

The DeSIs team

(Dosimetry Simulation Instrumentation)

L'équipe

- **Chercheurs/ses permanent-es**

- Nicolas ARBOR (MCF) 
- Christian FINCK (40%) 
- Daniel HUSSON (MCF)
- Abdel-Mjid NOURREDDINE (PR)
- Marie VANSTALLE (Head - MCF)

- **Personnel technique**

- Séverine CHEFSON (AI) – PhD under N. Arbor supervision (2020-2024)
- Stéphane HIGUERET (IR) – technical manager
- Thê-Duc LÊ (AI)

- **Doctorant-es**

- Jonathan COLLIN, CNRS – Dir. A. Nourreddine – 2022-2025 
- Lévana GESSON, CNRS – Dir. M. Vanstalle, U. Weber (GSI, Darmstadt) – 2021-2024

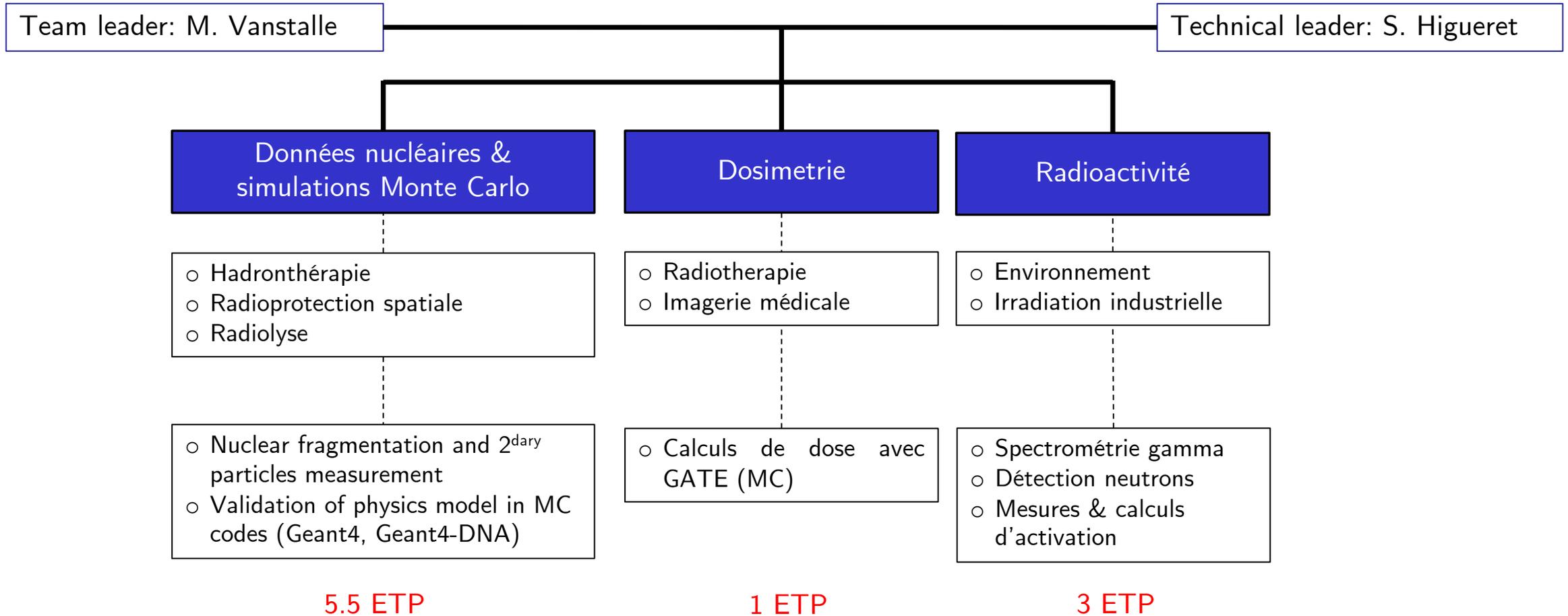
- **Chercheuse post-doctorale**

- Arshiya SOOD (in2p3 fellowship), up to Dec. 2024

- **Etudiants Master & BUT**

- Baptiste GUINET (BUT MP3) – Jan. up to Apr. 2024 – encadré par S. Higuereet
- Guillaume HARMANT (M2 PRIDI) – Jan. up to June 2024

