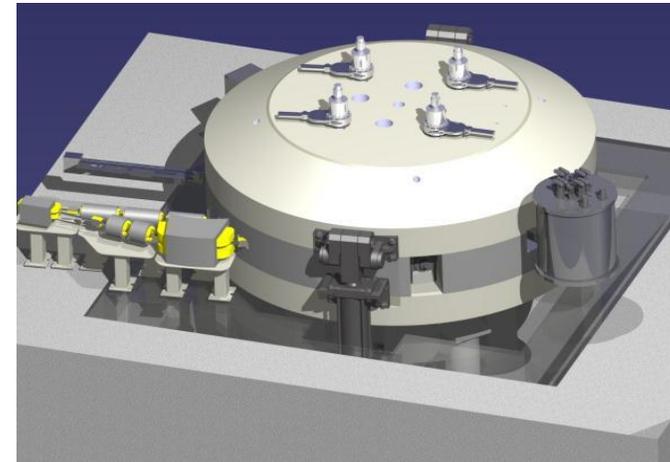




## Présentation du centre CYCLHAD

Journée d'échange scientifique GDR Mi2B – ARCHADE du 10 novembre 2020



# Introduction

**CYCLHAD**, société privée par action simplifiée (SAS), est un centre de **ressources et de moyens** pour les **traitements cliniques** contre le cancer et la **recherche** en hadronthérapie.

**CYCLHAD** met en œuvre et gère l'infrastructure découlant du programme **ARCHADE**.

Cette présentation, après quelques rappels historiques, fait l'état des lieux du centre CYCLHAD et de ses équipements **actuel** et **futur**.

# SOMMAIRE

- **Introduction**
- **Le projet d'hadronthérapie à Caen**
  - Les 3 volets du programme Archade
  - Le montage : CYCLHAD SAS
  - La recherche en hadronthérapie à Caen
  - Phasage global: phases 1, 2 & 3
  - Historique
- **Le centre CYCLHAD en phase 1**
  - Bâtiment et équipements
  - Proteus-One & salle de traitements
  - Plan de maintenance
  - Cycle d'exploitation & résultats
- **Le centre Cyclhad en phase 2 & 3**
  - Phase 2 Description générale
  - Phase 2: Conception C400 / SRTH
  - Phase 2 & 3: le statut
  - Phase 3: Description installation complète
  - Quelques vues: bunker et laboratoires de recherche
- **Perspective R&D complémentaire en protons**
- **Conclusion**

# PROGRAMME ARCHADE en 3 volets



## Volet Scientifique

Recherche

Sanitaire

### Centre de ressources et de moyens pour:

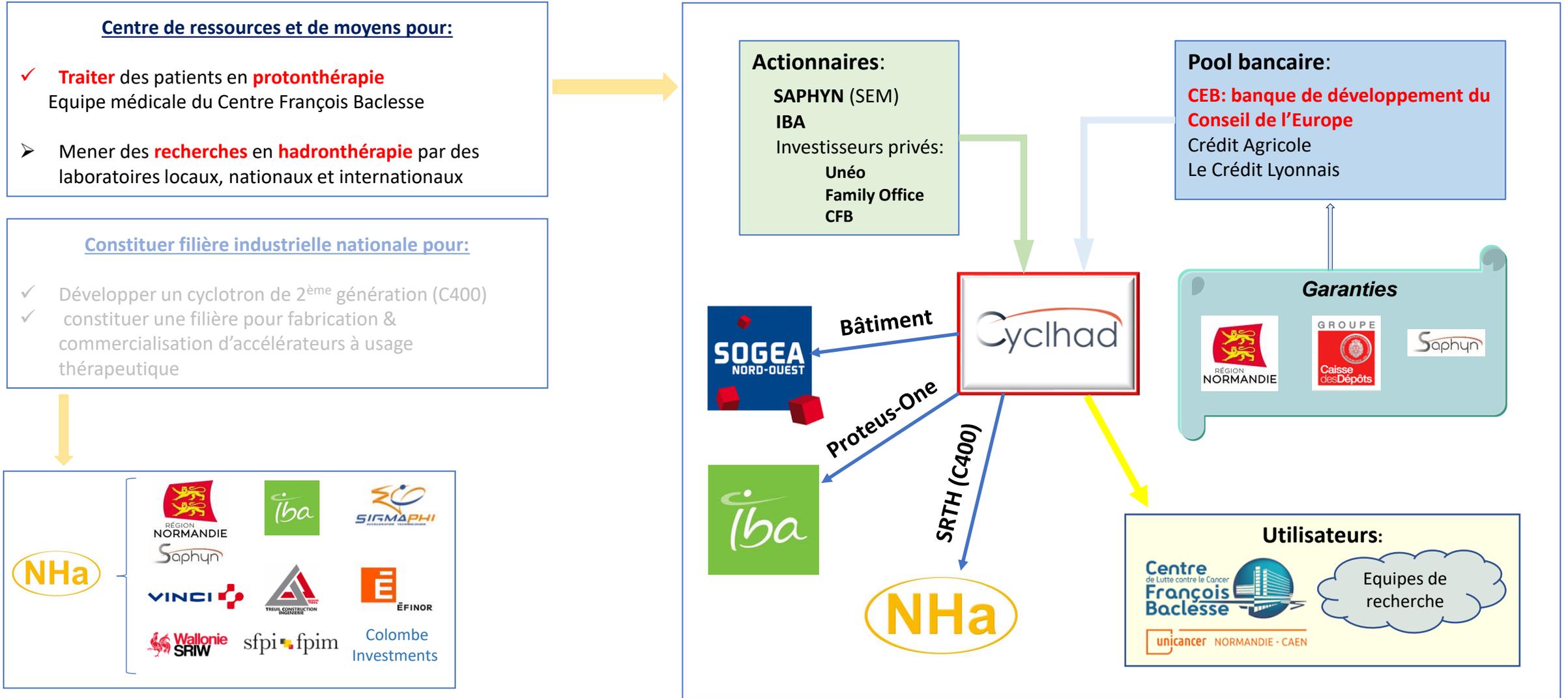
- ✓ **Traiter** des patients en **protonthérapie**  
Equipe médicale du Centre François Baclesse
- Mener des **recherches** en **hadronthérapie** par des équipes de recherche locales, européennes et internationales

## Volet Industriel

### Nouvelle filière industrielle nationale pour:

- ✓ Développer un cyclotron de 2<sup>ème</sup> génération (C400)
- ✓ Constituer une filière pour fabrication & commercialisation d'accélérateurs à usage thérapeutique

# IDENTITE ET OBJET DE CYCLHAD



# LA RECHERCHE EN HADRONTHÉRAPIE A CAEN



➤ + collaborations nationales et internationales

# Phasage et coûts projet

## Phase 1

Installation **centre de proton-thérapie**

Cyclhad

Saphyrn 1/3 invest



Financement:  
Fonds propres  
Quasi fond propre  
Emprunt  
TOTAL= 76,5 M€

2014 – 2018  
Démarrage des traitements en protons en 2018

## Phase 2

Développement du **C400 & SRTH**

NHa

Saphyrn Iba SIGMAPHI Wallonie SRIW ...

