

Nouvelle Plateforme de Formation « interactions rayonnements-matière & radioprotection »

Université Paris-Saclay / IJCLab

Sandra Bouneau – Groupe RAPHYNEE – Pôle Energie & Environnement

présentation au Pôle Ingénierie – 5 février 2025



Objectifs du projet

Plateforme expérimentale et numérique dédiée à la formation sur la physique et la chimie nucléaire appliquée

Répondre aux besoins en formation universitaire pour les étudiants de Licence & Master et en formation spécifique pour les salariés des organismes de formation & de recherche

Accroître la visibilité des activités de recherche et d'ingénierie du laboratoire auprès des étudiants dès la licence

Faire du laboratoire un acteur majeur de la formation dans le domaine du nucléaire en le dotant d'un outil complet et performant grâce au couplage de cette nouvelle plateforme aux plateformes existantes de recherche JANNuS-Orsay/SCALP et d'enseignement sur la spectroscopie γ

Objectifs long terme : couvrir l'ensemble des disciplines fondamentales & appliquées de la physique et de la chimie nucléaire en s'appuyant sur 4 pools de TP

- Interactions rayonnements-matière
- Radioprotection / Expositions externes aux rayonnements ionisants
- Simulations et modélisations appliquées à l'énergie et à la chimie nucléaire, au comportement des rayonnements dans la matière, aux matériaux sous irradiation,...
- Chimie nucléaire / Chimie sous rayonnements



Objectifs du projet

1^{ère} phase du projet 2022-2025 : Plateforme nucléaire de formation expérimentale « Interaction-Rayonnement- Matière & Radioprotection » pour les étudiants de niveau **Licence**

Monter un ensemble de travaux pratiques ciblés sur les interactions rayonnements-matière avec des illustrations et des applications dans le domaine de l'énergie nucléaire, de la biologie, des géosciences, de la santé

Mettre en œuvre une instrumentation complète avec son système d'acquisition et d'analyse de données dédiée à la détection de rayonnements γ , de neutrons et de particules chargées, et à la radioprotection

Mettre en place des outils numériques en lien avec les TP IRM :

- ✓ simuler le comportement des différents rayonnements dans la matière
- ✓ calculer l'évolution du combustible dans un réacteur nucléaire
- ✓ modéliser le ralentissement des neutrons

