

Workshop GDR MI2B

Plateforme d'irradiation avec le C400

D.Cussol, M.Rousseau



LPC Caen, CNRS/IN2P3, Université de Caen Normandie, ENSICAEN, Caen, France



20 mars 2025



Les bâtiments CYCLHAD

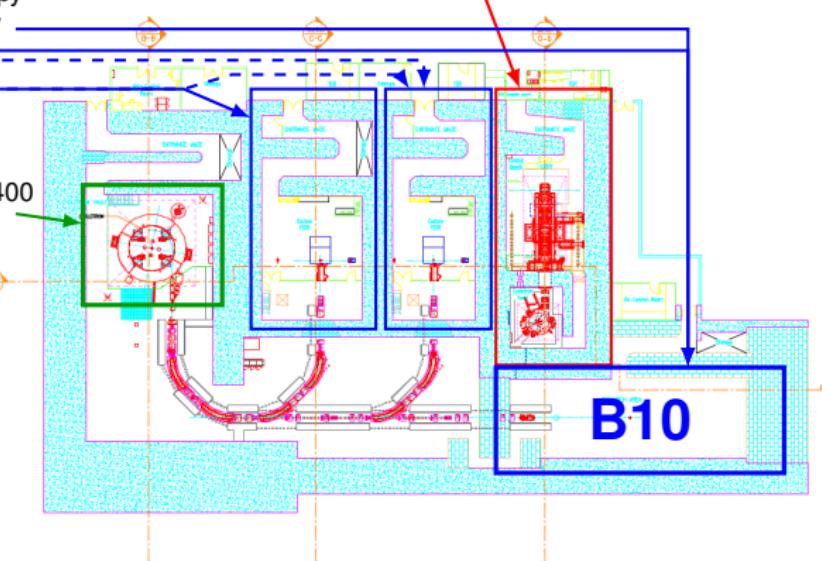


Hadrontherapy center :

- ▶ Protontherapy treatments (from july 2018)
Proteus One (S2C2)
Protons at 250 MeV
- ▶ Research in particle-therapy
 - Physics & radio-chemistry
 - Biology
 - Clinical room

Supraconducting Cyclotron C400

- ^{12}C at 400 MeV/u
- Protons at 250 MeV
- All light nuclei with A/Z=2
- p, ^4He , ^{12}C at start
- first beam mid 2026



Les bâtiments CYCLHAD

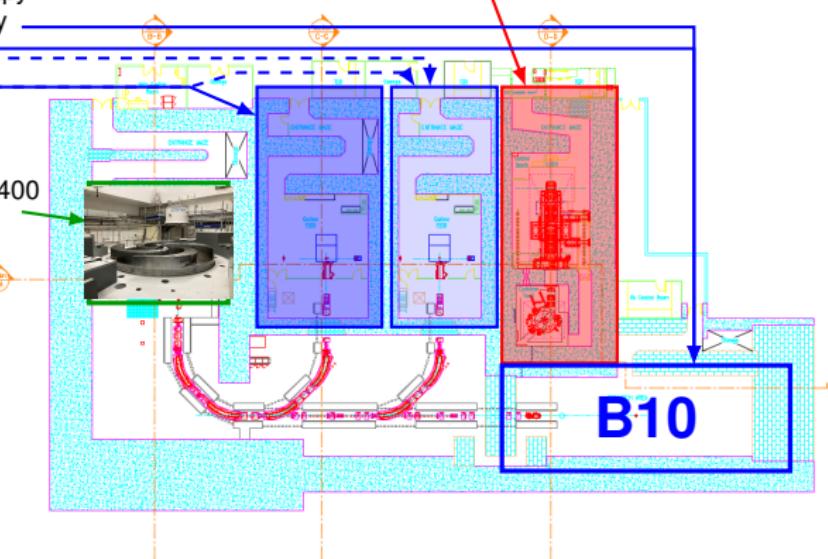


■ Hadrontherapy center :

- ▶ Protontherapy treatments (from july 2018)
Proteus One (S2C2)
Protons at 250 MeV
- ▶ Research in particle-therapy
 - Physics & radio-chemistry
 - Biology
 - Clinical room

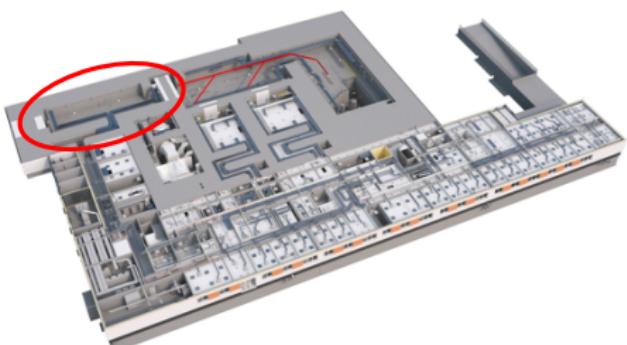
■ Supraconducting Cyclotron C400

- ^{12}C at 400 MeV/u
- Protons at 250 MeV
- All light nuclei with A/Z=2
- p, ^4He , ^{12}C at start
- first beam mid 2026



