



**GDR**

Groupement  
de recherche

**MI2B** Outils et méthodes nucléaires  
pour la lutte contre le cancer

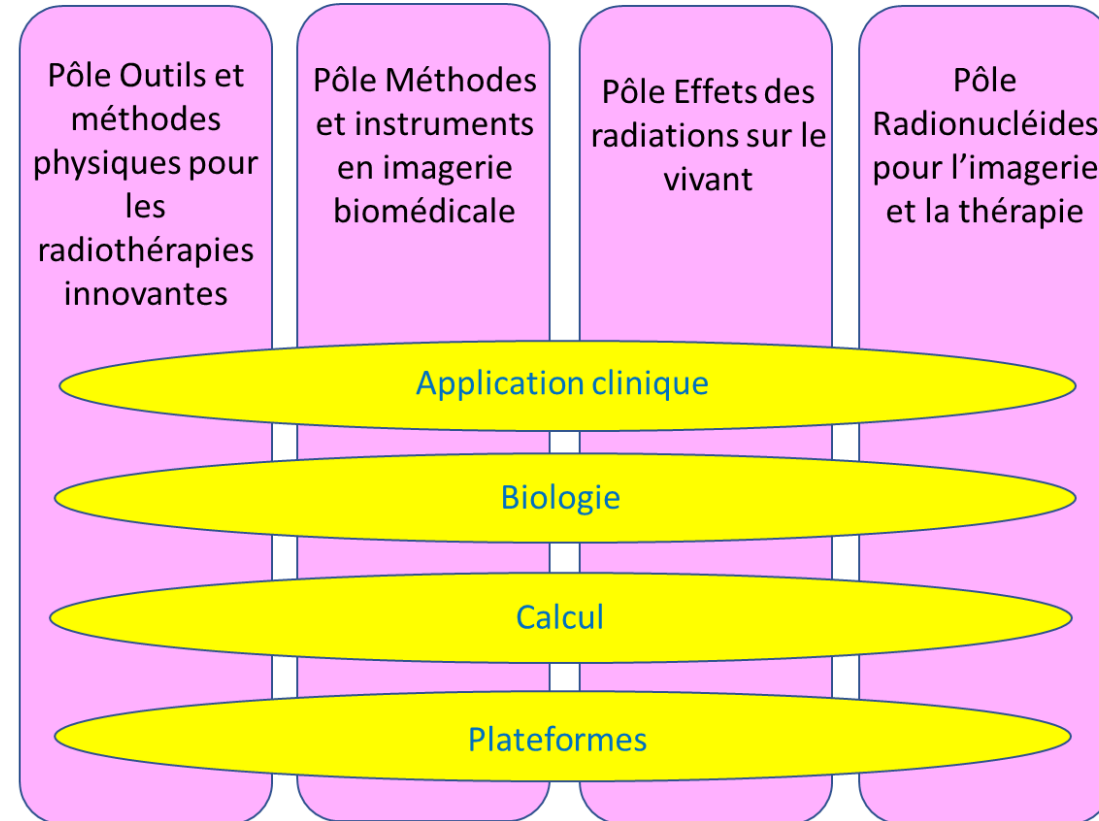
# Retour sur cinq années

Denis Dauvergne

<https://mi2b.fr/>

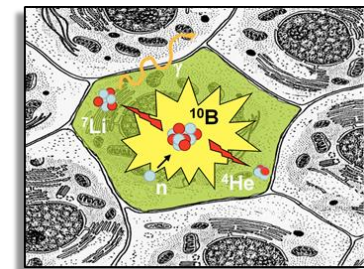
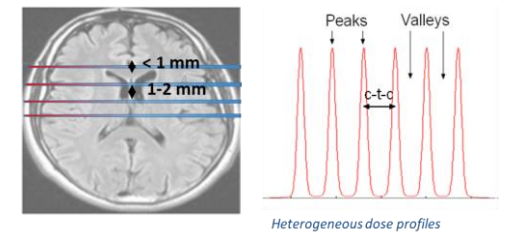
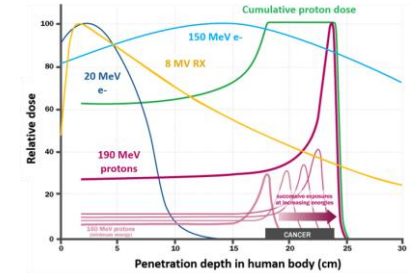
- GDR = Outil structurant du CNRS (depuis 2004)
- Animation scientifique Ouvert au-delà de l'institut principal IN2P3:
  - INSB (direction adjointe depuis 2020)
  - INSIS, INP, INS2I, Inserm, IRSN
  - **36 équipes partenaires**
  - **367 personnes abonnées à [gdr.mi2b.gen@marlist.in2p3.fr](mailto:gdr.mi2b.gen@marlist.in2p3.fr)**
- Réflexions thématiques:
  - Assemblée Générale annuelle
  - Ateliers thématiques (ouverts – Co-organisation LabEx, Radiotransnet, SFBR...)
    - Feuilles de route
  - Emergences de collaborations
- Lien étroit avec l'IN2P3 (groupes de travail, sollicitations...)
- Liens avec SFPM, RadioTransNet, SFBR, autres GDR
- Formation – suivi des étudiants et jeunes chercheurs

### Organisation thématique



# Pôle Outils et Méthodes Physiques pour les Radiothérapies Innovantes

- **Hadronthérapie** – précision ballistique et particules à haut TEL
  - Protonthérapie = standard clinique (PBS, gantries, ...)
  - Carbone et ions légers (He, Li, O...):
    - RBE plus élevé, straggling plus faible qu'avec les protons
    - Prochainement Archade en France, CNAO (Italie)
- Fractionnement spatial → amélioration de la tolérance aux tissus sains
  - **Minifaisceaux protons**
  - **Microfaisceaux X** (MRT): transfert vétérinaire (ESRF jusqu'en 2023)
  - VHEE: ( $> 10^2$  MeV) fractionnement spatial en profondeur
- Hypo-fractionnement à haut flux: thérapie **FLASH** → tolérance aux tissus sains
  - Observation avec électrons, confirmé avec X-rays, protons, alphas
  - Problématique biologique et chimique
- Ciblage local
  - **AB-BNCT**: regain d'intérêt avec accélérateurs
  - **Radiosensibilisants** (éléments haut-Z, nanoparticules, PDT-nanosciintillateurs...)
  - **Radiothérapies Internes Vectorisées** (émetteurs alpha-beta)
- Combinaison avec autres modalités (immunothérapie)



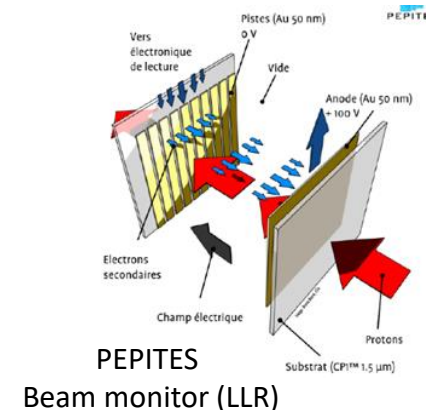
# Pôle Outils et Méthodes Physiques pour les Radiothérapies Innovantes

France: offre unique de modalités d'irradiations complémentaires: protons et ions légers (He, C, O...), photons: synchrotron X jusqu'à haute énergie, faisceaux pulsés d'électrons haute énergie avec possibilité UHDR, radioisotopes, sources neutrons.