Soutien d'IJCLab au projet

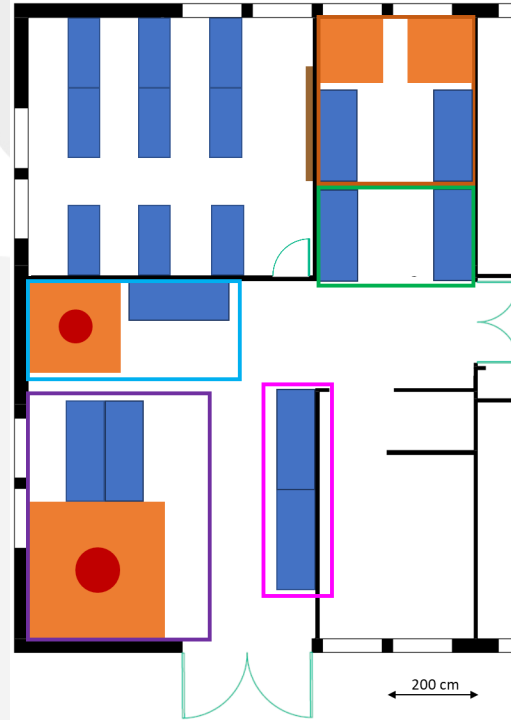
Codec 8 juin 2022

Désignation de Clément Delafosse comme responsable technique – février 2023



Localisation de la plateforme

Ancien « labo *Ge* » - salle 024 – bâtiment 102





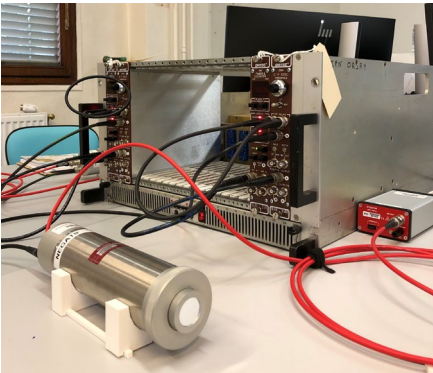
TPs – Interactions Rayonnements-matière

5 expériences différentes déclinées en 8 postes de TP

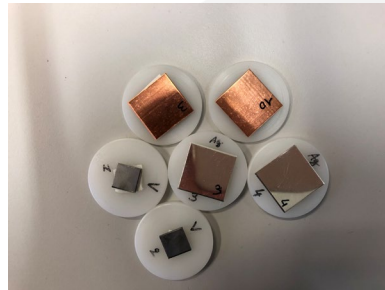
Expérience 1 : source neutrons *AmBe* – 55 GBq

- production de noyaux radioactifs par activation neutronique
- mesure du flux neutronique

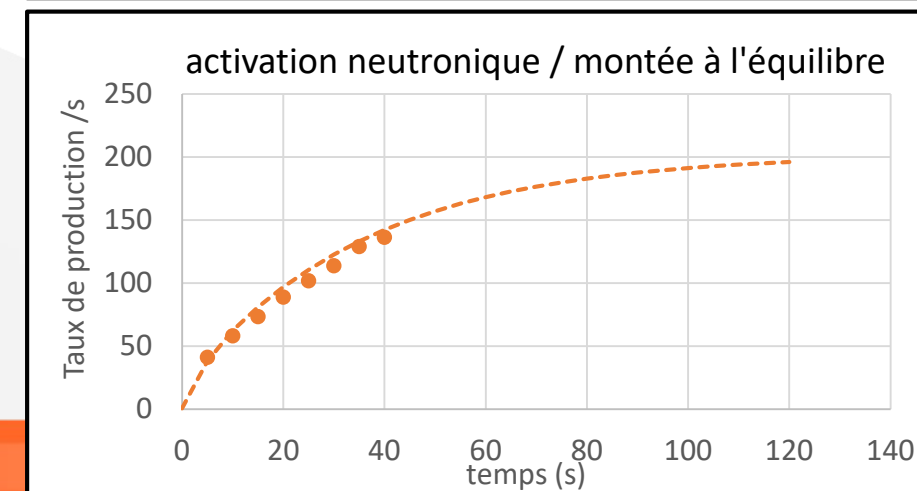
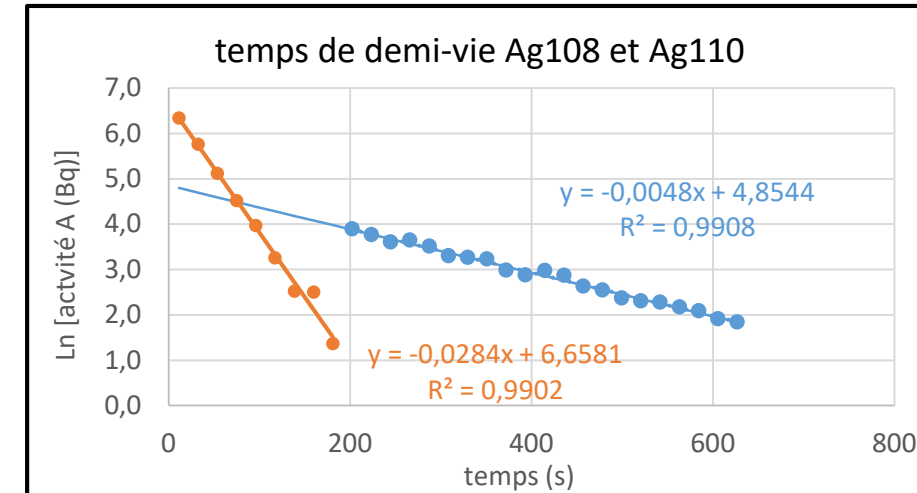
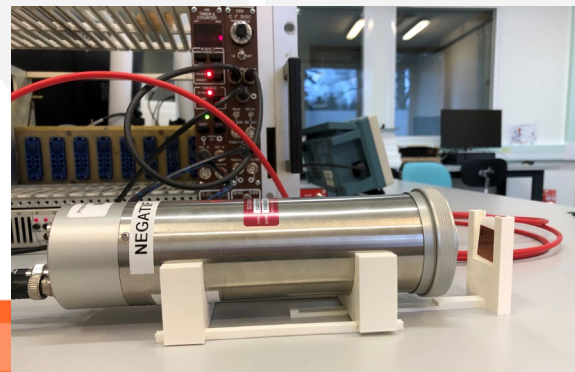
détecteur plastique β



irradiation d'échantillons – système de « passe-plat » coulissant designed by Denis R.



