

Equipe DeSIs (Dosimétrie Simulation Instrumentation)



Composition de l'équipe (2022)

- **5 enseignants – chercheurs / chercheurs :**
 - Nicolas ARBOR (MCF) – responsable d'équipe
 - Christian FINCK (CR – 50% DeSIs + 50% Belle-II)
 - Daniel HUSSON (MCF)
 - Abdel-Mjid NOURREDDINE (Pr)
 - Marie VANSTALLE (MCF)
- **3 ingénieurs / techniciens :**
 - Séverine CHEFSON (AI) (doctorat, Dir. N. Arbor – 2020/2024)
 - Stéphane HIGUERET (IR) – responsable technique
 - Thê-Duc LÊ (AI)
- **1 post-doctorant :**
 - Jonathan RIFFAUD (UNISTRA – 2020/2022)
- **3 doctorant(e)s :**
 - Alexandre SECHER (UNISTRA – Dir. M. Vanstalle, C. Finck - 2018/2022)
 - Clément CORNEILLE (UNISTRA – Dir. D. Husson, N. Arbor - 2019/2022)
 - Levana GESSON (IN2P3/GSI – Dir. M. Vanstalle - 2021/2024)
- **8 stagiaires L3/M1/M2**

Thématiques de recherche

*Les activités de recherche de l'équipe DeSIs (Dosimétrie Simulation Instrumentation) s'articulent autour des problématiques de **radioprotection pour la santé, l'environnement et l'industrie.***

*Ses membres travaillent au développement de **systèmes innovants de mesure des rayonnements ionisants** (ions, gamma, neutrons, ...), ainsi qu'à l'optimisation de **codes de simulation Monte Carlo d'interaction rayonnement-matière** (Geant4, Geant4-DNA, GATE, MCNP).*

- **Données nucléaires et modèles Monte Carlo**

- > mesures de sections efficaces et de fragments secondaires pour l'hadronthérapie et la radioprotection spatiale
- > modélisation des effets des rayonnements ionisants à l'échelle micro-métrique

- **Dosimétrie**

- > dosimétrie patient en radiothérapie (photons, protons, ions)
- > dosimétrie patient et travailleur en imagerie médicale (radiologie)

- **Radioactivité**

- > faibles niveaux de contamination (assainissement / démantèlement)
- > activation nucléaire (neutrons) auprès des accélérateurs

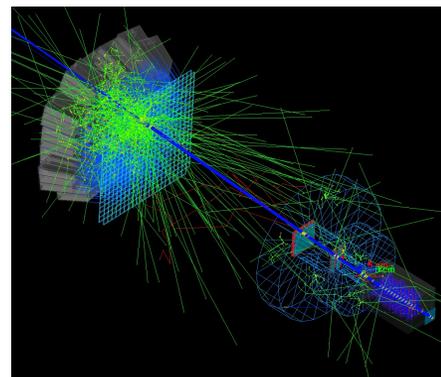
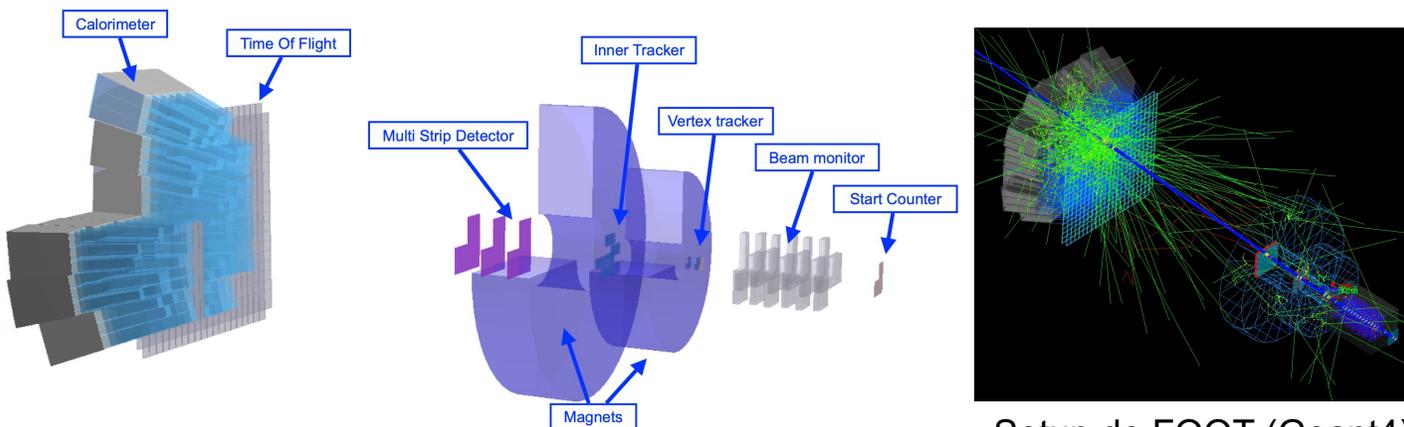
Projet FOOT-Xn - FOOT



