

G. Hull pour le Service R&D Détecteur de l'Institut de Physique Nucléaire d'Orsay
Réseau CNRS-IN2P3 de Photo-détection

18 juin 2015 - Journée dispositifs et installations instrumentales orientés détecteurs

Description: Banc de test étanche à la lumière pour la caractérisation de scintillateurs inorganiques standard et de nouvelle génération couplés à des photo-détecteurs. Acquisition de signaux, mesure de production et collection de lumière, d'homogénéité, de non-proportionnalité de réponse au rayonnement gamma, mesure de résolution énergétique et de résolution temporelle.

Les Scintillateurs

Nous avons plusieurs scintillateurs standard, de volumes et géométries différentes, et de nouveaux types de scintillateurs inorganiques.

	Production Lumière (ph/MeV)	Constant décroissance (ns)	Longer d'onde d'émission (nm)	$\Delta E/E$ @ 662 keV (%)	Caractéristique principal
Nal(Tl)	38 000	230	415	6.5	Cristal de référence
CsI(Tl)	52 000	900	550	7.0	Cristal de référence
BGO	8 200	300	480	7.7	Arrête bien la radiation
BaF ₂	1 800(r)-10 000(l)	0.8(r)-630(l)	310	8	Rapide
PbWO ₄	100	10	470	--	Adaptée aux haute énergies
LaBr ₃ (Ce)	68 000	16	380	2.8	Meilleur cristal standard
CeBr ₃	68 000	17	380	3.6	Proche au LaBr ₃ (Ce)
SrI ₂ (Eu)	>100 000	~1200	435	2.8	Très brillante
CLYC	20 000	50, ~1000	390	3.9	Détecte les neutrons

Nous avons sélectionné et nous sommes procuré quelques nouveaux matériaux qui méritent une attention particulière en raison de leurs caractéristiques prometteuses

- ✓ CLYC (Cs₆LiYCl₆:Ce) produit par RMD Ø 1" x 1" avec double fenêtre
- ✓ CeBr₃ - Small produit par Scionix Ø 1" x 1"
- ✓ CeBr₃ - Big produit par Scionix Ø 2" x 3"
- ✓ SrI₂:Eu produit par RMD Ø 1" x 1"



Equipements – Savoir faire

- Banc de tests multicanaux pour la caractérisation simultanée jusqu'à 32 détecteurs
- Grand nombre de photo-détecteurs calibrés, surtout PMTs
- Plusieurs coupleurs optiques et matériels d'habillage
- Systèmes d'acquisition de données basés sur la logique CAMAC et VME (carte ADC, QDC, TDC) et programme d'acquisition dédiée implémenté sur LabView
- Nombreux modules NIM standards pour le traitement des signaux
- Préamplificateurs Cremat
- Oscilloscope LeCroy WavePro 715ZI: 1.5GHz de bande passante, 20 GS/s
- Carte digitizer MATAcq: 1GS/s, [-0.5, +0.5]V de gamme dynamique.
- Table de déplacement Z



Graisse optique
Colle optique
Disc de silicone
VM2000
Teflon
Feuille d'Al
Feuille de mylar Al