blindage *PEHD* – laiton
source neutrons





TPs – Interactions Rayonnements-matière

Expérience 2 : Source neutrons $AmBe$ – 3,7 GBq

→ mesure du ralentissement des neutrons rapides dans le Plexiglas

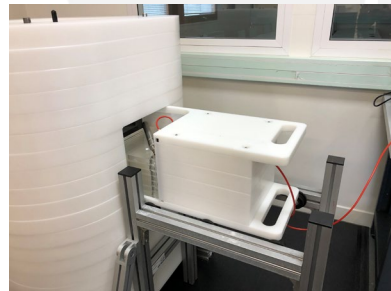
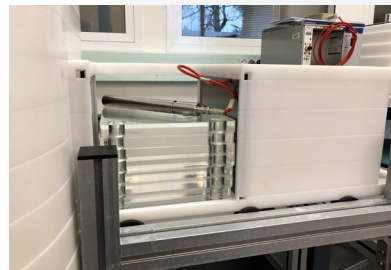
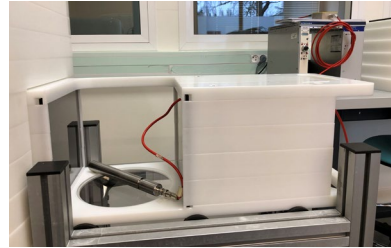
détecteur neutrons $He3$



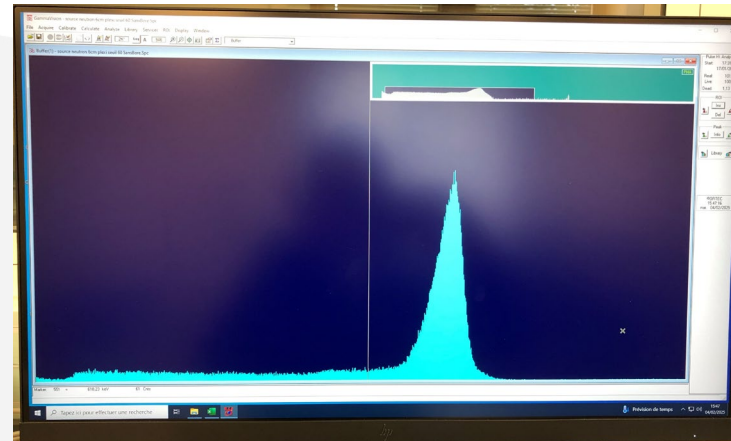
blindage $PEHD$
source neutrons



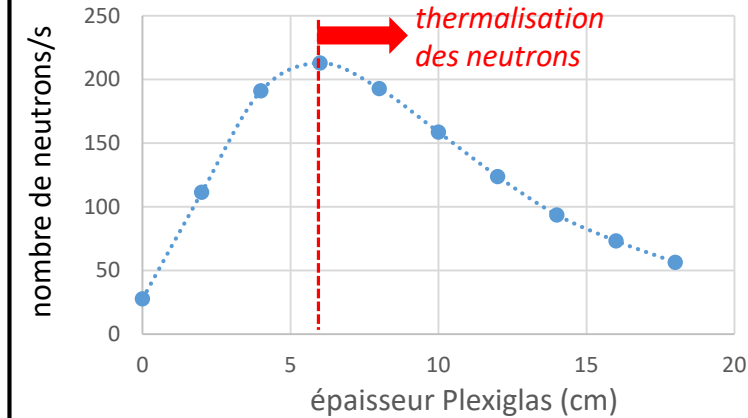
Système de « tiroir »
designed by Denis R. & Sylvain D.



