

Impact d'un projet d'une nouvelle machine dans une installation multi-accélérateurs : le cas particulier du nouvel accélérateur flash à l'Institut Curie-CPO

Samuel Meyroneinc

Responsable du service Biomédical Technique et Ingénierie

Centre de Protonthérapie d'Orsay –Institut Curie



FRATHEA
Flash RAdiation THerapy Electron Acceleration

ENSEMBLE, PRENONS
LE CANCER DE VITESSE

ANR-24-FRAT-0001

anr
agence nationale
de la recherche

FRANCE
2030

Région
Île de France

cea

**institut
Curie**

Le projet Frathéa

Radiothérapie conventionnelle

	Débit de dose	Temps de traitement	Nb de fractions
Radiothérapie conventionnelle	2Gy/min	~1 min	~25
Radiothérapie Flash (perspectives)	> 100 Gy/sec	< 0,5 sec	1-3 ?

Le projet Frathéa

Un **démonstrateur** à base d'un accélérateur VHEE (Very High Electrons Energy) d'une énergie supérieure à 140 MeV pour des études physiques-radiobiologiques et précliniques.



Le projet Frathéa

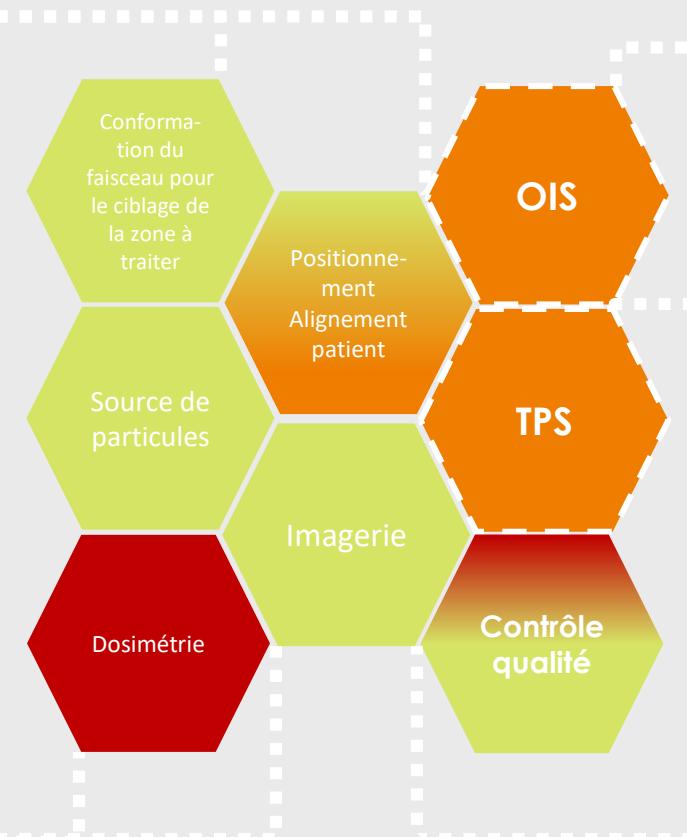
□ Les différents partenaires:

Industriel Systémier

- Fournisseur de la solution d'accélérateur
- Développement du système d'irradiation
- **Intégrateur système**
- **Imagerie spécifique VHEE et FLASH**



- Etudes de **radioprotection**
- Instrumentation pour la **dosimétrie**
- Support et expertises **accélérateur**



Innovant (pour le flash)

Conservatif (pour faire de la pré-clinique)

Intégré



Chaque membre du consortium apporte une brique essentielle au système



- Physique médicale
- TPS
- Conformation faisceau
- Radioprotection ASN/IRSN
- Radiobiologie Flash
- Radiophysique Flash

Fournisseurs clés

- Composants et système d'imagerie conventionnelle
- Solution de contrôle du positionnement
- Logiciel de Contrôle Commande



?