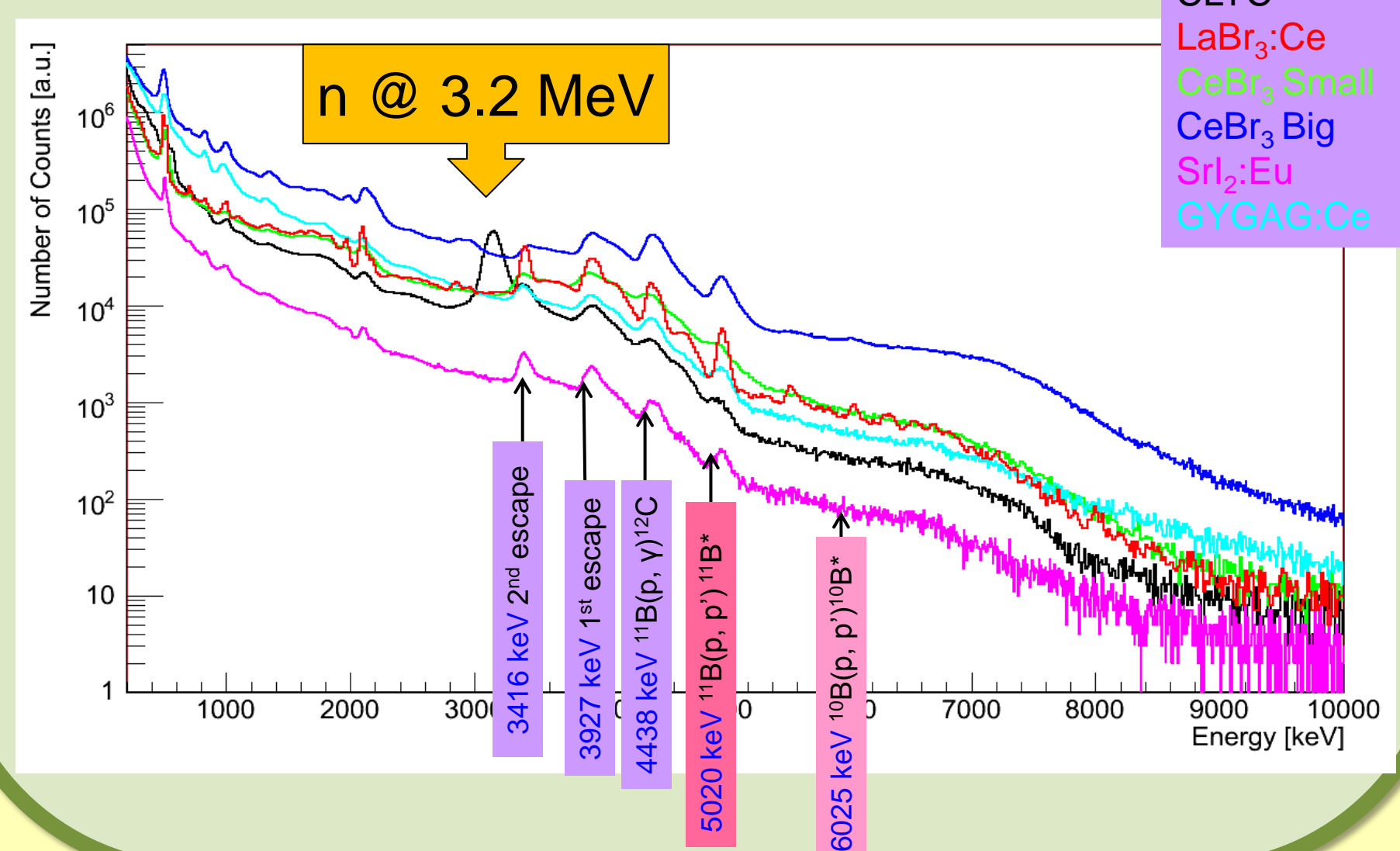
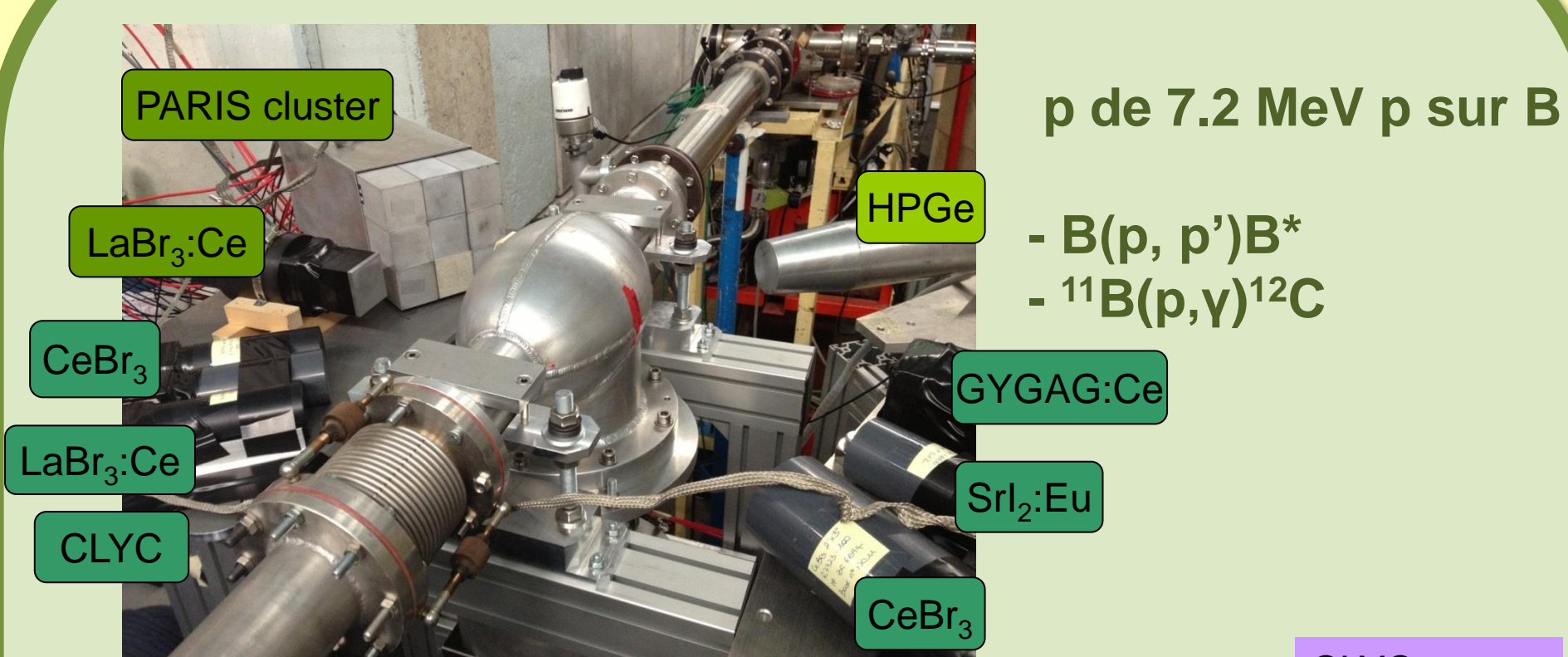