Activités de recherche

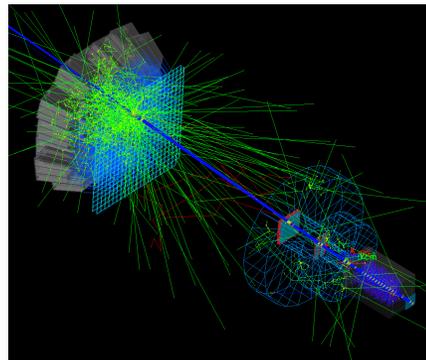
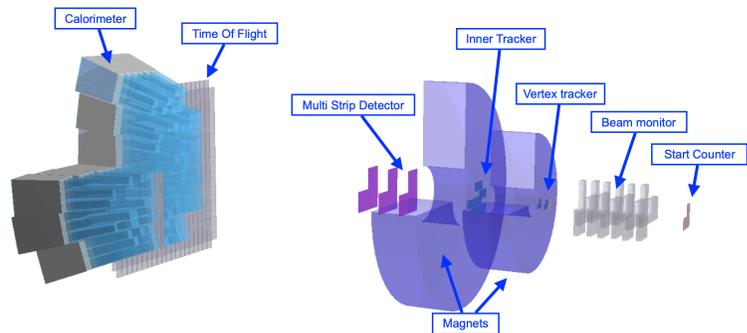


Projet FOOT-Xn - FOOT



- FOOT (FragmentatiON Of Target) : mesures de sections efficaces de ^{12}C , ^{16}O , (^4He) @200-700 MeV/u sur cibles C, $(\text{C}_2\text{H}_4)_n$ et PMMA
 - Collaboration internationale INFN-IPHC-GSI
 - Dispositif multi-détecteurs : reconstruction de traces par trajectographes silicium (détecteurs de vertex + inner tracker CMOS M28 + Multi-strip) + temps de vol (plastique START + mur temps de vol) + énergie totale (calorimètre)
- Faits marquants :
 - Premières données de sections efficaces élémentaires publiées dans Frontiers in Physics
 - Première campagne de mesures avec le dispositif complet à CNAO en novembre 2023
- Responsabilités de l'équipe dans la collaboration FOOT
 - **Christian FINCK** : responsable du Software (SHOE), responsable reconstruction VTX + IT
 - **Marie VANSTALLE** : responsable de l'Editorial Board jusqu'en juin 2023

18 publications depuis 2018
1 thèse soutenue en juin 2022 (A. Sécher)



Setup de FOOT (Geant4)

ORIGINAL RESEARCH article

Front. Phys.
Sec. Medical Physics and Imaging
doi: 10.3389/fphy.2022.979229

This article is part of the Research Topic
Breakthrough in Particle Therapy: At the Edge of Physics, Biology and Medicine
[View all Articles >](#)

Elemental fragmentation cross sections for a 16 O beam of 400 MeV/nucleon kinetic energy interacting with a graphite target using the FOOT ΔE -TOF detectors

Angelica De Gregorio^{1*}, Marco Toppi², Alessio Sarti³, Mauro Villa⁵, Marie Vanstalle⁴, Chiara La Tessa⁵, Aafke Kraan⁶ and Foot Collaboration⁷

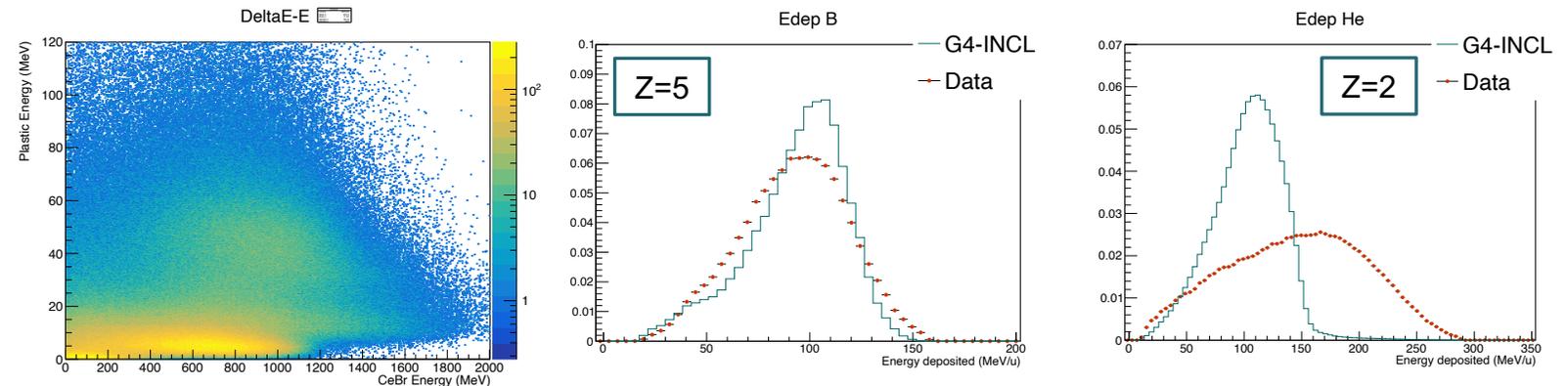
¹ Department of Environmental Biology, Faculty of Mathematics, Physics, and Natural Sciences, Sapienza University of Rome, Italy
² University La Sapienza of Rome, Dipartimento di Scienza di Base Applicata all'Ingegneria (SBAI), Italy
³ Department of Physics and Astronomy, University of Bologna, Italy
⁴ Université de Strasbourg, CNRS, IPHC UMR 7871, F-67000 Strasbourg, France, France
⁵ Trento Institute for Fundamental Physics and Applications, University of Trento, Italy
⁶ National Institute of Nuclear Physics of Pisa, Italy
⁷ Department of Physics, Faculty of Mathematics, Physics, and Natural Sciences, Sapienza University of Rome, Italy