Projet nouvel accélérateur



Nouvelle installation



Au sein d'une installation existante

Savoir-faire et expériences
à utiliser

Construction
& travaux publics



Industrie



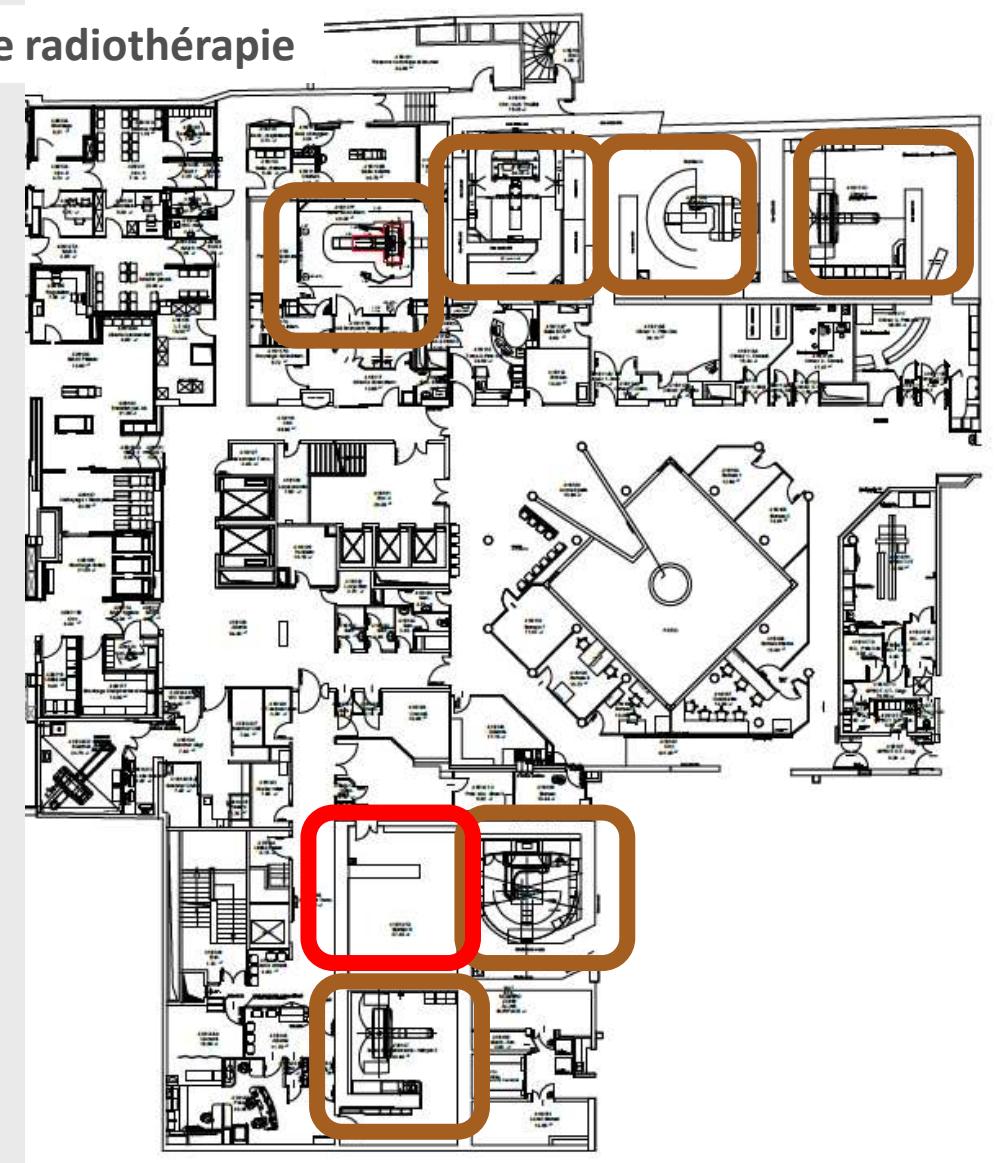
Accélérateurs



Un cas classique pour un plateau de radiothérapie



Plusieurs bunkers avec des Linacs
alternativement renouvelés
Tous les 7-10 ans



Le cas du Centre de Protonthérapie d'Orsay SWOT pour insertion d'une nouvelle machine

Forces	Faiblesses
% infrastructure déjà existante	% incertitudes sur existants
Proximité acteurs	Site en activité-%perturbations
Solution économique/écologique	SC200 encore là + ligne de faisceau
Opportunités	Risques
Utilisation locaux existants	Délais et coûts assainissements
Amorcer démantèlement	Interfaces complexes
Proximité unité radiobiologie	

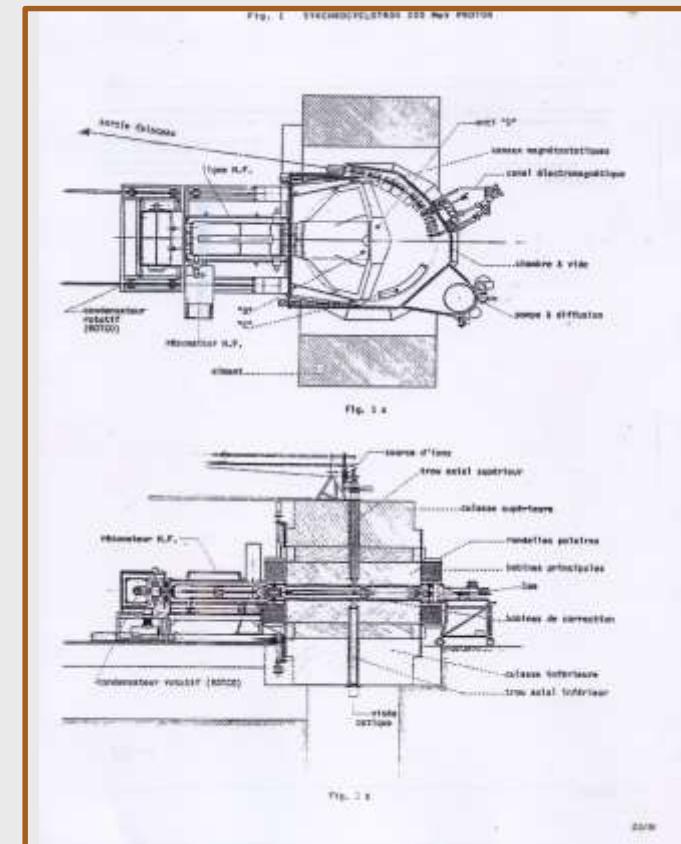


Le synchro-cyclotron SC200

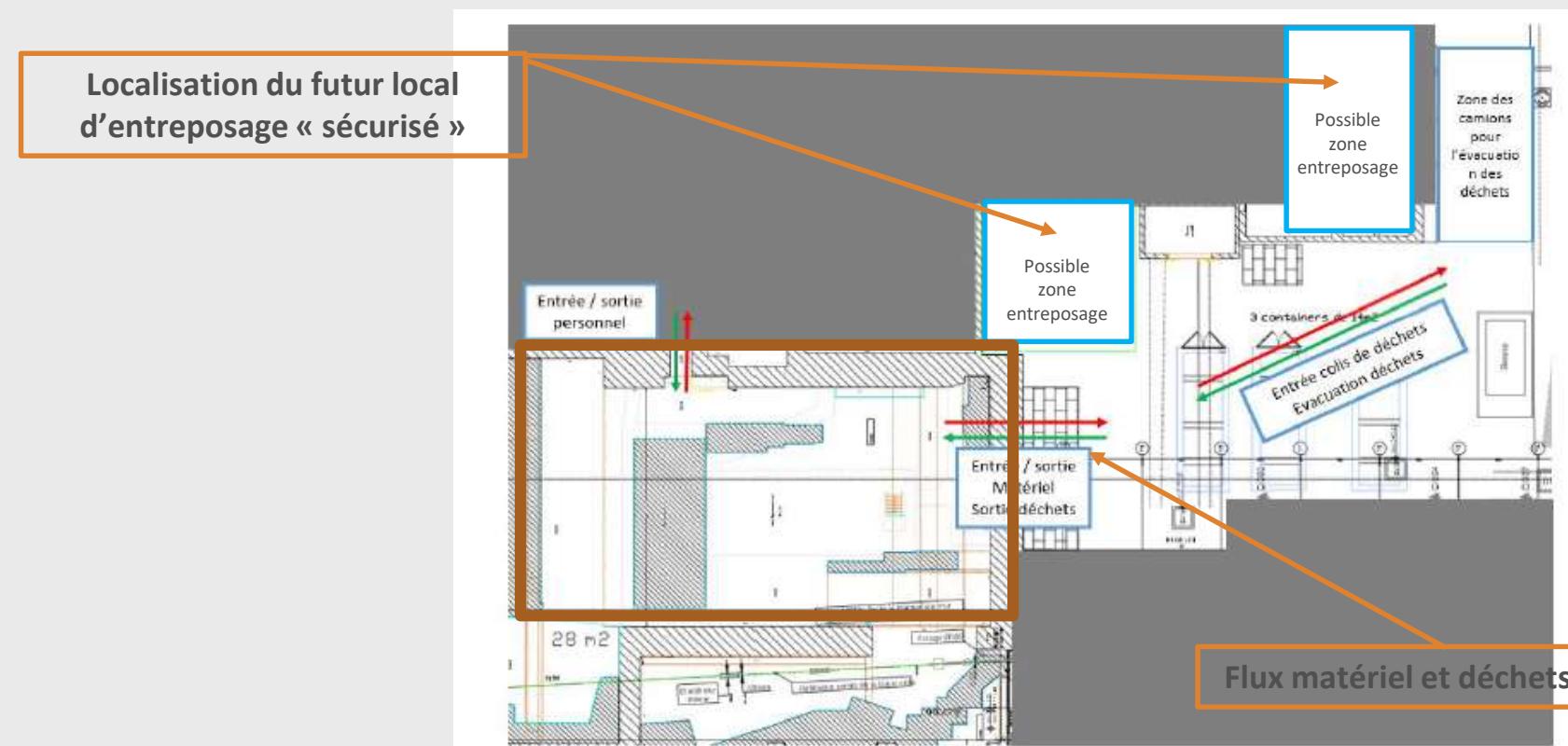
1. Culasse 800 t+bobines 100t
2. À l'arrêt depuis 2010 (quasi inactif)