PMT de différentes dimensions
PMT de bas et haut gain
PMT avec propriété temporelle puisée
PMT avec photocathode améliorée (SBA)

Exemples de réalisation

Test de nouveaux scintillateurs à ALTO

p de 7.2 MeV p sur B

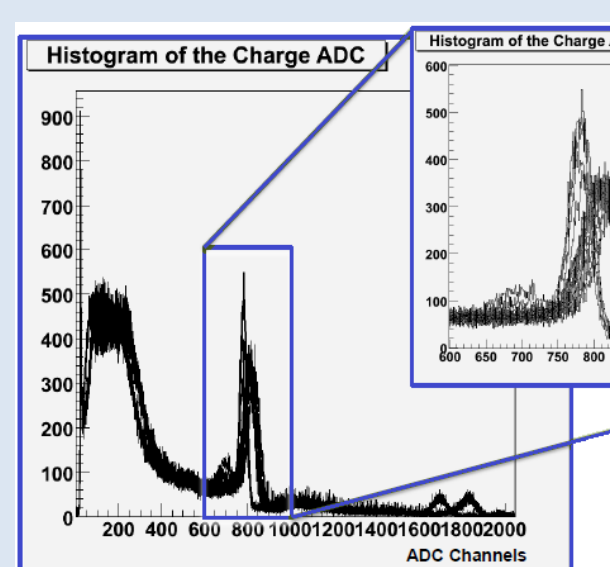
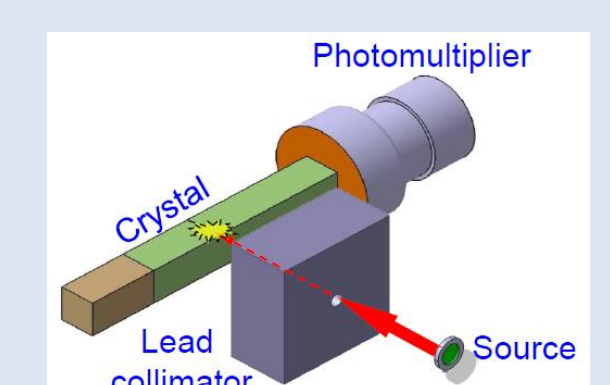