Projet FOOT-Xn - CLINM

- CLINM (Cross-sections of Light Ion and Neutron Measurements) : mesures de sections efficaces de ^4He , ^{12}C , ^{16}O , ... , ^{56}Fe @ 400 MeV/u (GSI-SIS), puis 4 GeV/u (FAIR – 2025) sur cibles C, $(\text{C}_2\text{H}_4)_n$, Al + mesures basses énergies (< 50 MeV/u)
 - Téléscope ΔE -ToF/ ΔE -E pour l'identification de particules chargées + mesures des gamma (CeBr_3) et neutrons de haute énergie (> 50 MeV)
 - Développement d'un télescope à protons de recul (TPR) pour la mesure des neutrons de basse énergie (< 50 MeV)
 - Mesure et simulation de rendements d'espèce de radiolyse de l'eau et de biomolécules (Q. Raffy – équipe Radiochimie)

Faits marquants :

- Financement ANR PRC obtenu, début en janvier 2024 pour 4 ans
- Co-financement de thèse obtenu avec le CNES pour la rentrée 2024
- Soutenances de Lévana Gesson et Séverine Chefson prévues à l'automne 2024
- Expérience sous faisceau ^{12}C au CNAO en avril-mai 2023 \Rightarrow premières données de particules secondaires mesurées avec le dispositif CLINM



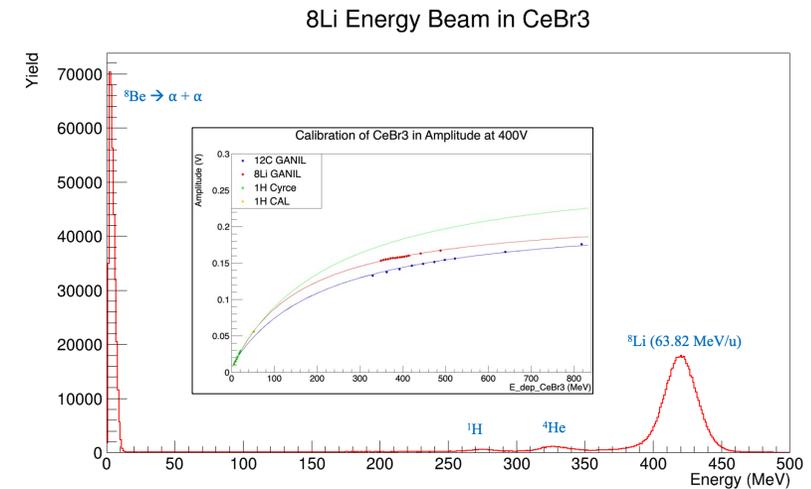
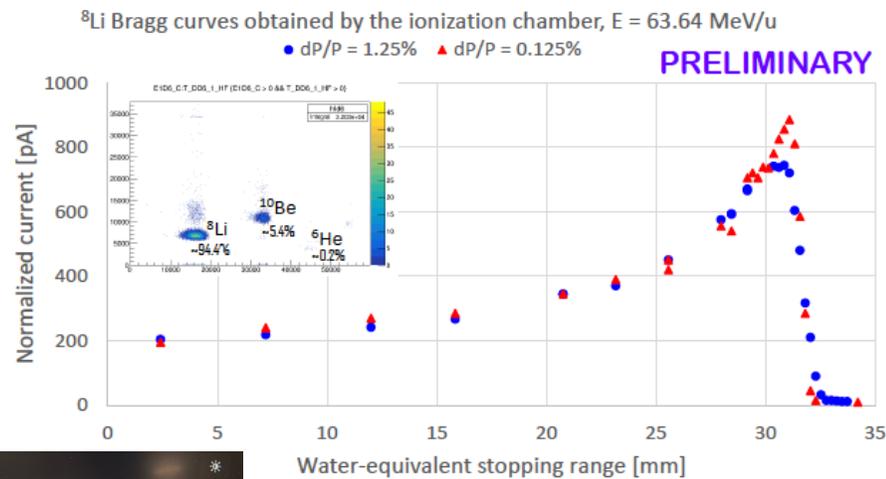
Comparaisons des distributions d'énergie simulées et mesurées à CNAO de particules de Z=5 et Z=2, produites par du ^{12}C de 200 MeV/u interagissant avec une cible équivalent-tissue de 5 cm, détectés à 5^o. Extrait de la thèse de Lévana Gesson.

