

Méthodes statistiques de reconstruction pour la tomographie à partir de détecteurs spectraux

Pierre-Antoine RODESCH

Equipe Mistis, CEA Grenoble LDet

Jeudi 14 décembre

F. Forbes (LJK/MISTIS), V. Rebuffel (LETI/LDet)

Tomographie courante

Tomographie Iterative Algébrique

Génération de Rayons X

Interaction Rayons X avec la matière

Détecteurs LDet

Reconstruction Spectrale

Tomographie courante

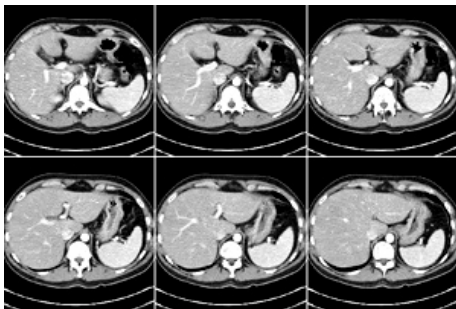
Tomographie Iterative Algébrique

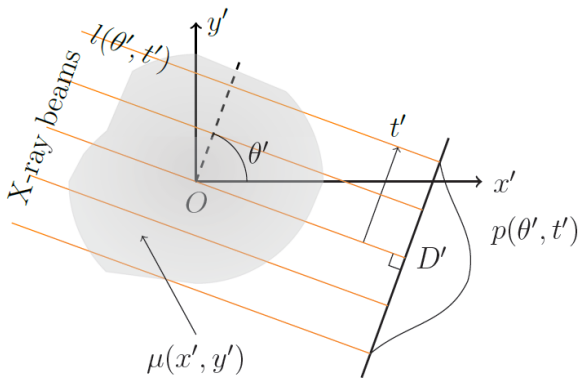
Génération de Rayons X

Interaction Rayons X avec la matière

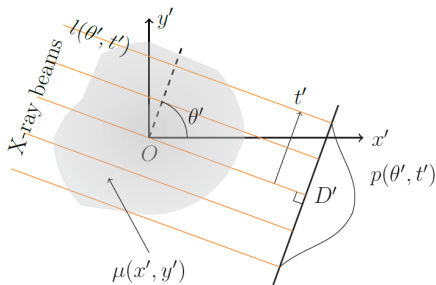
Détecteurs LDet

Reconstruction Spectrale





Loi type Beer-Lambert milieu homogène : $I(X) = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot X}$



En milieu non homogène : $I(t') = I_0 \cdot e^{-\int \mu(x; y) dl}$

$$p = -\ln\left(\frac{I}{I_0}\right) = \int \mu(x; y) dl$$

Théorème de coupe-projection : $TF(p) = TF_{2D}(\mu(x; y))$

$$\mu(x; y) = ITF_{2D}(TF(p))$$

⇒ Formule Analytique à discrétiser

Tomographie courante

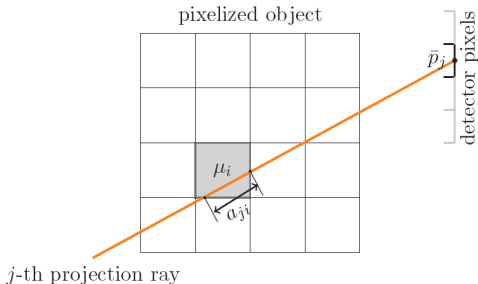
Tomographie Iterative Algébrique

Génération de Rayons X

Interaction Rayons X avec la matière

Détecteurs LDet

Reconstruction Spectrale



Iteratif algébrique : $p_j = -\ln\left(\frac{I_j}{I_{0j}}\right) = \int \mu(x; y) dl_j$

$$p_j = \sum_i a_{j,i} \mu_i$$

$$p = A\mu \text{ avec } A = (n_{\text{voxel}} \times (n_{\text{detecteurs}} \times n_{\text{rotations}}))$$