Les lignes de faisceau

1. Section 1 à l'arrêt depuis 2010
2. Section 2 encore en usage
(zone interdite si irradiations salles)



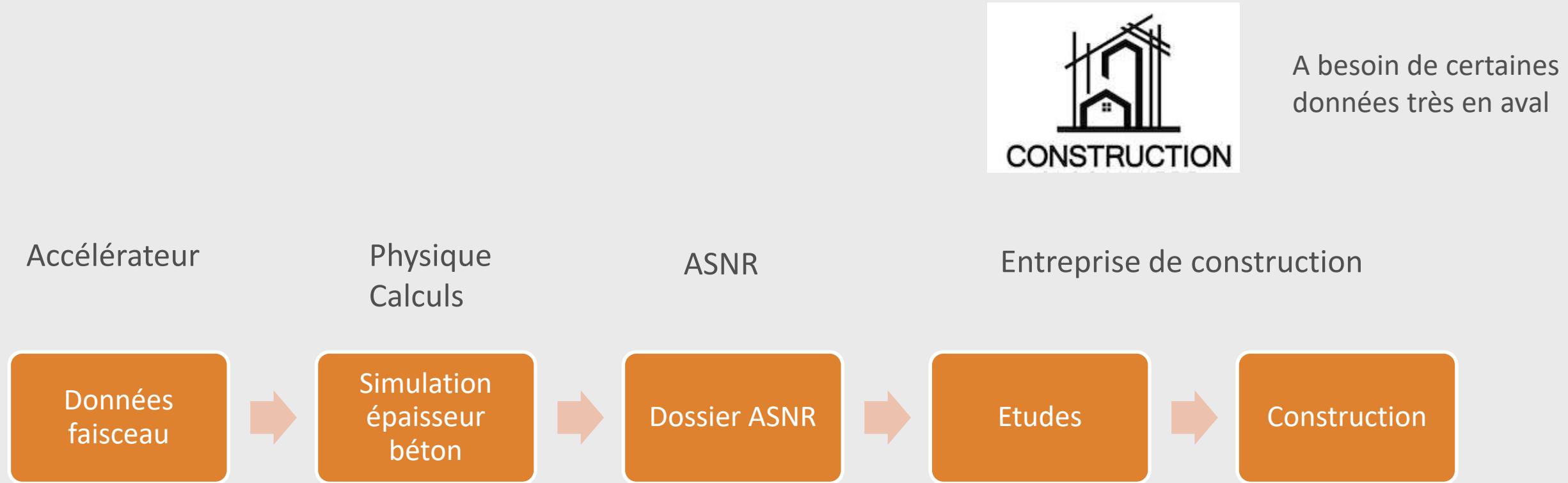
- 1. la culasse et la bobine restent sur place
- 2. tout le reste est entreposé dans un local extérieur ad hoc
- 3. la section 2 du faisceau est isolée de la salle S qui passe en zone publique



Local d'entreposage



Appui technique radioprotection iRSD/CNRS

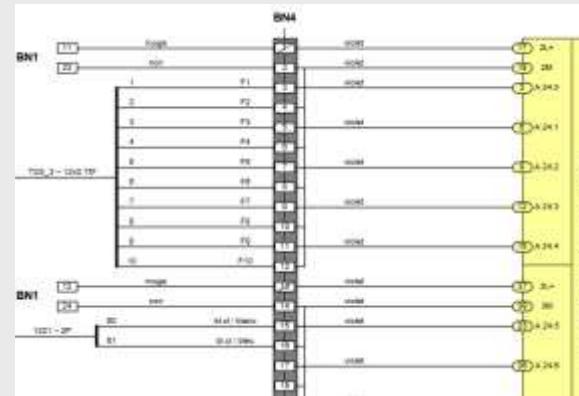


Sources et réseaux d'énergies et de fluides:
électriques, courants faibles, IT,
eau, air, gaz, ventilation, ...