Financement:  
Fonds propres  
Emprunt  
TOTAL= 63 M€

2019 - 2024  
Conception, construction et mise au point du C400 & SRTH

## Phase 3

Acquisition **centre complet** d'hadronthérapie ( p + C)

Cyclhad

Saphyrn 1/3 invest



Financement:  
↗ Fonds propres  
Emprunt  
TOTAL= 62,5 M€

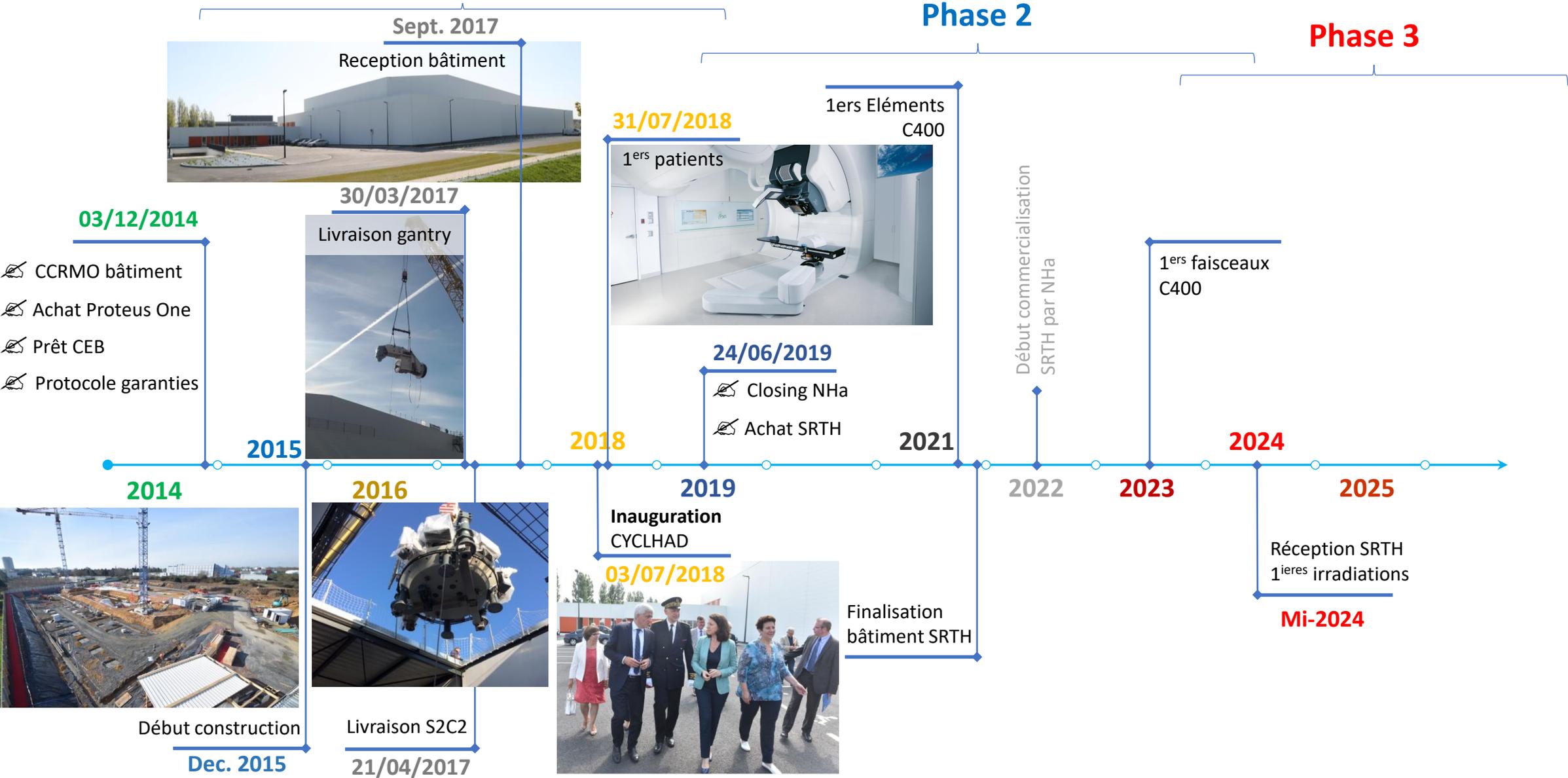
mi-2024 - 2025  
Démarrage de la recherche avec les ions C issus du C400

