen de protonthérapie**



Le centre Antoine Lacassagne (CAL)



Site Ouest :

*Institut Méditerranéen de
ProtonThérapie &
CyberKnife*

- Cyberknife
- Protonthérapie
(Medicyc et Proteus One)
- Maison d'accueil
« La Consolata »

Site Est :

• Médecine

- Hospitalisation
- Chimiothérapie
- Soins de support

• Chirurgie

- Institut Universitaire du Sein et de Cancérologie Gynécologique (IUSCG)
- Institut Universitaire de la Face et du Cou (IUFC)

• Radiothérapie Site Est

• Plateau technique

- Bloc opératoire
- Laboratoires
- Pharmacie
- Imagerie

Comment ça marche la radiothérapie ?

On envoie des particules pleines d'énergie dans la tumeur.

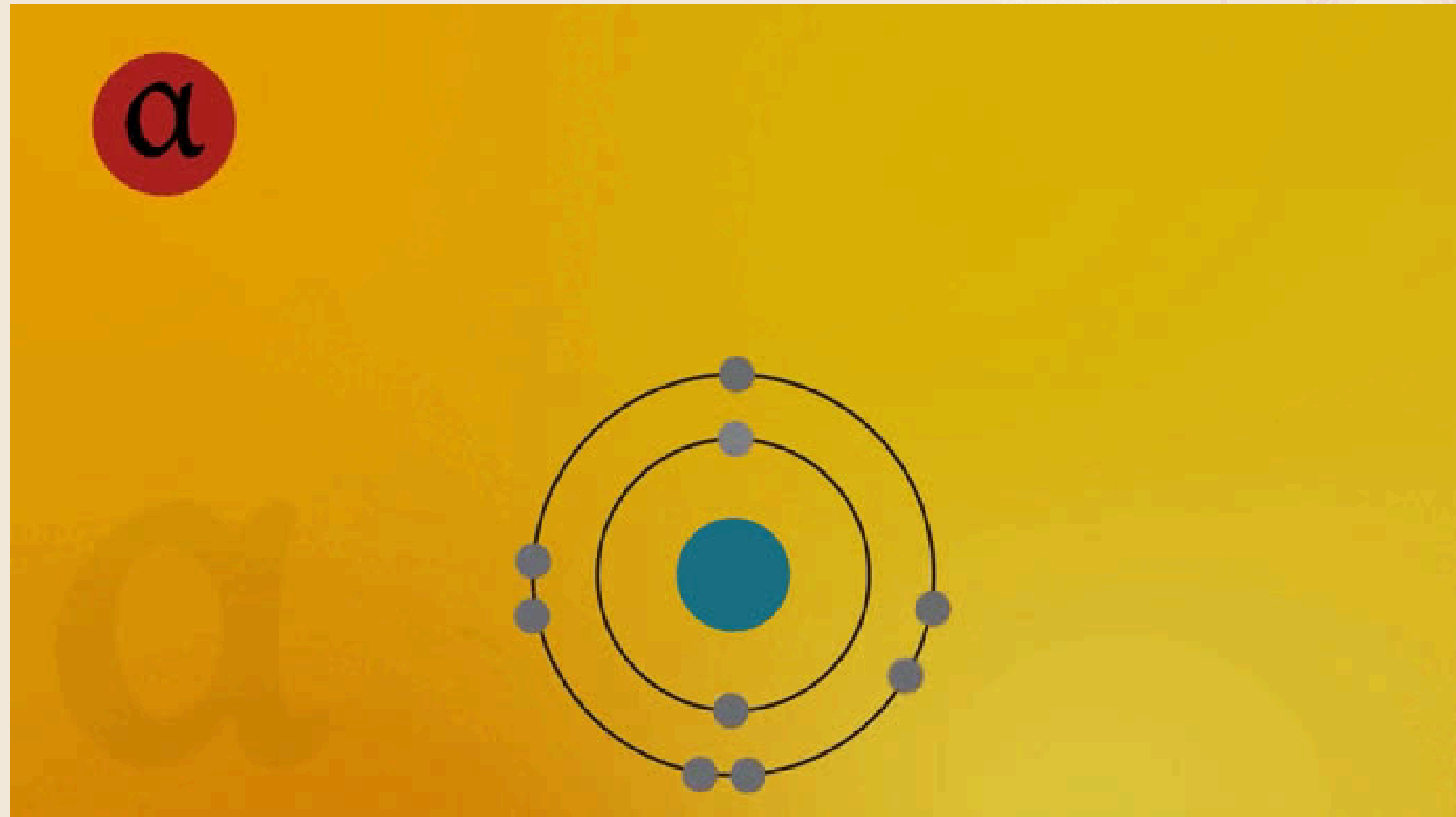
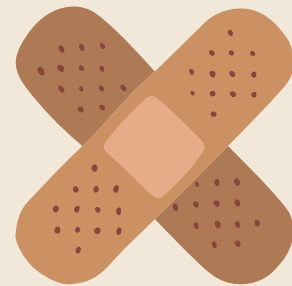
Elles cognent les atomes et font sauter des électrons → ionisation !



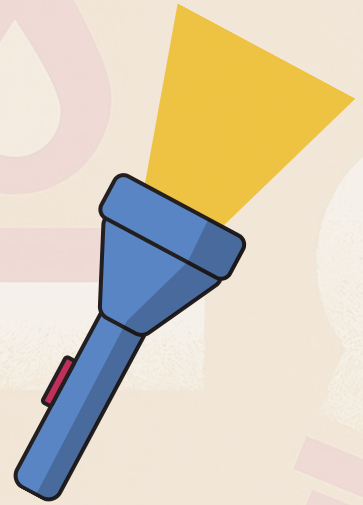
Résultat : les cellules sont abîmées.



Les cellules saines, elles, se retapent entre deux séances !



Photons ou protons : quelle arme pour combattre le cancer ?