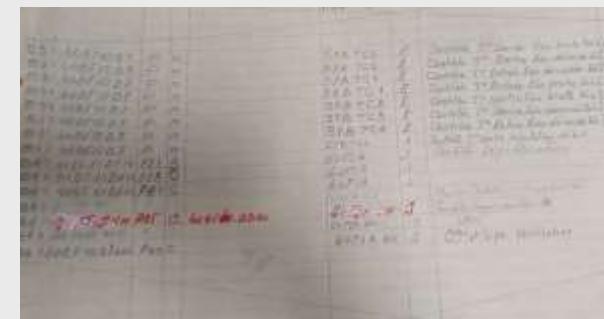
Réseaux actuels



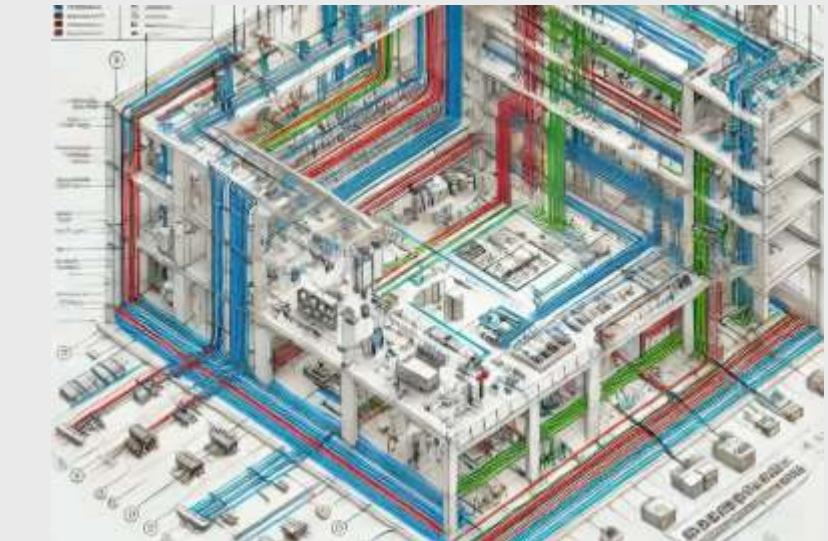
Schémas actuels



Carnets de câbles anciens



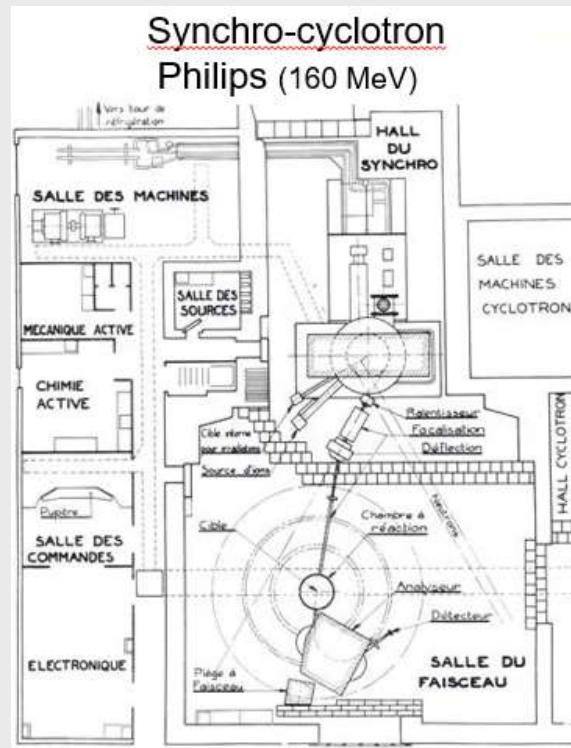
Futur (BIM ?)