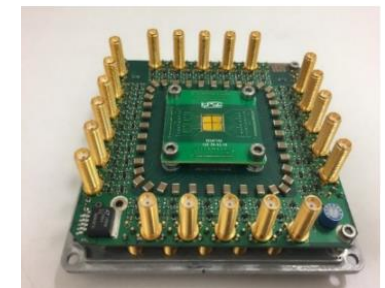
- **Challenges pour la radiobiologie et pour une dosimétrie versatile:**
  - Prédiction de l'efficacité radiobiologique par des simulations multi-échelle Geant4 avec Geant4-DNA et GATE;
- **Développement de nouvelles modalités de délivrance de dose**
  - Irradiation FLASH (CYRCé – ARRONAX)
  - Hadronthérapie (protons au CAL-Nice, Curie-Orsay, ions légers: ARCHADE, CNAO...)
    - Données de base (fragmentation nucléaire, rayonnements secondaires, radiolyse)
    - Données radiobiologiques → Modèles biophysiques (NanOx, G4-DNA)
  - RIV & ab-BNCT: production neutrons & radioisotopes
- **Instrumentation spécifique**
  - Moniteurs faisceaux
  - Contrôle en ligne
    - Gamma camera for targeted therapy
    - Prompt gamma range verification
  - Clinical data collection and processing



CAL-Nice



PEPITES  
Beam monitor (LLR)



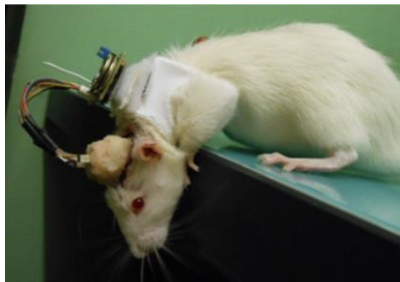
Diamond beam hodoscope (LPSC)

# Pôle Méthodes et Instruments en Imagerie Biomédicale

Challenges en imagerie TEP et TEMP:

→ Améliorer la sensibilité, rapidité, diminuer la dose

- Imagerie TOF-PET : challenge « **10 ps** »
- **Imagerie Compton, imagerie « 3-gammas »**
- Imagerie Intracérébrale, endomicroscopie



MAPSSIC beta+ probe  
(IJCLab, IPHC, CPPM)

- R&T :
  - Cristaux « scintroniques » pour ultra-fast timing
  - « Liquid-PET »

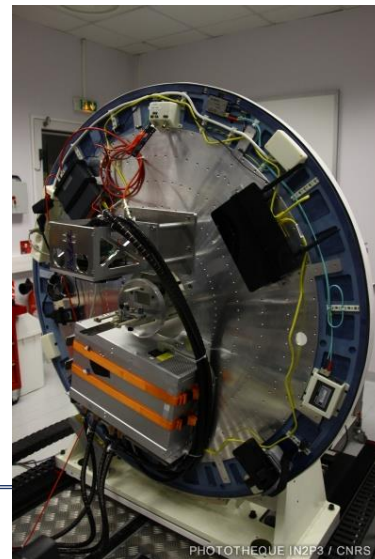
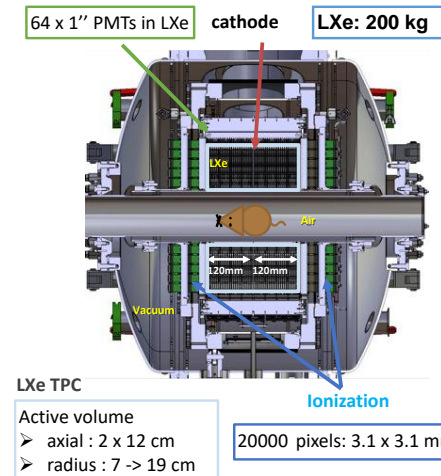
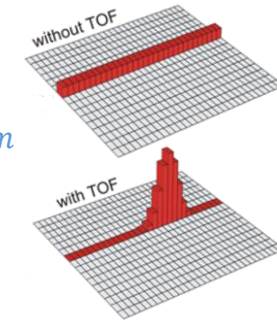


PHOTO THEQUE IN2P3 / CNRS

$$\Delta L = \frac{c \times \text{CTR}}{2} \rightarrow 1.5 \text{ mm}$$

P. Lecoq et al (2020)



XEMIS2 LXe 3-gamma camera  
(Subatech)

TomXgam CPPM-IRFU (ANR Clearmind)

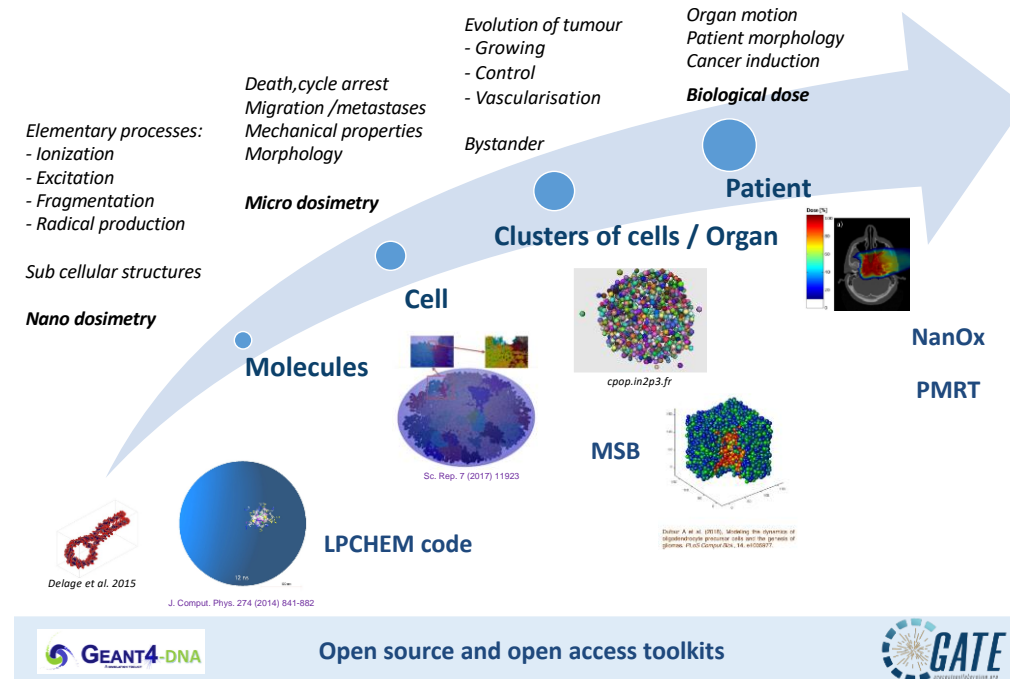
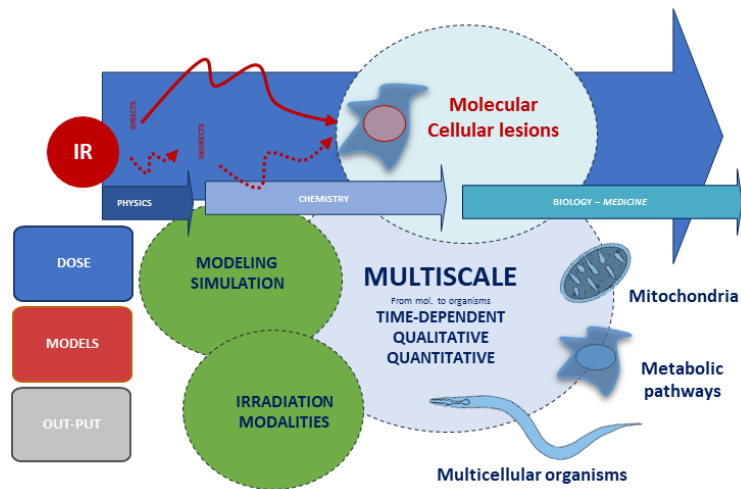
# Pôle Effets des Radiations sur le Vivant

---

- Optimisation des protocoles et développement de thérapies innovantes (radiothérapie et nanomédecine).
  - Etudes des mécanismes fondamentaux associés à la radiosensibilité individuelle et la radiorésistance tumorale (identification des biomarqueurs)
  - Méthodes de modélisation/simulation, de dosimétrie, d'irradiation, d'analyses biologiques.
  - Estimation des modifications multi-échelles induites par différentes modalités d'administration d'une même dose
- Compréhension des mécanismes (physiques, chimiques, biologiques, épigénétiques,...) mis en jeu lors d'expositions à de faibles doses (effets transgénérationnels, épigénétique).
  - Etude de la réponse de populations d'organismes vivants (bactéries, nématodes, cellules humaines, ...) à différents niveaux d'expositions contrôlées (faible débit de dose, micro-irradiation ciblée, environnement radiation protégé).
- Contribution aux enjeux de la modélisation du vivant et des modèles de prédiction associés («Big Data»)
  - Informations apportées par l'imagerie, données fournies par les biomarqueurs → stratégie thérapeutique personnalisée.
  - Développement d'outils d'analyse statistiques et de modèles biophysiques prédictifs multi-échelle et multi-paramétriques: type d'irradiation, énergie, distribution spatio-temporelle de la dose,
  - Effets des agents chimiques (nanoparticules, vecteurs de radionucléides...)
  - Données sur le microenvironnement tumoral
  - Modélisation de la croissance tumorale, de la prolifération cellulaire, ...