6 publications depuis 2018
2 thèses soutenues, 2 thèses en cours, 1 thèse à venir à la rentrée

Projet FOOT-Xn - CLINM

- Dispositif CLINM utilisé également pour les mesures des effets des faisceaux radioactifs de ^8Li et ^8He de courte durée de vie pour la hadronthérapie (en collaboration avec E. Traykov, groupe accélérateur, et Q. Raffy)
- Faits marquants :
 - Première expérience test au GANIL en avril 2024 avec des ^8Li de 66.7 MeV/u
 - Résultats préliminaires encourageants (spectre des alphas reconstruits, mesure du pic de Bragg ^8Li)

TGIR GANIL (15 kEuros)

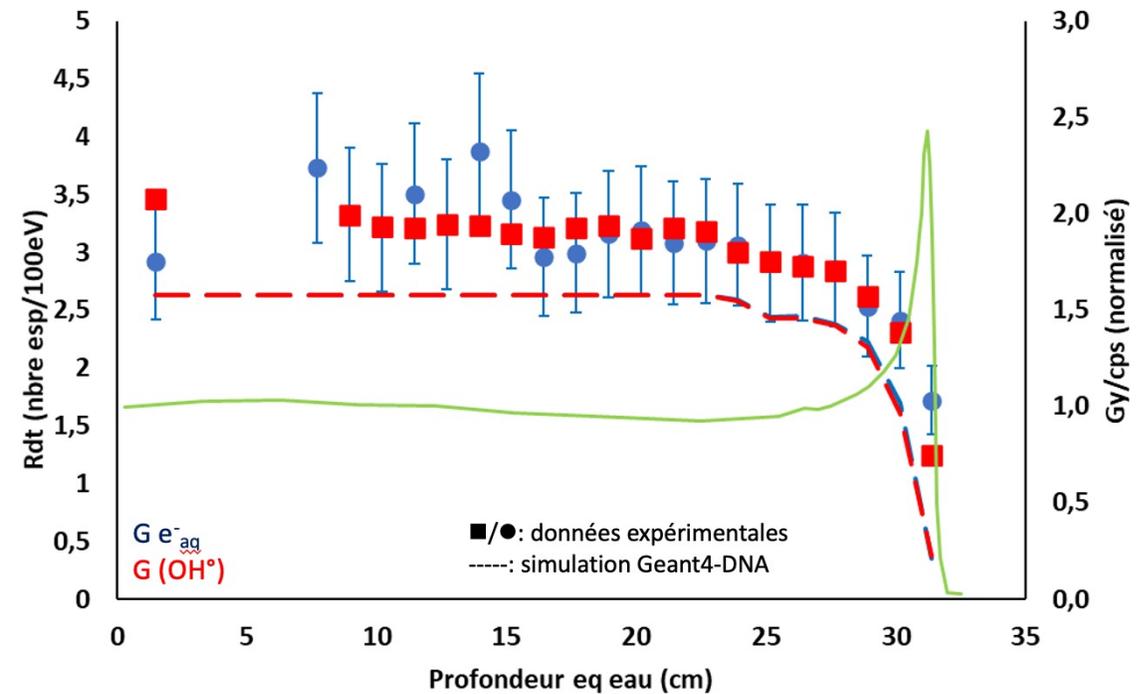


Spectre en énergie reconstruit après une irradiation avec du ^8Li de 63.82 MeV/u cible de 5 mm d'eau
Stage de Guillaume Harmant (M2 PRIDI)

1 publication en 2023 (Schnelzauer et al., Physics in Medicine and Biology)

Projet FOOT-Xn - CLINM

- Collaboration Geant4-DNA : étude du mécanisme de radiolyse de l'eau avec des ions de hautes énergies
 - Comparaison simulation/experience : hélion de 230 (experimental)-75 MeV/u (simulation, énergie max), carbions de 400 MeV/u
 - Superposition des rendements d'électrons hydratés (e^-_{aq}) et radical hydroxyle ($OH\cdot$)
 - Reproduction de la forme
- Faits marquants :
 - Rédaction de deux articles en cours « Dose-rate effect on hydrated electron with 24 MeV proton beam » (S. Chefson et al.), et « Proton irradiation at high dose-rate: investigating hydroxyl radical scavenging probes » (S. Chefson co-autrice)



Comparaisons des rendements d'électrons hydratés (e^-_{aq}) avec les rendements $HO\cdot$ en fonction de la profondeur dans une cible d'eau irradiée avec des hélions.