Les réseaux et la mémoire d'une installation

Les 5 vies de l'installation du bâtiment 101

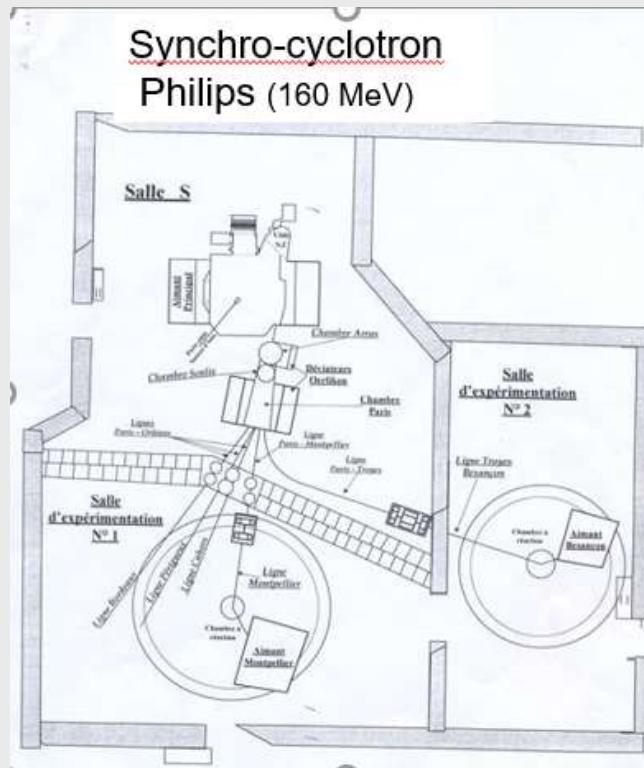
1958 – SCV1



Les réseaux et la mémoire d'une installation

Les 5 vies de l'installation du bâtiment 101

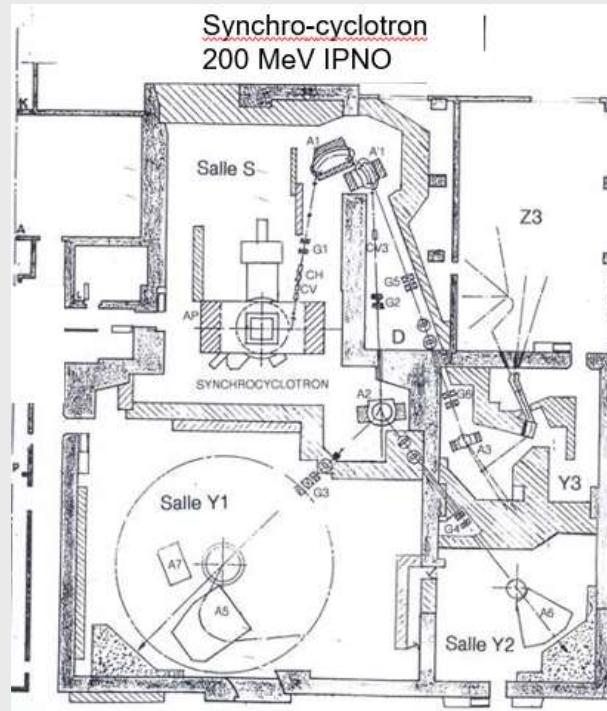
1967 - SCV2



Les réseaux et la mémoire d'une installation

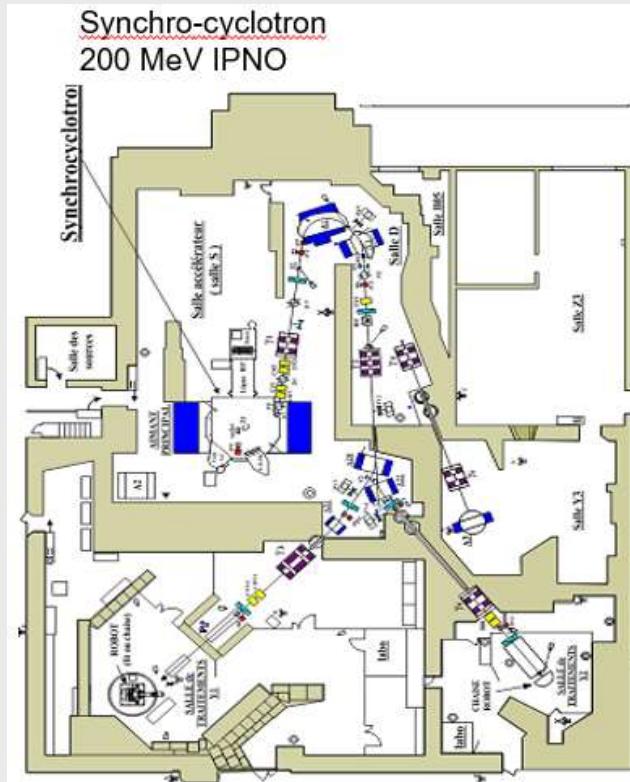
Les 5 vies de l'installation du bâtiment 101

1978 – SC200



Les réseaux et la mémoire d'une installation

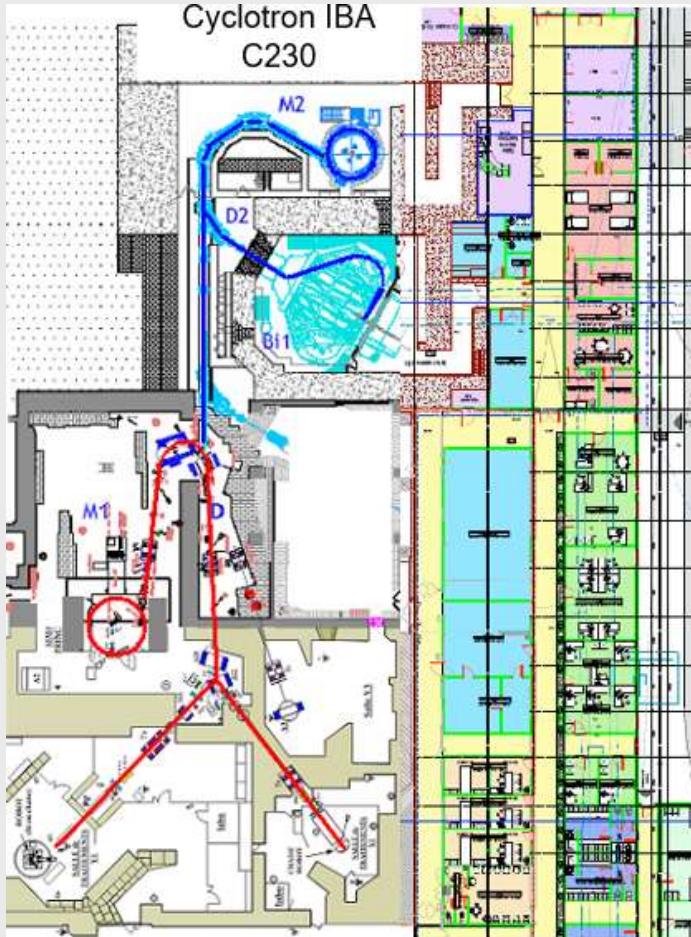
Les 5 vies de l'installation du bâtiment 101