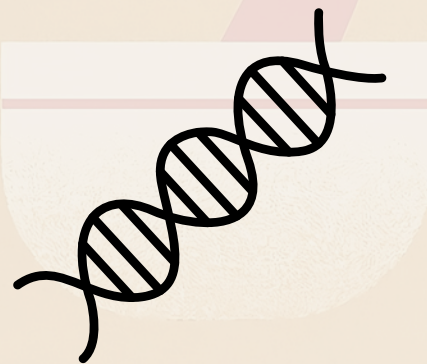


Photons : traversent tout, touchent un peu partout

Protons : s'arrêtent exactement là où il faut, comme une fléchette



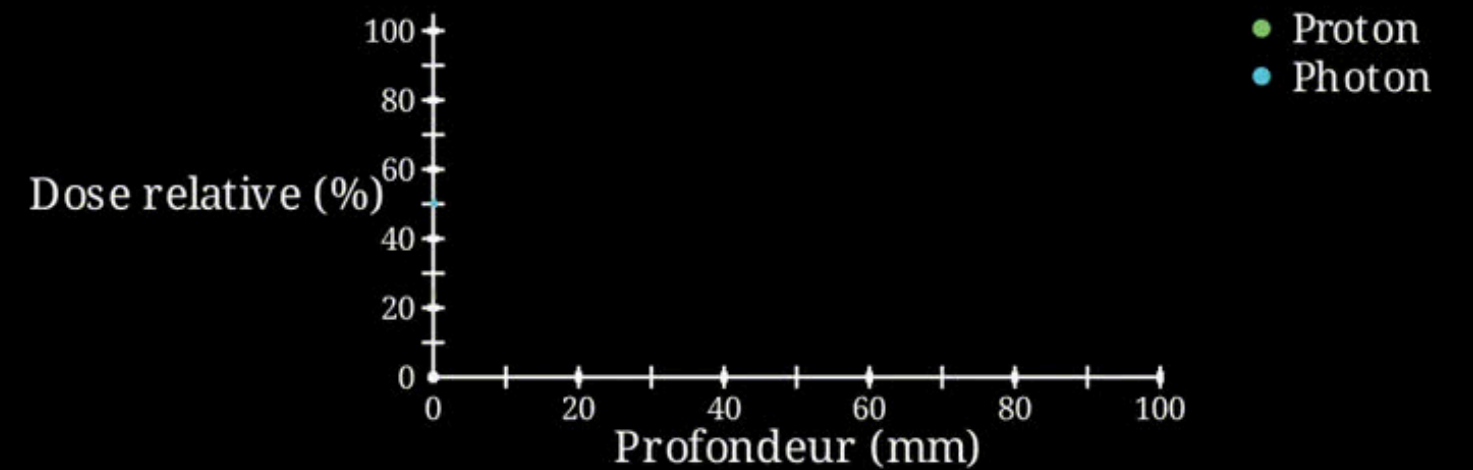
Protons : épargnent les tissus autour, moins d'effets secondaires



Protons : beaucoup plus difficiles à produire

$$E = m \cdot c^2$$

Comparaison de la dose: Proton vs Photon

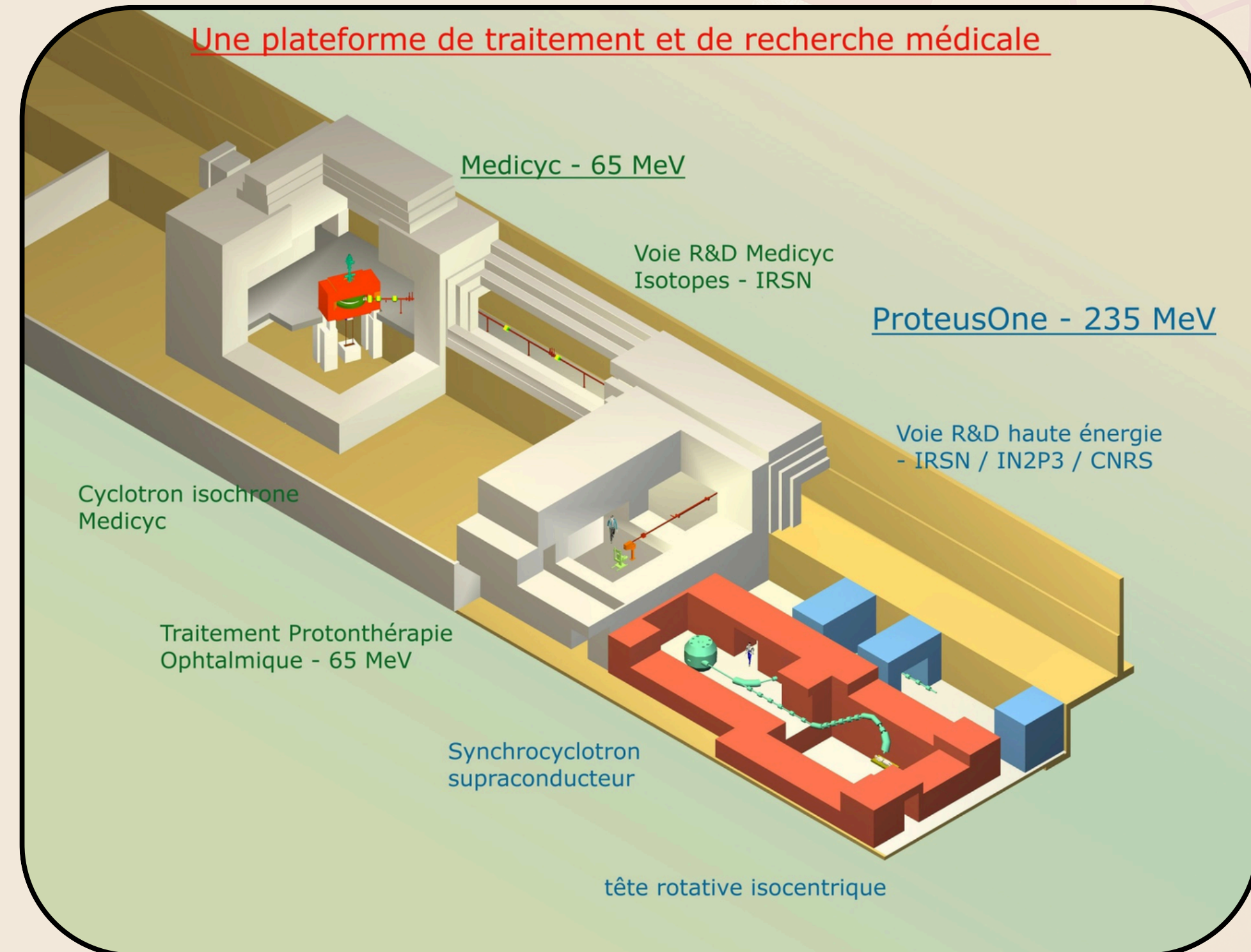


Photons dans les tissus



Les cyclotrons du CAL

- **MEDICYC (65 MeV) pour la protonthérapie oculaire**
 - Machine conçue et construite par le CAL en collaboration avec le CERN
- **Proteus® ONE (226 MeV, IBA) pour la protonthérapie haute énergie**
 - Synchro-Cyclotron Supra-Conducteur (S2C2) 100- 226 MeV (32 cm eau).
 - Bras isocentrique capable de multiplier les angles d'irradiations



Comment on accélère des protons ?

