



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

## CRPA 2025 / ACRP 2025

### Name / Nom

Kostandinos Gianicos

### Organisation or Affiliation & Location Organisation ou affiliation et Lieu

McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada

Université McMaster, Hamilton, Ontario, Canada

### Presentation Title

Pulse Pileup Restoration Techniques for High Rate Gamma Spectroscopy with  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$  Scintillation detectors.

### Titre de présentation

Techniques de restauration de l'empilement d'impulsions pour la spectroscopie gamma à haut débit avec des détecteurs à scintillation  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$

### Co-Authors

Soo Hyun Byun.  
McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada

Eric Johnston.  
McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada

Andrei Hanu.  
Bruce Power, Tiverton, Ontario, Canada  
McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada

### Co-Auteurs

Soo Hyun Byun.  
Université McMaster, Hamilton, Ontario, Canada

Eric Johnston.  
Université McMaster, Hamilton, Ontario, Canada

Andrei Hanu.  
Centrale nucléaire de Bruce, Tiverton, Ontario, Canada  
Université McMaster, Hamilton, Ontario, Canada

### Abstract

Gamma spectroscopy is limited by the effects of pulse pileup, which occurs when radiation detection events arrive in rapid succession, causing signal contributions from individual events to overlap. Traditionally, pileup events are discarded by a pileup detection algorithm, as the pileup events distort the pulse height spectrum. This mitigates the degradation in energy resolution but greatly increases the dead time of the detection system at high count rates, which are often encountered in gamma spectra measurements at CANDU maintenance areas and refurbishment workplaces. To address this, we are developing a pulse pileup restoration algorithm that identifies and restores pulse height information from overlapping events for a  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$  scintillator. To optimize the pileup restoration algorithm, a simulation tool was developed to refine and evaluate the restoration algorithm's performance across various pileup cases. The tool generates synthetic pulse shapes

### Résumé

La spectroscopie gamma est limitée par les effets d'empilement d'impulsions, qui se produisent lorsque des événements de détection de rayonnements arrivent en succession rapide, entraînant le chevauchement des contributions de signaux provenant d'événements individuels. Traditionnellement, les événements d'empilement sont écartés par un algorithme de détection d'empilement, car les événements d'empilement déforment le spectre de hauteur d'impulsion. Cela atténue la dégradation de la résolution énergétique, mais augmente considérablement le temps mort du système de détection à des débits de comptage élevés, qui sont souvent rencontrés dans les mesures des spectres gamma dans les zones d'entretien et les lieux de remise à neuf des CANDU. Afin de résoudre ceci, nous développons un algorithme de restauration de l'empilement d'impulsions qui identifie et restaure les informations de hauteur d'impulsions à partir des

to simulate pulse waveform data at different count rates. The rise and decay times were tuned to match expected  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$  pulse shapes, creating a realistic simulation environment. To complement the simulation studies, pulse waveforms were acquired using a  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$  detector with a commercial high speed digitizer. The setup was configured with and without a preamplifier to provide a diverse dataset for the algorithm development. Analysis of both simulated and experimental data, performed in offline post processing, demonstrates that the restoration algorithm effectively restores pulse heights from both pileup and non pileup events. Ongoing work will focus on collecting pulses from high rate sources up to 1 million counts per second, and the implementation of this algorithm on a field-programmable gate array (FPGA) for real time spectroscopy.

événements de chevauchement pour les scintillateurs  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ . Pour optimiser l'algorithme de restauration de l'empilement d'impulsions, un outil de simulation a été élaboré pour raffiner et évaluer la performance de l'algorithme de restauration dans différentes situations d'empilement. L'outil génère des formes d'impulsion synthétiques afin de simuler des données de forme d'onde impulsée à différents débits de comptage. Les temps de montée et de décroissance ont été ajustés pour correspondre aux formes de l'impulsion attendues du  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ , créant un environnement de simulation réaliste. Pour compléter les études de simulation, les formes d'onde d'impulsion ont été collectées en utilisant un détecteur  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$  avec un numériseur commercial à haute vitesse. L'installation a été configurée avec et sans préamplificateur afin de fournir un ensemble de données variées pour l'élaboration de l'algorithme. L'analyse des données simulées et expérimentales effectuées après traitement démontre que l'algorithme de restauration rétablit efficacement les hauteurs d'impulsion pour les événements avec ou sans empilement. Les travaux en cours se concentreront sur la collecte d'impulsions provenant de sources à débit élevé, jusqu'à un million de comptes par seconde et sur la mise en œuvre de cet algorithme sur une matrice prédiffusée programmable par l'utilisateur (FPGA) pour la spectroscopie en temps réel.