



## Détection "tout numérique" pour l'analyse par faisceaux d'ions

**Spécialité** Spectroscopie

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil** [NIMBE/LEEL](#)

**Candidature avant le** 18/04/2023

**Durée** 6 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** [KHODJA Hicham](#)

+33 1 69 08 28 95

[hicham.khodja@cea.fr](mailto:hicham.khodja@cea.fr)

### Résumé

La spectroscopie par détection tout numérique va être implantée sur notre dispositif d'analyse par faisceaux d'ions. Nous proposons un stage qui permettra d'évaluer les performances de ce type de détection.

### Sujet détaillé

L'analyse par faisceaux d'ions (IBA : Ion Beam Analysis) est un panel de spectroscopies produites par l'interaction d'un faisceau d'ions légers dans la gamme du MeV/nucléon avec la matière. La combinaison simultanée de plusieurs de ces spectroscopies permet, après simulation des spectres associés, de reconstituer la composition chimique éventuellement résolue latéralement et en profondeur de l'échantillon examiné, et ce pour tous les éléments chimiques présents, qu'ils soient à l'état d'éléments majeurs ou de traces.

La précision de ces mesures dépend en grande partie de la qualité des signaux collectés et des statistiques de comptage des événements donnant naissance à des rayonnements détectables (particules chargées, photons X,  $\gamma$ ). La chaîne de détection habituellement utilisée repose sur les principes de spectroscopie nucléaire, à savoir l'association d'un détecteur avec un préamplificateur suivi d'un amplificateur analogique produisant une mise en forme pseudo-gaussienne et qui se termine par un convertisseur analogique-digital. Les signaux codés sont ensuite exploités pour construire les spectres ainsi que les cartographies latérales, la position du faisceau étant elle-même intégrée dans le processus de codage.

Afin d'améliorer la qualité des données produites, nous explorons l'usage de nouveaux modules électroniques récemment mis sur le marché, qui regroupent les étapes d'amplification et de codage et permettent des ajustements très fins des différents paramètres affectant la conversion (temps de montée, type de mise en forme, pôle zéro, restauration de la ligne de base, gestion des empilements...). Le passage à ce type de détection permet d'envisager la production de spectres de meilleure qualité de par la possibilité de discriminer la nature de la particule détectée en analysant le profil temporel du signal, ainsi que par la gestion des taux de comptage environ 10 fois plus élevés par rapport aux chaînes analogiques.

---

Le stage se déroulera suivant le plan suivant :

- Prise en main d'un module « tout numérique » à 16 voies d'entrées
- Tests à l'aide de générateurs de signaux simulant les sorties des détecteurs
- Étude de la réponse du module en fonction de la nature de la particule détectée
- Étude du comportement du module à très haut taux de comptage
- Qualification de la chaîne dans des expériences d'analyse

Dans le cadre de ce stage, une collaboration est prévue avec une équipe de Sorbonne Université qui a implémenté ce type de détection.

### **Mots clés**

Théorie et traitement du signal, Électronique numérique

### **Compétences**

### **Logiciels**

---

## Full digital detection for Ion Beam Analysis

### Summary

Full digital detection spectroscopy will be installed on our Ion Beam Analysis setup. We propose a training period dedicated to performance evaluation of this new type of spectroscopy

### Full description

Ion Beam Analysis is a panel of spectroscopies produced by the interaction of a light ion beam in the MeV/nucleon range with matter. The simultaneous combination of several of these spectroscopies allows, after simulation of the associated spectra, to reconstitute the chemical composition of the examined sample, laterally and in depth, for all the chemical elements present, whether they are major or trace elements.

The accuracy of these measurements depends largely on the quality of the signals collected and the counting statistics of the events giving rise to detectable radiation (charged particles, X-ray photons,  $\gamma$ ). The detection chain usually used is based on the principles of nuclear spectroscopy, namely the association of a detector with a preamplifier followed by an analog amplifier producing a pseudo-Gaussian shaping and ending with an analog-digital converter. The coded signals are then used to construct the spectra and the lateral maps, the beam position being itself integrated in the coding process.

In order to improve the quality of the data produced, we are exploring the use of new electronic modules recently put on the market, which regroup the amplification and coding steps and which allow very fine adjustments of the different parameters affecting the conversion (rise time, type of shaping, zero pole, baseline restoration, stacking management...). The switch to this type of detection allows the production of better quality spectra by the possibility of discriminating the nature of the detected particle, allowed by the analysis of the temporal profile of the signal, as well as by the control of count rates approximately 10 times higher than with analog chains.

The training course will take place according to the following plan:

- Handling of an "all digital" module with 16 input channels
- Tests using signal generators simulating the outputs of the detectors
- Study of the response of the module according to the nature of the detected particle
- Study of the behavior of the module at very high counting rate
- Qualification of the chain in analysis experiments

Within the framework of this internship, a collaboration is planned with a team of Sorbonne University which has implemented this type of detection.

### Keywords

### Skills

### Softwares