



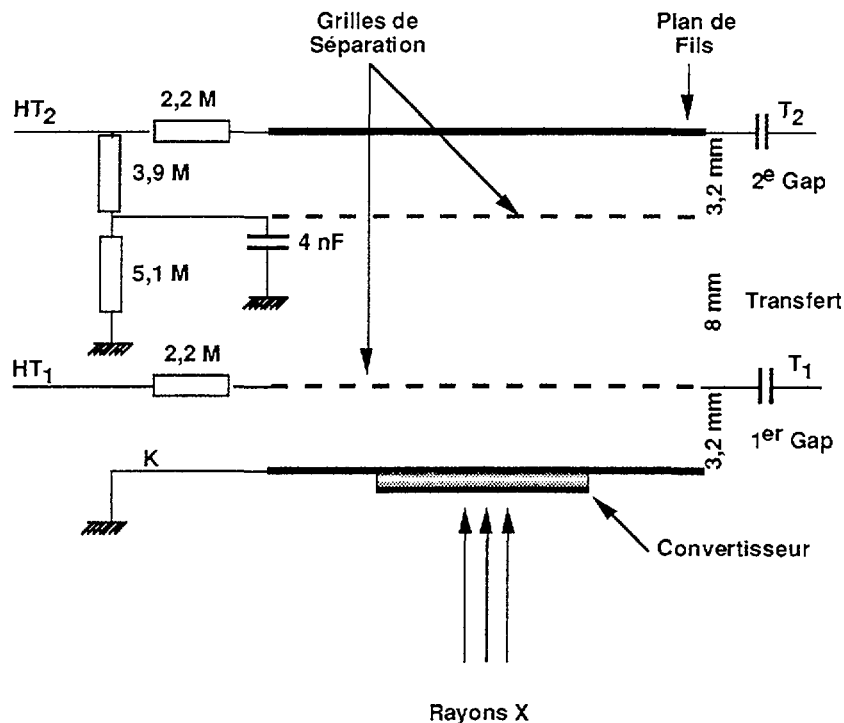
## 6.3 DETECTEURS - ELECTRONIQUE

*J. Brégeault, J.L. Gabriel, G. Hierle, P. Lebotlan, A. Leconte, J. Lelandais, P. Mosrin, P. Munsch, H. Saur, J. Tillier*

### 6.3.1 Détecteurs

#### Détecteurs pour rayonnements X

Dans le cadre de deux thèses, une étude systématique a été entreprise sur la faisabilité de détecteurs pour le rayonnement X dans la gamme d'énergie des dizaines de keV. Dans le domaine des détecteurs gazeux, on a cherché à améliorer l'efficacité de détection de plusieurs façons. Des prototypes de chambres proportionnelles à plaques parallèles à gaps multiples ont été testés. En même temps, différents types de convertisseurs  $X \rightarrow e^-$  ont été essayés pour améliorer l'efficacité (2,4% à 60 KeV ont été atteints).



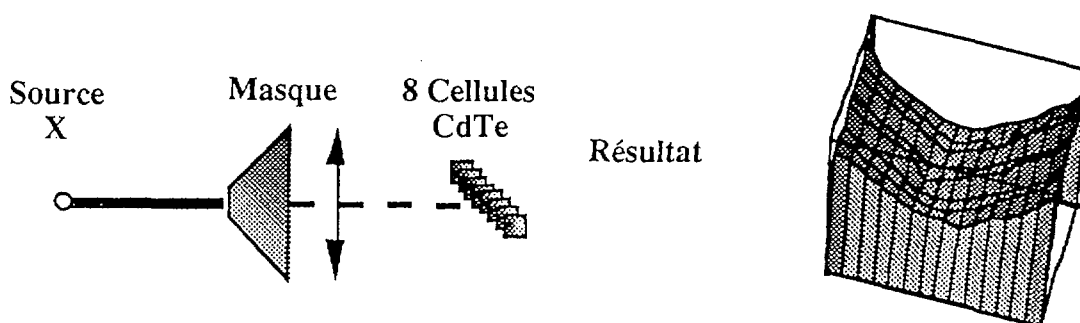
*Schéma de la chambre avec le convertisseur.*

Dans le domaine des scintillateurs, une étude sur l'emploi éventuel des nouveaux cristaux (LSO<sup>1</sup>) a été menée. L'incidence financière étant jugée trop lourde dans l'état actuel