Pics identifiés dans l'intervalle en énergie compris entre 511 keV et 6025 keV @ 5 MeV R entre 1.5% et 2.2% pour tous les cristaux

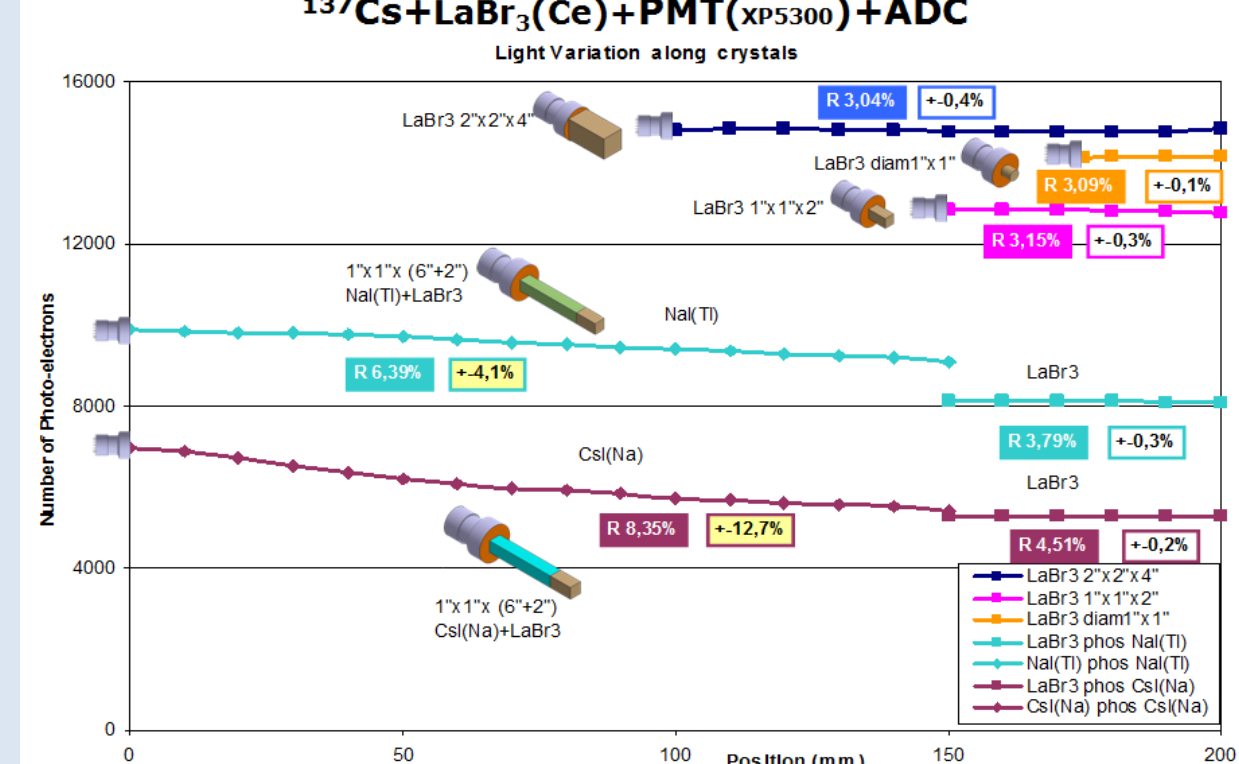
"New scintillator materials for nuclear physics applications: an in-beam test at ALTO" Nucl. Inst. Meth. A 504 (2003) 240-244