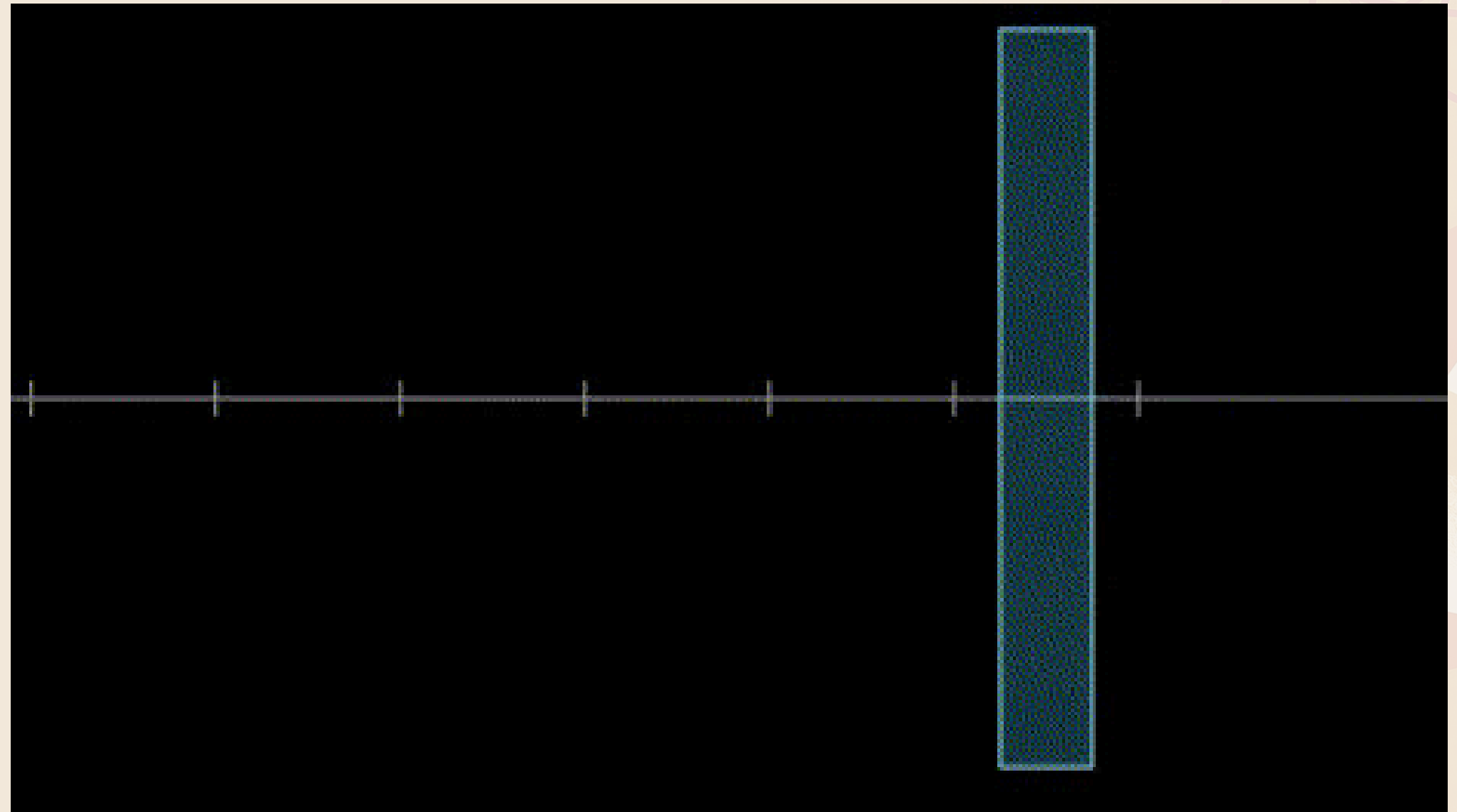


Problème : pour atteindre les tumeurs, les protons doivent filer à minimum 100 000 km/s (~30 % de la vitesse de la lumière)

Proton : Une particule chargée !

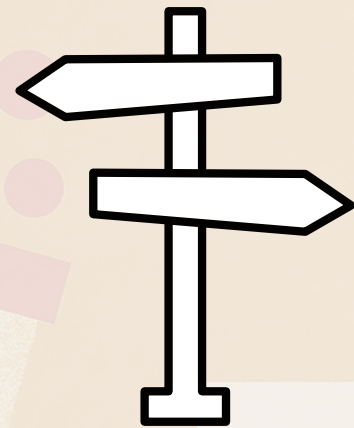
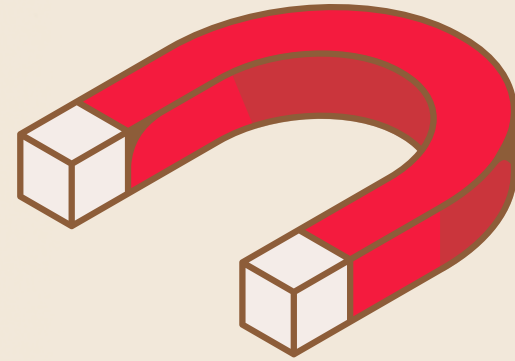


Champ électrique : pousse les protons comme une rampe de lancement



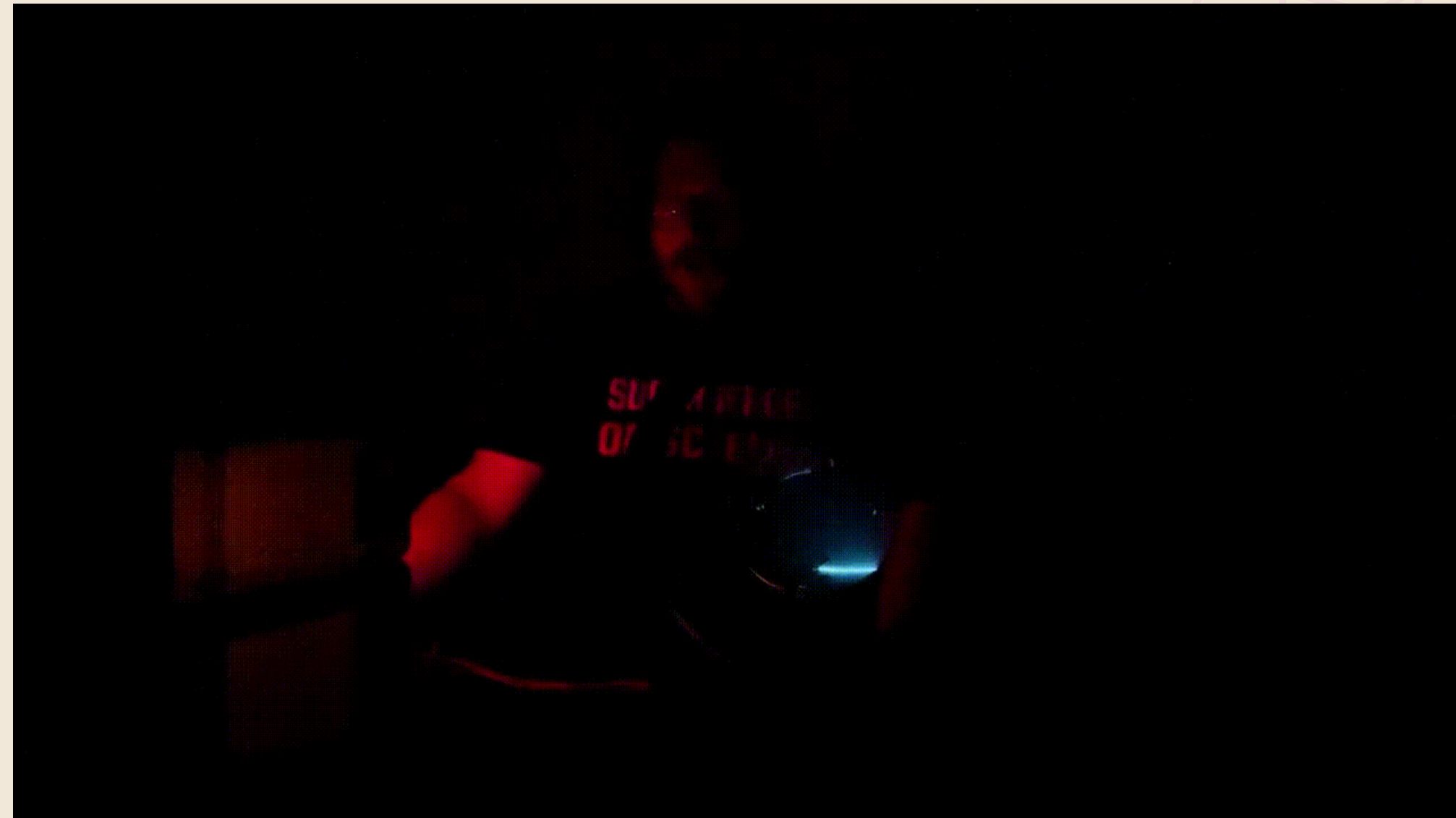
Comment contrôler des protons ?