1. LSO Orthosilicate de lutécium, GSO<sup>2</sup>

de la technique, nous sommes revenus aux matériaux traditionnels comme le CsI. Des barrettes millimétriques ont été testées en liaison avec des photomultiplicateurs Multi-Anodes et une première évaluation a pu être effectuée. Le couplage de barreaux millimétriques permettant de faire de l'imagerie a été abordé. Des fibres optiques spéciales ont été obtenues pour réaliser le couplage à distance. L'étude du rendement de ces couplages reste à faire. Elle doit être abordée incessamment, le matériel étant maintenant disponible. Le troisième type de détecteurs abordé dans ce cadre est celui des détecteurs à semi-conducteur.

L'étude complète d'une matrice linéaire de 8 pixels à base de diodes au CdTe a été menée et validée. Les résultats obtenus sont très encourageants et permettent d'affirmer que cette voie offre une solution satisfaisante.



*Imagerie X par barrette de diodes au CdTe*

Indépendamment de ces travaux, une étude de l'influence de la température sur la réponse de scintillateurs inorganiques [CsI(Tl)] a été menée. Cette étude a été étendue à des couples détecteurs CsI + photodiodes et CsI + photomultiplicateurs. Une étuve programmable de grandes dimensions permettant des mesures dans la gamme de  $-40^{\circ}$  à  $+150^{\circ}\text{C}$  a été acquise à cet effet. Elle s'est révélée très utile pour le même type d'études sur d'autres détecteurs ou des circuits électroniques divers. Les mesures ont été effectuées avec la collaboration d'étudiants de DEA ou d'élèves ingénieurs de l'ENSI/ISMRA dans le cadre de stages.

### Détecteurs de neutrons

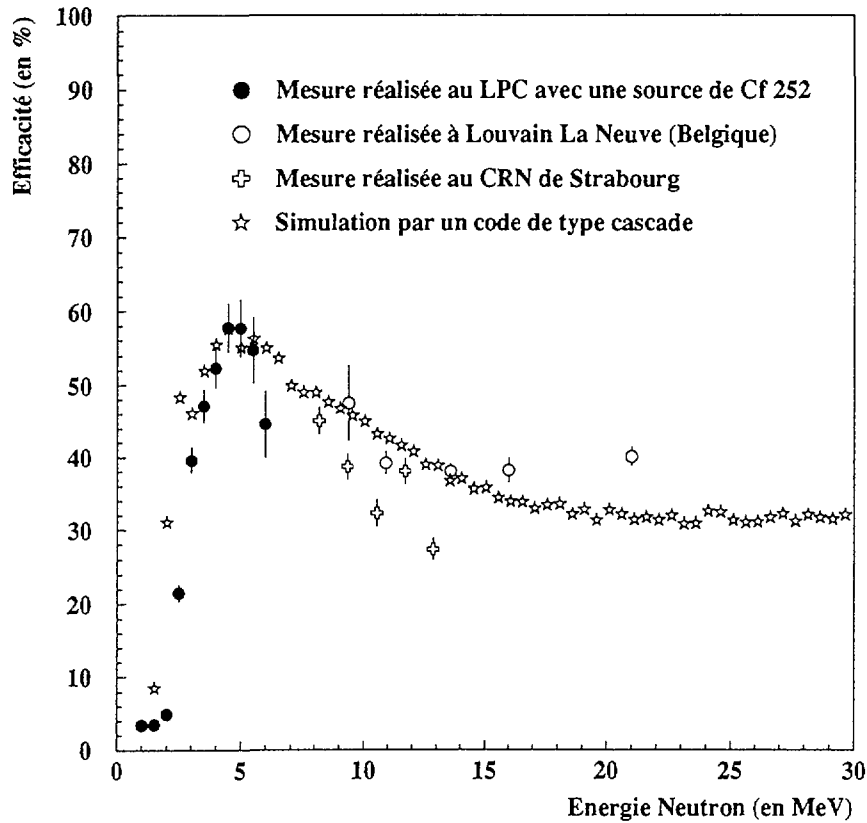
Dans ce domaine relativement nouveau pour le laboratoire, deux séries d'études ont été menées

#### Mise en œuvre du multidétecteur de neutrons de "DEMON"

Le laboratoire a participé à l'étude de l'efficacité des détecteurs de DEMON aux neutrons, en particulier pour la partie basse énergie du spectre. Pour ceci, nous avons utilisé

une source de californium où la détection du fragment de fission permet de signer le temps d'émission du neutron (stage DEA). Le multidétecteur DEMON a été utilisé d'abord à Louvain la Neuve puis dans trois expériences au GANIL où le LPC était responsable de sa mise en œuvre.