Test d'homogénéité de Nal(Tl)-LaBr₃(Ce) phoswiches pour le détecteur PARIS

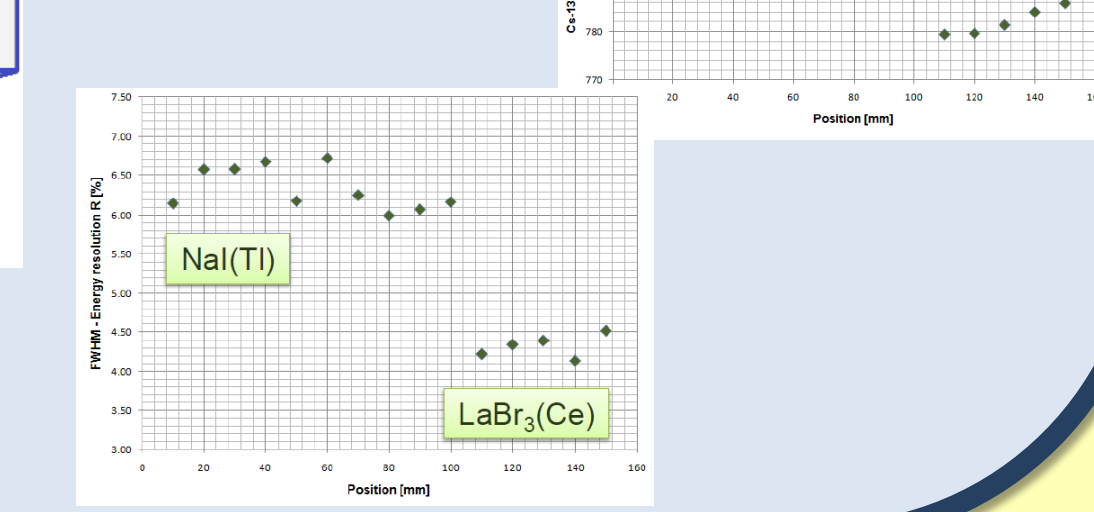
Scan sur la longueur des scintillateurs avec une source de ¹³⁷Cs collimée afin de tester l'homogénéité du rendement lumineux