# Pôle Effets des Radiations sur le Vivant

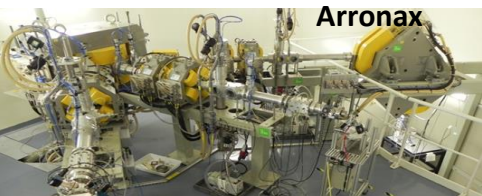
- Effets biologiques des rayonnements ionisants: simulations multi-échelles et open-source



# Plateformes d'irradiation: ResPlaNDIR

## Réseau des Plateformes Nationales pour la Dosimétrie, l'Instrumentation et la Radiobiologie

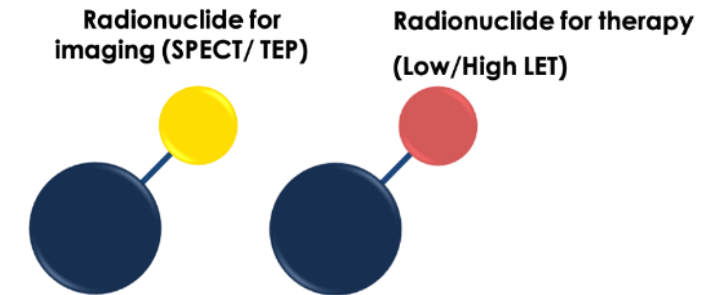
- Echanges scientifiques et techniques
  - Développements d'instrumentation commune
  - Inter-comparaisons dosimétriques (physique et biologique)
- Plateformes d'ions (+ labos bio/animaleries):
  - Cyrcé (IPHC Strasbourg), Bio-ALTO (IJCLab-Orsay), Arronax (Nantes), GANIL (Caen), AIFIRA (LP2I Bordeaux), ICPO (Orsay), CAL (Nice), +MIRCOM (IRSN)
- Plateformes X et gamma (+ labos bio/animaleries):
  - CERVO (Lyon), RadeXp (Orsay), PAVIRMA (LPClermont), iRCM (CEA, Fontenay-Aux-Roses), ICO (Nantes Angers), Cyceron (Caen), CGFL (Dijon), IRSN (Fontenay aux Roses), IRMage (Grenoble)
- Resplandir : réseau ouvert
- Workshop (22-23 mars 2023):
  - Développements en cours (Plateformes et instrumentation)
  - Développements futurs (FLASH,...)
  - Intercomparaisons physiques et biologiques
- Session au congrès 2024 de la SFBR (14-17 octobre 2024)





# Pôle Radionucléides pour l'imagerie et la thérapie

- Approche théranostique : vers un traitement personnalisé
  - Recherche pour la production innovante de **paires théranostiques** (ex  $^{44}\text{Sc}/^{47}\text{Sc}$ ,  $^{64}\text{Cu}/^{67}\text{Cu}$ ,  $^{68}\text{Ga}/^{177}\text{Lu}/^{225}\text{Ac}$ ...)
  - Identification et production d'émetteurs à fort TEL (ex **alphathérapie** avec  $^{211}\text{At}$ ,  $^{225}\text{Ac}$ )
  - Etude de leurs propriétés chimiques : chélation et vectorisation
  - Développement de cibles haute puissance: **production quantitative**
  - Développement de la separation isotopique: **production haute pureté** (ex: ionization laser résonnante couplée à la separation en masse)
  - Radiobiologie jusqu'à l'étape pré-clinique
  - 3 plateformes: ARRONAX-Nantes, GANIL-Caen, CYRCé-Strasbourg



ARRONAX

# Worskshops thématiques

---

## ○ 2020:

- Moniteurs faisceau (LabEx PRIMES) <https://indico.in2p3.fr/event/21869/>
- Archade (visio) <https://lpsc-indico.in2p3.fr/event/2534/>

## ○ 2021:

- 28 juin: Caractérisation physico-chimique et biologique, et Outils, méthodes et modélisation pour la radiobiologie et la médecine → création du pôle Effet des Radiations sur le Vivant
- 28-29 novembre: Workshop Détection et Imagerie Compton (CPPM): <https://indico.in2p3.fr/event/25315/>

## ○ 2022:

- 15-16 mars: Radiothérapie Interne Vectorisée (IRCM et SFPM) à Montpellier: <https://indico.in2p3.fr/event/25268/>
- 24-25 novembre: Nanoparticules en Radiothérapie et Radiobiologie (LabEx PRIMES) à Clermont: <https://indico.in2p3.fr/event/27195/>

## ○ 2023:

- Workshop ResPlaNDir 21-22 mars à Strasbourg: <https://indico.in2p3.fr/event/28730/>
- AG 2023: 2 Sessions thématiques: Organoïdes et Applications en Neurologie

# Workshop moniteurs faisceaux et contrôle en ligne des irradiations biomédicales

---

(1<sup>er</sup> septembre 2020)

<https://indico.in2p3.fr/event/21869/>

## ○ Enjeux et stratégies

### ○ Thérapie FLASH (et MRT)

- En plein essor (Curie, ARRONAX, CYRCé): Master Projet IN2P3 Dosiflash (M. Rousseau)
- Limiter la recombinaison de charge: limiter la densité de charge produite, détecteurs rapides (diamant), émission secondaire (Cerenkov, électrons)
- Simulations incluant recombinaison, échange de charge
- Electronique de lecture adaptée

### ○ Hadronthérapie

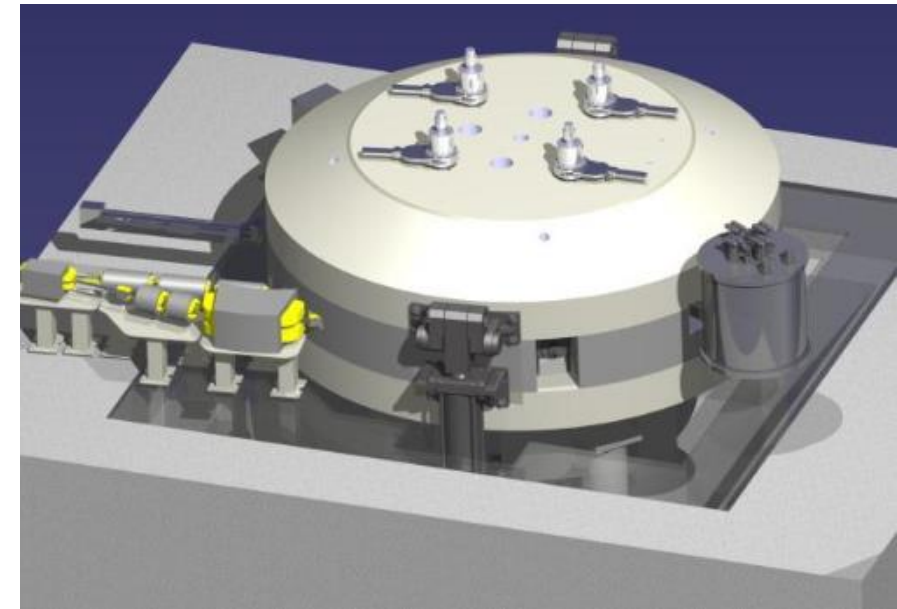
- Comptage faisceau pulsé et étiquetage temporel: ion par ion à intensités FLASH