=> Résolution par schéma itératif : Algebraic Reconstruction Technique

Tomographie courante

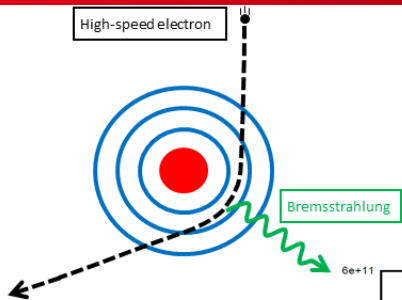
Tomographie Iterative Algébrique

Génération de Rayons X

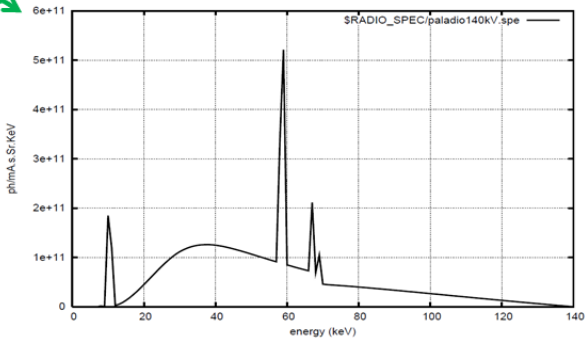
Interaction Rayons X avec la matière

Détecteurs LDet

Reconstruction Spectrale



→ $\sum_E N_0(E)$



Tomographie courante

Tomographie Iterative Algébrique

Génération de Rayons X

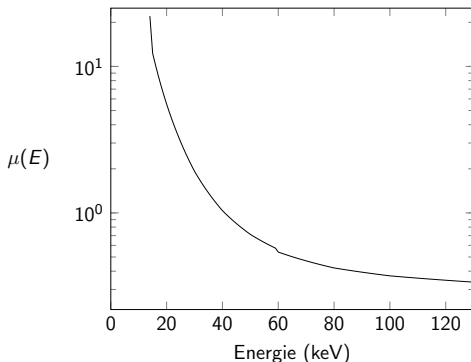
Interaction Rayons X avec la matière

Détecteurs LDet

Reconstruction Spectrale

Loi type Beer-Lambert milieu homogène : $I(X) = I_0.e^{-\mu.X}$

Coefficient d'atténuation des rayons X de l'os compact



$$\sum_E N_0(E) \longrightarrow \sum_E N_0(E) e^{-\mu(E).l}$$

Tomographie courante

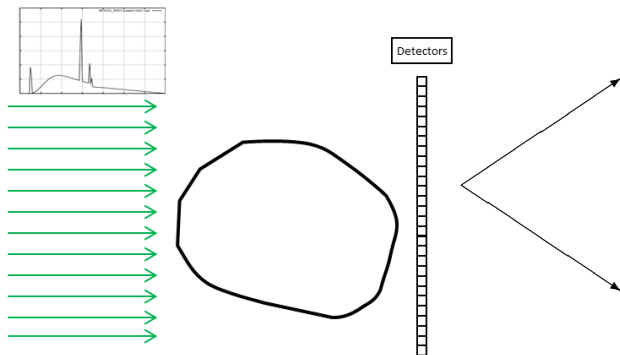
Tomographie Iterative Algébrique

Génération de Rayons X

Interaction Rayons X avec la matière

Détecteurs LDet

Reconstruction Spectrale



Détecteurs
"à intégration"

$$\sum_E N_0(E) e^{\mu(E) \cdot l}$$

Détecteurs
"spectraux"

$$\begin{pmatrix} N_0(E_1) e^{\mu(E_1) \cdot l} \\ N_0(E_2) e^{\mu(E_2) \cdot l} \\ \vdots \\ N_0(E_{nc}) e^{\mu(E_{nc}) \cdot l} \end{pmatrix}$$

Tomographie courante

Tomographie Iterative Algébrique

Génération de Rayons X

Interaction Rayons X avec la matière

Détecteurs LDet

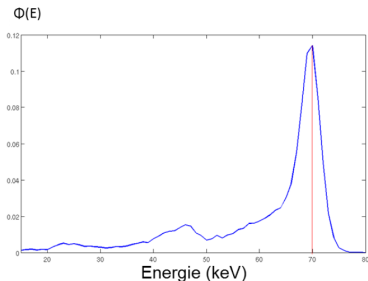
Reconstruction Spectrale

Artefact Beam Hardening :

$$p = -\ln \left(\frac{\sum_E N_0(E) e^{\mu(E) \cdot I}}{\sum_E N_0(E)} \right) \longrightarrow \langle \mu \rangle \cdot I$$

Détecteurs
"spectraux"