- 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
- Premiers test en faisceau avec BM, VTX, SC et mur temps de vol en avril 2019 (GSI) + juillet 2021 (GSI) avec ^{16}O (400 MeV/u) sur cibles ^{12}C et C_2H_4 .
- Nouvelles expériences à venir au HIT (Heidelberg et CNAO, 2022) et au GSI (2023)

14 publications depuis 2018

- Responsabilités de l'équipe dans la collaboration FOOT :
 - **C. Finck** : reconstruction du vertex et de l'inner tracker, responsable du Software
 - **A. Sécher** (doctorant, soutenance prévue le 13/06) : reconstruction globale des traces (algorithme TOE)
 - **M. Vanstalle** : simulation Geant4, responsable de l'Editorial Board



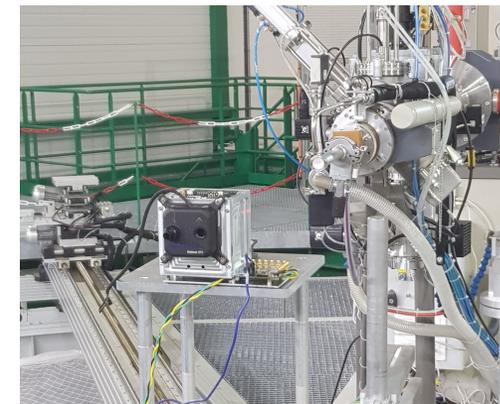
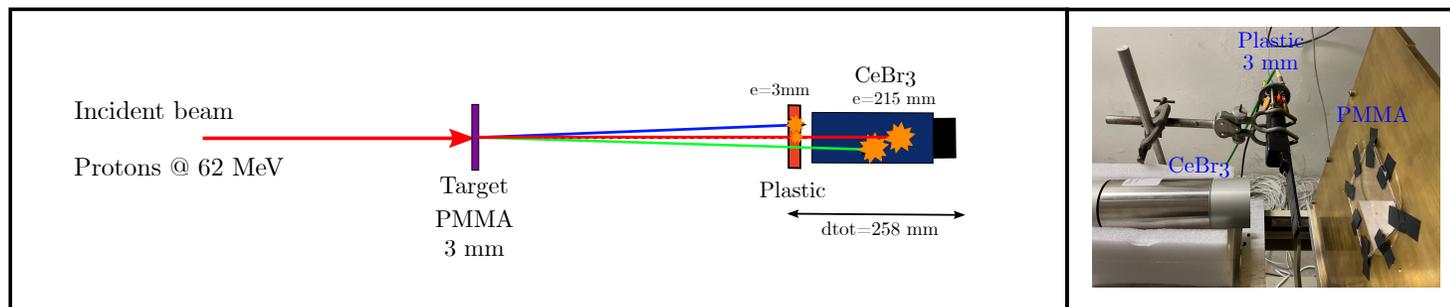
Setup de FOOT (Geant4)