# HISTORIQUE

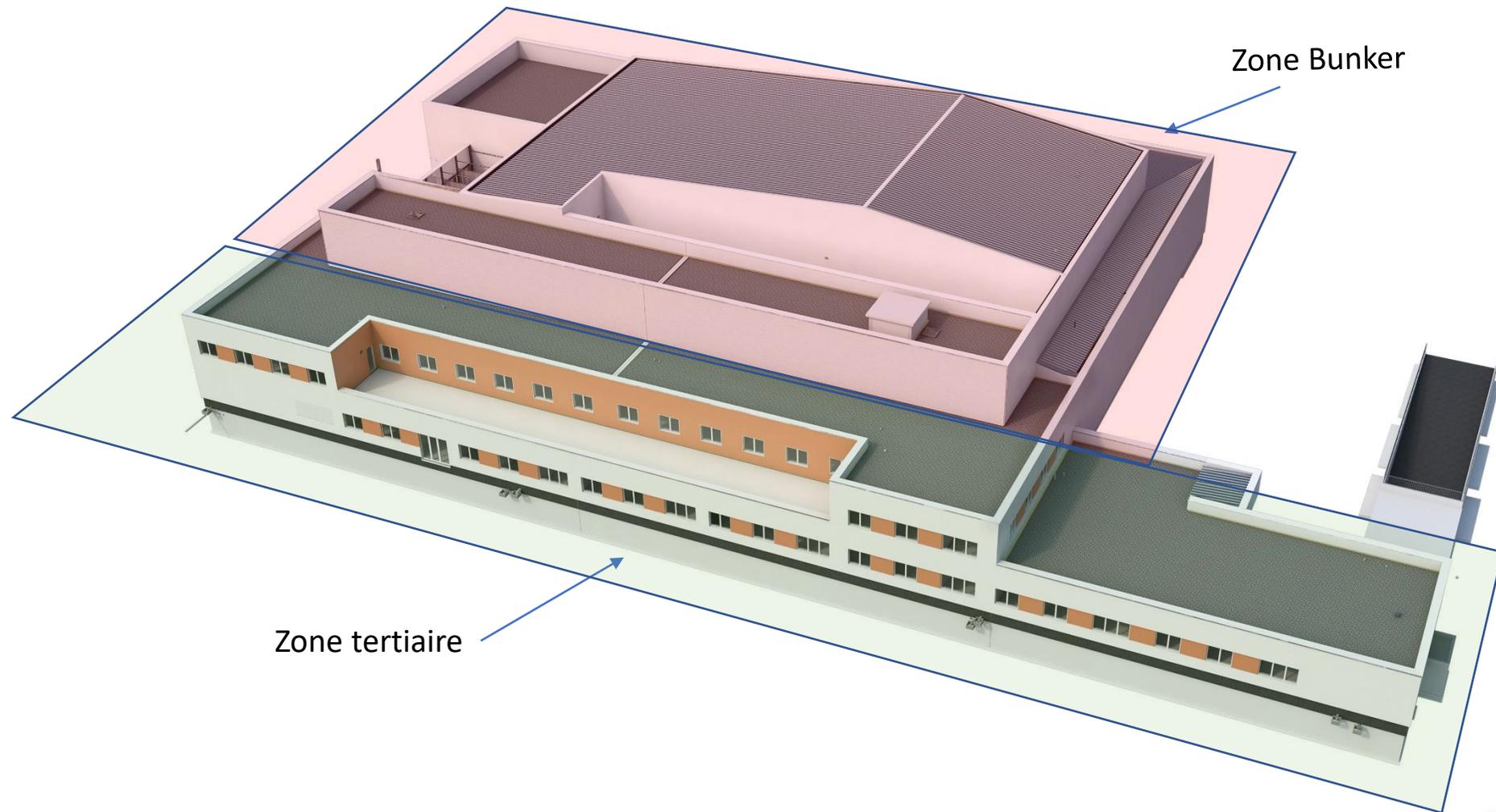
## Phase 1

## Phase 2

## Phase 3



# Phase 1 - Bâtiment

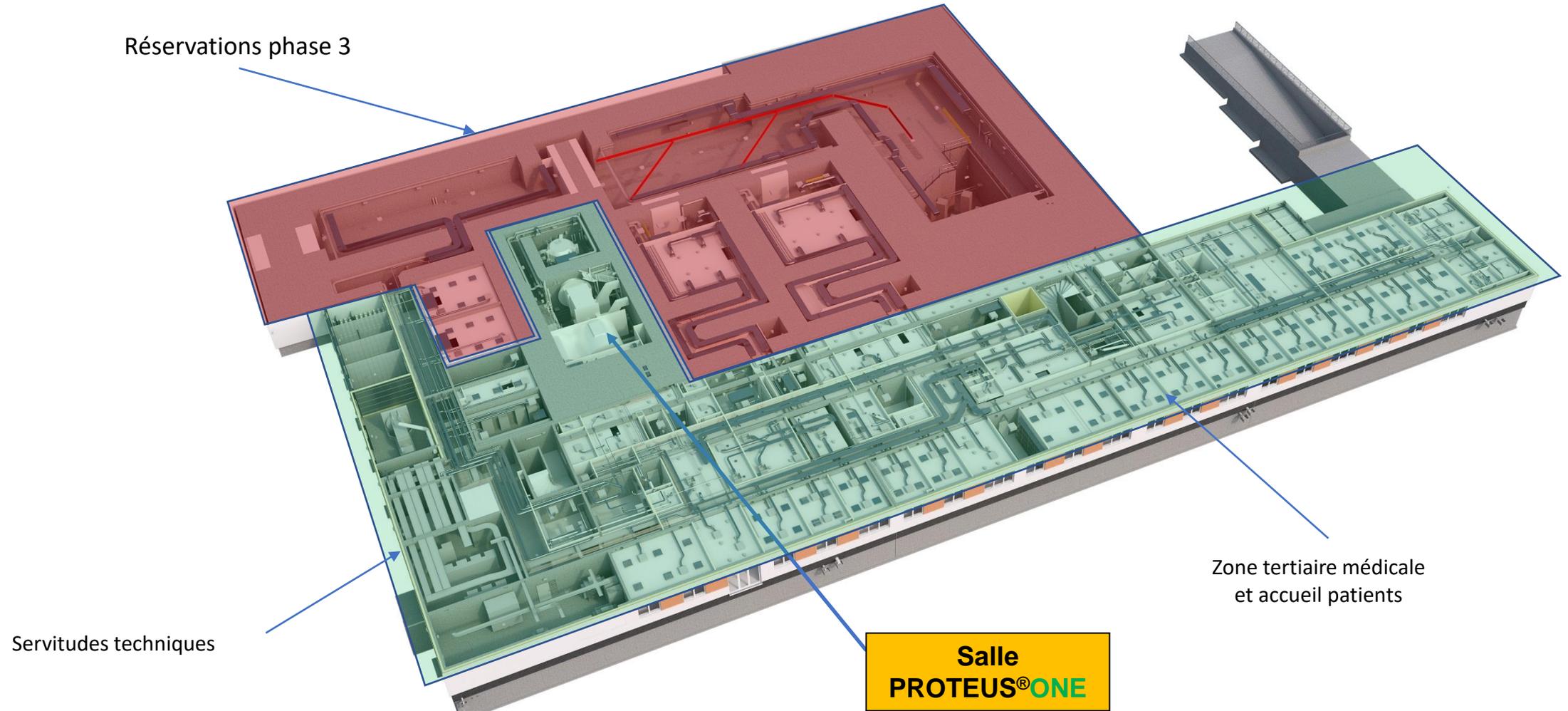


Zone Bunker

Zone tertiaire



# Phase 1 - Equipements



# Phase 1 – Bunker PROTEUS®ONE



Synchro-Cyclotron  
S2C2

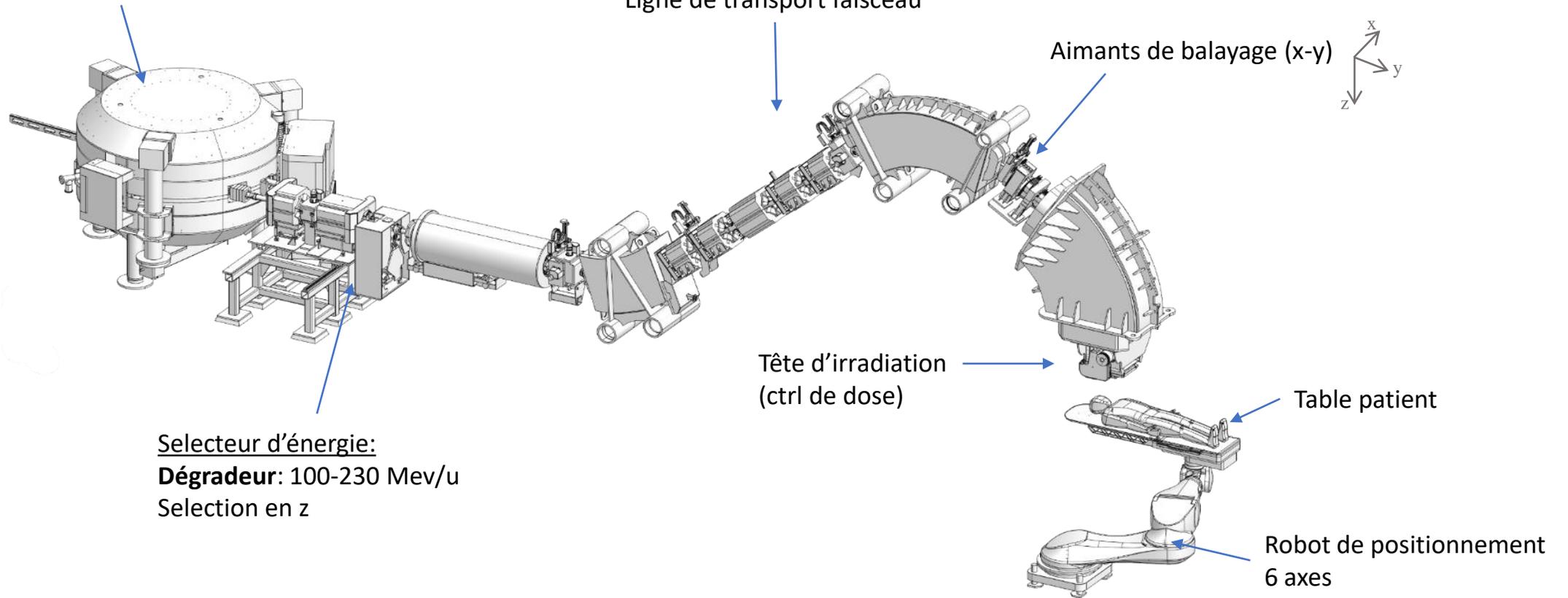
Gantry 270°

Salle traitement

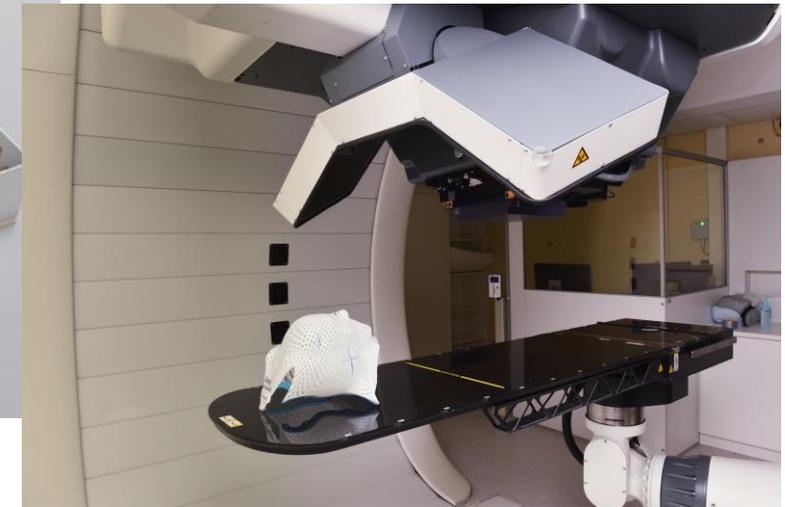
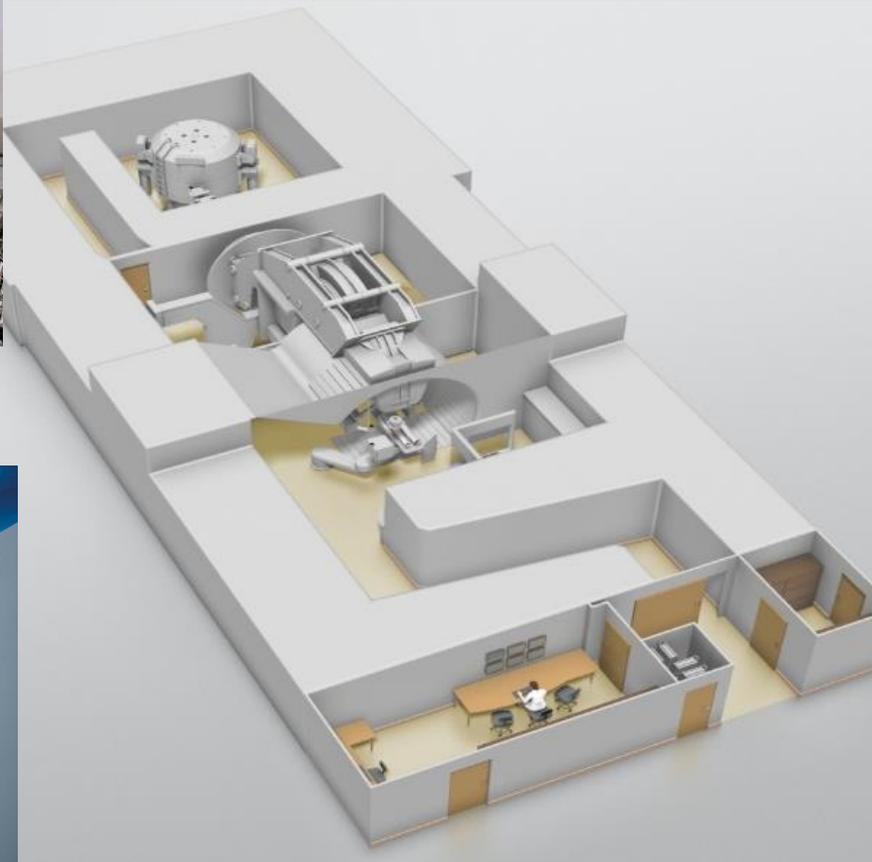


# Phase 1 – PROTEUS<sup>®</sup>ONE *Iba*

Accélérateur S2C2:  
Synchro-cyclotron supra-conducteur  
Energie: **230 Mev/u**