1991- CPO V1

Les réseaux et la mémoire d'une installation

Les 5 vies de l'installation du bâtiment 101



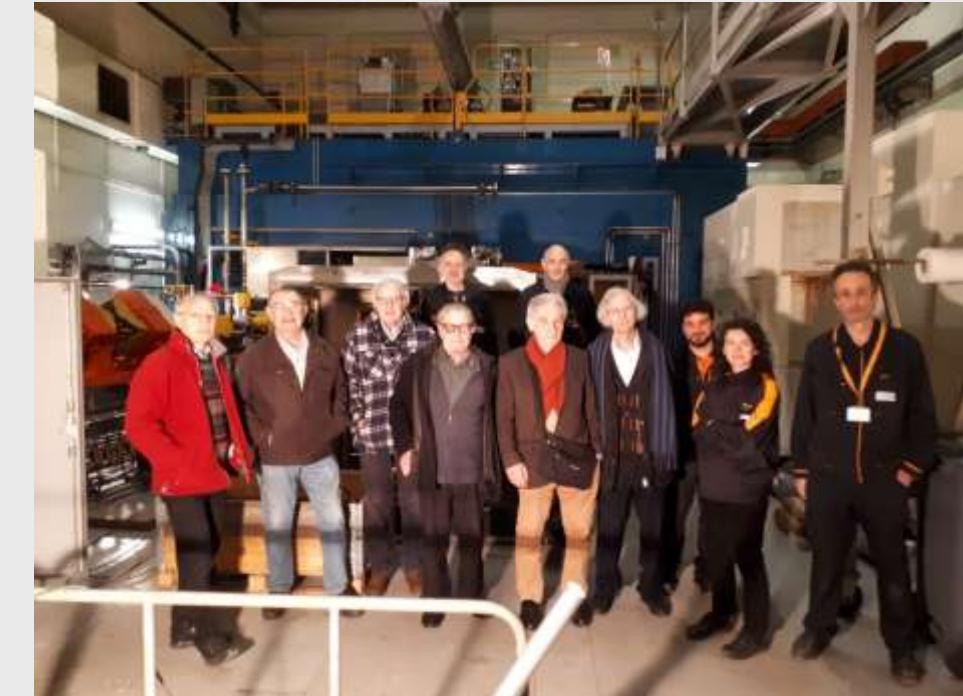
2010 - CPO V2

Les réseaux et la mémoire d'une installation

Les 5 vies de l'installation du bâtiment 101



Visite des anciens du SC200



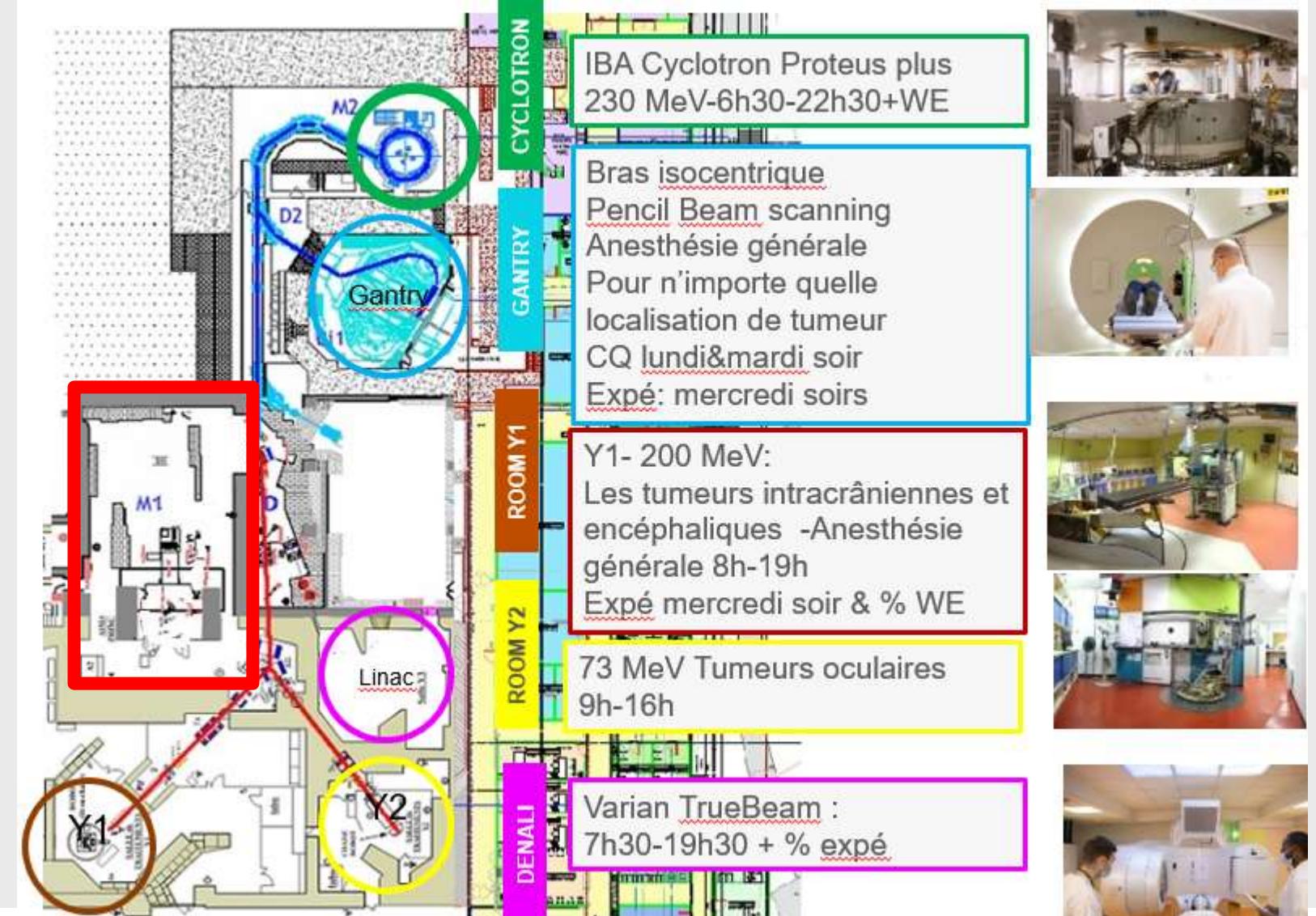
Travaux en site occupé

Un site avec plusieurs activités sur des larges plages horaires:

- Journées semaines
- Soirées
- Week-end
- Avec % aléas et priorités non négociables

Dispositions pour interventions:

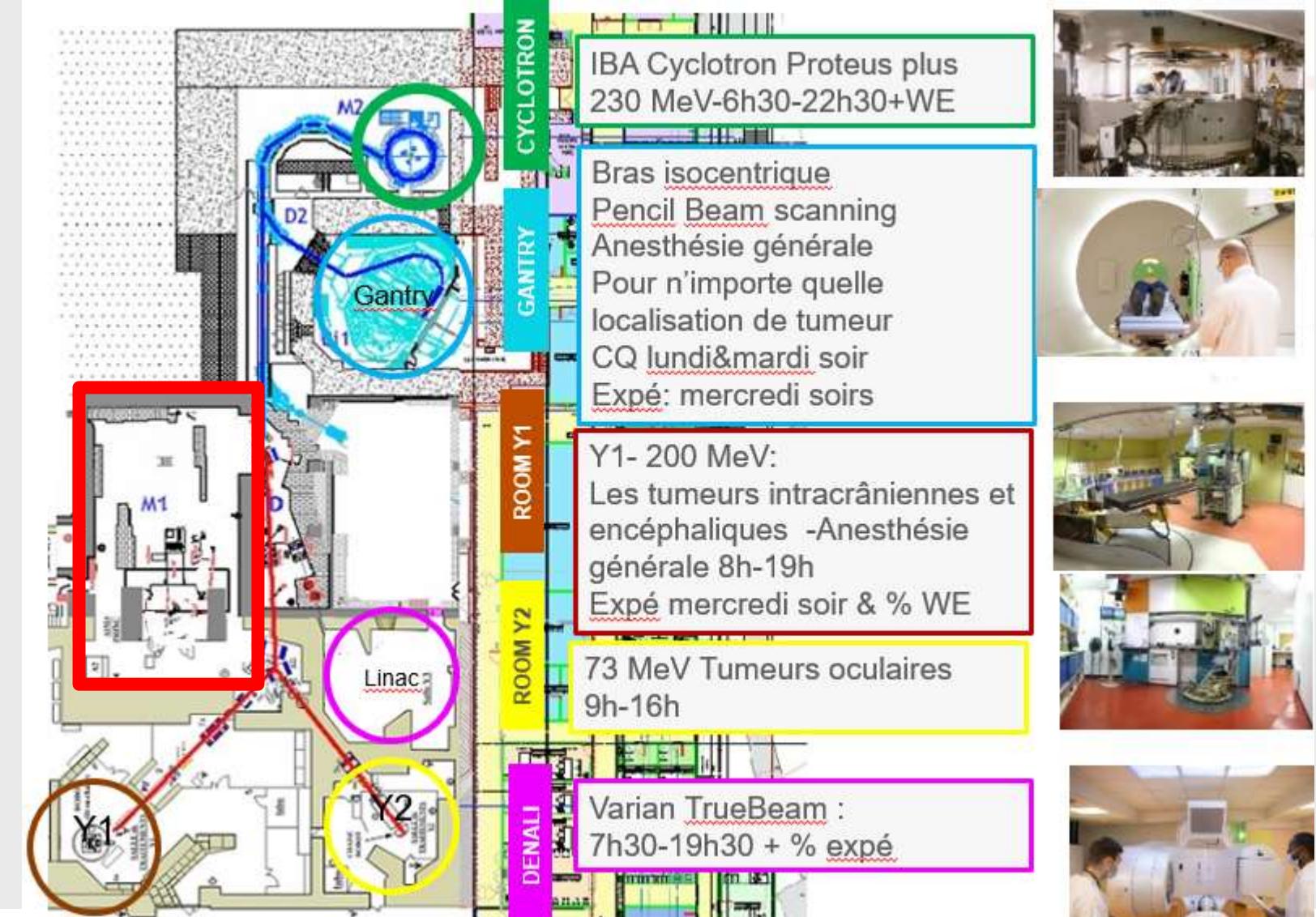
- **Ordonnancement de type industriel**
- Un planning avec % marges
- Une cellule pour arbitrage si aléas
- Précautions et information régulière