Extrait de la thèse de Séverine Chefson.

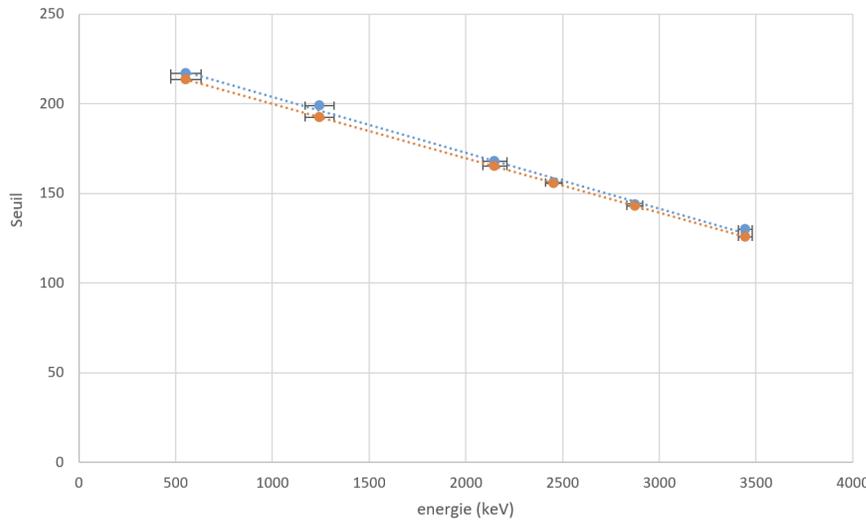
Projet SIMBAD

- Projet Simβ-AD – financé par la BPI (2022-2025), coordonné par J.-M. Horodyski (iRSD)
 - Caractérisation du champ neutronique générés par les cyclotrons
 - Développement d'outils de calcul pour l'activation des composants
 - Travail en collaboration avec IBA et TRAD (simulations MC)
 - Développement d'un compteur de neutrons (alphaBeast)

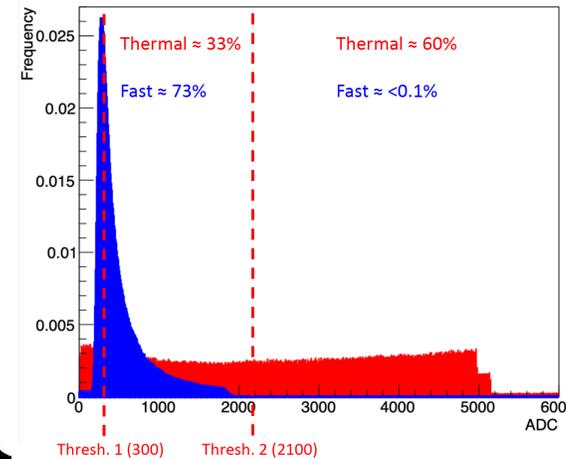
Courtesy of JM. Horodyski

Faits marquants :