# Phase 1 – PROTEUS® ONE



## Phase 1 – Salle de traitement



# Phase 1 – CYCLE EXPLOITATION CLINIQUE

## Ouverture du Centre

**52 semaines** / an du lundi au vendredi

1 heure / jour de contrôle Qualité dose médicale

**15 heures / jour** d'ouverture de la salle à la **clinique**

Soir et Week-end: maintenance P-One & infrastructure

6h00 – 22h00

## Equipes

**IBA:** opérateurs, ingénieurs & techniciens (en **2 shifts**)

**Vinci Facilities:** ingénieurs, techniciens & astreinte

**CFB :** Médecins oncologues

Physiciens et dosimétristes médicaux

Manipulateurs radiothérapie & secrétariat

## OBJECTIFS

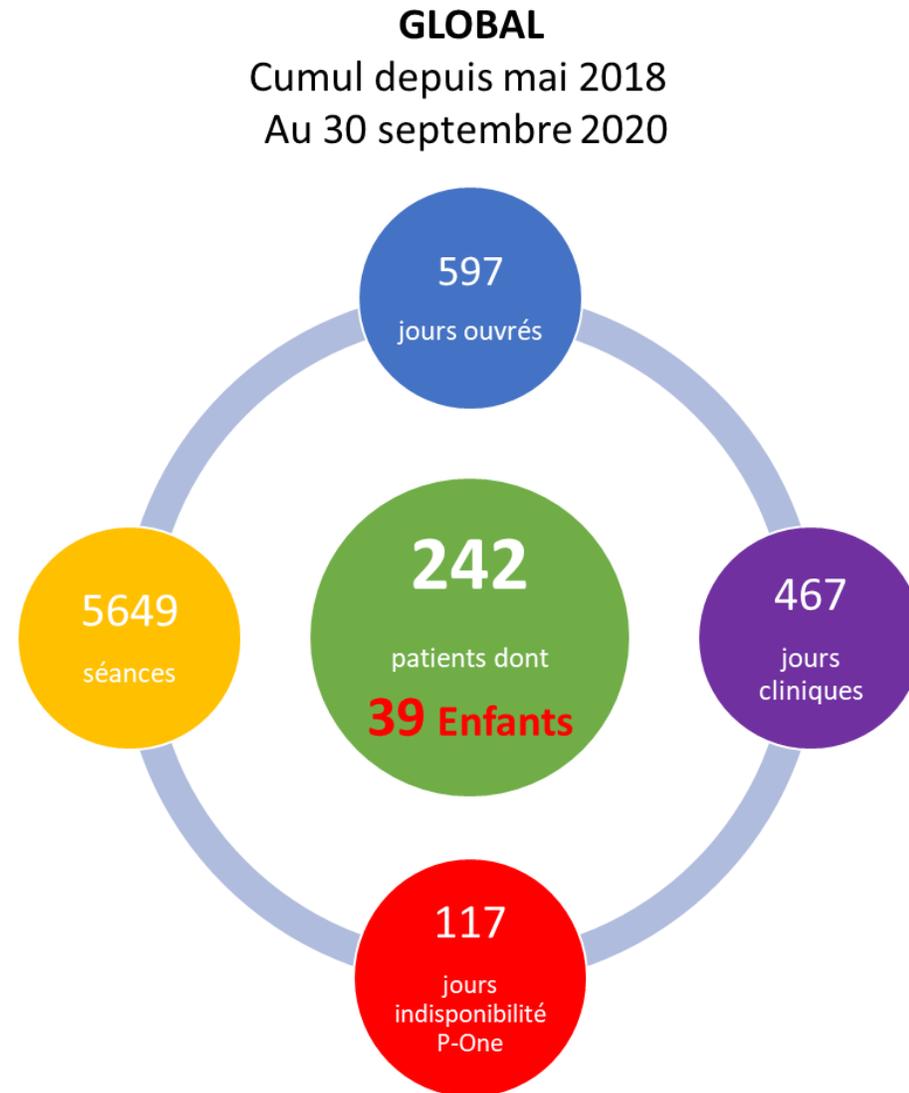
**345 patients / an** avec montée en charge sur 3 ans