Exemple retrait d'un pont roulant
en juin - activités de nuit



Travaux en site occupé



Le Centre de Protonthérapie d'Orsay

Un installation en exploitation (V1 en 1991 V2 en 2010)
de 6h30 à 19h30 ou 23h - 52 semaines par an sauf 4 vendredis

Activités: opérations, maintenances préventives, correctives

Des activités expérimentales % soirées % week-end
Principes de sécurités de traitement-mobilisation en cas d'aléas

....



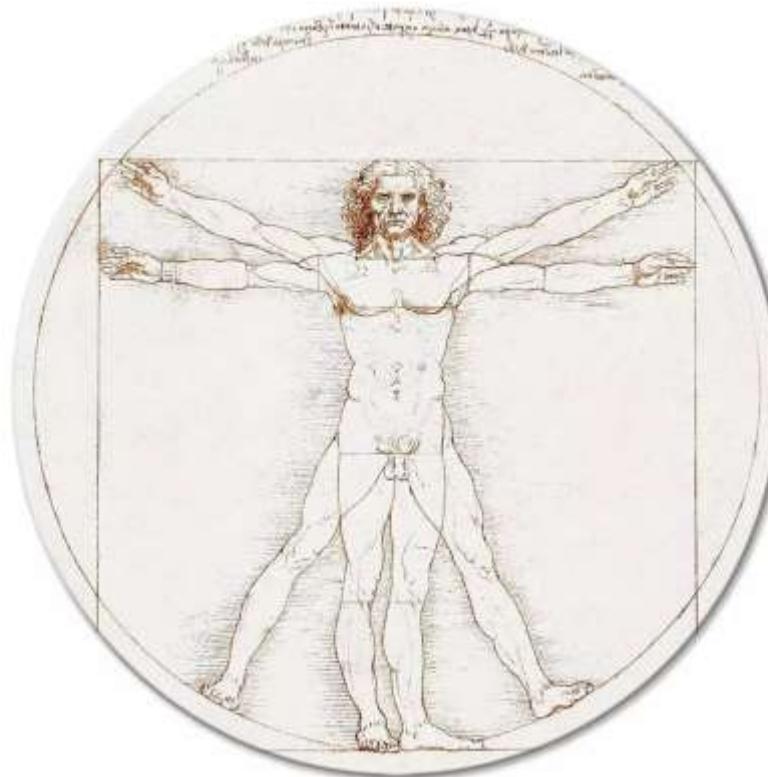
Voir poster
Sur fiabilité et sécurités au CPO

Métiers/ Compétences

Sources-lignes-RF-vide
Alimentations-cooling-vide
Instrumentation, control-IT
...

Séquences

Matin-journée-soirs-%week-ends
Planifié- non planifié
Présentiel –distanciel-télétravail



Activités

Opérations
Maintenances préventives,
Adaptatives, Correctives
Affaires, améliorations
Upgrades
Projet 1, projet 2, **nouveau projet (?)**

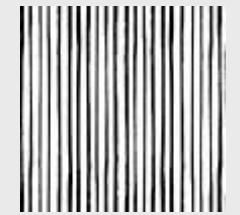


Des fonctions claires
Et délimitées ?

Gestion des Risques

Radioprotection, électricité,
Mécanique, chimique
Incendie, électromagnétique
cybervigilance, ...

Obligations et Contraintes Réglementaires et Administratives		
Codes des marchés	Dossier ASNR	Silos
Propriété Intellectuelle	Dossier ICPE	Strates
Permis de Construire	Radioprotection	Guichets
Assurances	Rendus aux tutelles	Habilitations
RSE	RGPD	Normes
		Cyber-sécurité