Energy Resolutions (FWHM) ¹³⁷Cs+LaBr₃(Ce)+PMT(xp3300)+ADC



Phoswich de 2"x2"x2" LaBr₃(Ce) + 2"x2"x6" Nal(Tl) couplée avec un PMT R7723-100



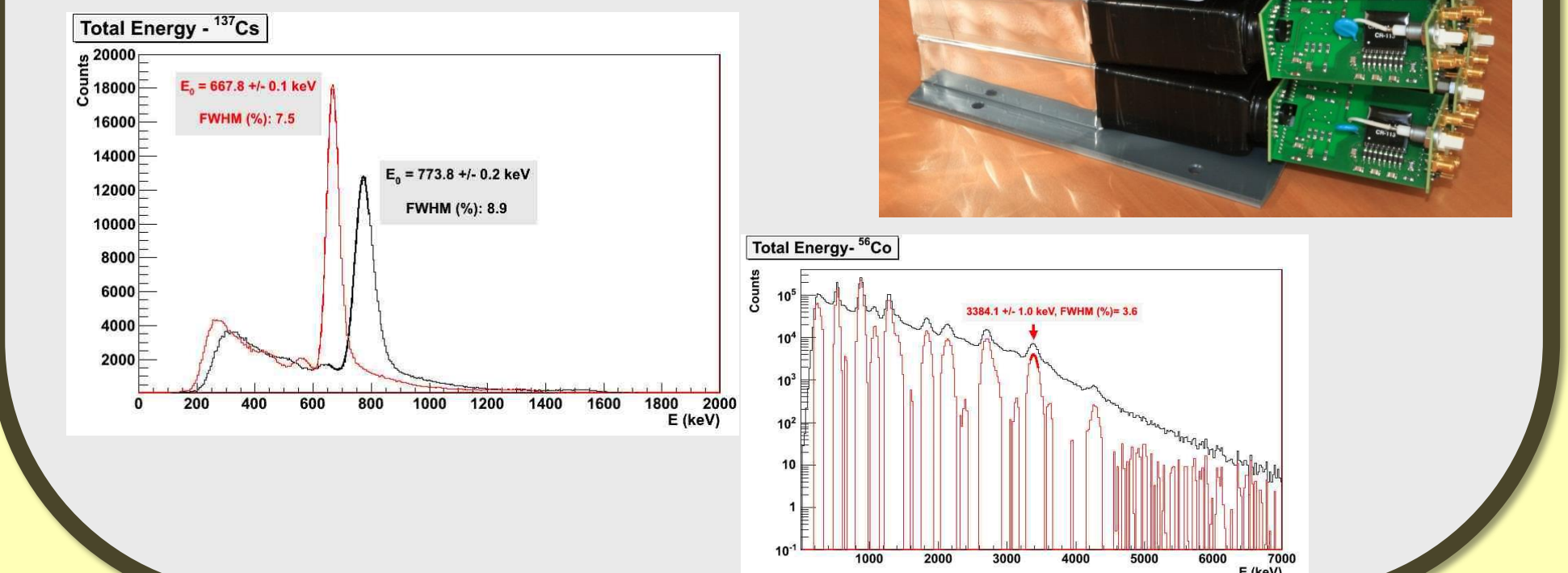
Pour le LaBr₃(Ce)-phoswiches nous avons observé une dégradation de la résolution énergétique du LaBr₃(Ce) entre 17 and 30%. Pour le phoswich 2"x2" nous avons mesuré R=4.6% à 662 keV.

"Energy resolution of LaBr3:Ce in a phoswich configuration with CsI:Na and NaI:Tl scintillator crystals." Nucl. Inst. Meth. A 965 (2012) 350-353

Etude et réalisation d'un calorimètre prototype de cristaux de CsI(Tl) pour le projet EXL/R3B

- Test de cristaux par divers fournisseurs
- En partenariat avec Photonis, développement d'un PMT à 2 vois et design de ses embase avec preamp intégré
- Choix du meilleur emballage et coupler optique
- Simulation en GEANT4 de la réponse du détecteur
- Développement du banc de test pur la caractérisation du proto

La position du pic est calibrée, voie par voie, puis un algorithme permet de corriger des effets introduits par la diaphonie en lumière entre deux cristaux d'un même duo



Le projet EXL ne s'est pas poursuivi à GSI mais le démonstrateur a été utilisé sur des expériences faisceaux au GANIL (France) et à l'INFN de Catane (Italie) avec d'excellents résultats

"Different possibilities for the R3B Calorimeter design" Réunion de collaboration EXL-R3B, Orsay (2006)

Localisation: Salle M905 et M908
bât. 100M de l'IPN d'Orsay
15 Rue Georges Clemenceau
91406 Orsay Cedex

Contacts: Bernard GENOLINI genolini@ipno.in2p3.fr
Giulia HULL hull@ipno.in2p3.fr
Michaël JOSSELIN josselin@ipno.in2p3.fr
Thi NGUYEN TRUNG trung@ipno.in2p3.fr
Thomas ZERGUERRAS zerguer@ipno.in2p3.fr

Site web: <http://ipnwww.in2p3.fr/-R-D-Detecteurs->