**20 minutes** en temps de séance moyen

> **25%** prise en charge **pédiatrique**

Ouverture à la **patientèle étrangère**

# Phase 1 – RESULTATS EXPLOITATION CLINIQUE DEPUIS 2018



# Phase 1 – Plan d'exploitation et de maintenance



## Process – Proteus-One

=> Tous les jours 22h00 – 06h00 + Week-end

Plan annuel:

- **Maintenance** préventive & corrective
- **Opération** machine et **suivi** quotidien
- Gestion pièces de rechange



## Bâtiment & servitudes

⇒ Présence journalière + Week-end

⇒ Astreinte 365j / 24h

Plan annuel:

- **Maintenance** préventive
- **Contrôles réglementaires**
- Mesures **radioprotection**
- Entretien et **suivi** quotidien
- Gestions des **fluides**
- Distributions **électriques**

Réfrigération, Ventilation, chauffage



# Phase 2: Conception C400 / SRTH

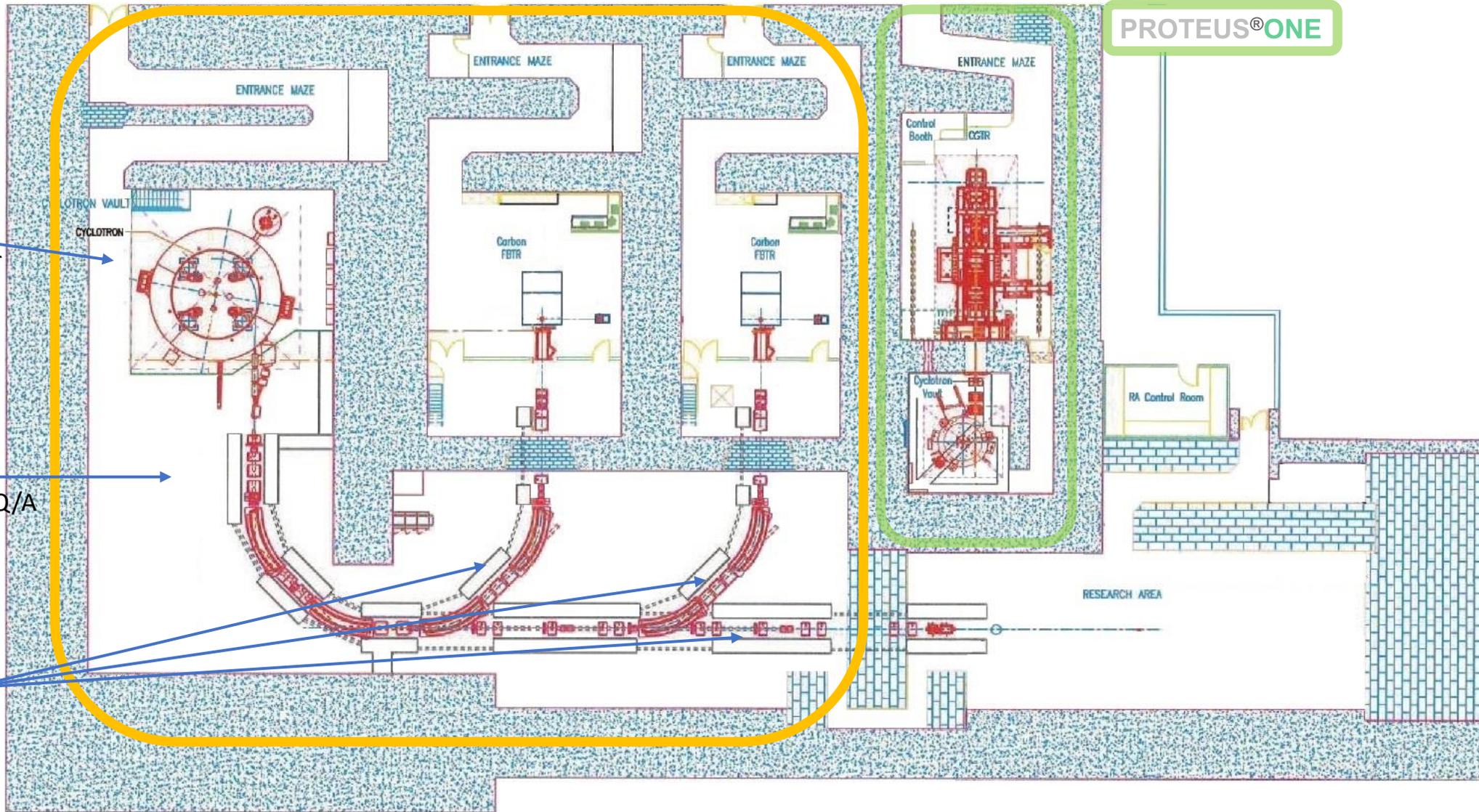
## SRTH: Système de Recherche et de Traitement en Hadronthérapie



Accélérateur C400:  
Cyclotron supra-conducteur  
Energie: **400 Mev/u**

Selecteur d'énergie:  
Dégradeur & Selection en Q/A

Lignes de transport et  
de distribution des  
faisceaux



## Phase 2: Conception C400 / SRTH

### C400: Cyclotron supraconducteur de nouvelle génération – 400MeV/u ions carbonés

- ◆ Ions accélérés : **Proton, Carbone, Hélium**
- ◆ Diam. Ext. 7 m; ep. 4 m ; poids ~ 800 tonnes
- ◆ Champ magnétique max.: 4,5 Teslas