→ Feuille de route en ligne sur le site GDR, nouveau rendez-vous d'ici 3 ans

→ *On y est (projet CAL, ANR Diammoni, + ALP...)*

# Workshop MI2B - ARCHADE

- 10 Novembre 2020
- Site Indico: <https://lpsc-indico.in2p3.fr/event/2534/>
- Synthèse:
  - Etat des lieux avec CYCLHAD → besoin de consolidation
    - Financement équipements recherche
    - Coûts faisceaux marginaux pour la recherche
  - Projets en cours du programme ARCHADE
  - Projets suscités par des équipes extérieures
  - Offre de faisceau pour la recherche en hadronthérapie (CNAO, GANIL, Centres protonthérapie)
  - Vers un programme national
    - Elargi (GDR – RadioTransNet)
    - Levier pour financements (Ligue, INCa...)
    - En cours d'actualisation
- *En 2024: C400 en cours de construction*
  - *Les acteurs de la recherche doivent être impliqués*
  - *Programme de recherche en hadronthérapie carbone: CNAO, GANIL, ...*



Projet cyclotron C400 (G. Gaubert, CYCLHAD)

# Relations avec l'IN2P3

Contribution aux Prospectives GT 10 « Radiation Physics for Health »

COFIL coordonné par S. Incerti – DAS IN2P3

Membres GDR: D. Dauvergne, L. Maigne, C. Morel, M. Rousseau, H. Seznec, P. Vernet

- Sollicitation des équipes pour contributions
- Atelier Strasbourg février 2020
- Contribution à la rédaction du rapport et aux journées de restitution

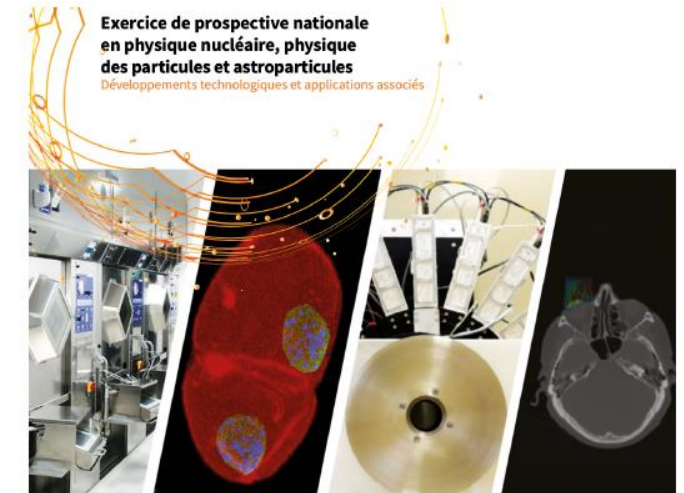
« Sciences Drivers » identifiés en résonance avec les pôles GDR:

- 1: Improve therapeutic efficiency through innovative irradiation modalities
- 2: Develop innovative medical imaging toward personalized medicine
- 3: Develop efficient multiscale and open source simulations
- 4: Develop novel radioisotope production toward therapy and/or diagnostics

Restitution octobre 2021 à Giens

Rapport 10 pages <https://box.in2p3.fr/index.php/s/SiFnX87a97PH8iw>

(1/2 page sur 50 dans le document final <https://in2p3.hal.science/in2p3-04056277v1>)



2020-2030 French Strategic Plan for Nuclear Physics, Particle Physics, Astroparticle Physics and associated Technologies & Applications

Report of the GT10 working group

**RADIATION PHYSICS FOR HEALTH**

Authors

Denis Dauvergne, Fanny Farget, Sébastien Incerti, Lydia Maigne, Christian Morel, Marc Rousseau, Hervé Seznec

# Relations avec l'IN2P3

---

- Participation à
  - Groupe de travail alphathérapie (coordonné par l'ITMO Cancer – Inserm)
  - Groupe de travail CNRS-IRSN
    - Ateliers
    - Accord-cadre entre les instituts
  - Elaboration de fiches thématiques
    - Hadronthérapie
    - Radionucléides pour la médecine
  - Accords CAL-IN2P3
  - Accords CNAO-IN2P3
  - Collaboration Imperial College Lhara
  - Biophysics Collaboration

# Accord « ProtobeamLine » CAL-IN2P3

---

- **Objectif**

- Mise à disposition d'un accès faisceau principalement sur la ligne Médicyc (protons 65 MeV) pour les équipes de l'IN2P3
- Accès au faisceau « haute énergie » du Proteus One possible sur quelques heures
- Temps de faisceau : 48h par an pendant 3 ans (mi 2021- mi 2024)

- **Critères de priorisation**

- Collaboration forte entre CAL et IN2P3 (objectifs d'expérience en rapport avec ceux d'ex France Hadron)

- **Comité de pilotage**

- CAL : Emmanuel Barranger, Jérôme Doyen
- IN2P3 : Sébastien Incerti, Denis Dauvergne

# Comité d'expérience

---

- **Composition**

- CAL : Joël Hérault, Jérôme Doyen
- IN2P3 : Etienne Testa, Philippe Barberet, Marc Rousseau
- Adresse : [comex-CAL@ip2i.in2p3.fr](mailto:comex-CAL@ip2i.in2p3.fr)

- **Réunions**

- Fréquence : tous les 6 mois



# Bilan des expériences sur les 3 ans du projet

Porte-parole	Année Intitulé de l'expérience	1		2		3		TOTAL
		COMEX1	COMEX2	COMEX3	COMEX4	COMEX5	COMEX6	
		Mai2021	Dec2021	Juillet2022	Nov2022	Juin2023	Oct2023	
MARCATILI	TIARA		12	8	10	10	12	52
PANGAUD	Tests ASIC		4		8	16		28
BALDACCHINO	Mesures de rendements radiolytiques	12		8				20
GALLIN-MARTEL	PGPI «hautes intensités»			8			12	20
ARBOR	Mesures de rayonnements secondaires Endommagements de molécules	8	12					8
RODRIGUEZ-LAFRASSE	Radiobio « phénotype et réponse immun. »						5	5
GUARDIOLA	Microdosimètre 3D	4						4
	TOTAL		52		42		55	137
							Prévues	144
			% temps					
	« Contrôle de parcours »		55					
	Tests ASIC		20					
	Mesures rendements secondaires et radiolytiques		20					
	Microdosimétrie		5					
	Radiobio		5					

- 15 expériences pour 7 « projets »
- 80% du temps alloué à des sujets « d'intérêt » pour le CAL
  - ~ 50% du temps alloué sur la vérification du parcours des ions par mesure des rayons  $\gamma$  prompts
  - ~ 20% du temps alloué sur la rendements secondaires et radiolytiques
  - « Démarrage » des manips de radiobiologie lors du dernier COMEX

# Accords-cadre IN2P3 - CNAO

- Développements collaboratifs sur l'hadronthérapie carbone

- Accès faisceaux sur ligne de recherche
- Collaborations sur sujets identifiés
  - Radiobiologie
  - Monitoring faisceau
- 2e temps:
  - Contrôle en ligne
  - BNCT (facilité ab-BNCT prévue)

- Méthodologie:

- Sollicitation des équipes du GDR fin 2020
- Rédaction d'une Loi fin 2020
- Workshops à Pavie (Marie Vanstalle)
  - Novembre 2021 (visio)
  - Mai 2022
  - Juin 2022: signature accord cadre
  - Octobre 2023
  - Next: Début 2025

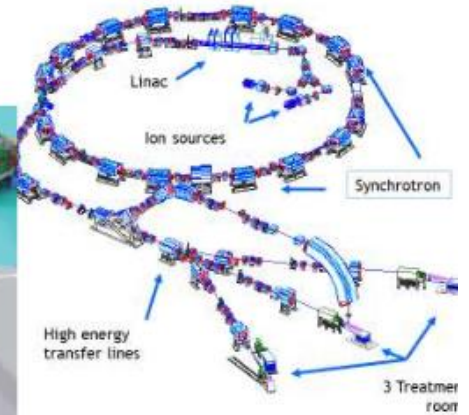
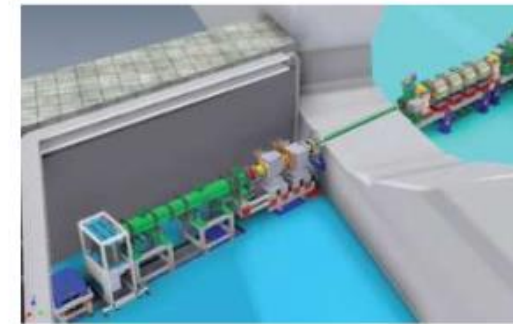
- → *Vers un élargissement*