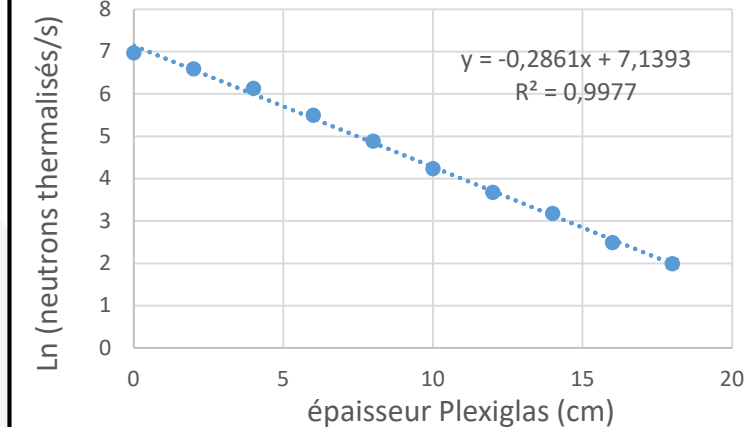
Spectre neutrons



ralentissement neutrons rapides



Longueur de diffusion - neutrons thermalisés

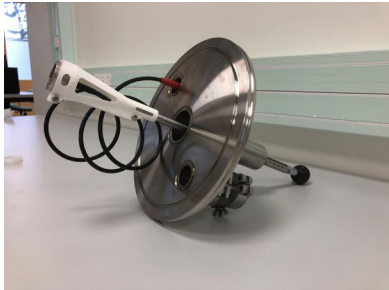




TPs – Interactions Rayonnements-matière

Expérience 3 : ralentissement des particules α dans l'air – pic de Bragg
→ mesures range R et stopping power dE/dx

jonction Si



enceinte sous-vide « habillée » par Nabil K.

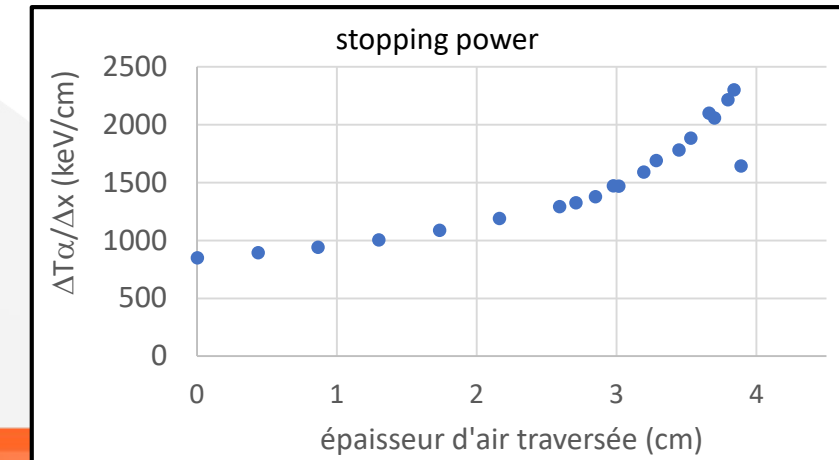
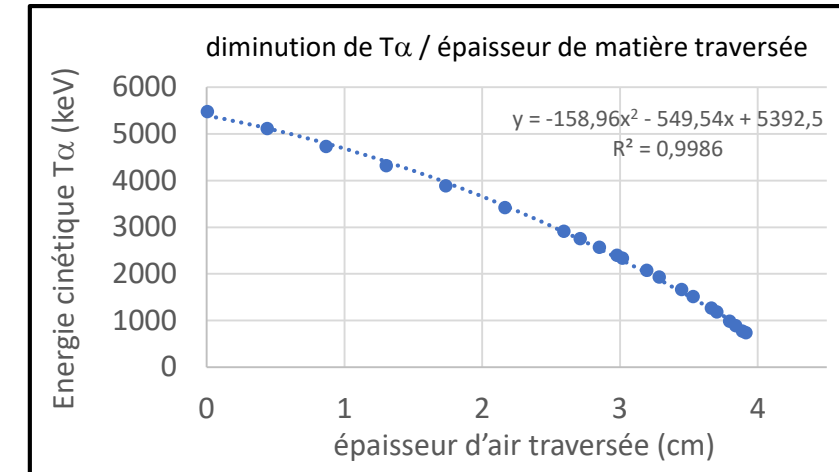
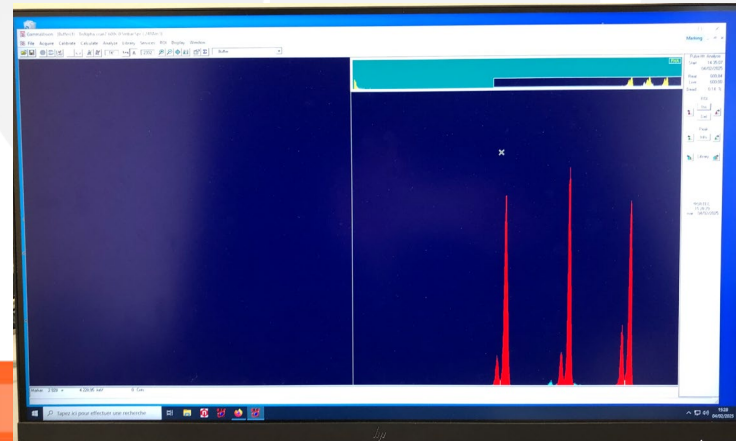


