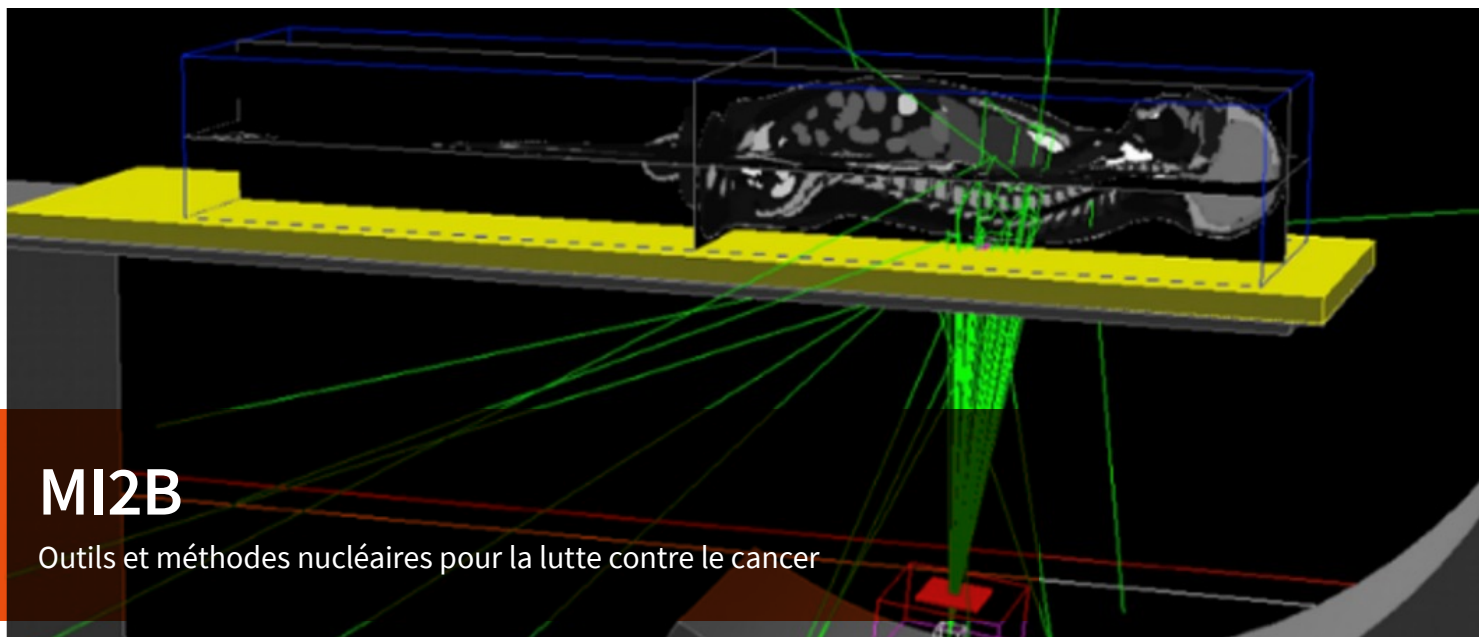


Groupements de recherche



Simulation GATE © GATE Collaboration

MI2B

Outils et méthodes nucléaires pour la lutte contre le cancer

- **Directeur** : Denis Dauvergne
- **Directrice adjointe** : Lucie Sancey
- **Instituts du CNRS impliqués** : IN2P3, INSB, INP, INSIS, INS2I, INC
- **Laboratoires impliqués** : IN2P3 : Arronax, CPPM, GANIL, IJCLab, IP2I, IPHC, LLR, LP2I, LPC, LPCC, LPSC, SUBATECH ; INSB : BSC, IAB, IBDM, IBMP, Institut Curie, ISTCT ; INSIS : CREATIS ; INS2I : LIRIS ; INP : LOA ; INSERM : CRCT, IRCM, LATIM, STROBE
- **Date de création** : 2004
- **Site web** : <https://www.mi2b.fr>

MISSION PRINCIPALE DU GDR

Le GDR a pour mission de fédérer des équipes de recherche travaillant sur l'étude de l'interaction des rayonnements ionisants avec le vivant au travers des mécanismes physiques, chimiques et biologiques et sur l'utilisation de ces rayonnements pour l'imagerie et le traitement.