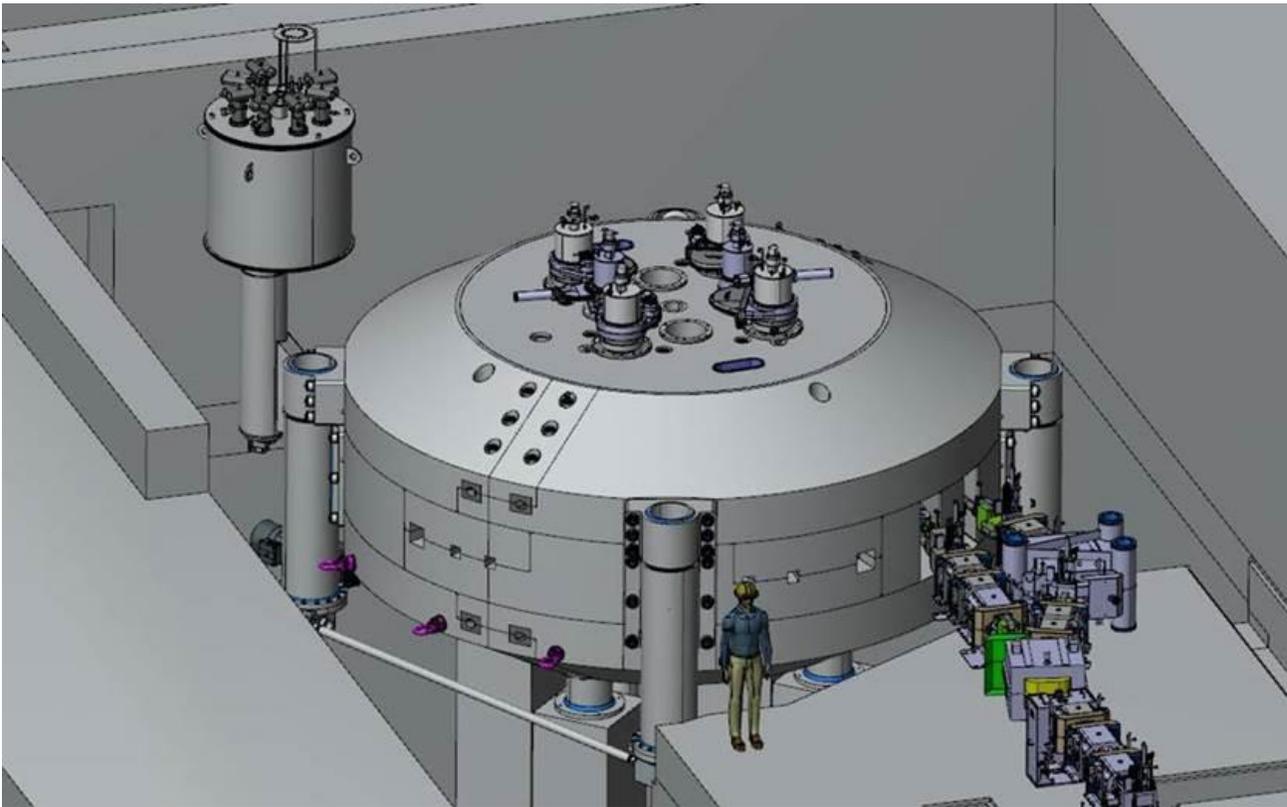
### Spécifications finales attendues des faisceaux:

	Paramètres	Unités	Proton	Carbone
C400	Energie max.	Mev/u	260	400
	Intensité max.	enA	500	100
	Intensité min.	enA	0,5	-
Salle clinique	Energie max.	Mev/u	230	400
	Range max. (eq. eau)	g/cm <sup>2</sup>	32	27
	Range min. (eq. eau)	g/cm <sup>2</sup>	4	4
	Champ max	cm <sup>2</sup>	30 x 30	20 x 20
	Dimension spot	mm	3 - 7	3 - 7
Salles expérience	Intensité min. @energy max.	enA	20	1
	Max. sigma faisceau en X et Y	mm	3	3

# Phase 2: Conception C400 / SRTH STATUT



- Etudes du C400 finalisées
- 1eres fabrications en cours chez les sous-traitants
- Etudes de l'ensemble SRTH en cours de finalisation

