

# TOMOGRAPHIE ISOTOPIQUE

( 1992 - 2020 )

Résumé par Georger Tristan | <https://double-cursus-sante-sciences.umontpellier.fr>

L'absorptiométrie à rayons X à double énergie (DEXA) est un moyen de mesurer la densité minérale osseuse et la densité des tissus mous à l'aide de deux faisceaux de rayons X, avec différents niveaux d'énergie. Au début des années 90, deux questions se posent :

**Peut-on, en rajoutant une troisième énergie, préciser le contenu en tissu mou (maigre/gras) ?**

**Peut-on faire des acquisitions en mode tomographique ?**

Trois énergies impliquent trois équations dont deux se ressemblent fortement. Une faible variation des mesures fait donc énormément varier les résultats. C'est un problème mal posé au sens d'Hadamard. Théoriquement, c'est inexploitable.

C'est techniquement possible mais coûteux. Il existe deux approches à la reconstruction tomographique : les méthodes analytiques (rétroprojection filtrée) et itératives. Les algorithmes itératifs de tomographie, bien que peu utilisés à l'époque, sont meilleurs sur la quantification. Cependant, ils sont mal conditionnés et donnent des images très bruitées.

## METHODE DE RECONSTRUCTION ITERATIVE

De manière expérimentale, il est constaté que le coefficient de variation augmente avec le nombre d'itérations. On observe l'apparition d'un bruit de calcul sur les images acquises.

## EXPLICATION

Les matrices tomographiques ont des équations suffisamment différentes pour donner une solution unique mais trop proches pour que celle-ci soit stable. Il faut donc mettre en place un filtre capable de réduire les variations de solutions (en moyennant) pour limiter la propagation du bruit.

## APPROCHE 1

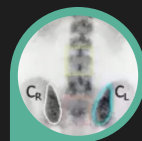
Avec l'aide de J. Serra, D. Mariano-G développe des filtres morphologiques non-linéaires qui stoppent l'augmentation du bruit. Dans un même temps, M.Green développe des outils de régularisation relativement efficaces mais dont les termes sont contradictoires. Leurs solutions étant le juste milieu entre une image très contrasté ou très homogène.

## APPROCHE 2

En utilisant la synthèse de fourier, la fonctionnelle est divisée en deux domaines distincts. D'un côté, la projection filtrée limitée en haute fréquence où l'on cherche une adéquation aux données. Et de l'autre, un domaine à haute résolution où l'on recherche un paramètre d'uniformité de l'image. La limite de résolution est déduite d'après l'approximation de Galerkin qui permet d'approximer le nombre de conditionnements optimal.

## ARRIVÉE DU TEP

De nouvelles problématiques en perspective.



### Problème de quantification

En utilisant la rétroprojection, on perd la possibilité d'utiliser la statistique de Poisson. Sans connaissance de l'écart-type, on ne peut pas dire si deux régions sont significativement différentes. Deux premières solutions ont été développées (J.Fessler, C.Comtat) mais sont inutilisables en routine clinique.



### Projection par intervalle

Le principe est fondé sur la théorie des capacités et des intégrales de Choquet (1953). Les images sont suréchantillonnées en considérant que chaque pixel a une zone d'influence. Il en est déduit les valeurs minimale et maximale que peut prendre une projection compte tenu de l'incertitude sur la localisation exacte de l'échantillonnage.



### Sans et Avec bruit

Sans bruit, l'image est homogène. La longueur de l'intervalle vaut zéro. Avec du bruit, on retrouve un intervalle d'incertitude entre les deux extrêmes qui comprend la valeur réelle de l'image reconstruite. Cet intervalle varie proportionnellement à l'évolution du bruit. Il répond à la problématique de quantification permettant le développement d'outils de comparaison d'ensembles d'intervalles.