



**leti**

Direction de la Recherche Technologique  
Laboratoire d'Electronique et de Technologie de l'Information

**Département des Technologies pour la Biologie et la Santé (DTBS)**

## **SUJET DE THESE DE DOCTORAT**

### **Correction du rayonnement diffusé Compton en imagerie multi-énergies radiographique et tomographique**

#### **Contexte :**

L'imagerie à rayons X résolue en énergie ouvre de nouvelles perspectives d'applications, tant dans le domaine du diagnostic médical que du contrôle de pièces industrielles ou de la sécurité. Les détecteurs à rayons X conventionnels fonctionnent par intégration de l'énergie des photons sur tout le spectre, et fournissent une seule valeur par pixel. Récemment, des détecteurs à base de semi-conducteurs fonctionnant à température ambiante ont été développés. Ils donnent le nombre de photons déposés par canal d'énergie en chaque pixel. Le laboratoire Détecteur du CEA-LETI (LDET) a une grande expérience dans le développement et l'utilisation de tels détecteurs.

Le rayonnement X reçu par un détecteur est en fait la somme de deux signaux : le rayonnement direct, provenant linéairement du foyer du générateur, et mesurant les photons non atténués par l'effet photoélectrique, et le signal diffusé incohérent, où les photons ayant interagis ont changé de direction et d'énergie. Le rayonnement diffusé induit donc une modification des valeurs de l'image, réhibitoire à toute quantification. Cet effet est dépendant de l'objet et de la géométrie d'acquisition. De nombreuses méthodes de correction du rayonnement diffusé existent en imagerie conventionnelle mono-spectre, mais aucune étude n'a été publiée à ce jour sur la correction du diffusé en imagerie spectrale, comme celle obtenue avec les détecteurs du LDET. Pourtant, l'évolution vers des détecteurs spectraux plans d'une certaine dimension la rendra nécessaire.

#### **Travail demandé :**

L'objectif global de la thèse est de développer des méthodes d'estimation et de correction du rayonnement diffusé en imagerie spectrale. On analysera d'abord la généralisation des méthodes existantes mono-spectre à quelques canaux d'énergies, puis des méthodes plus originales utilisant tous les canaux d'énergies fournis par le détecteur (typiquement une centaine) seront proposées. L'innovation portera aussi bien sur le protocole d'acquisition que sur le traitement algorithmique. Les deux modes radiographique et tomographique seront considérés. Enfin le cas des grilles anti-diffusantes pourra être étudié.

La thèse s'appuiera sur de nombreux moyens disponibles. On réalisera des simulations numériques de radiographies. Les outils de simulation existants devront être étendus pour cette fonctionnalité, travail qui sera part intégrante de la thèse. Enfin, des validations expérimentales seront conduites à l'aide de bancs de mesure pouvant accueillir différents prototypes de détecteurs spectraux.

#### **Profil du candidat :**

Le candidat devra être titulaire d'un diplôme d'ingénieur et/ou Master dans un des domaines suivants : traitement de l'information, signal et image, instrumentation, physique, et posséder des bases minimales dans tous ces domaines. La maîtrise des outils informatiques est nécessaire (simulation, programmation). Un intérêt pour l'aspect expérimental est souhaitable.

#### **Informations pratiques :**

**Laboratoire d'accueil :** DTBS/STD/LDET, CEA Grenoble.

**Durée :** 3 ans, à partir du 01/10/2013

**Université / Ecole doctorale :** Lyon 1 - EEA - INSA Lyon

#### **Personne à contacter :**

V.Rebuffel, CEA-LETI, DTBS/STD/LDET

CEA Grenoble, 17 rue des Martyrs

F38054 Grenoble Cedex 9, FRANCE

email : [veronique.rebuffel@cea.fr](mailto:veronique.rebuffel@cea.fr)



**leti**

Direction de la Recherche Technologique  
Laboratoire d'Electronique et de Technologie de l'Information

*Department of Technologies for Biology and Health (DTBS)*

## SUBJECT OF PHD

### **Correction of scatter radiation in multi-energy radiographic and tomographic imaging**

#### **Context:**

Energy resolving X-ray imaging opens up new perspectives for applications within the fields of medical diagnostic, testing of industrial samples, and security. Conventional X-ray detectors provide per pixel a signal proportional to the energy of photons deposited into the detector, integrated on the total energy range. With the recently emerged room temperature semiconductor detectors, the measured observable is the number of deposited photons, classified in several energy channels. The CEA-LETI detector Lab has a long experience in the development and use of innovative CdTe semi-conductor detectors.

The photon flux received by the detector is in fact the sum of two signals: the primary flux one, coming linearly from the detector, measuring the photons that have not being attenuated by the photoelectric effect, and the scattered radiation, the interacted photons being modified in direction and energy. The scattered radiation induces modifications of image values, thus quantification bias. This effect is object and geometry dependant. A lot of processing methods exist for scatter correction using conventional mono-spectral detectors, but nothing has been proposed using spectral detectors – though it will be required soon due to the evolution of detectors size.

#### **Description of work:**

The global objective of the proposed work is to develop estimation and correction methods of the scattered radiation when using spectral detectors. Generalisation of the existing mono-spectral methods to a few energy channels will be tested, then original methods based on all energy bins (typically 100) will be investigated. Innovation should lie in both processing methods and acquisition protocol. Both radiographic and tomographic modes will be considered. The use of anti-scattering grid could be studied.

Computer tools will be extensively used. Numerical simulation of radiographs will be generated, after adaptation of the existing software. Experimental validation will be performed using existing set-up, on which several prototypes of spectrometric detectors can be integrated.

#### **Applicant profile:**

Master or equivalent in signal, image, information processing, or physics or instrumentation. Minimal competences required in all these domains. Competence in software development. Interest for experimentation.

#### **Practical information :**

**Laboratory:** DTBS/STD/LDET, CEA Grenoble.

**Duration:** 3 years, starting October 2013

#### **University:**

Lyon 1 - EEA - INSA Lyon

#### **Contact:**

V.Rebuffel, CEA-LETI, DTBS/STD/LDET  
CEA Grenoble, 17 rue des Martyrs  
F38054 Grenoble Cedex 9, FRANCE  
email : [veronique.rebuffel@cea.fr](mailto:veronique.rebuffel@cea.fr)