barillet de 4 sources α
designed by Samuel M.

- tri- α $^{244}_{96}Cm, ^{241}_{95}Am, ^{239}_{94}Pu$
- source $^{238}_{94}Pu$ & 2 sources $^{241}_{95}Am$



Spectre T_α - source tri- α



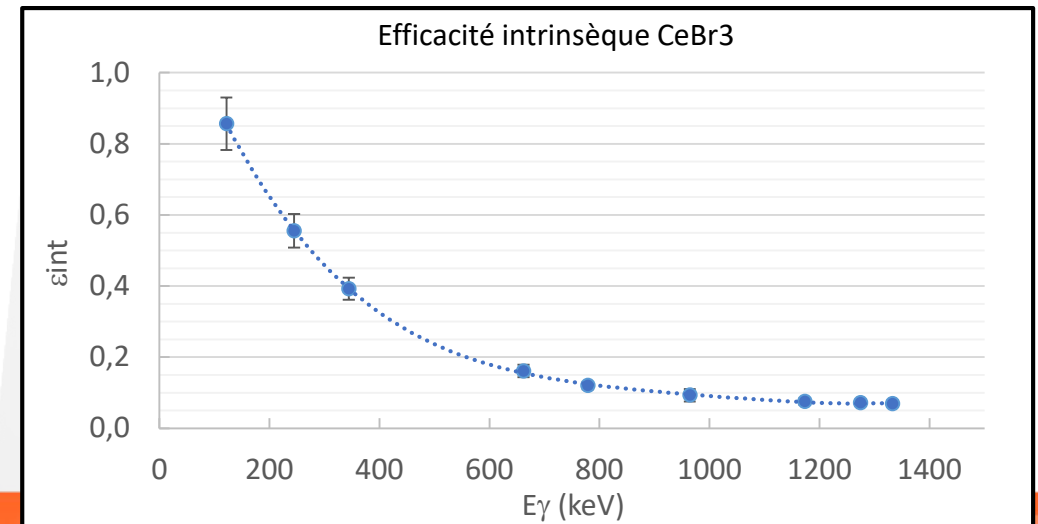
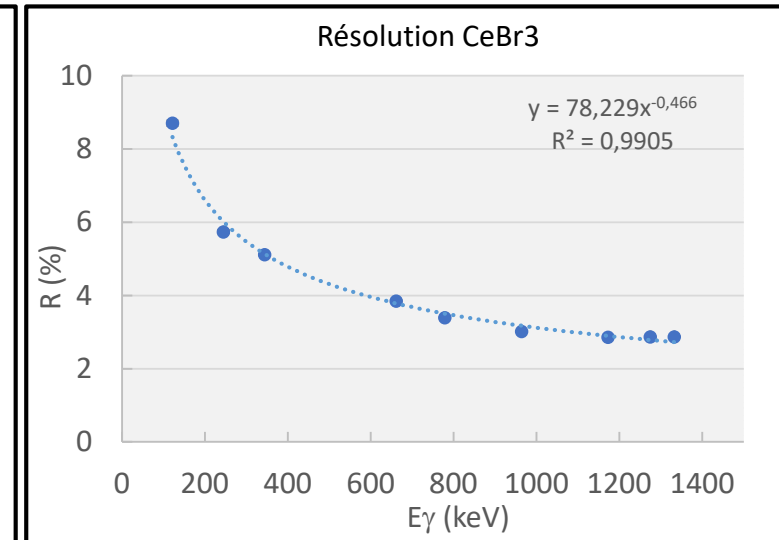
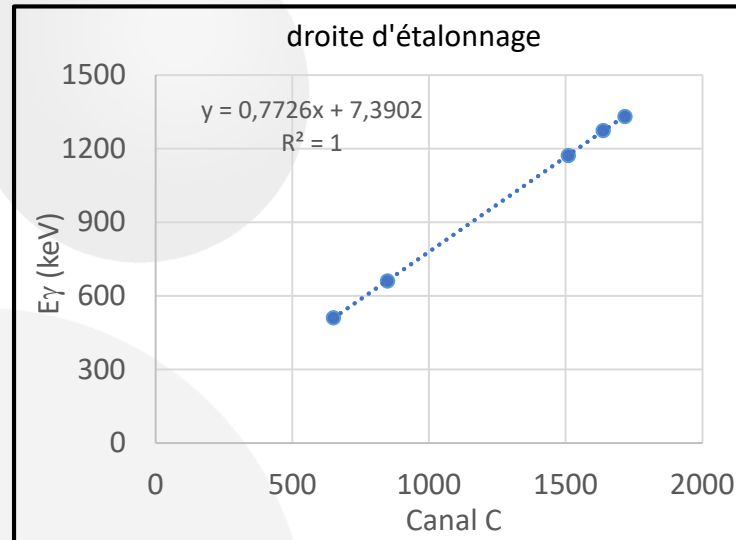
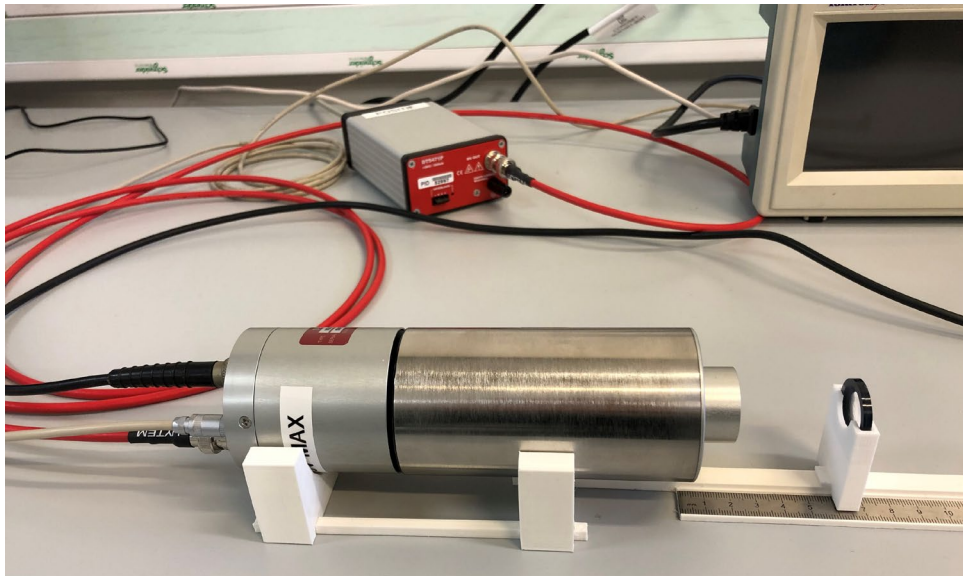