*(biologistes hors IN2P3, autres thématiques)*

## New Research Room

Realized in collaboration with INFN

(S. Rossi, CNAO)



BNCT: tandem accelerator



Proton energy 2.5 MeV  
Intensity 10-15 mA  
p-Li reaction

Collaboration agreement signed  
September 2020

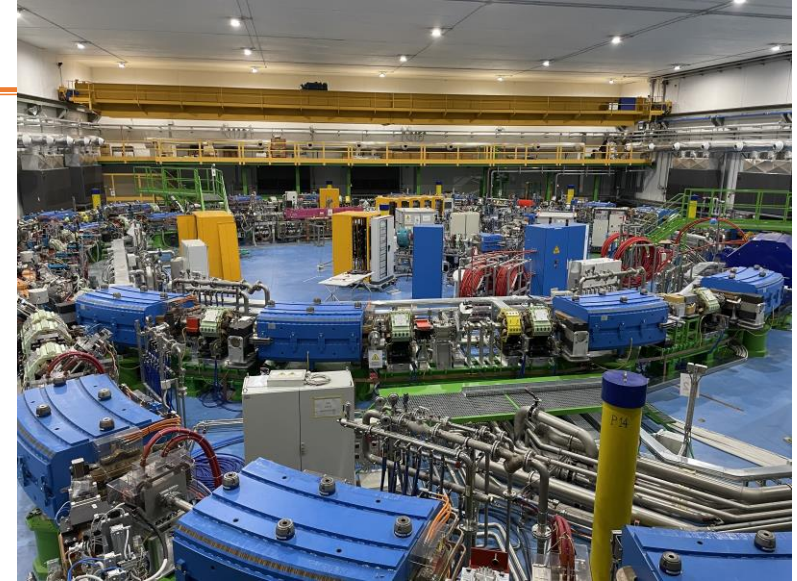
Operational end 2023

alpha beam

tae LIFE SCIENCES

# The CNAO facility

- ▶ CNAO : hadrontherapy center in Pavia (Italy)
- ▶ Type of beams
  - \* Protons 60-250 MeV –  $10^{10}$  p/spill (spill duration: 3s) – 2 nA
  - \* Ions  $^{12}\text{C}$  120-400 MeV/u -  $4 \cdot 10^8$  C/spill – 0.4 nA
  - \* **NEW!** 3<sup>rd</sup> source in 2025 :  $^4\text{He}$ ,  $^7\text{Li}$ ,  $^{16}\text{O}$ , ( $^{56}\text{Fe}$ )
- ▶ 3 treatment rooms (2 H + 1 H-V)
- ▶ Experimental room



Courtesy of M. Pullia  
Marie Vanstalle

# PEPITES @CNAO

## Accord CNRS/CNAO (04.2024)

« Nomade »  
Copie du PEPITES d'ARRONAX



Moniteur 6.5 m en amont du patient : budget matière crucial !

- Evaluation de « faisabilité »

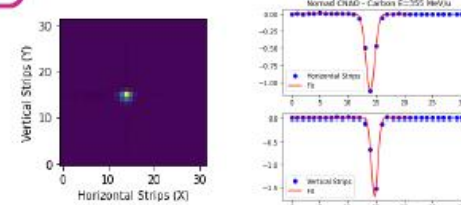
Programme sur 3 ans envisagé pour un moniteur en clinique

- Étude d'adaptation (ligne et/ou PEPITES)
- Production d'un système complet (détecteur, readout, DAQ)
- Tests

Status PEPITES (talk 2024.10.10 – 9:40)

2023.11

Premiers faisceaux Carbone



2024.09

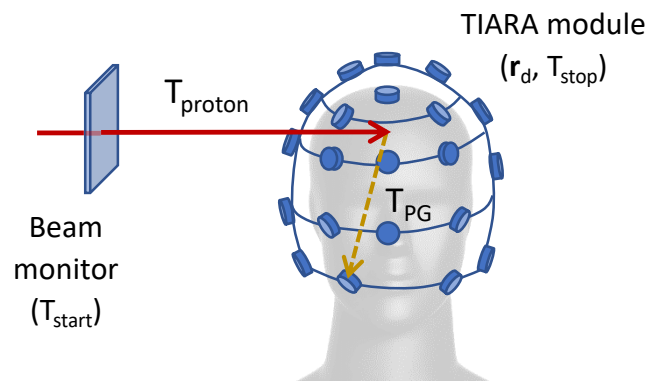
- Tests anodes hors axe (WET 10  $\mu\text{m}$   $\rightarrow$  5  $\mu\text{m}$ )
- DAQ avec trigger externe CNAO



# TIARA detector characterization @ CNAO

## Project goal:

Measurement of PG vertex distribution from particle time-of-flight with the PG Timing technique

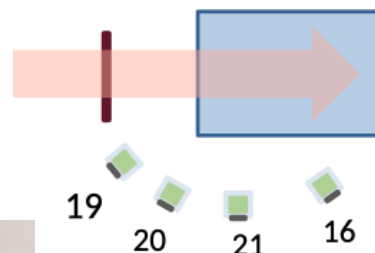


## Tests at CNAO necessary to study the approach feasibility:

- With a non-pulsed beam structure (at the time-scale of the gamma detector)
- With carbon ions (higher level of background)

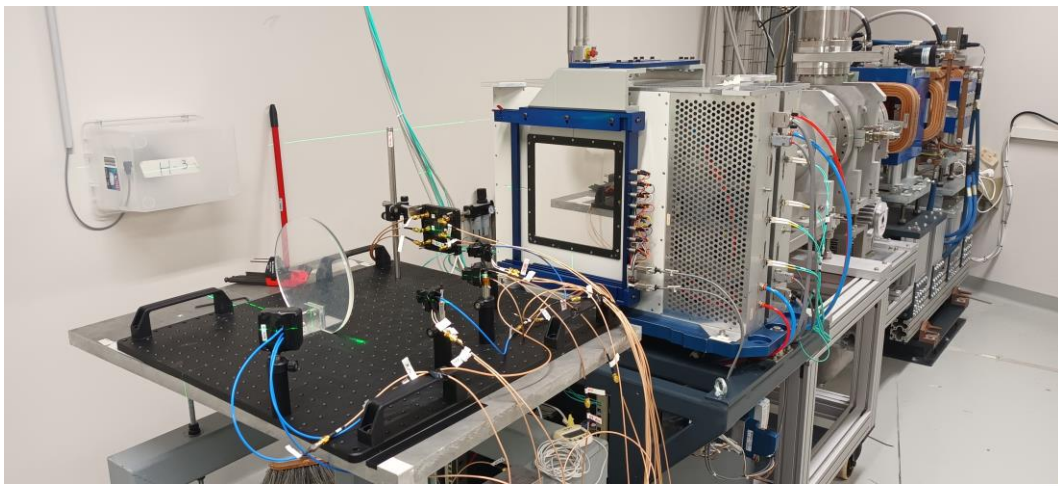
**Preliminary**

See talks of M. Pinson and A. André

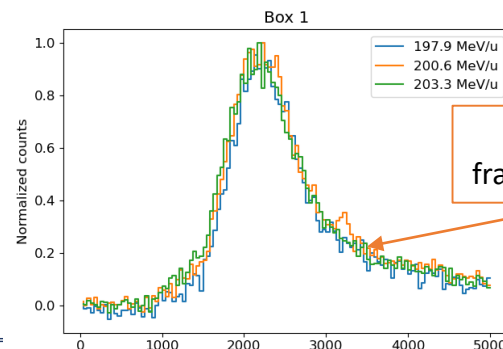


**Carbon ions – 200 MeV/u – I=7.5.10<sup>6</sup> ions/s**

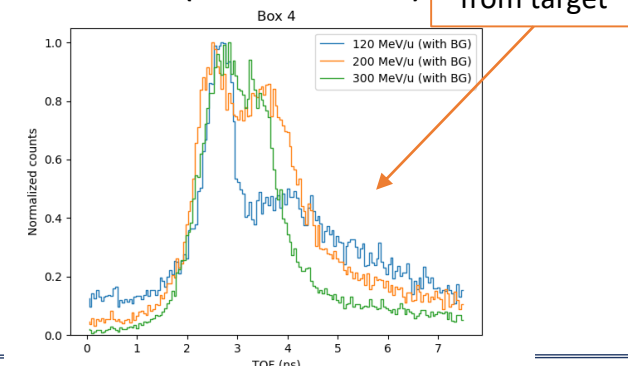
- Negligible background upstream
- Downstream modules not useful
- Evaluation of ion range measurement accuracy on-going