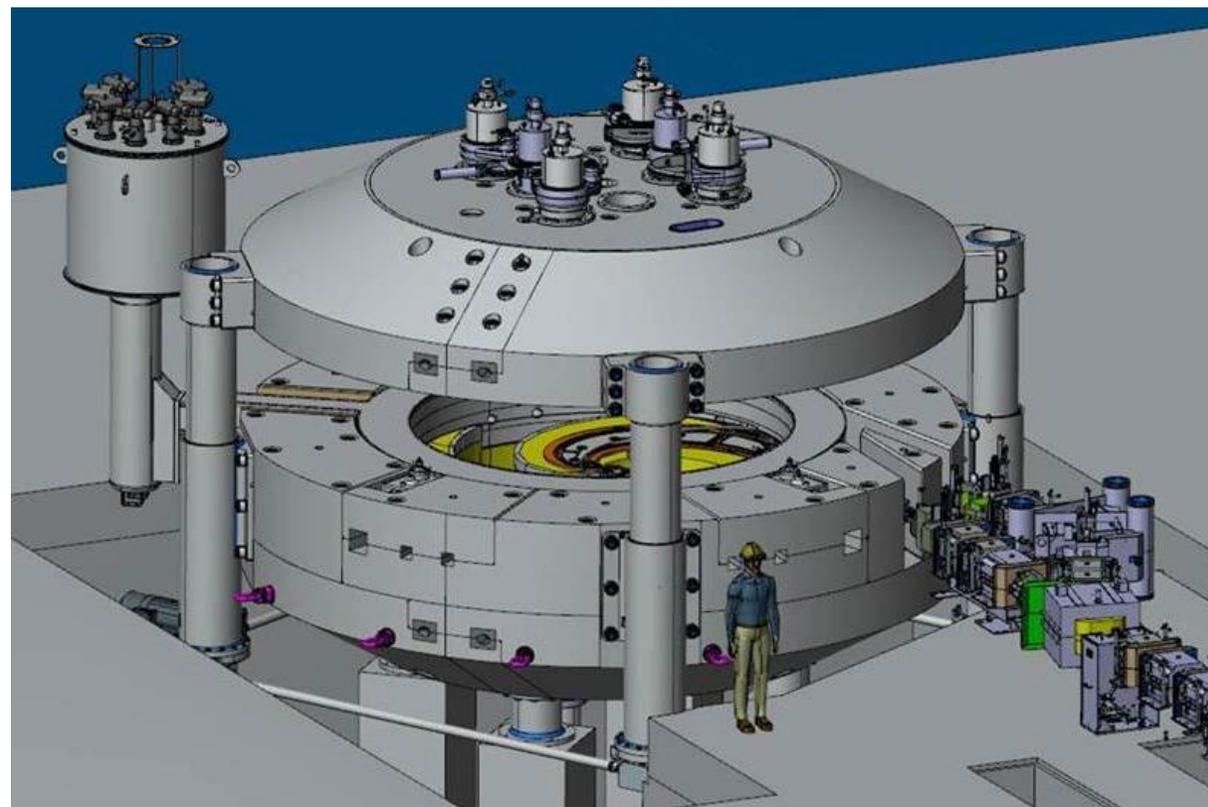


Cyclotron C400 dans le bunker

## Phase 2 & 3: Conception C400 / SRTH STATUT

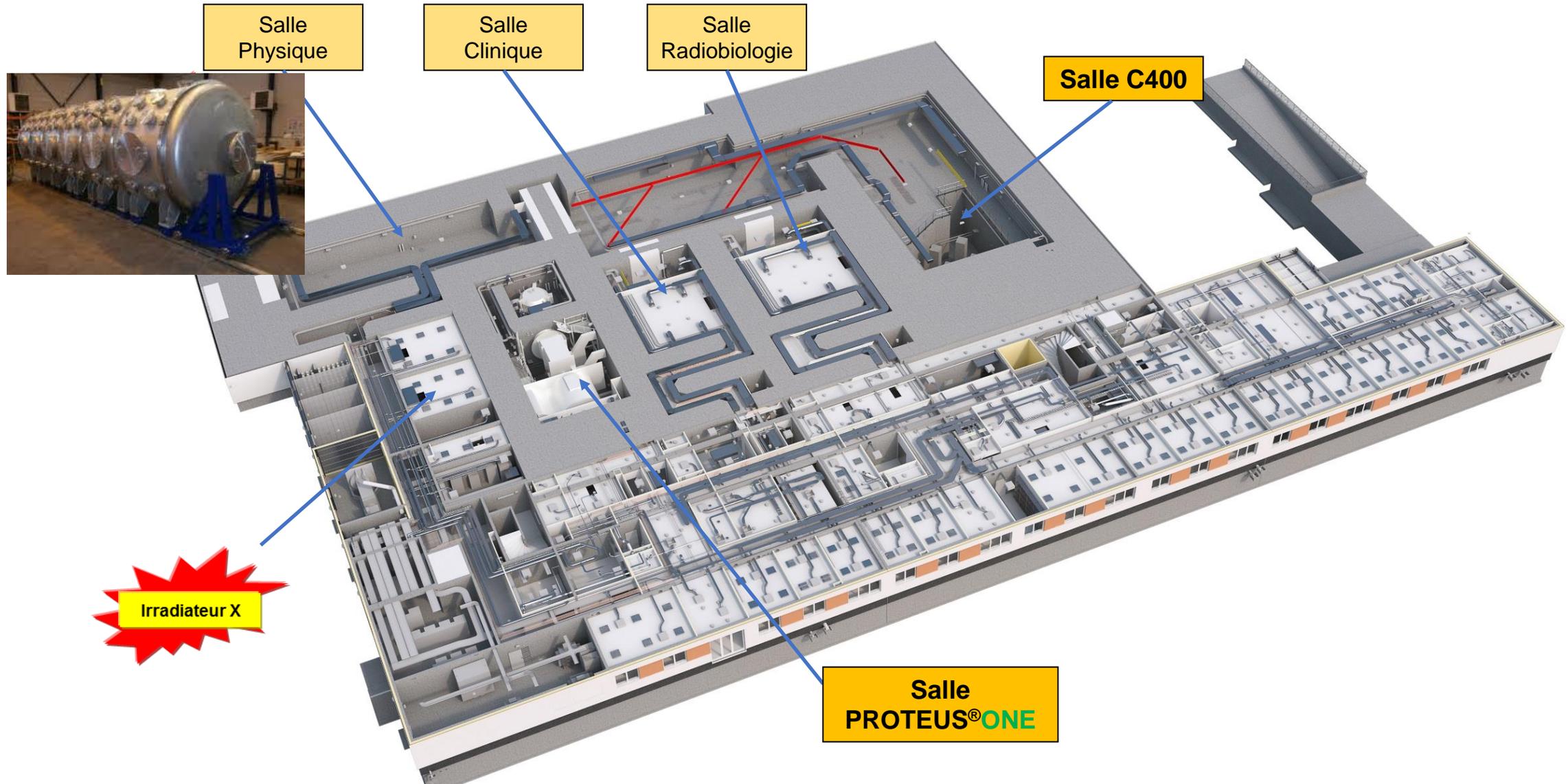


- Reprise prochaine des études et travaux de finalisation du bâtiment par SOGEA
- Mise en // plannings SOGEA – NHA pour l'accueil physique des éléments du SRTH vers fin 2021 - à consolider
- Installation complète, mise au point et tests du SRTH jusqu'à mi-2024 à fin 2024.