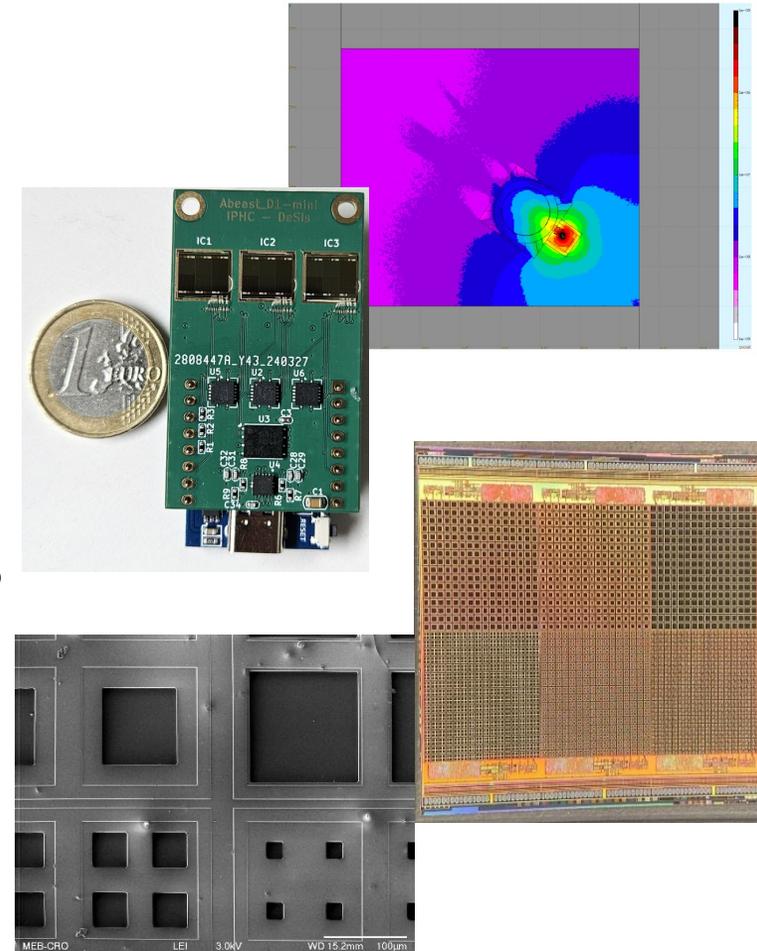
- Premiers tests du capteur alphaBeast sous faisceaux
- Financement de thèse 80 prime pour la rentrée 2024



● pt inflexion ● seuil calculé Linéaire (pt inflexion) Linéaire (seuil calculé)
 $y = -0,0312x + 235,09$ $y = -0,0304x + 230,39$
 $R^2 = 0,996$ $R^2 = 1$



Stage de Baptiste Guinet (BUT MP)

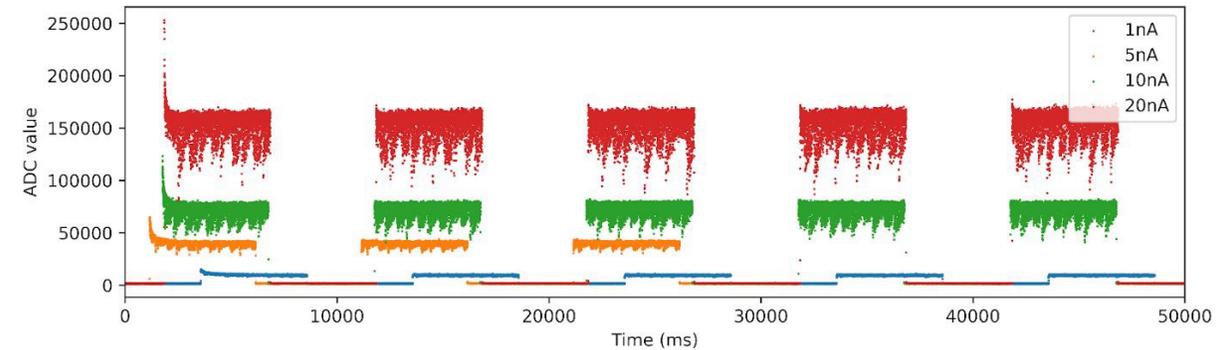


Projet MATRIX

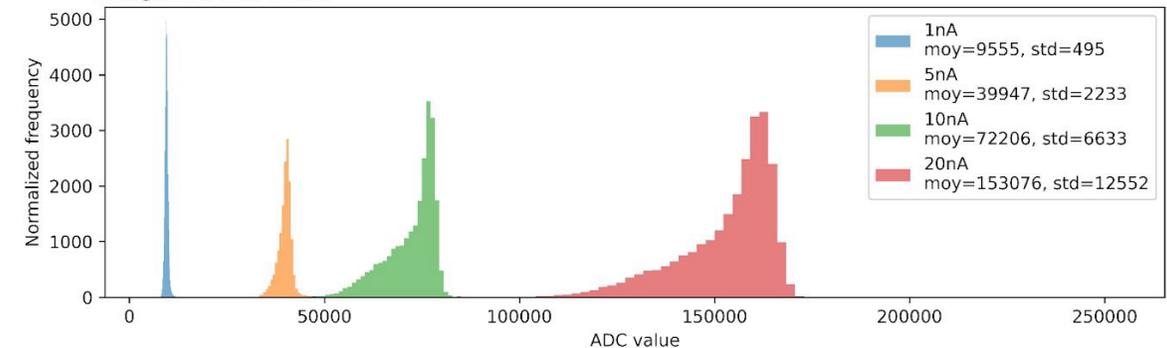
- Projet de développement d'un moniteur faisceau à base de GaN (128×128) – financé par l'ANR (2022-2025), porté par le CRHEA (Nice)
 - Collaboration entre le CRHEA, le CAL (Nice), Ruhr-Universität (Bochum), West German Proton Therapy Center (Essen, Allemagne), IPHC
 - Contribution de l'équipe : développement du système de reconstruction du profil de faisceau
- Faits marquants :
 - Tests sous faisceau à Cyncé de structure de diodes Schottky + PIN (choix technologique, 02/24)
 - Tests à Cyncé d'une barrette de 64 diodes PIN → reconstruction complète du faisceau (05/24)