### Mesure de l'efficacité d'une cellule DÉMoN



L'expérience "Halo de Neutrons" a en plus demandé la mise en œuvre de différents détecteurs au Si de grande surface, associés à des détecteurs solides et gazeux à localisation (en collaboration avec l'Université de Surrey U.K.). L'électronique associée à ces télescopes a été fournie partiellement par le laboratoire et testée avant les expériences sur site.

### Moniteurs de neutrons à verres scintillants

Dans le cadre d'un contrat avec la COGEMA, une étude systématique de verres dopés au lithium a été entreprise sur la faisabilité d'une sonde neutronique devant remplacer des compteurs  $^3\text{He}$  actuellement utilisés en contrôle de pollution. La faisabilité a été démontrée dans le cadre du cahier des charges fixé. L'optimisation des différents éléments a conduit à la réalisation d'un prototype industriel pour lequel sera évalué le rendement et le pou-

voir de discrimination neutron-gamma. Ces travaux sont entrepris dans le cadre du stage d'un élève-ingénieur de 3<sup>m</sup>e année ENSI/ISMRA. Les études préliminaires, théoriques et pratiques ont fait l'objet d'un projet de 3<sup>m</sup>e année de deux autres élèves-ingénieurs.

### **Autres études**

#### **Chaînes analogiques intégrées**

La recherche de circuits électroniques linéaires associés à différents types de détecteurs, notamment les CdTe mentionnés au paragraphe 6.3.1, nous a conduit à une collaboration avec la firme CANBERRA. Une étude systématique d'un ensemble intégré, produit par cette société pour d'autres usages, a été entreprise au vu de ses qualités de compacité et de résolution. L'adaptabilité aux expériences de physique fondamentale ou appliquée a été établie. Un compte-rendu des mesures effectuées a été remis à CANBERRA avec des suggestions pour l'amélioration des performances dans différentes conditions expérimentales (notamment sous vide). Des pourparlers sont en cours pour la fourniture de prototypes répondant à nos desiderata.

#### **Matériaux pour détecteurs Cerenkov**

La fourniture de fibres optiques en matériaux plastiques (FOP) par la firme OPTETRON nous a amenés, à leur demande, à tester un certain nombre de leurs produits, notamment comme radiateurs, ou transposeurs de longueur d'onde, pour la détection de lumière Cerenkov. Un premier compte-rendu d'essais a été établi et des échantillons prototypes demandés pour validation.

#### **Sondes à scintillation pour expériences de physique fondamentale (processus d'émission non statistique)**

Dans le cadre d'une collaboration avec le laboratoire SUBATECH de Nantes, le laboratoire a pris en charge la réalisation des détecteurs à scintillation rapides devant travailler dans le vide. Les détecteurs à base de plastique NE102 ainsi que les guides de lumière sont réalisés au laboratoire. Les photomultiplicateurs et chaînes rapides associées seront une adaptation de matériels conçus pour le détecteur de pions SAPIP et qui ont fait leurs preuves dans des conditions expérimentales comparables.

#### **Détecteurs gazeux à localisation**

Les détecteurs à plaques parallèles mis au point pour le multidétecteur DELF utilisaient la localisation par lignes à retard. Une étude visant à réduire les zones mortes de façon à accroître les angles solides utiles a été entreprise par un étudiant stagiaire de DEA. Une étude théorique et expérimentale d'un système de lecture à division de courant, utilisant des résistances CMS a été effectuée. Il ressort des essais effectués après optimisation des différents paramètres, que la résolution spatiale obtenue est au moins aussi bonne que celle

couramment réalisée avec les lignes à retard. Le gain de surface utile ainsi obtenu est tout à fait appréciable.