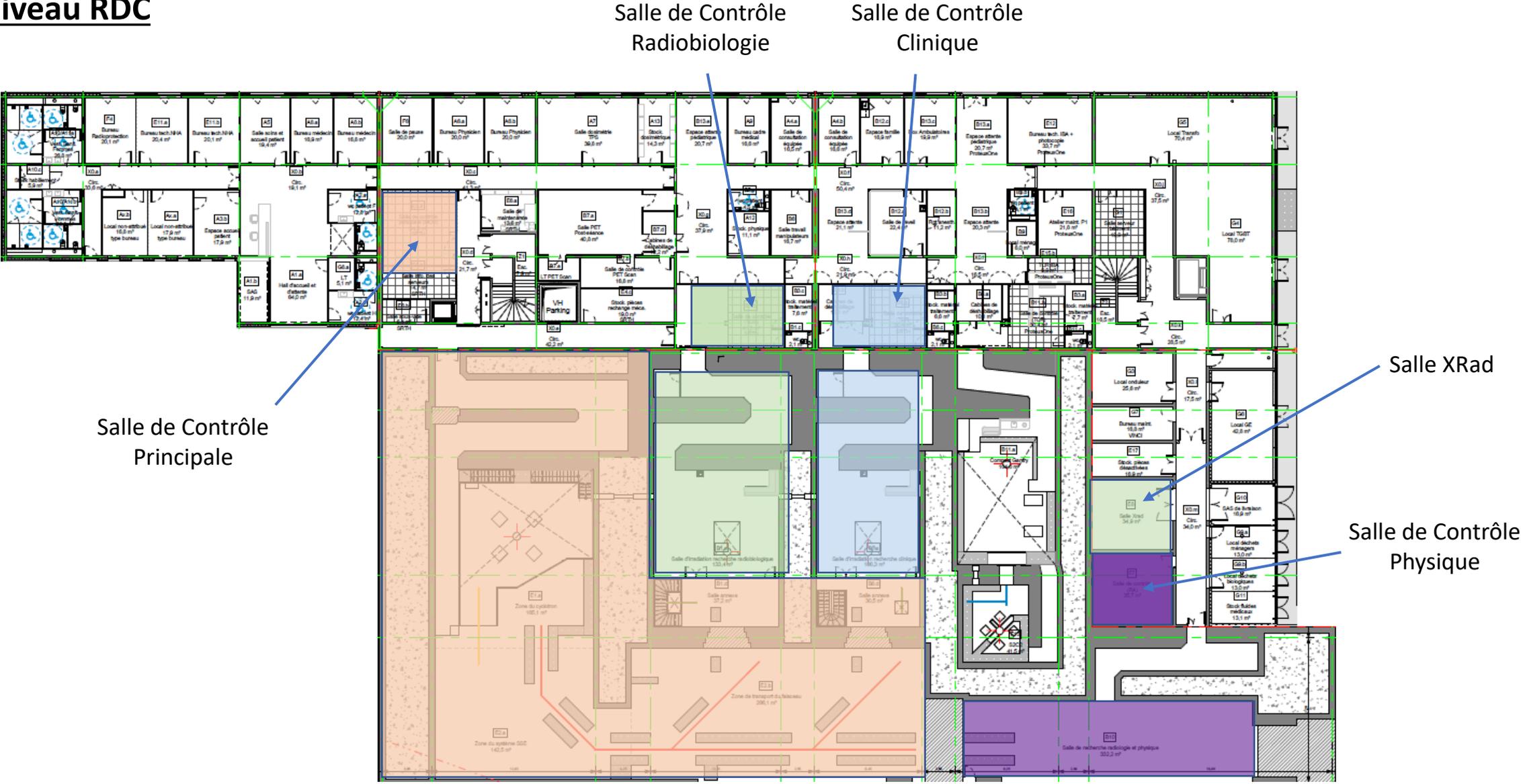
Cyclotron C400 – culasse ouverte

# Phase 3 – Installation complète



# Phase 3 – Installation complète

## Niveau RDC

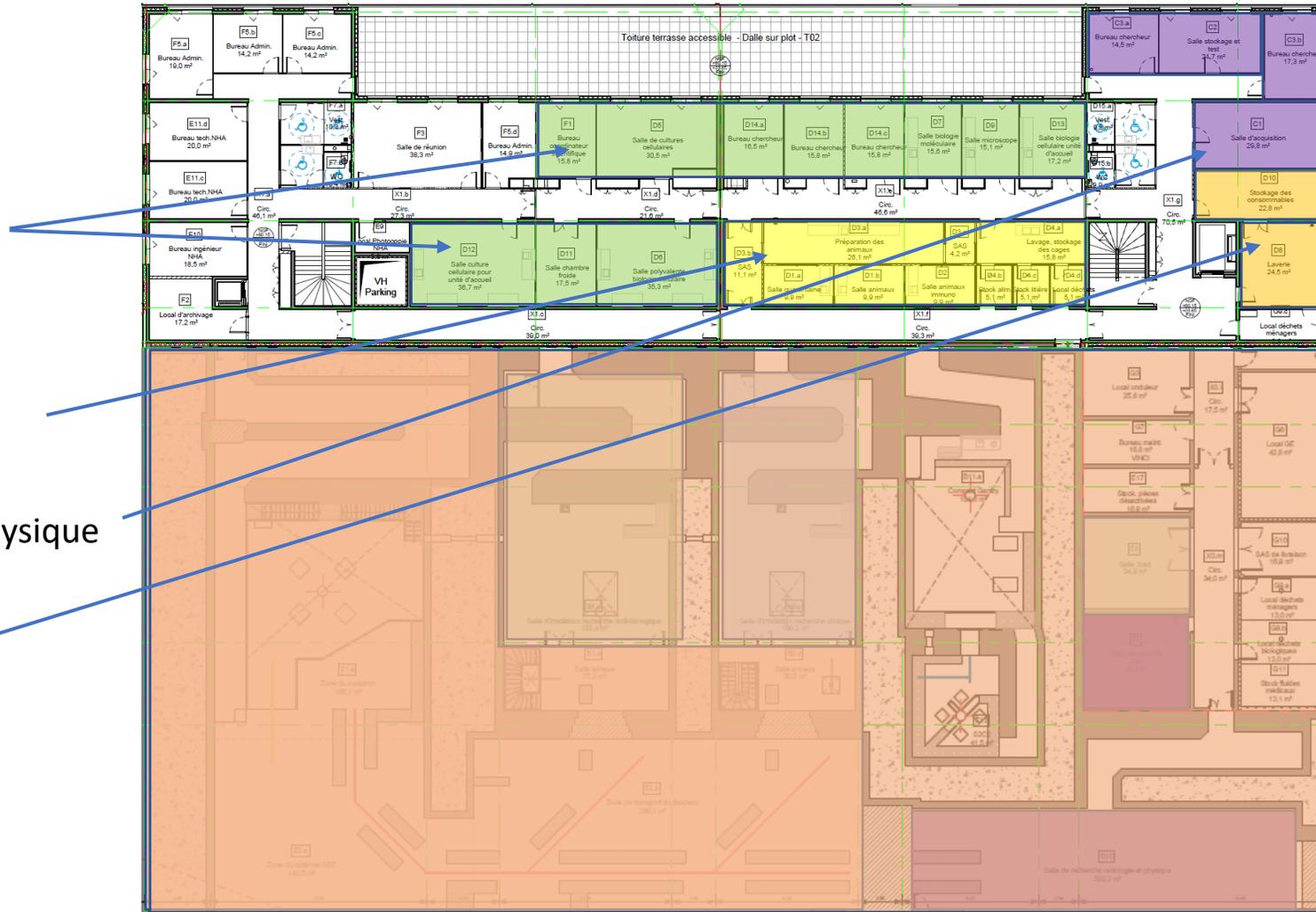


# Phase 3 – Installation complète

## Niveau R+1:

500 m<sup>2</sup> de laboratoires & bureaux à équiper

- Salles de culture cellulaire
- Salles de biologie cellulaire
- Salle de biologie moléculaire
- Salle chambre froide
- Salle microscope
- & bureaux
  
- Zone animalerie temporaire
  
- Bureaux, stockage & tests Physique
- Salle Acquisition Physique
  
- Pièces logistiques



# Phase 3 – Installation complète

Quelques vues du bunker ...

Salle C400



Zone de distribution faisceaux # salles



## Phase 3 – Installation complète

Quelques vue de l'étage des futurs laboratoires R&D sur 500m<sup>2</sup>

Salle Animalerie



Salle culture cellulaire



# PERSPECTIVES R&D COMPLÉMENTAIRE

## ➤ Etudes en cours d'une convention entre le CYCLHAD et le CFB pour donner un accès de recherche scientifique utilisant faisceaux du Proteus-One:

- L'utilisation clinique reste prioritaire -> set-up contraint et minimaliste
- Les heures de faisceaux seront commercialisées par CYCLHAD au minimum aux coûts cliniques
- L'opération de la machine est assurée par les Physiciens médicaux du CFB
- Les caractéristiques faisceau du Proteus One sont les suivantes:
  - Faisceau balayé dit PBS
  - énergie minimale **98,4 MeV** soit 7,5 cm dans l'eau
  - énergie maximale **226 MeV** soit 31,9 cm dans l'eau
  - Champ minimal environ 30 x 30 mm
  - Champ maximal 200 x 240 mm
  - Dimension d'un spot: 3,5 à 5 mm (pour 1 sigma)
  - Débit de dose pratique environ 1 Gy en 15 à 20 secondes

# CONCLUSION

- **CYCLHAD est en opération clinique depuis juillet 2018.**
  - ✓ Plus de 250 patients dont 39 enfants ont pu bénéficier d'un traitement en protonthérapie
  - ✓ Travail en cours pour augmenter et pérenniser le niveau de patientèle
  
- **Le projet de développement du SRTH avance selon le contrat industriel liant CYCLHAD et NHa**
  - ✓ La livraison finale du système est projetée entre mi-2024 et début 2025
  - ✓ Dans l'intervalle, CYCLHAD proposera des temps de faisceau protons issus du P-One
  
- **Le succès final du projet a encore quelques obstacles à franchir:**
  - ✓ Pérenniser le modèle économique sur le long terme
  - ✓ Obtenir l'ensemble des autorisations administratives
  - ✓ Finaliser l'équipement en adéquation avec les besoins de recherche à termes
  - ✓ Généraliser des conventions d'accès avec les différents organismes de Recherche de tutelles
  - ✓ Trouver les financements pour les équipements complémentaires des salles irradiation & laboratoires
  
- **Besoin d'un COMITE TECHNIQUE d'experts tel que prévus aux statuts de CYCLHAD**

MERCI DE  
VOTRE  
ATTENTION

Ion Beams NHa  
IMPT Radiobiology S2C2  
Tumor Protontherapy  
SRTH C F Cyclotron Normandie  
Bragg Particle-Therapy IBA SOPB  
C400 Phisicochemistry XRad  
TPS Carbon Saphyn  
Vinci Particle  
PBS Protons