Le champ magnétique fait dévier la trajectoire des protons



Il ne change pas leur vitesse, seulement leur direction

Plus le champ est fort, plus la déviation est grande

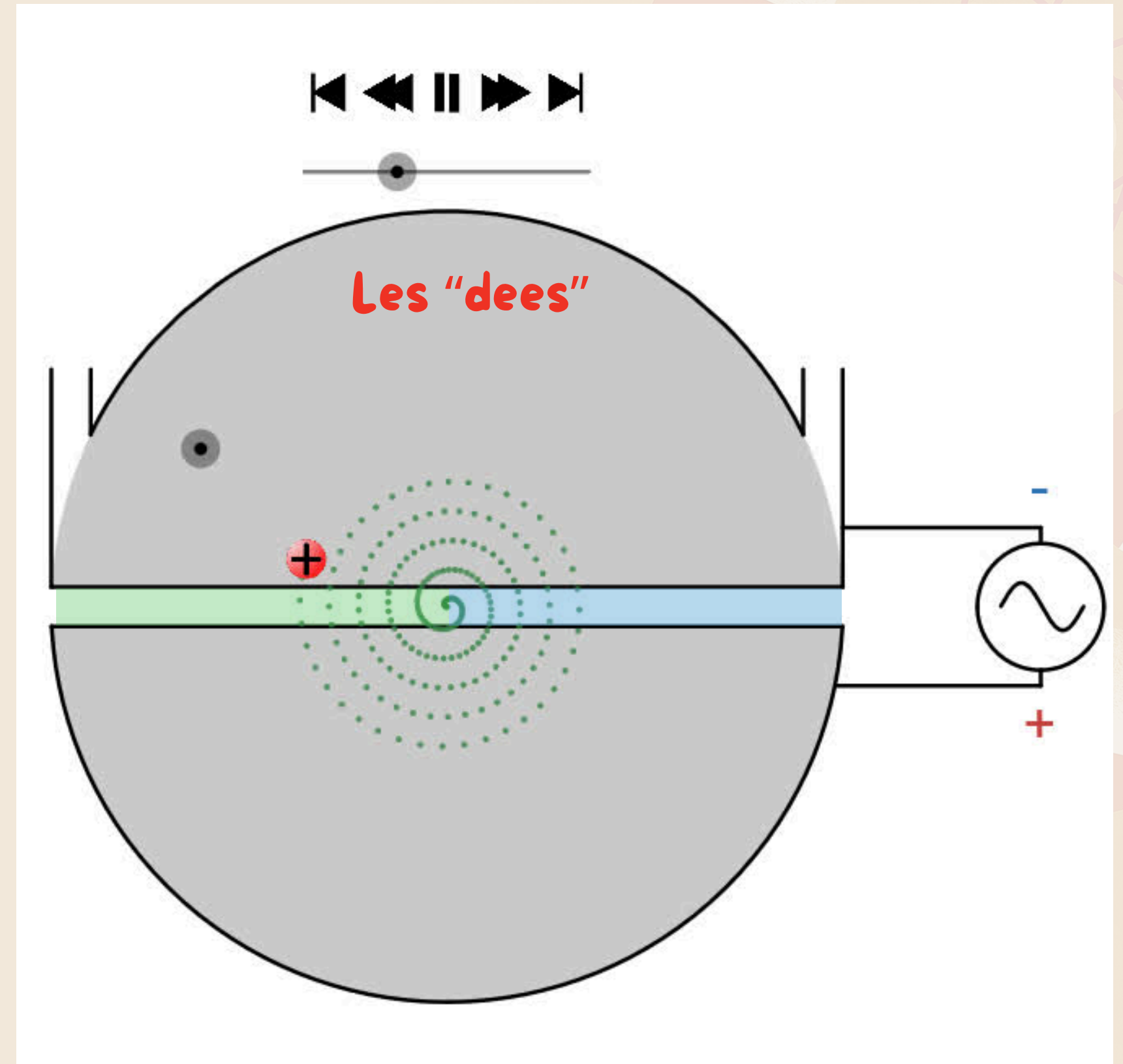
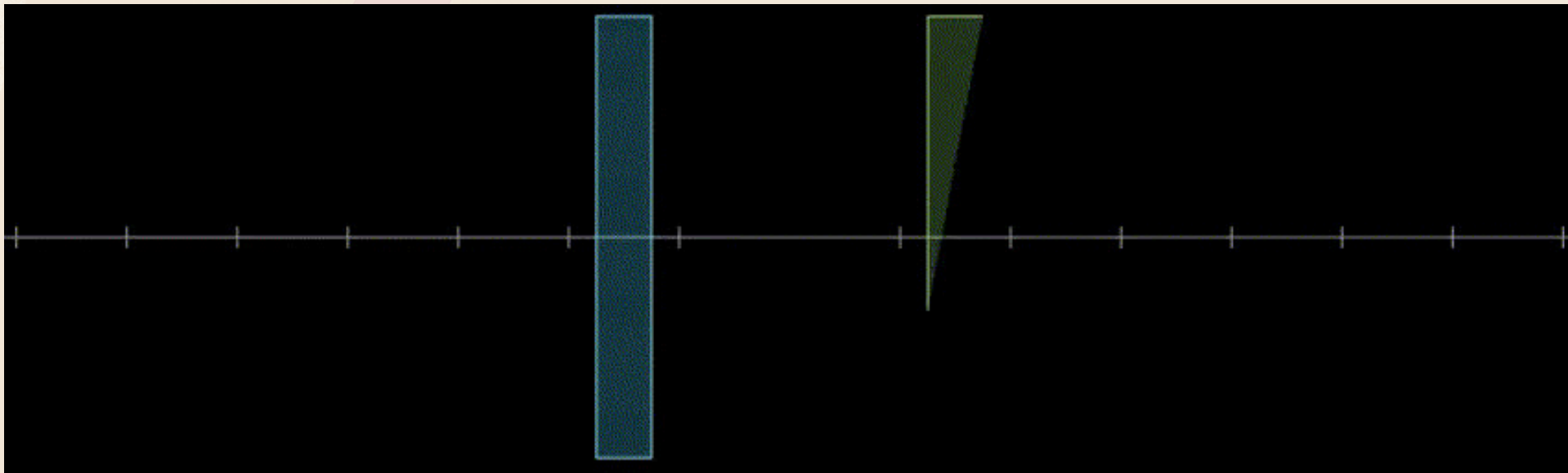
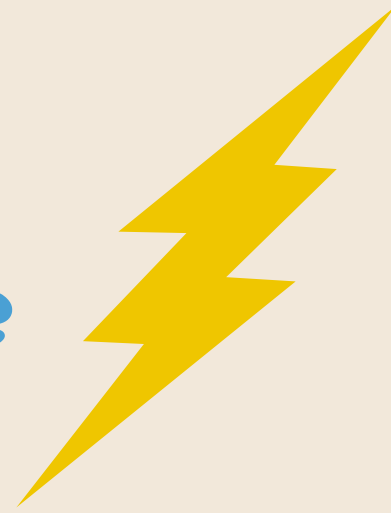