Box 19 (upstream)



Box 16 (downstream)

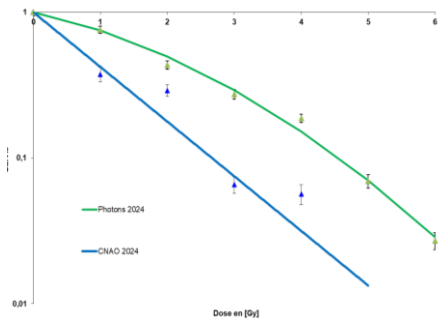


- Etude des **événements moléculaires** en réponse à l'irradiation par ions carbone/photons de modèles cellulaires et précliniques
  - **Prédire** la réponse tumeur à l'irradiation par ions carbone : enrichir en paramètres biologiques le modèle de prédiction **NanOx**
- 3UT de 8 heures (février, avril et août 2024) ; prochain temps de faisceau : 8h en novembre 2024

### Modèles cellulaires

#### Caractérisation du faisceau

- Réalisation de courbes de survie cellulaire (SOBP ions carbone) pour 3 lignées de cancers tête et cou de radiosensibilité variable + sous population de cellules souches cancéreuses

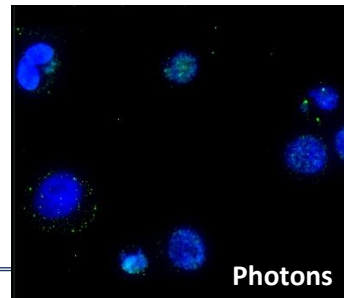


- **Détermination EBR**
- **Caractérisation du faisceau**
- **Implémentation NanOx**

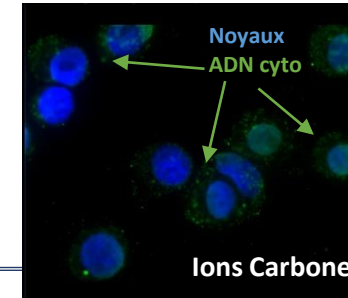
- Etude des variations du cycle cellulaire – différentes doses/temps – 4 populations cellulaires
- Cinétique de formation et réparation des cassures doubles brins de l'ADN – foci  $\gamma$ -H2AX

#### Paradigme du Bombardier – Furtif : ions carbone / photons (manips en cours)

- Protéostase : Extraction de protéines à différents temps et doses sur 2 lignées cancers tête et cou + sous population cellules souches cancéreuses
- Réponse immunitaire
  - ADN cytosolique
  - Voies de signalisation activées



Photons

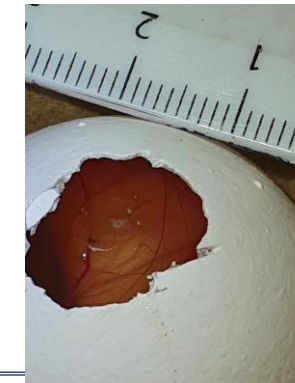


Ions Carbone

### Modèle préclinique

#### Modèle tumoral *in ovo*

- Mise au point d'un modèle de tumeurs de l'oropharynx sur membrane chorio-allantoïque d'œuf de poule fécondé
- Premières irradiation par ions carbone en novembre 24



Marie Vanstalle

# Collaborations internationales

## ○ Enquête menée en 2024 avec S. Incerti (équipes IN2P3)

EU	PRISMAP, EURADOS	Production Radionucléides, dosimétrie
Italie	INFN	FOOT-Xn (collaboration FOOT), production radionucléides
	CNAO	FOOT-Xn, ANR CLINM, radiobiologie ions carbone
Suisse	CERN	imXgam: R et D détecteurs
	Transmutex	
Espagne	Université Granada	Production Radionucléides
	Université Séville	modélisation BNCT
	CSIC Valencia	R et D caméra Compton
Belgique	Univ Leuven	Proton FLASH
Royaume Uni	Imperial College	Lhara: accélération laser pour le médical
Allemagne	GSI	Monitoring en hadronthérapie par capteurs CMOS
Argentine	Université Rosario	Physique atomique et moléculaire théorique
	CNEA Buenos Aires	BNCT
Australie	Ansto	radiothérapie microfaisceaux
Japon	NIRS	radiobiologie
	AIST – Tsukuba	Détecteurs diamant
USA	NASA	projet IEA: modélisation cassures d'ADN

# Relations avec les CLCC et les CHU

---

- Questionnaire sur les collaborations avec CLCC et CHU (hiver 2024)
  - 9 réponses d'équipes ayant des collaborations
    - 5 participations à des essais cliniques
    - 7 ont accès à des plateaux cliniques d'imagerie ou d'irradiation
    - 3 donnent accès aux installations de leur labo à des cliniciens
    - 2 co-développements d'un instrument
    - 7 co-développements méthodologiques
    - 6 ont accès à des données cliniques :
      - 1 ne rencontre pas de problème car 1 ingénieur info sur place pour anonymisation, équipe sur place
      - 2 font état de difficultés: pour le RGPD\*, et pour le RNIPH avec CNRS
    - 8 ont signé une convention entre leur organisme et le centre clinique
    - 3 souhaiteraient un accord cadre, 3 ne le souhaitent pas
  - Remarque: il est indispensable que des physiciens médicaux puissent dégager du temps recherche

→ *Session dédiée jeudi soir*

\* RGPD: Régime Général de Protection des Données, RNIPH: Recherche N'Impliquant pas la Personne Humaine



# Formation

○ 2024



## Ecole de Physique pour les Radiobiologistes

Aussois, 10-14 Juin 2024

### Comité:

Yannick Arnoud, Emilie Bayart, Denis Dauvergne, Rachel Delorme, Pauline Dupuis, Sophie Heinrich, Thomas Lacornerie, Lydia Maigne, Claire Rodriguez-Lafrasse, Lucie Sancey, Etienne Testa, Cécile Vannier

### Contenus:

Interactions particules/photon, matière, radioactivité de base

Détecteurs, dosimétrie et planification de traitement

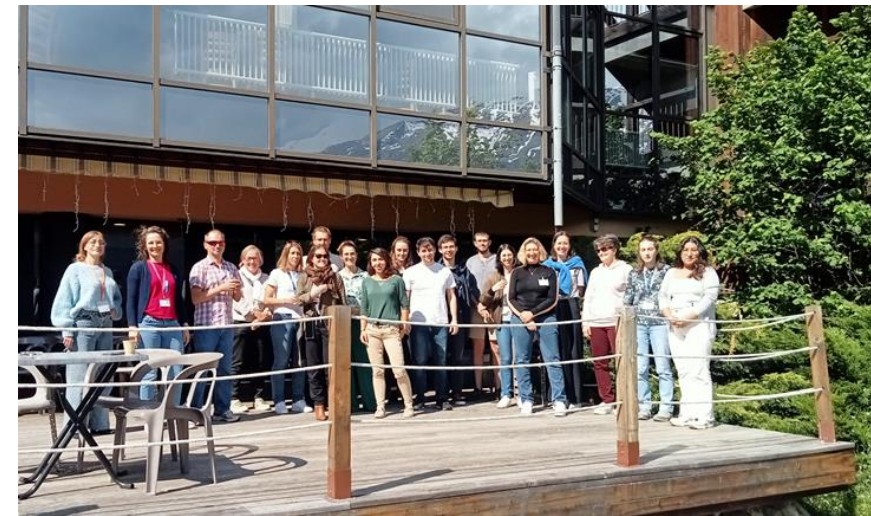
Modélisations physique et radiobiologique, notions d'imagerie