Codes de

Obligations et Contraintes Réglementaires et Administratives



Propriété

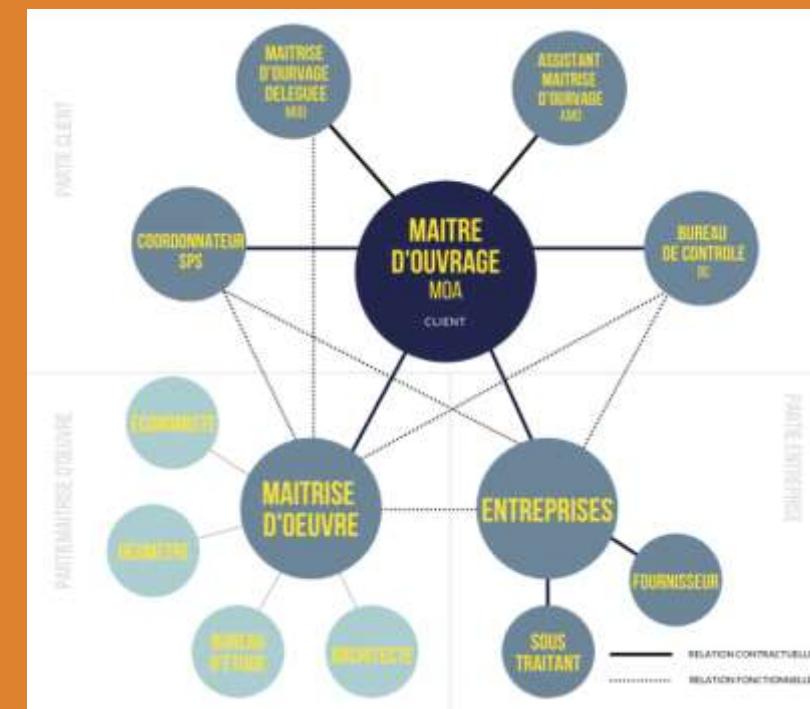
Permis de

Répartition des rôles

Assurance

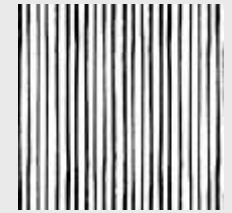
Bonhomie face à
la réglementation

RSE

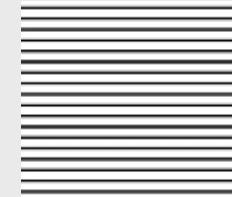


Cyber-sécurité

Silos



Strates



Guichets



Divas



Avancées

- ancien pont roulant démonté-évacué
- Travaux sur cour extérieure commencés
- 95% réseaux section 1 identifiés-déposés

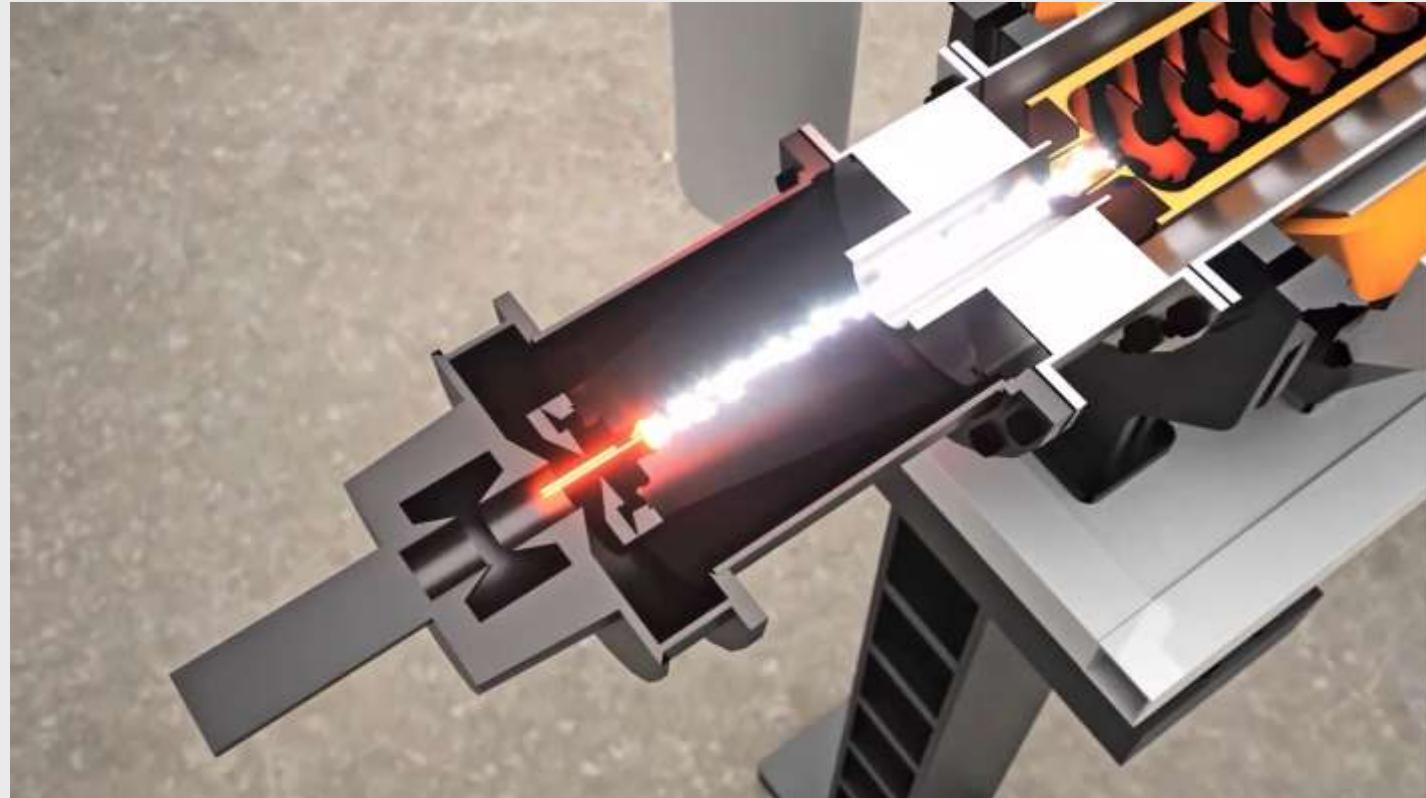


A venir court-terme

- Janvier 2026: nouveau pont roulant
- T1 2026 – salle S -zone publique
- T2 2026 – entreposage pièces dans local ext.
- Janvier 2026 : sélection de l'industriel

A venir moyen-terme

- mi 2026-début 2027: travaux préparatoires
- mi 2027: installation accélérateur Frathéa
- puis ... faisceau, tests et expérimentations



Pr Gilles Créhange, Amaury Martin, Anne-Claire de Reboul, Nadine El Tannir.

Ludovic De Marzi, Annalisa Patriarca, Régis Ferrand, Thomas Gauliard, Jérôme Verdonck, Eric Allyre, Charles Fouillade, Irène Buvat, Vincent Favaudon

Régine Borgeot, Sonia Bandhavong, Olivier Moroso, Alae Bouyarden

Claire Gadré, Stéphane Thépault, Frédéric Martin , Eric Hierso, Samir Mekhane, Eric Brot, Vincent Delivet, Romain De Abreu, Jonas Assuli, Mohamed Tall, Teddy Gelas

Kim Cao, Eymeric Le Reun, Pierre Loap



Construction
& travaux publics



Des données majeures
fixées à l'avance

Répartition des rôles

Bonhomie face à
la réglementation

?

Industrie



Ordonnancement

Des fonctions
claires et délimitées ?

Si complexe, découper
le mammouth ?

?

Accélérateurs



Accélérateurs de
Particules

Environnement
Multi-risques

% innovations

?



Votre avis ?

ANR-24-FRAT-0001