Premières valeurs de sections efficaces expérimentales (campagne de 2019)

Element	$\sigma_{frag} \pm \Delta_{stat} \pm \Delta_{sys}[mbarn]$	$\Delta_{stat}/\sigma_{frag}$	$\Delta_{sys}/\sigma_{frag}$	$\sigma_{MC}[mbarn]$
He	$625 \pm 22 \pm 21$	3.6%	3.6%	621
Li	$85 \pm 10 \pm 5$	11.9%	5.6%	67
Be	$31 \pm 10 \pm 3$	31.8%	8.8%	33
B	$70 \pm 10 \pm 5$	14.9%	7.3%	38
C	$113 \pm 12 \pm 3$	10.9%	2.7%	81
N	$101 \pm 14 \pm 5$	13.7%	4.8%	105

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 (FRACAS)/ 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 des rendements de radiolyses de l'eau et biomolécules (Q. Raffy – équipe Radiochimie, thèse S. Chefson)
- 5 publications depuis 2018
- Faits marquants :
 - Test du TPR sur AMANDE (IRSN) en octobre 2020 et premiers spectres neutrons reconstruits
 - Thèse en co-tutelle de **Lévana Gesson**, co-financement in2p3/GSI, commencée en octobre 2021
 - Première expérience test au CAL (Nice), octobre 2021
 - Entrée dans la collaboration Geant4-DNA en 2022 (N. Arbor et Q. Raffy)
 - Expérience sous faisceau à venir au GSI (Darmstadt), fin mai 2022 + demande de faisceau à CNAO



Données nucléaires – autres projets

- Projet en collaboration avec l'Université de Trento : augmentation de la production de gamma-prompt par ajout d'éléments non-radioactifs pour le suivi de dose en hadronthérapie
 - Deux dispositifs pour la détection des gamma prompts : télescope LaBr_3 (Trento) + CeBr_3 (Strasbourg)
 - IPHC : mise en place d'un code de déconvolution pour les spectres gamma + comparaison données-MC (Geant4) pour validation des modèles à basse énergie (thèse d'A. Sécher).
 - Premiers tests du dispositif de détection des gammas de CLINM sur Cyncé, protons @ 25 MeV.
 - Expériences sous faisceau à venir au centre de protonthérapie de Trento, protons @ 200 MeV.