Radiothérapie interne et externe et radioprotection

Utilisation d'un irradiateur pour cellules et petit animal (GIN - Grenoble)

Manipulation de sources radioactives (LPSC - Grenoble)

Travaux pratiques: planification proton/photon, modélisation



# Formation

○ 2024

- Overview
- Scientific goals
- Timetable
- Practical information
- Surveys
- Committees
- Contribution List
- Pre-registration
- Participant List
- Trombinoscope
- Photos

Saint-Pierre d'Oléron | FRANCE



# RADIATIONS FOR HEALTH

# DOSIMETRY

# INNOVATIVE RADIOTHERAPIES

# RADIOBIOLOGY

# DETECTOR CHALLENGES

**8 - 13**  
SEPTEMBER  
**2024**

# IMAGING

# PRODUCTION OF RADIOISOTOPES

# MODELLING AND SIMULATIONS

# ACCELERATORS FOR MEDICINE AND BIOLOGY










## SPEAKERS

*Jacques BALOSSO*, Centre François Blaisiesse  
*Julie CONSTANZO*, IRCM  
*Rachel DELORME*, LPSC  
*Christian FINCK*, IPHC  
*Arnaud GUERTIN*, Subtech  
*Antoine MAITRAILLAIN*, LP2B  
*Laurent MÉNARD*, UCLab  
*Marco PULLIA*, CNIC  
*Charlotte ROBERT*, Institut Gustave ROUSSY  
*Florent SUREAU*, BnMags  
*Hoang TRAN*, LP2B

## Organizing committee

*Pascalie CHAMBON*  
*Denis DALVERGNE*  
*Anne-Marie FRELIN*  
*Stéphane GREVY*  
*Antonio URAS*  
*Marie VANSTALLE*  
*Marc-Antoine VERDIER*



<https://indico.in2p3.fr/e/ejc2024>



# RADIATIONS FOR HEALTH





SEPTEMBER 8-13, 2024

Saint-Pierre d'Oléron | FRANCE

SEPTEMBER 9, 2024

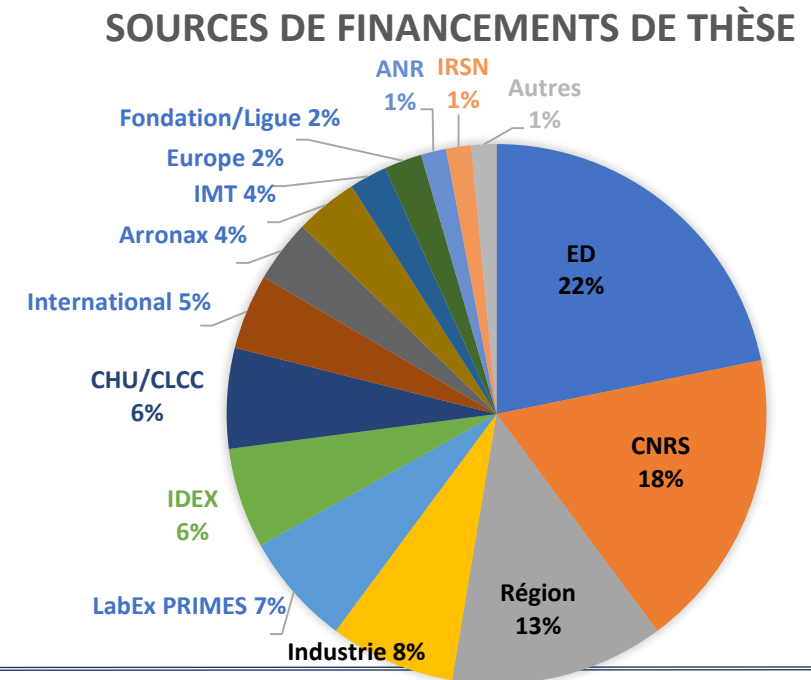
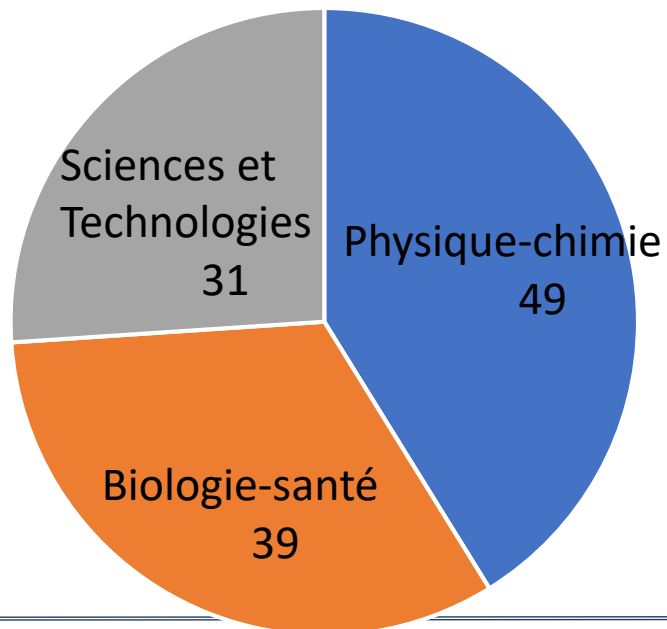
# Séminaires jeunes docteurs

---

- Initiés en 2021
  - 8 séminaires post-thèse
  - synthétiques (20 minutes)
  - Vidéos disponibles : <https://mi2b.fr/index.php/24-evenements/seminaires-jeunes-docteurs-du-gdr>
  
- *à relancer?*

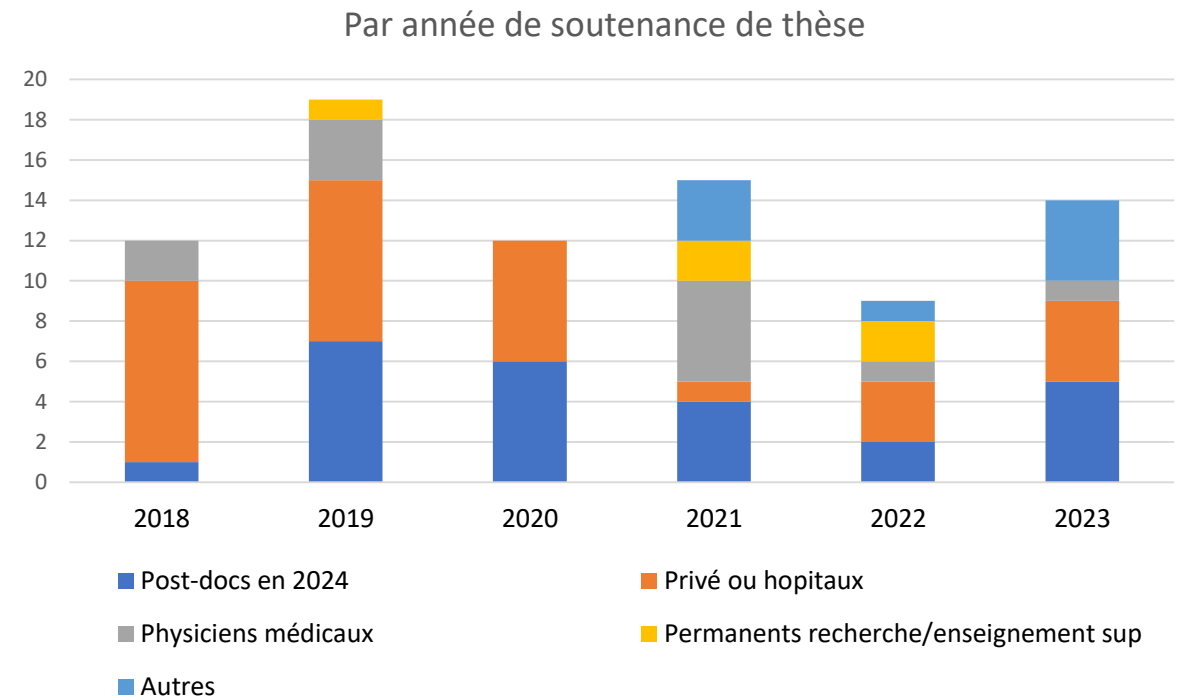
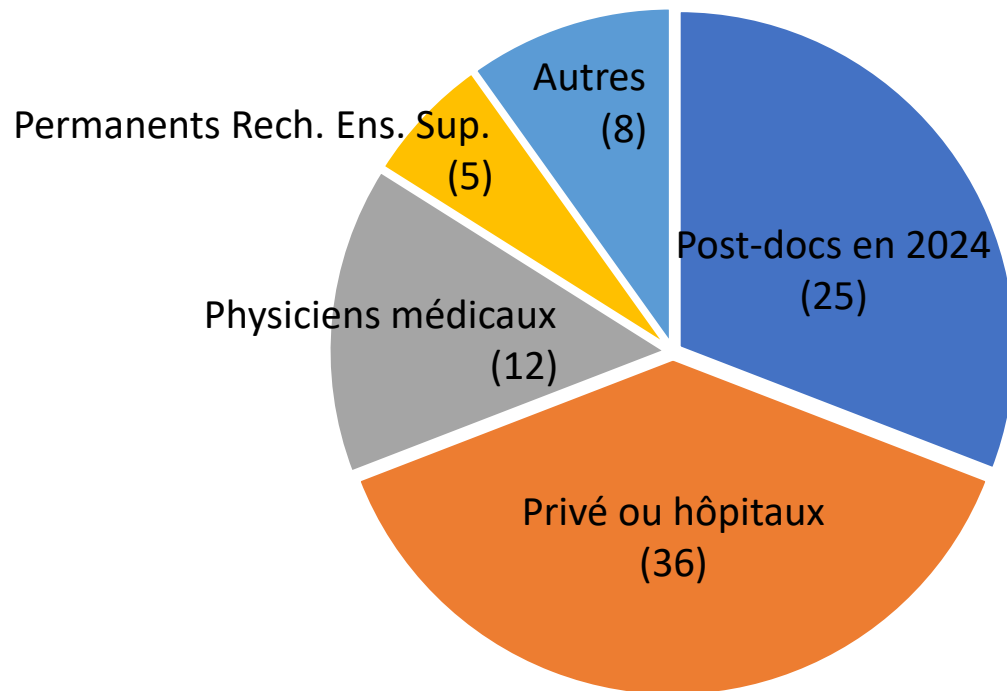
# Suivi des doctorants et post-doctorants