TPs – Interactions Rayonnements-matière

Expérience 4 : efficacité intrinsèque de détection des photons γ et mesure d'activité de sources radioactives

détecteur $CeBr_3$

sources γ $^{22}_{11}Na$, $^{60}_{27}Co$, $^{137}_{55}Cs$, $^{152}_{63}Eu$





TPs – Interactions Rayonnements-matière

Expérience 5 : mesure d'atténuation des photons γ dans la matière

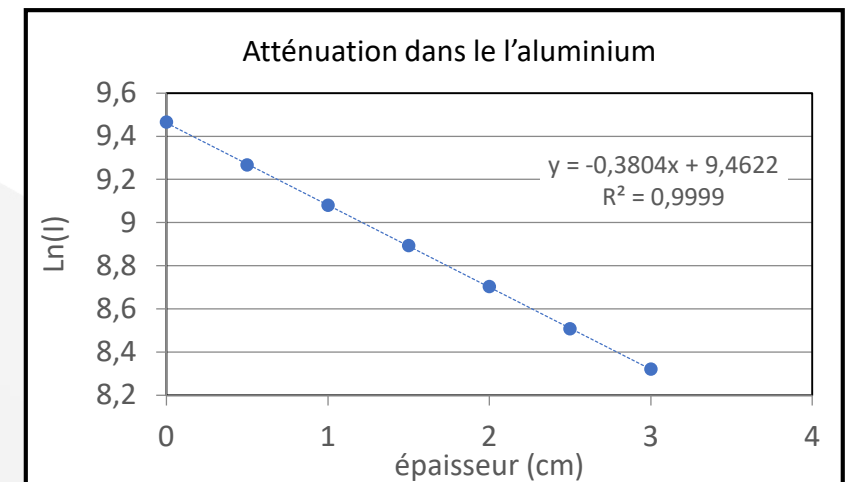
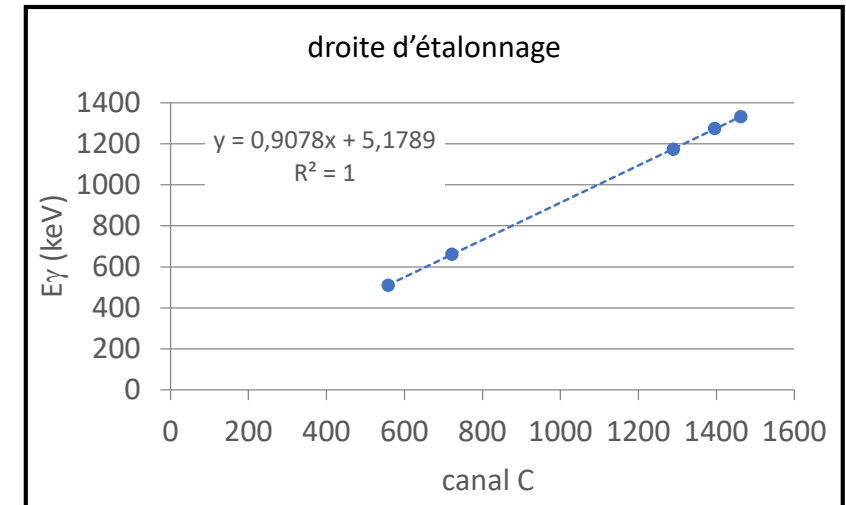
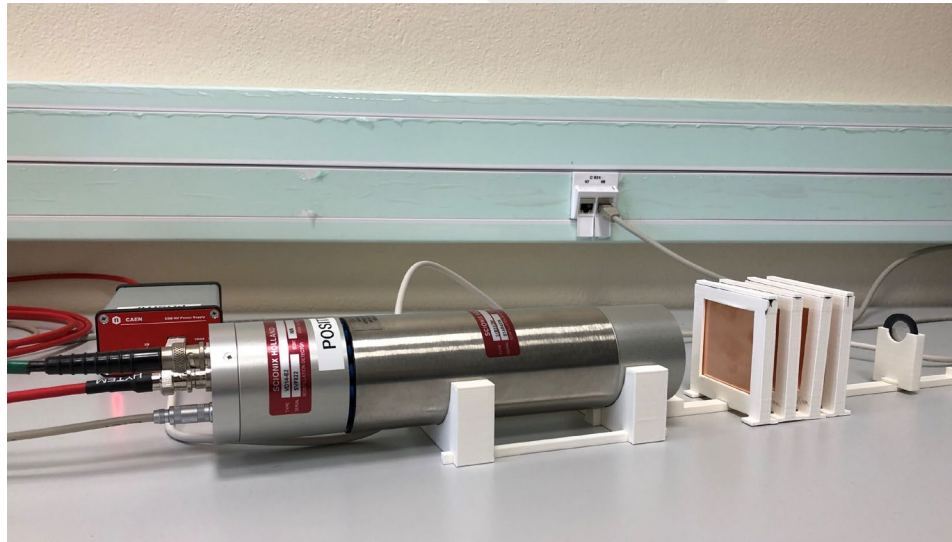
→ mesure du coefficient d'atténuation linéique