Le GDR a l'ambition de stimuler les interactions pluridisciplinaires regroupant des communautés de physiciens nucléaires, de radiochimistes, de radiobiologistes, de radio-oncologues et physiciens médicaux, et des sciences de l'ingénieur. En particulier cette communauté contribue au développement d'outils et méthodes d'irradiations et d'imagerie par rayonnements ionisants innovantes, d'acquisition de données physiques et biologiques, d'outils de simulation et modélisation multi-échelles, de calcul et gestion de données...

PRINCIPALES PLATEFORMES CONCERNÉES

Le réseau ResPlanDir (Réseau des Plateformes Nationales pour la Dosimétrie, l'Instrumentation et la Radiobiologie).

Radiothérapies innovantes	Radiobiologie
Radioisotopes innovants pour l'imagerie et la thérapie	
Irradiations biophysiques	Modélisation biophysique
Imagerie par rayonnements ionisants	

190
scientifiques
impliqués

2
organisme externe impliqué :
INSERM et IRSN

6
instituts du CNRS :
IN2P3, INSB, INP,
INSIS, INS2I, INC

12
laboratoires IN2P3 :
Arronax, CPPM, GANIL,
IJCLab, IP2I, IPHC, LLR, LP2I,
LPC, LPCC, LPSC, SUBATECH

LES ACTIONS DU GDR

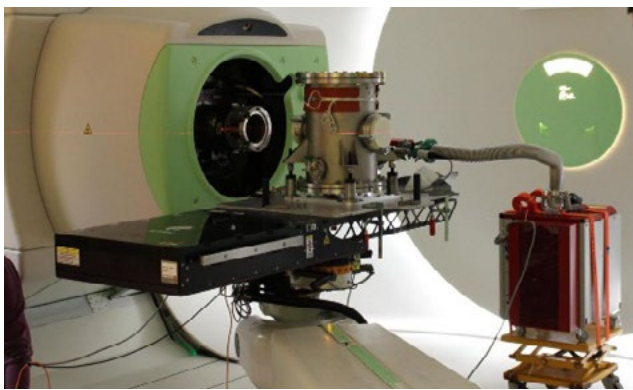
Le GDR tient une AG annuelle avec une thématique ou un focus particulier (par exemple en 2019 : co-organisation avec la Société Française de Physique Médicale, 2021-2022 : structuration nationale de la radiobiologie, accompagnant l'ouverture du GDR à l'INSB). Les présentations de doctorants sont rendues systématiques.

- Des ateliers thématiques sont organisés, à l'intersection entre pôles et thèmes transverses (par exemple, sur les moniteurs faisceaux, les projets de recherche en hadronthérapie autour d'Archade et le CNAO, l'animation et le pilotage du réseau de plateformes ResPlanDir).
- En 2020, le GDR a initié la rédaction d'un Livre Blanc pour la recherche en radiobiologie, qui sera étendu à toute la communauté à l'échelle nationale.

OUTILS ET MÉTHODES PHYSIQUES POUR LES RADIOTHÉRAPIES INNOVANTES

La période actuelle voit l'émergence de nouvelles modalités de délivrance de dose en radiothérapies externes ou internes, incluant en particulier divers types de rayonnements (X-synchrotron ou gamma, électrons haute intensité et haute énergie, particules alpha, beta, neutrons épithermiques, ions allant des protons et des ions carbone à l'oxygène), le fractionnement spatial (radiothérapie microfaisceaux, protonthérapie mini-faisceaux) et/ou une structure temporelle (thérapie Flash), l'utilisation d'éléments radiosensibilisants (nanoparticules, éléments de Z élevé) ou d'agents modifiant la réponse cellulaire ou immunologique.