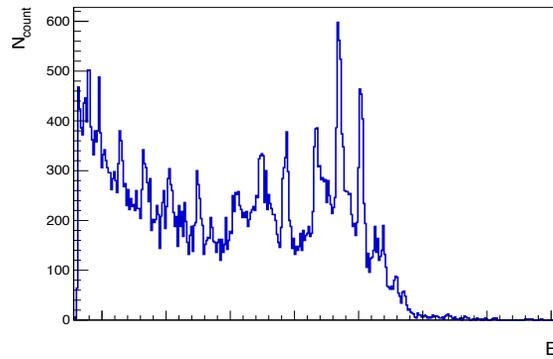


Trento Institute for
Fundamental Physics
and Applications



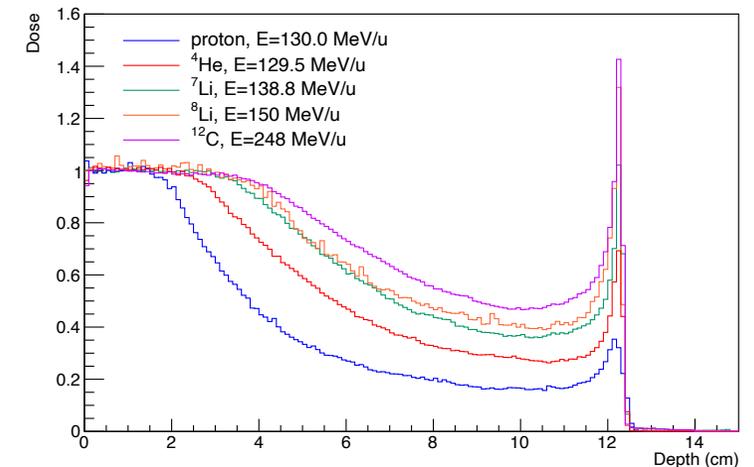
Protons @ 25 MeV

Gamma jusque ~ 8 MeV



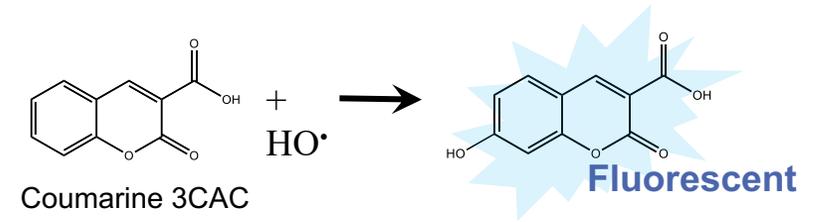
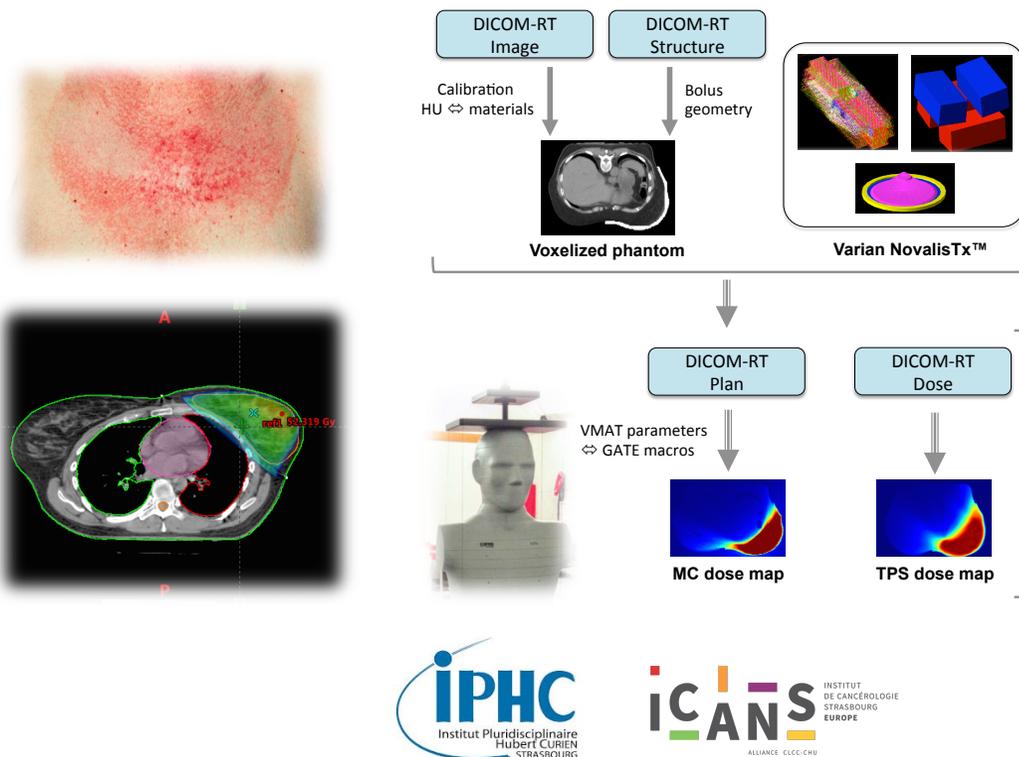
Première publication
en préparation