- Toutes les équipes du GDR sont sollicitées, 16 réponses
  - Quelques manques IN2P3
  - 119 thèses renseignées depuis soutenances 2018 (dont 93 à l'IN2P3)
  - Infos post-docs peu significatives (3 labos)
- 1<sup>ère</sup> enquête en 2020, mise à jour en 2022 et 2024



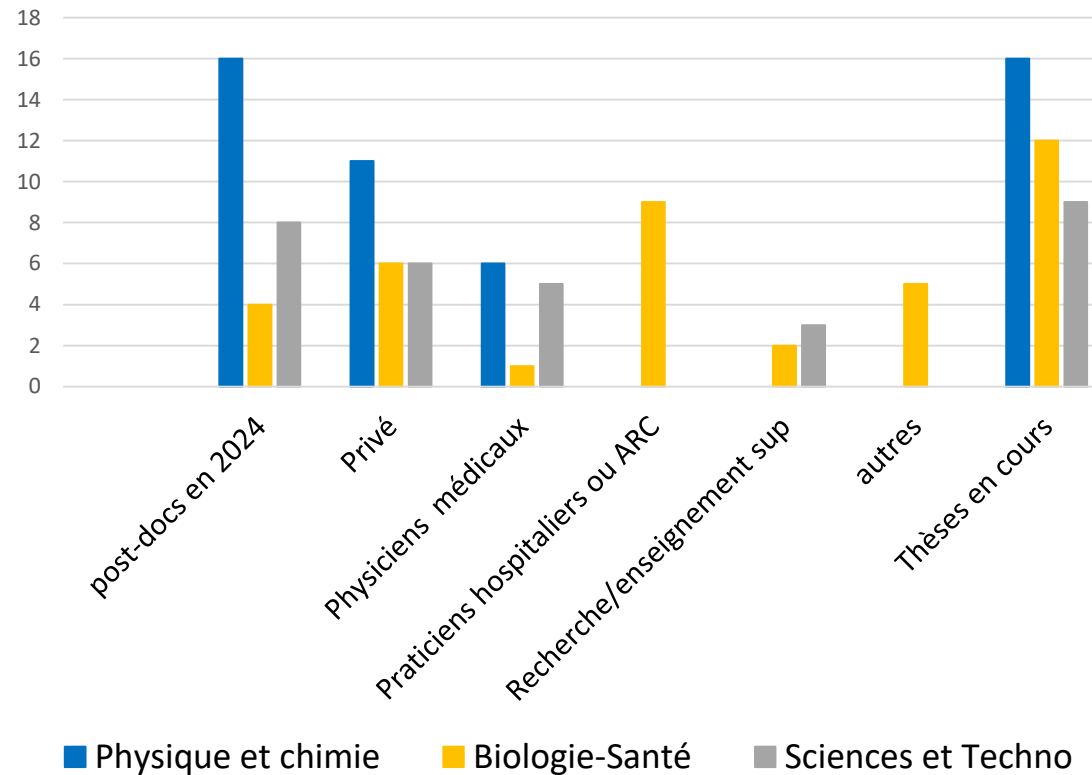
# Suivi des doctorants et post-doctorants

Répartition : 81 thèses soutenues entre 2018 et 2023



# Suivi des doctorants et post-doctorants

Répartition par discipline (Ecoles Doctorales): N=119 thèses, situation 2024

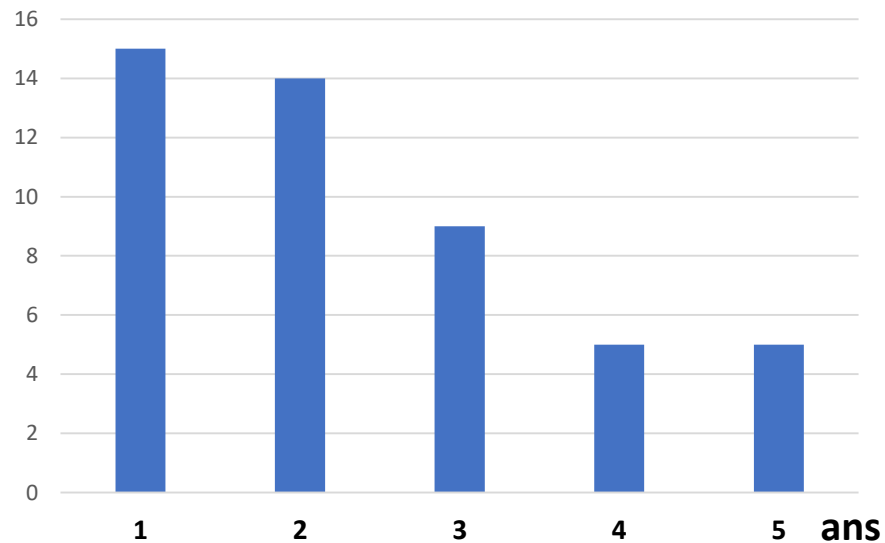


Permanents académiques: 2 à l'étranger, 1 IR Inserm, 1 MCF, 1 IR Arronax

# Suivi des doctorants et post-doctorants

Durée des post-docs (N=49), incluant les thèses extérieures au GDR (10)

- comptés à partir de 2018 (peuvent être antérieurs!)
- peuvent être en cours (28)



- Moyenne = 2,3 ans - indépendante de la discipline
- 16 post-docs en cours sont d'au moins 3 ans
- 34 post docs en cours (dont 4 bio-santé): sous-estimé

# Conclusions

---

- Une communauté de recherche interdisciplinaire reconnue
  - Instituts (IN2P3, INSB, Inserm, IRSN, + INSIS, INS2I, INP, CEA...) et universités
  - Partenaires RadioTransNet, SFPM, SFBR
- Rôle d'animation inclusive
- Rôle auprès des Instituts
- Rôle et responsabilité vis-à-vis des jeunes chercheurs
  - Identification, motivation et suivi d'un vivier
  - Formation

Le GDR est ce que vous en faites!