Quand on les met ensemble

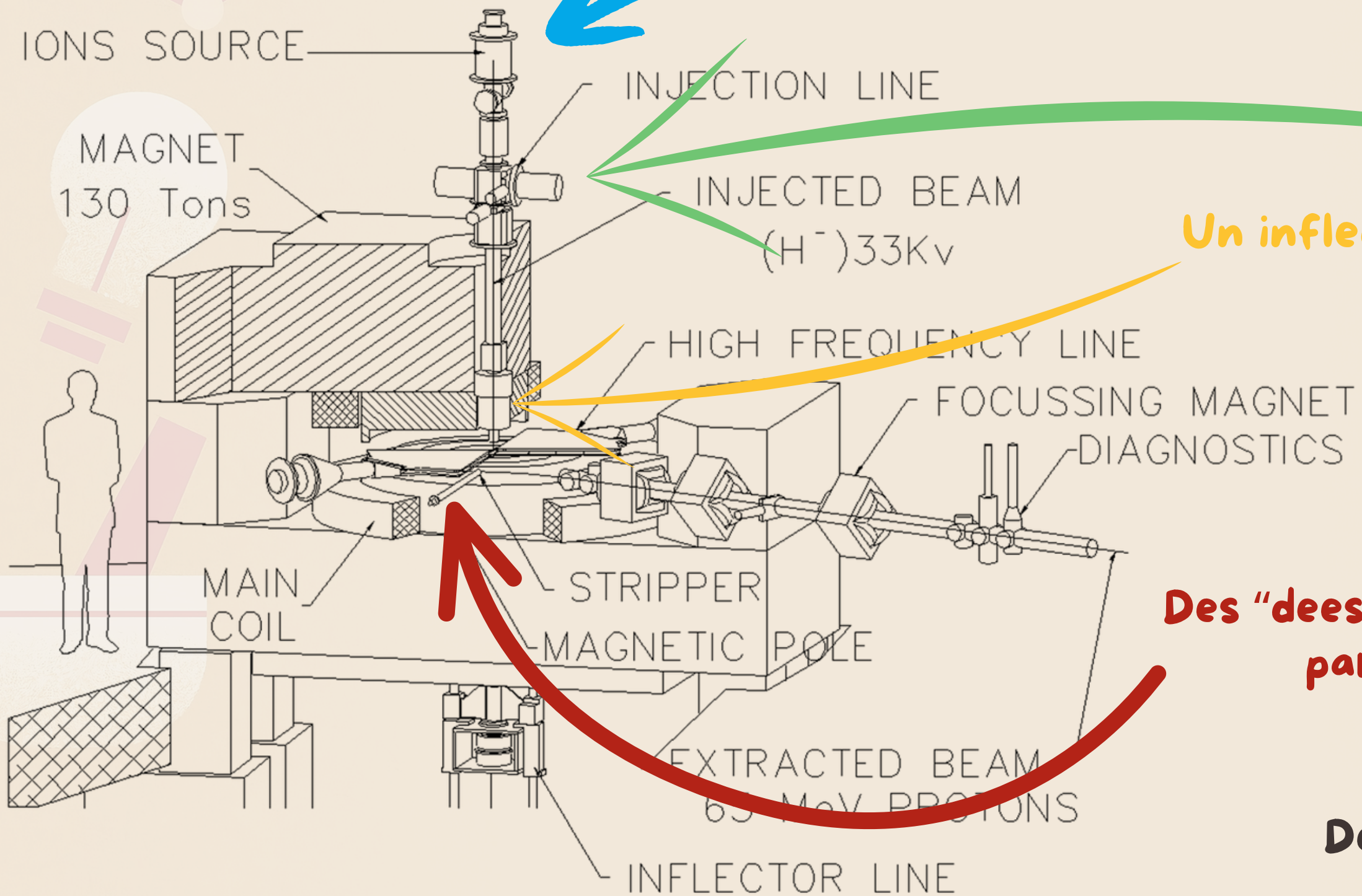


Champ magnétique
confine !

Champ électrique
accélère



Dans la réalité...



Une source ...

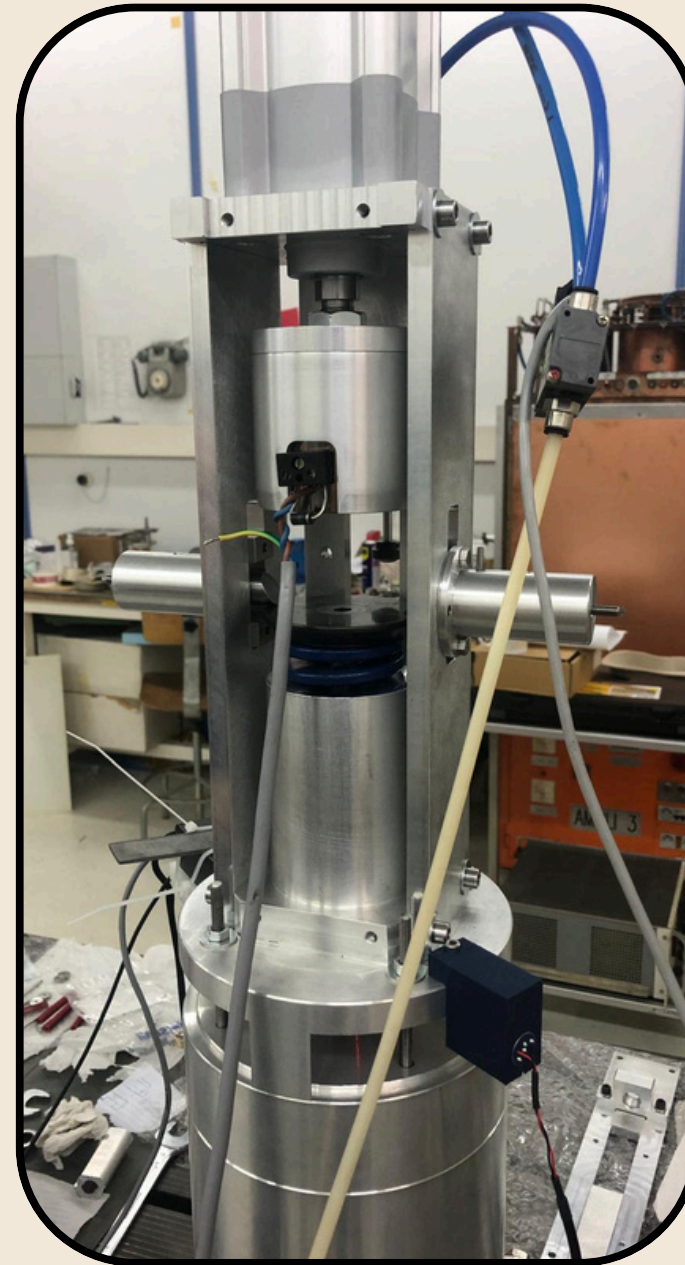
Des bunchers !

Un inflecteur !