- Projet en collaboration avec E. Traykov (groupe accélérateurs, IPHC) : faisceaux radioactifs de ^8Li et ^8He de courte durée de vie pour la hadronthérapie
 - Simulations MC (Geant4) prometteuses pour l'usage de ^8Li et ^8He en thérapie
 - Première expérience test prévue au GANIL en 2023

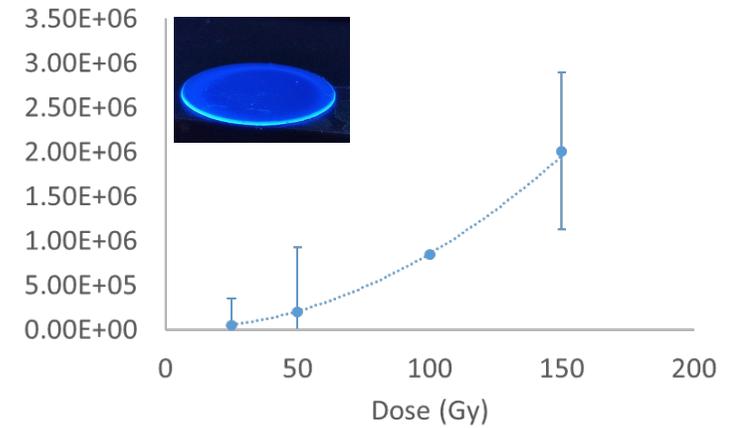


Projets : dosimétrie

- Développement d'un outil Monte Carlo pour l'étude de la dose à la peau en radiothérapie mammaire (collaboration ICANS)
- Membre de la collaboration internationale OpenGATE (code Monte Carlo) 
- Projet DECLIC-CNRS (valorisation) sur la développement d'un dosimètre peau (collaboration Q. Raffy Radiochimie)

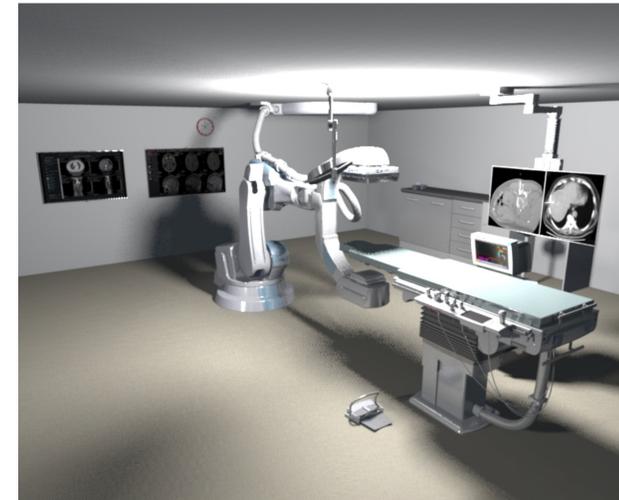
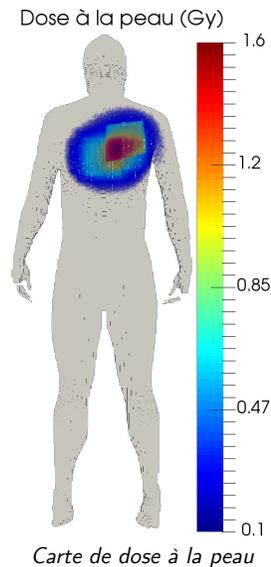


Evolution de la fluorescence de films en fonction de la dose RX 6 MeV (Icans)