Développement d'une ligne sur CYCLHAD

- Proposition de développement d'une plateforme généraliste d'irradiation en B10 pour :
 - ▶ La Radiobiologie (in vitro et in vivo)
 - ▶ La Radiochimie
 - ▶ La Physique
 - ▶ Mesures physiques, test de détecteurs
- Un plateforme avec des faisceaux de qualités cliniques (p , 4He , **C**) sans les contraintes liés à la clinique
 - ▶ Etudes précliniques en fonction des différents paramètres physiques
 - LET
 - débit de dose
 - fractionnement spatial et temporel



Développement d'une ligne sur CYCLHAD

- Ligne d'irradiation passive

- ▶ Développement de systèmes de mise en forme du faisceau
- ▶ Développement de dégradeurs en énergie
 - SOBP (in vivo)
 - Modulation du LET (in vitro)
- ▶ Développement d'un Ridge Filter
 - Flash conformationnel (in vivo)
- ▶ Développements de systèmes de micro-faisceaux
- ▶ Systèmes de contentions
- ▶ Développement des équipements de dosimétrie et de métrologie
- ▶ ...

- Contraintes plus importantes sur la biologie

- ▶ Utilisation des développements pour la radiobiologie, la radiochimie et la physique
- ▶ Proximité du laboratoire de biologie cellulaire
- ▶ Proximité de l'animalerie tampon

- Développement d'un **Programme National sur la Radiobiologie des α** ?

- ▶ Radiothérapie Interne Vectorisée
- ▶ Aplhathérapie externe

Comment ?

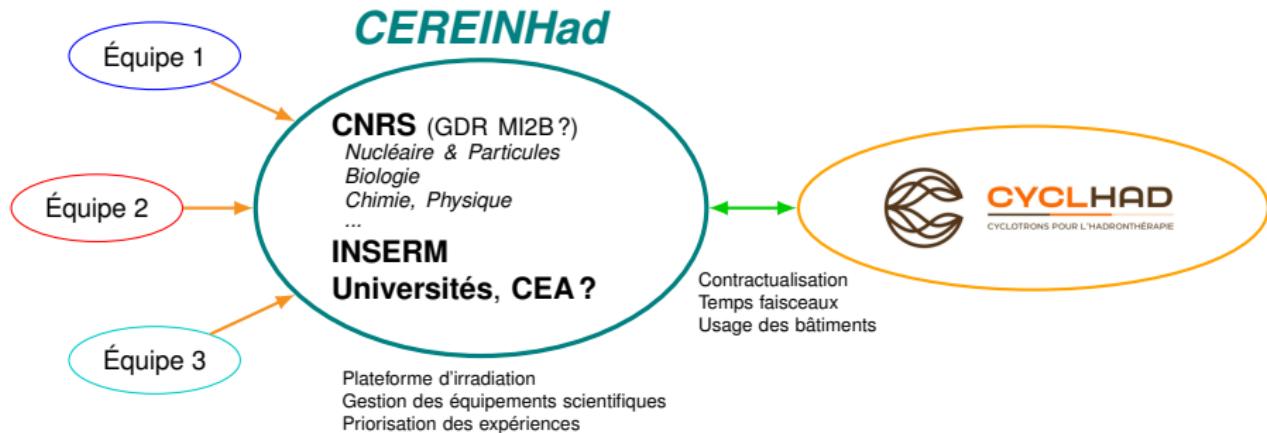
Équipements scientifiques

- Inventaire des équipements de la salle B10 (fluides, moniteurs, mise en forme spatiale et temporelle du faisceau, passeurs d'échantillons biologiques, CaV ?, ...)
- Equipement des laboratoires de biologie (hottes, incubateurs, chambres froides, animalerie tampon, ...)

Interactions avec CYCLHAD

- Accès au faisceaux (lesquels, combien, quand, à quel coût) ?
- Gestion des équipements scientifiques ?
- Contractualisation

CEntre de REcherches INternational en Hadronthérapie



Durée : 5 ans

Livrables :

- Contrats d'utilisation du C400 et des locaux avec CYCLHAD
- Plateforme d'irradiation en hadrons légers (p , 4He , ${}^{12}C$) en 2028-2030
- Comité de priorisation des expériences sur la plateforme d'irradiation
- Possibilité d'irradier avec d'autres faisceaux ($A/Z = 2$ du 4He au ${}^{20}Ne$) ?

APPENDIX

Quels programmes scientifiques ? (non exhaustif...)

Physique

- Mesures fondamentales pour la hadronthérapie (particules chargées, γ , β^+ , neutrons)
- Instruments de contrôles de l'irradiation (moniteurs faisceaux, contrôles balistiques, contrôles dosimétriques, contrôles inter-fractions, micro-dosimétrie, ...)
- Synthèse de radio-éléments à usage théranostiques (alpha-thérapie vectorisée)
- Modulations spatiales et temporelles du faisceau

Biologie

- Biologie cellulaire (Survie, toxicités, modifications fonctionnelles, réparations)
- Petits animaux
- Effets temporels (FLASH, ...)
- Effets bystander/abscopal
- Effets des nano-particules

Chimie sous rayonnement

- Dégâts sur l'ADN (phase sèche, phase acqueuse)
- Dégâts structurels sur la cellule (collagènes, membranes cellulaires)
- Synthèse d'espèces toxiques/bénéfiques

Médecine

cf présentation J.Thariat