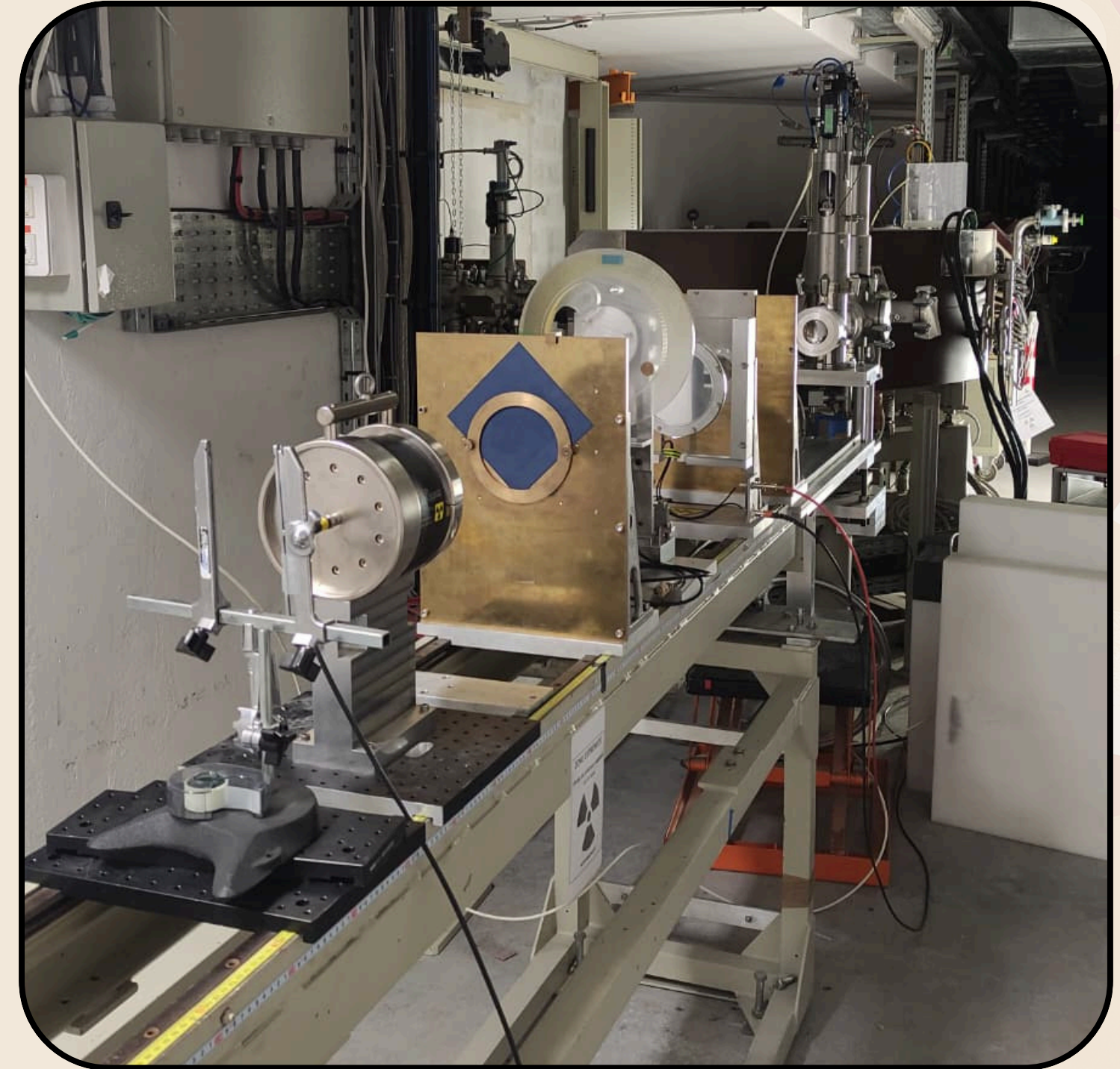
Des "dees" aux géométries
particulières

De nombreux aimants de forte
intensité !!!

Et la recherche dans tout ça ? (Flashthérapie)