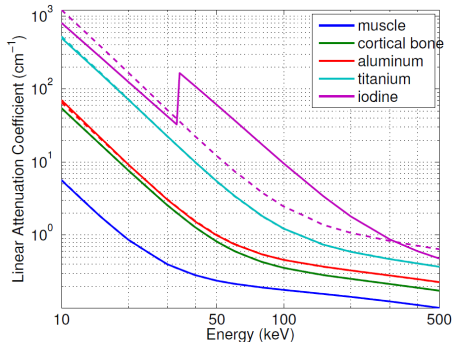
$$\begin{pmatrix} N_0(E_1) e^{\mu(E_1) \cdot I} \\ N_0(E_2) e^{\mu(E_2) \cdot I} \\ \vdots \\ N_0(E_{n_c}) e^{\mu(E_{n_c}) \cdot I} \end{pmatrix}$$



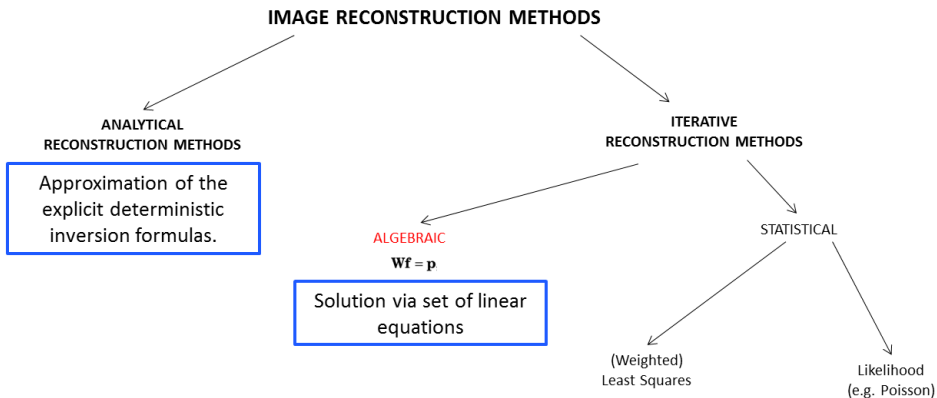
Alvarez : Décomposition en base de matériaux

$$\mu(E) = a_1 \cdot \mu_1(E) + a_2 \cdot \mu_2(E) \Rightarrow \begin{pmatrix} a_1(x; y) \\ a_2(x; y) \end{pmatrix}$$

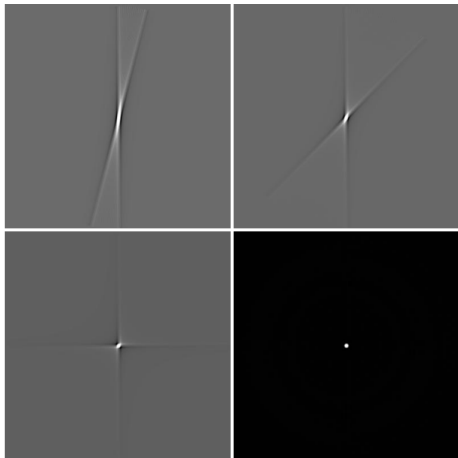
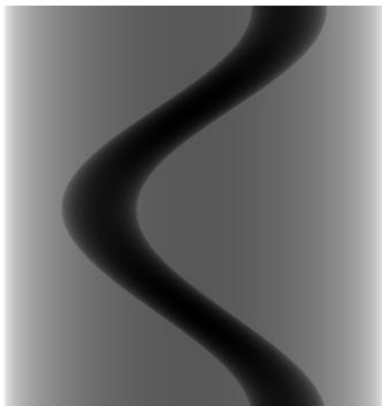
Reconstruction possible de a_1 et a_2



Panorama des Méthodes de reconstruction



Outils : Sindbad



Objectifs de la thèse :

Tirer avantage des détecteurs spectraux

Explorer les méthodes de reconstruction statistiques

A court terme :

Implémentation d'une méthode statistique mono-énergétique

Passage à la multi-énergie

Exploration de modèles hybrides

Références

1. Caifang CAI : Bayesian Multi-Energy Computed Tomography reconstruction approaches based on decomposition models, Thèse Université Paris-Sud XI
2. Uygur Tuna : Introduction to Medical Image Processing, Tampere University of technology,
3. Jiang Hsieh : Computed Tomography, SPIE Press 2002,
4. Emile Popa : Non-linear contributions in spectral x-ray data,
5. La tomographie : Fondements mathématiques, imagerie microscopique et imagerie industrielle, édition Germes, Direction : Pierre Grangeat.