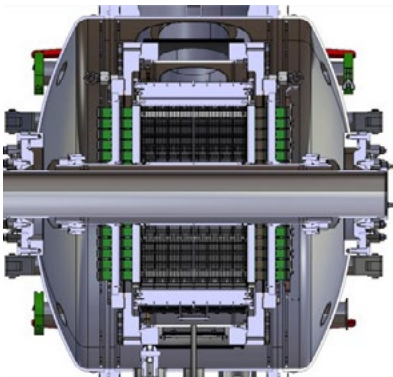
L'activité du pôle se concentre sur les méthodes physiques permettant d'optimiser la délivrance de la dose associée aux différentes modalités, pour l'amélioration de la planification des traitements et du contrôle en ligne. Ces méthodes s'appuient sur des développements instrumentaux dédiés, des modèles physiques et des outils de simulations.



Test PEPITES au CPO. © M. Verderi

MÉTHODES ET INSTRUMENTS EN IMAGERIE BIOMÉDICALE

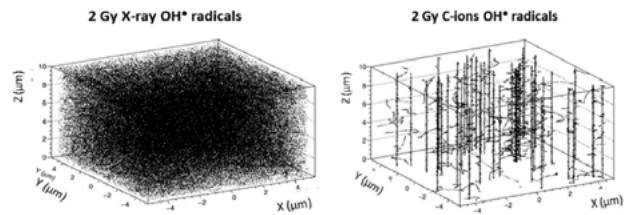
S'appuyer sur les savoir-faire techniques de la physique nucléaire et des particules que sont la trajectographie, la calorimétrie, l'acquisition, le traitement de données et la simulation Monte Carlo, afin d'améliorer les techniques d'imagerie moléculaire (augmentation de la sensibilité, réduction des doses associées, développement de systèmes intégrés multimodaux, ainsi que des dispositifs d'imagerie dédiés à certains organes ou certaines applications (assistance des traitements, imagerie sur modèles petits animaux, etc). Les activités du pôle concernent l'imagerie préclinique, l'imagerie diagnostique haute-sensibilité, l'imagerie pour la planification de traitement, et la thérapie guidée par l'image (imagerie de contrôle en ligne des radiothérapies, imagerie peropératoire...).



XEMIS2 : caméra TEP trois gamma à xénon liquide. © Subatech/D. Thers

EFFETS DES RADIATIONS SUR LE VIVANT

Structurer et mettre en place des collaborations multidisciplinaires/multi-organismes sur la radiobiologie et ses applications spécifiques à la lutte contre le cancer, travaillant sur des modèles théoriques et de simulations, le développement de plateformes et d'outils associés, incluant notamment des méthodes standards pour comparer les effets sur le vivant de différentes modalités d'irradiation, des outils et méthodes d'analyse et de production de données multi-paramétriques. Le développement de modèles et simulations multi-échelles sur des plateformes ouvertes de calcul (GEANT4-DNA, GATE) ou plus spécifiques, permettra de comprendre, de décrire et de prédire les effets des rayonnements ionisants sur le vivant.



Simulation de distribution spatiale de radicaux libres induits par photons et ions carbone. © M. Beuve et al

RADIONUCLÉIDES POUR L'IMAGERIE ET LA THÉRAPIE

Promouvoir la recherche associée aux radionucléides innovants dans une démarche théranostique (associant imagerie et thérapie), d'offrir une plus grande disponibilité des radionucléides d'intérêts et des produits radiopharmaceutiques associés afin de stimuler la recherche et les essais cliniques de phase précoce.

Le pôle s'appuie sur la structuration en réseau des acteurs français de production de radioisotopes, notamment les accélérateurs ARRONAX, CYRCE, GANIL, en concertation avec le CERN et l'ILL.



Laboratoire de chimie chaude pour la production de radioisotopes. © Arronax C. Huet

THÈMES TRANSVERSAUX

Chacune des actions du GDR correspond à l'intersection entre au moins un pôle de recherche et au moins un thème transversal. L'intérêt de ces thèmes est donc de garantir l'interdisciplinarité et les interactions entre les pôles, ce qui est rendu nécessaire avec la coexistence de communautés a priori assez hétérogènes au sein du GDR. Ces thèmes transversaux sont l'application clinique (avec comme responsable un radio-oncologue), la biologie, le calcul et les plateformes d'irradiation.