### 6.3.2 Électronique

#### Multidétecteur INDRA

Pour des mesures de temps de vol sur le multidétecteur INDRA il nous a été demandé de réaliser un codeur de temps à la norme VXI. GANIL a développé dans le cadre d'un projet ANVAR une carte mère VXI d'un codeur universel tri-fonctions et deux types de cartes filles pour les conversions d'amplitude et de charge. Nous avons profité de ce projet pour réaliser une carte fille de conversion temporelle. Différentes cartes filles se positionnent au choix sur la carte mère pour effectuer la fonction de conversion souhaitée. Les gammes de temps sont programmables de 100 ns à quelques  $\mu$ s, avec une résolution meilleure que 50 ps pour la gamme de 100 ns et une linéarité différentielle de l'ordre de 2%.

#### Acquisition de données

##### Logiciel

Pour les besoins de tests de détecteurs, en reprenant le système utilisé par NEMO, nous avons mis au point un système d'acquisition de données autour du bus VME sous le système d'exploitation OS9. Cette acquisition permet d'interfacer facilement le VME avec le CAMAC. La connexion sur le bus Ethernet permet de récupérer en ligne ou après stockages les blocs de données pour les traiter ou les visualiser sous forme de spectres à partir de n'importe quel terminal X du laboratoire avec le logiciel PAW du CERN. Cette acquisition permet d'acquérir jusqu'à 1500 événements par seconde.

Cette acquisition peut être également connectée sur Macintosh pour l'utilisation par exemple d'outils conviviaux d'arrêt marche et de visualisation de spectres en lignes. Le logiciel utilisé est KMAX de chez Sparrow. Cependant cette acquisition autonome, bien utile pour des petits tests de détecteurs, est dix fois moins rapide que notre acquisition VME, aussi n'autorise-t-elle de prendre que quelques événements au vol. Ce logiciel KMAX nous permet aussi de mettre en œuvre très rapidement et facilement des commandes d'appareillage, tel le pilotage d'une alimentation haute tension.

##### Matériel

Nous avons réalisé une carte déclenchement VME à cinq voies d'entrées. L'analyse de la configuration des voies est prise à la fin d'une fenêtre de coïncidence programmable de quelques ns à 5  $\mu$ s. Ce module offre aussi la possibilité d'échantillonner des événements, c'est à dire de n'en conserver que quelques uns parmi un flot d'événements identiques.

### Spectrométrie Gamma

Nous avons remis en route la chaîne de mesure sur le détecteur germanium hyper pur pour des études de radioactivité dans des échantillons solides ou liquides d'origine naturelle ou artificielle. Courant mai nous avons effectué un test sur un échantillon liquide contenant entre autre du  $^{137}\text{Cs}$  dont nous avons à déterminer l'activité due à cet élément pour recevoir l'agrément de l'OPRI.

### Automate de régulation de gaz pour détecteurs

Pour les besoins de test de détecteurs fonctionnant avec des gaz nous développons une centrale automatique de régulation permettant de fixer par informatique la pression et le débit. Ces paramètres seront disponibles sur le bus VME pour informatisation et gestion des alarmes en cas de problème durant une acquisition.

### L'IAO CAO

Le développement des cartes électroniques est fait avec les logiciels de CADENCE pour la saisie de schéma et les simulations. Nous utilisons le routeur Allegro qui suit cette chaîne de développement. Les logiciels (2 licences CADENCE, 1 Allegro) sont implantés sur des stations de travail SUN au GANIL. Nous participons aux dépenses d'investissement et de fonctionnement engagés par le GANIL pour la CAO mécanique et électronique.

### 6.3.3 Stages et thèses

A partir de l'achat d'un outil de développement autour du micro-contrôleur 68HC16 de la firme Motorola nous avons réalisé différents projets de stages :

- Deux élèves ingénieurs de l'ENSI/ISMRA ont étudié la faisabilité et développé une carte codeur qui pourra s'interfacer sur un port série externe de Macintosh ou de PC. Cette carte pour l'instant permet le codage d'une amplitude, nous envisageons avec la collaboration d'autres étudiants la possibilité d'intégrer au choix sur cette carte la conversion de charge ou de temps.
- Un étudiant de DEA en instrumentation et commande a développé une commande numérique d'un bras robot tridimensionnel pouvant déplacer dans des enceintes à vide des sources ou des détecteurs pour effectuer nos tests. Ce système est interfacé sur le Bus VME.