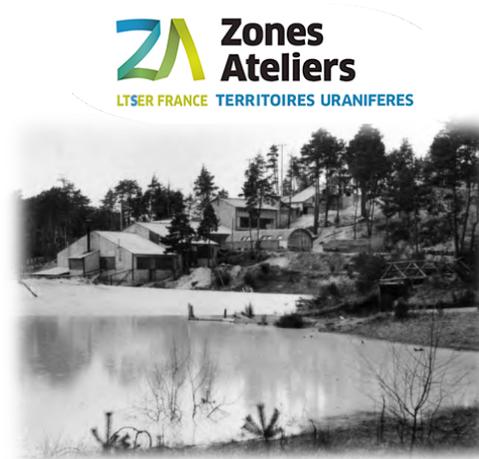
Projets : dosimétrie

- Etude de la dose à l'organe en radiologie interventionnelle pour le risque de cancer lié aux faibles doses de rayonnements (collaboration GHR Mulhouse)
- Collaboration européenne EURADOS, coordination (N. Arbor) d'une tâche d'analyse dans le groupe de travail 12 (Dosimétrie en imagerie médicale))
- Développement d'un outil de radioprotection du personnel médical en réalité virtuelle (collaboration Icube)



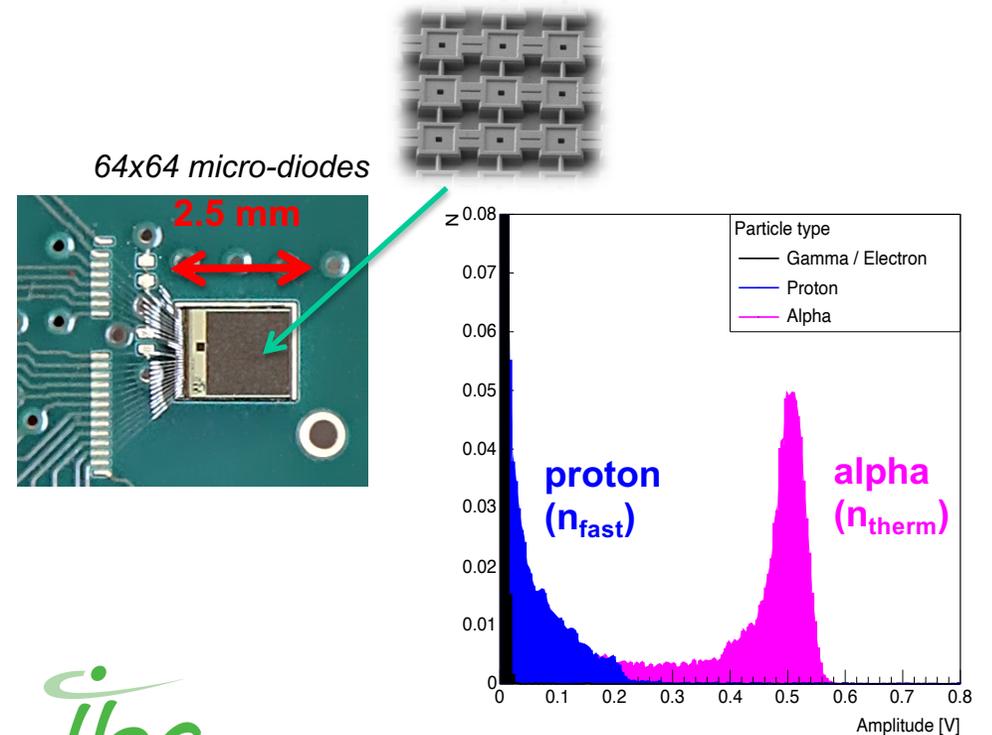
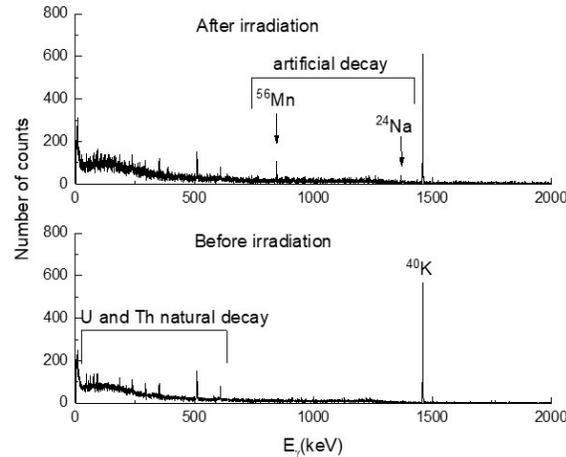
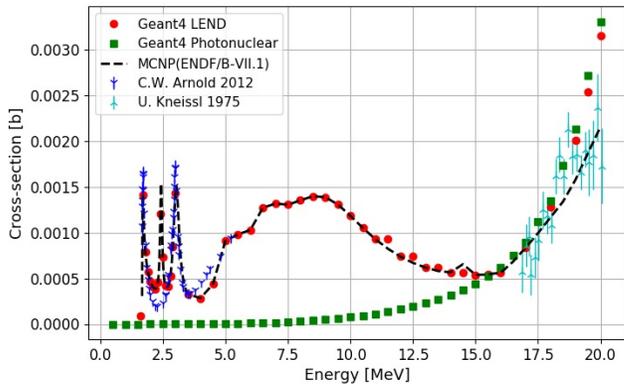
Projets : radioactivité