détecteur NaI

sources γ

$^{22}_{11}Na$, $^{60}_{27}Co$, $^{137}_{55}Cs$

Matériaux : Al , Cu , Pb





TPs – Interactions Rayonnements-matière

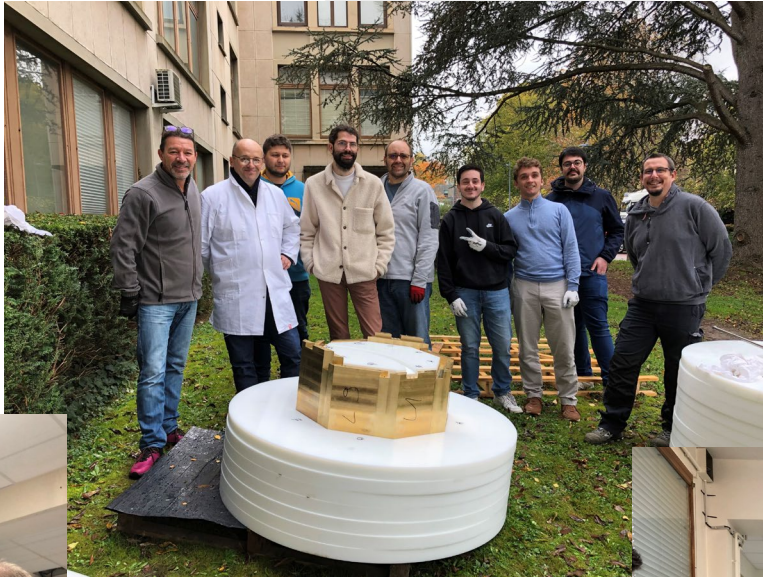
Contrôle radiologique validé pour les 2 sources neutrons !





TPs – Interactions Rayonnements-matière

Beaucoup de travail accompli...de réflexion... de muscles... de souplesse... d'ingéniosité... de concentration... et quelques coups de génie...





TPs – Interactions Rayonnements-matière

Un grand merci au Pôle Ingénierie !

Philippe Rosier

Matthias Dumondelle

Ana Torrento

Eric Guerard

Brice Geoffroy

Denis Reynet

Ismael Hmida

Giulia Hull

Olivier Vitez

Miktat Imre

Samuel Marchal

Sylvain Brault

Gabriel Charles

Rémi Dorkel

Olivier Pochon

Frédéric Chatelet

Clément Delafosse

Bernard Mathon

Sébastien Olmo

Bernard Genolini

Valérie Chambert

Nabil Karkour

Bruno Mercier

Cédric du service électronique

Christophe Joly

Laurent Gibelin



Trouver un « nom »

Plateforme **BANG** BetaAlphaNeutronGamma

Plateforme **BANGA** BetaAlphaNeutronGamma

Plateforme **GaBaNA** GammaBetaAlpha

Souhait d'une participation aussi large que possible du Pôle Ingénierie

- ✓ Plateforme globalement opérationnelle mais des améliorations sont encore nécessaires
- ✓ Enrichir la plateforme de nouvelles manip
- ✓ Former les étudiants de l'université dans les domaines de compétences du Pôle Ingénierie
- ✓ Pérenniser la plateforme, assurer son bon fonctionnement continu

Proposition d'un « référent technique » d'IJCLab en soutien continu à l'équipe pédagogique enseignante

- Organisation d'ateliers de formation, soutien technique en instrumentation, dysfonctionnement du matériel, réparations éventuelles,...

Mise en place de TP's numériques sur le comportement des différents rayonnements dans la matière et appliqués à l'énergie nucléaire en lien avec les TP's « IRM »