ADC values over time for channel 1 bias 1.8v



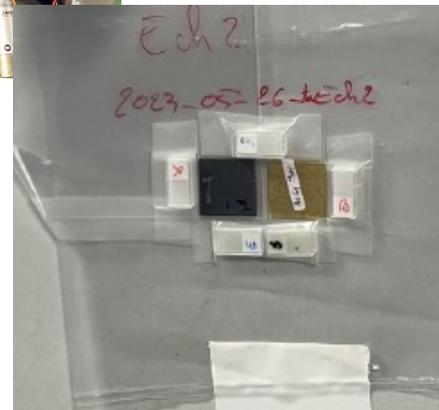
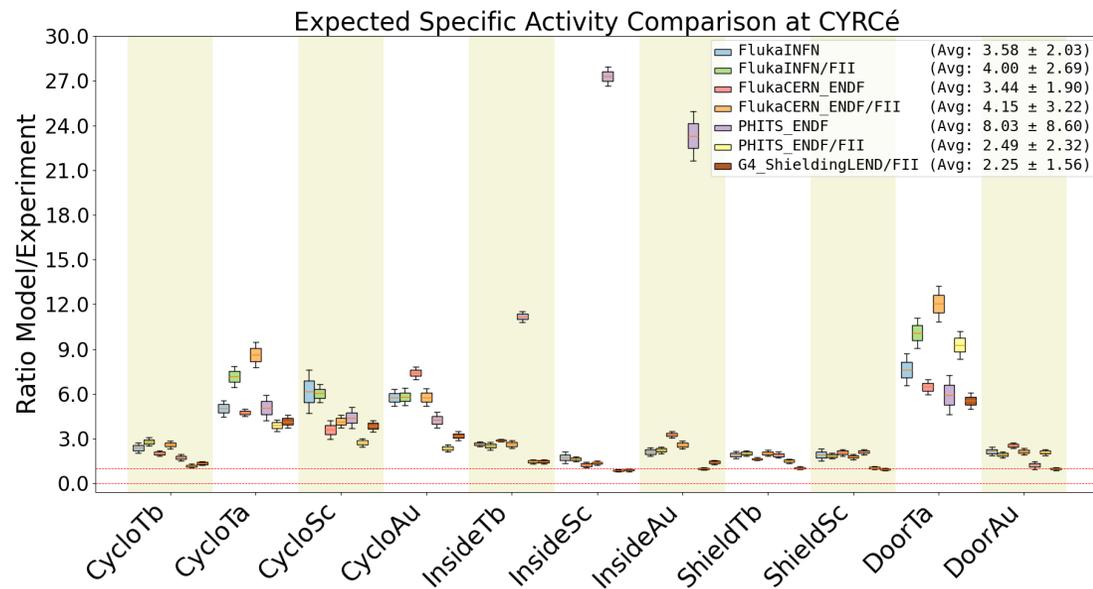
Histogram of ADC values



Stage de Baptiste Guinet (BUT MP)

Projet Transmutex

- Projet autour du démantèlement de l'accélérateur utilisé par Transmutex
 - Decommissioning
 - Inventaire des radionucléides produits
 - Travail en collaboration entre IPHC et Transmutex (Genève)
- Faits marquants :
 - Intervalidation des codes FLUKA/Geant4/MCNP/PHITS pour l'activation neutronique
 - Mesures sur Cycré + source AmBe par détecteurs solides de traces nucléaires (DSTN)



Valorisation

- SMARTIUM

- ❖ 3 recrutements en CDI (2 ex-doctorants IPHC + 1 étudiant M2 PSA)
- ❖ Projets en cours avec EDF et le CEA
- ❖ Collaboration active avec la plateforme RaMsEs (+ réseau Becquerel)



- Dosistick

- ❖ Pré-maturation CNRS (porteur : Q. Raffy – Radiochimie-IPHC)
- ❖ Recrutement IR CDD (Lucie Huart)
- ❖ Collaboration ICANS et Aérial
- ❖ Possibilité de maturation SATT (en discussion)