- Mise au point d'un système de cartographie (spectrométrie gamma embarquée) de la radioactivité environnementale (participation au master projet IN2P3-TERROIR)
- Membre du réseau Becquerel 2.0 IN2P3 (projets de recherche sur l'assainissement/démantèlement des installations nucléaires)
- Projet de maturation SATT – Conectus (2019-2020) puis création de la start'up SMARTIUM



Projets : radioactivité

- Etude de l'activation neutronique auprès des accélérateurs (recherche, industrie, médicale)
- Développement de compteurs miniaturisés (CMOS) de neutrons thermiques/rapides pour la surveillance des installations
- Projet AIEA-DEXAFI (2015-2020) sur l'activation photo-nucléaire pour l'irradiation industrielle par rayons-X (stérilisation)



Bilan activités scientifiques

- **Points forts / faibles de l'équipe :**

- + Innovation en instrumentation nucléaire (capteurs CMOS, spectrométrie gamma aéroportée, ...)
- + Expertise en simulation Monte Carlo (Geant4 / Geant4-DNA / GATE / MCNP)
- + Collaborations diversifiées recherche / industrie / medical
- + Valorisation sociétale et économique (outils *open-source* pour les hôpitaux, création start up)
- Ressources humaines (équipe très universitaire, futurs départs en retraite)
- Conserver un juste équilibre entre la diversité des thématiques et la qualité scientifique des travaux de recherche

- **Publications et conférences :**

- 41 publications (2016-2021)
- Neutron and Ion Dosimetry Symposium (NEUDOS-14), Avril 2022, Cracovie (oral)
- IAEA Conference on Accelerators for Research and Sustainable Development, Mai 2022, Vienne (oral)
- Organisation FOOT Meeting (Strasbourg Juin 2022) et conférence internationale ICHLERA (Juin 2022)

- **Responsabilités administratives :**

- comité de pilotage collaboration IN2P3-CNAO (M. Vanstalle)
- comité de pilotage LABCOM IPHC-Aérial (N. Arbor)
- comité de direction OHM Fessenheim (N. Arbor)
- conseil scientifique LNE-LNHB (AM. Nourreddine)
- reseau semi-conducteur IN2P3 (S. Higuere)
- responsabilité scientifique (M. Vanstalle) et technique (S. Higuere) Master projet FOOT-Xn

Projets futurs, appels à projets

Appels à projets, demande d'expériences :

- Appel à projet BPI « gestion des déchets radioactifs » sur l'activation des cyclotrons (IPHC, iRSD, IBA, TRAD)
- Demande de temps de faisceau à CNAO (Appel HITRI+)
- Appel à projet Physicancer (particules secondaires et effets radiochimiques en hadronthérapie)

Thèses, post-doctorats :

- Demande d'un post-doctorat IN2P3 (*machine learning* pour les systèmes de mesures de particules secondaires)

Divers :

- Evolution de l'équipe à 5 ans (3 départs en retraite)