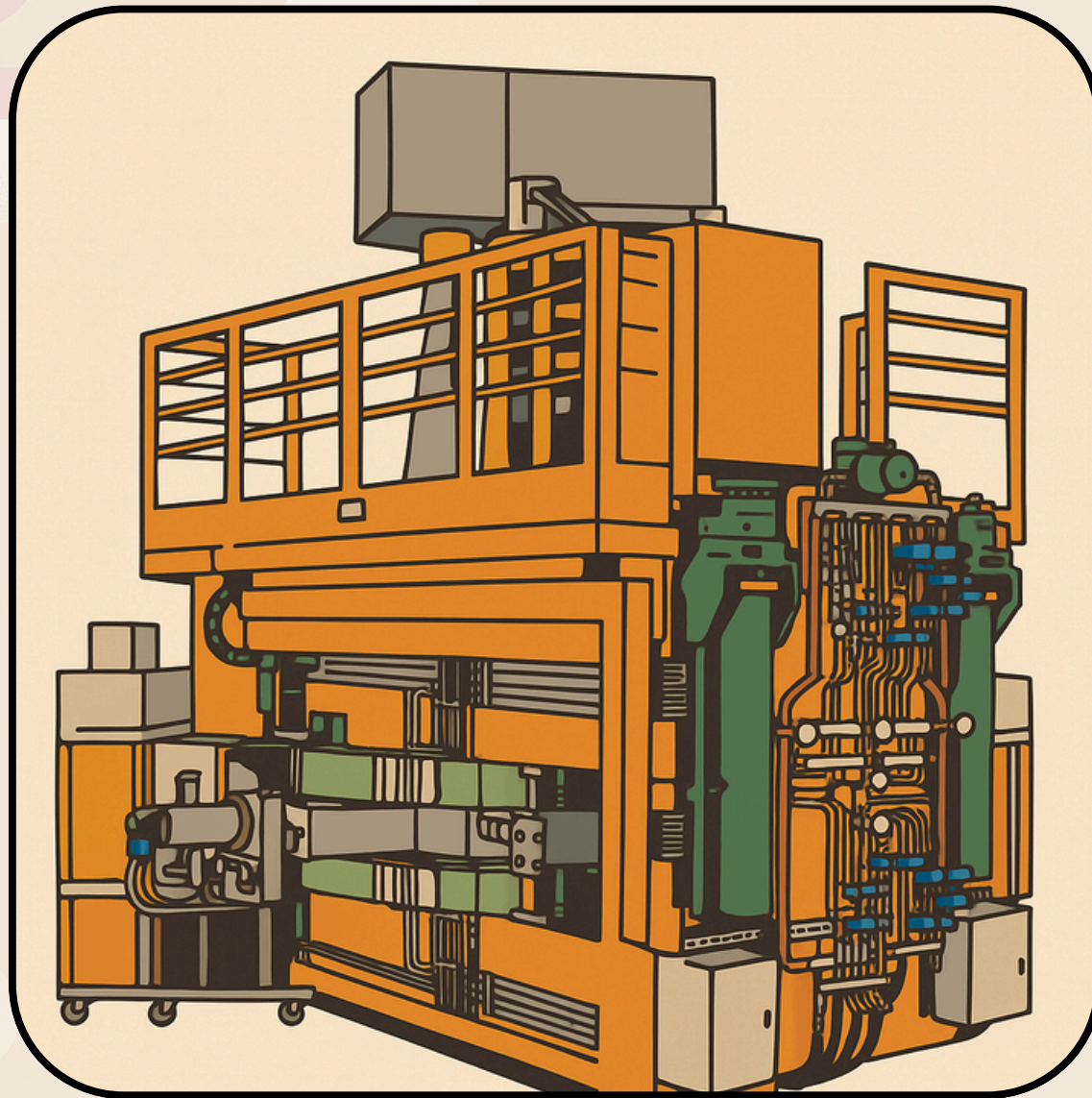


**Fast shutter
Beam stop**



Voie de recherche

Salle de contrôle & le cyclotron Medicyc

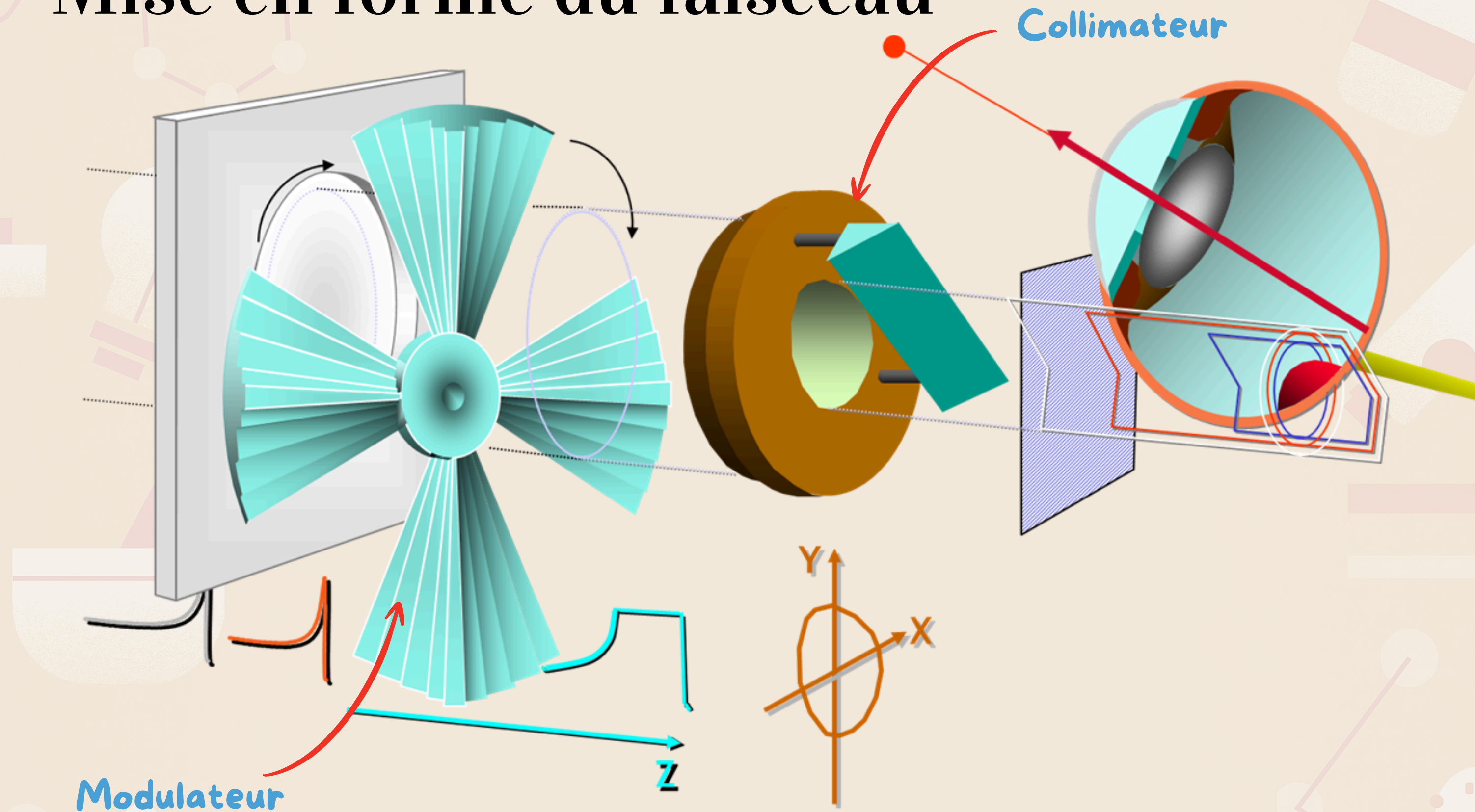


Medicyc

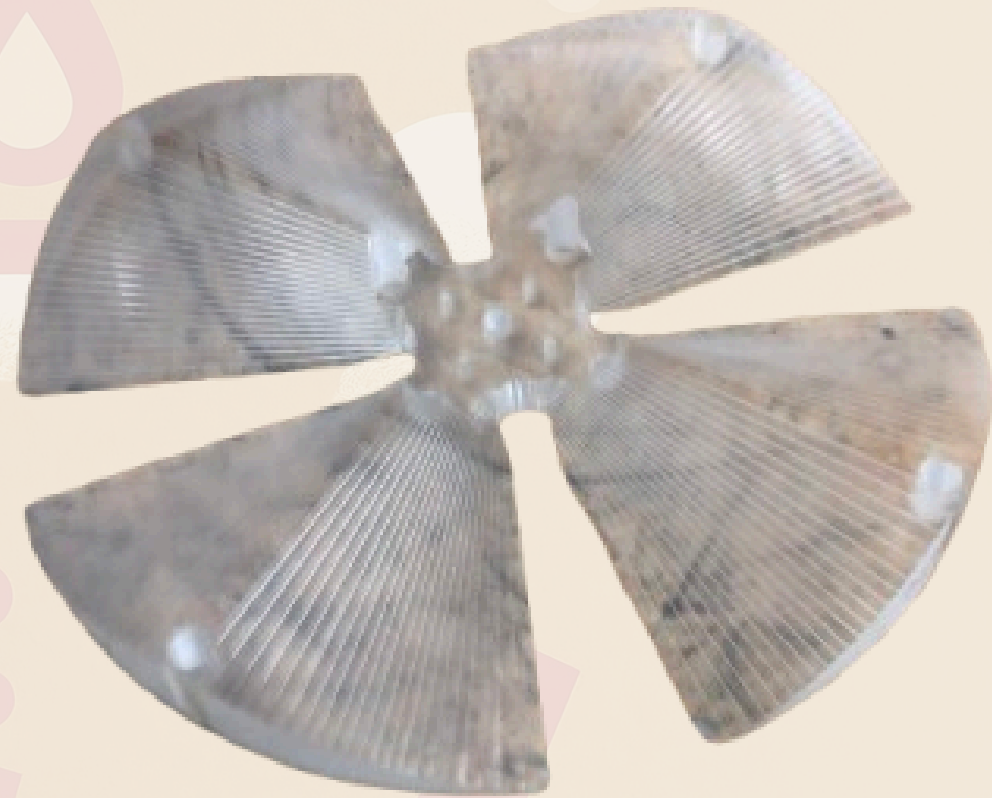


Salle de controle

Mise en forme du faisceau



Mise en forme du faisceau



Modulateur



Collimateur



Bolus

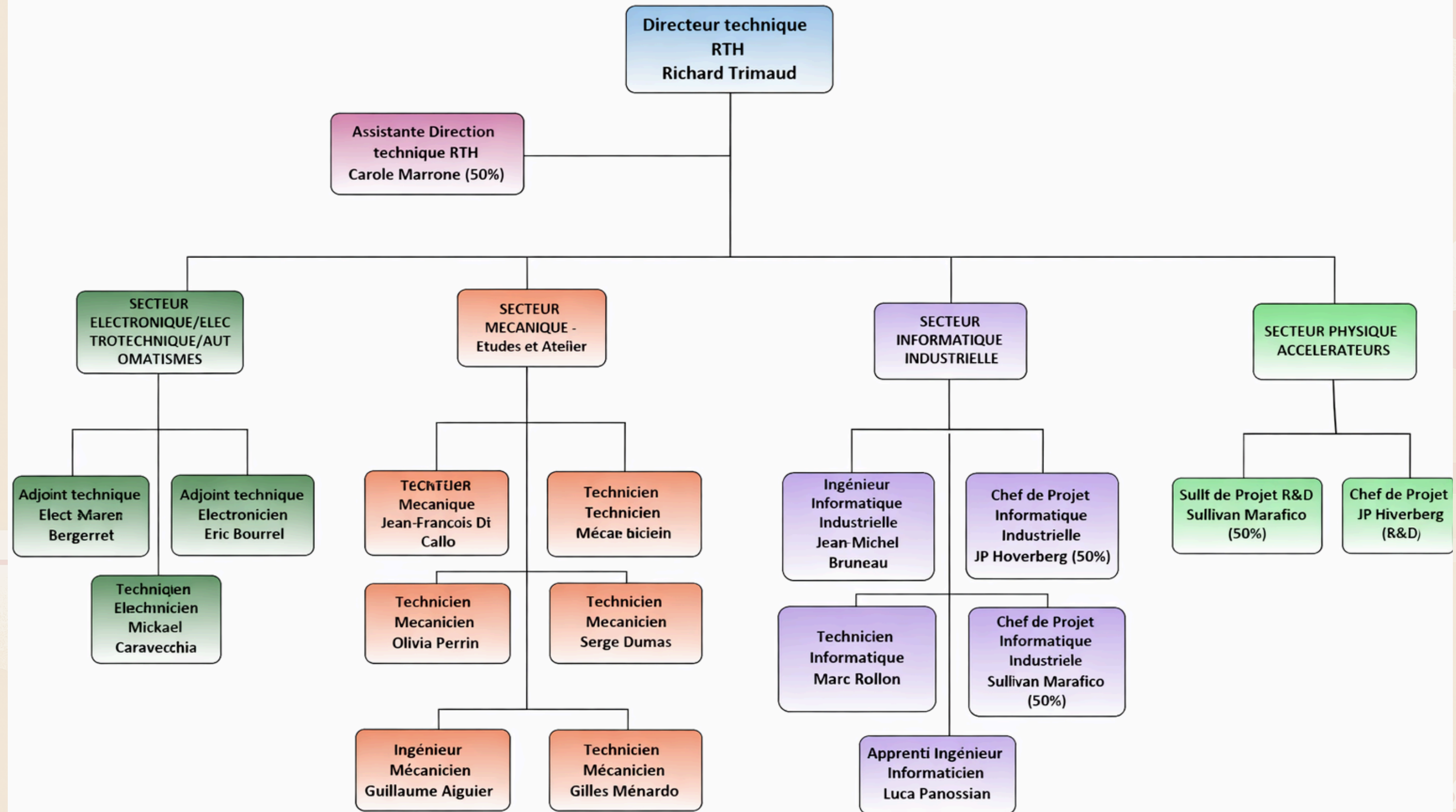


Roue de mesure

Mission principale de l'équipe

Piloter, Maintenir & Developper

Organigramme - Equipe technique Cyclotron - IMPT



Sullivan MARAFICO, PhD

Parc machine : Mécanique



- Poste TIG
- Poste MMA
- Poste chalumeau
- Outillages électroportatifs

Parc machine Mécanique



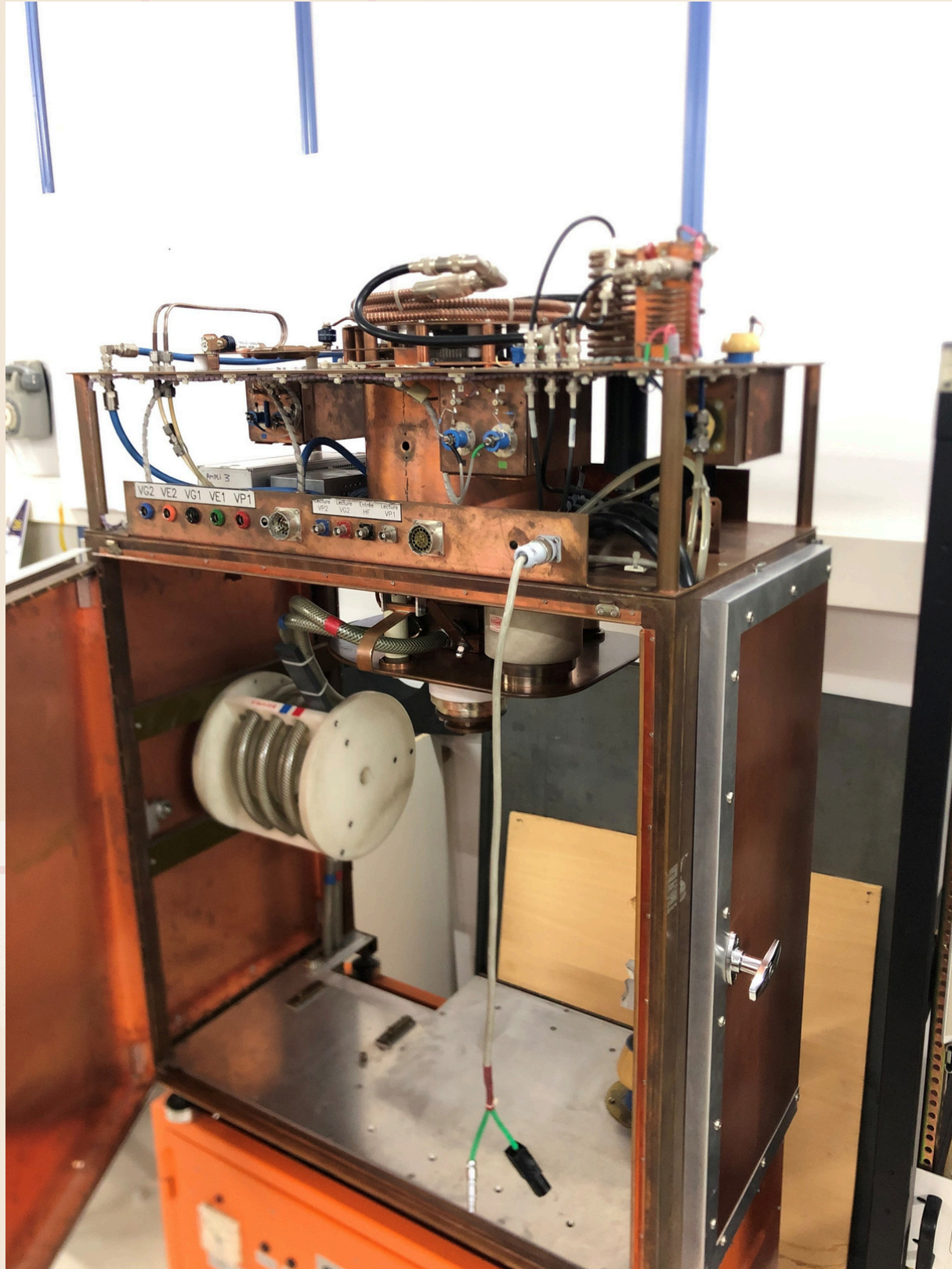
- Fraiseuse à commande numérique 3 axes
- Fraiseuse conventionnelle 3 axes
- 3 Tours conventionnels
- Perçeuse à colonne

Quelques projets réalisés



- Ligne Haute Fréquence 25 MHz
- Conception & étude interne
- Dee en CuCl massif (180 kg)
- Refroidissement interne par canaux usinés
- Brasure forte au four sous vide (réalisée par SDMS)

Quelques projets réalisés



- Cabine d'amplification HF
- Etude en interne
- Structure mécano-soudée
- Assemblage brasé de tôles de cuivre pour accueillir l'électronique d'amplification

Quelques projets réalisés



- Obturateur de faisceau GV (Fast shutter)
- Conception & étude interne
- Système de sécurité en cas de surirradiation
- Délais de coupure : 14 ms (20x plus rapide)

Merci