- Labcom IPHC-Aérial

- ❖ Thèse CIFRE Lucas Tasinato (collaboration avec le CEA)
- ❖ Recrutement IR Aérial (projet logiciel de planification pour l'irradiation industrielle)
- ❖ Rencontre région Grand-Est pour financements (Juin 2024)



Bilan – activités scientifiques

• Forces/faiblesses :

- ❖ Expertise en instrumentation (CMOS, spectro gamma,...), et en simulations
- ❖ Collaborations diversifiées : universités, centres cliniques, industrie
- ❖ Valorisation (ex: SMARTIUM start-up)
- ❖ Ressources humaines limitées (3 départs en retraite dans les années à venir), équipe très universitaire
- ❖ Equilibre entre les différents projets

• Publications/conférences :

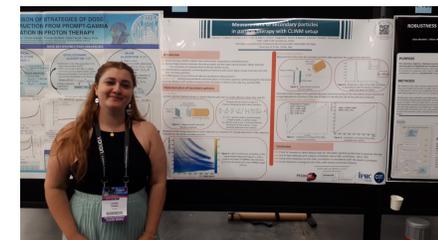
- ❖ 43 publications sur la période 2018-2024
- ❖ Conférences & workshops 2023-2024 : FRPT (S. Chefson, oral), Miller (S. Chefson, poster), R3C (S. Chefson, oral), ANNIMA (J. Collin, oral), ICNTRM (J. Collin, oral), iWORID (L. Gesson, oral), GDR Mi2B (L. Gesson, oral), ESTRO (L. Gesson, poster), PTCOG (L. Gesson, poster), ICCR (N. Arbor, C. Finck, L. Gesson, M. Vanstalle, 2 oraux & 2 posters) , NARE (A. Nourreddine, invité)

• Responsabilités :

- ❖ Membre du Conseil Scientifique in2p3 : N. Arbor
- ❖ Membre du CNU-29 : M. Vanstalle
- ❖ Membre du CLHSCT : C. Finck
- ❖ Réseau semi-conducteur de l'in2p3: S. Higuieret
- ❖ COPIL LABCOM IPHC-Aerial: N. Arbor
- ❖ Comité de direction OHM-Fessenheim: N. Arbor
- ❖ Master-projet FOOT-Xn: M. Vanstalle (responsable scientifique) & S. Higuieret (responsable technique)
- ❖ Coordination des accords CNAO-in2p3 : M. Vanstalle
- ❖ Software coordinator de l'expérience FOOT: C. Finck
- ❖ Steering committee de GATE : N. Arbor
- ❖ Membre CS LNE : A. Nourreddine

• Financements :

- ❖ BPI – projet Simβ-AD (2022-2025) – 450 kEuros
- ❖ ANR – projet CLINM (2024-2028) – 235 kEuros
- ❖ Interreg – projet CO2Inno (2022-2025) – 250 kEuros



Perspectives

- Appels à projet
 - ❖ ANR phase 2 (PRC) en collaboration avec Besançon (CURIE : *seCondary neUtrons DosimetRy for radiation Protection In proton thErapy*)
 - ❖ ANR CLINM débutée en janvier 2024 pour 4 ans
- Demandes RH
 - ❖ 1 AI BAP C demandé en prévision du départ en retraite de Thê-Duc Lê
 - ❖ 1 MC demandé (support départ en retraite de A. Nourreddine)
 - ❖ 1 CDD IR (BAP C) recruté sur les fonds de la BPI
 - ❖ 1 demande d'alternance BUT MP à finaliser pour la rentrée 2024
 - ❖ Thèse 80prime MITI-CNRS + co-financement de thèse CNES pour octobre 2024 = deux doctorant-es à la rentrée 2024
 - ❖ Demande thèse in2p3 pour 2025 avec Radiochimie (demi-financement ANR) ?
- Poursuite des projets
 - ❖ FOOT : upgrade du vertex, expérience à CNAO avec le calorimètre, 1^{er} semestre 2025 au GSI avec le dispositif complet
 - ❖ CLINM : nouvelle expérience à CNAO à prévoir à l'automne 2024 dans le contexte de l'accord de collaboration avec l'in2p3
 - ❖ SimBad : nouvel accord cadre avec le CNAO sur le développement de l'alphaBeast, thèse 80prime en collaboration
 - ❖ MATRIX : nouveaux tests sous faisceaux au CAL et WPC
 - ❖ Transmutex : implantation de nouvelles données nucléaires, de la relaxation gamma et du calcul de dose dans TMX