

Reconstruction de spectres-images STEM-EELS partiellement échantillonnés

Etienne MONIER¹, Thomas OBERLIN¹, Nathalie BRUN², Marcel TENCÉ², Marta DE FRUTOS², Nicolas DOBIGEON¹

1. Université de Toulouse, IRIT/INP-ENSEEIH, 31071 Toulouse Cedex7

2. Laboratoire de Physique des Solides, CNRS UMR 8502, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay, 91 405 Orsay Cedex

Mots clés : EELS, STEM, reconstruction

En STEM les pixels sont balayés ligne par ligne de gauche à droite (ordre lexicographique). Nous avons implanté un mode de balayage contrôlé appelé "random scanning", dans lequel les pixels sont acquis suivant un ordre prédéterminé (pseudo-aléatoire dans la version courante du protocole d'acquisition). Nous obtenons donc ainsi la totalité du spectre-image et de l'image HAADF associée, auxquels s'ajoute une information temporelle sous forme de l'ordre d'acquisition des pixels.

Il est possible de ne prendre en compte qu'une partie des pixels correspondant aux pixels acquis pendant un intervalle de temps donné, ce qui correspond à une image HAADF et un spectre-image incomplets. Reconstruire une image 2D (HAADF, carte chimique) est un problème bien connu en traitement d'image et appelé "inpainting". De nombreux algorithmes ont été développés pour cela depuis les années 2000.

Si on souhaite reconstruire le spectre-image on a alors un spectre pour chaque pixel au lieu d'un scalaire. Le grand nombre de canaux (de l'ordre de plusieurs centaines) rend le problème très lourd (temps, mémoire) d'un point de vue calculatoire.

Dans le cadre de son travail de thèse, E. Monier a ainsi développé deux algorithmes de reconstruction qui exploitent à la fois la forte redondance spectrale et la régularité spatiale des spectres-images EELS [1].

Les caractéristiques des images à résolution atomique sont sensiblement différentes. En effet elles présentent une structure correspondant au réseau cristallin, contenant donc une forte périodicité. D'autre part la proportion de « pixels purs », ne contenant qu'un seul élément, est plus importante, puisque les objets d'intérêts (colonnes atomiques) correspondent en général à plusieurs pixels. Les algorithmes de reconstruction et de filtrage développés pour des images de résolution plus faible doivent donc être adaptés à ces particularités. Nous avons testé ces algorithmes sur une série de données (images HAADF + spectre-image),

[1] E. Monier, T. Oberlin, N. Brun, M. Tence, M. De Frutos and N. Dobigeon, **"Reconstruction of partially sampled multi-band images - Application to STEM-EELS imaging,"** in *IEEE Transactions on Computational Imaging*, vol. 4, no. 4, pp. 585-598, Dec. 2018.

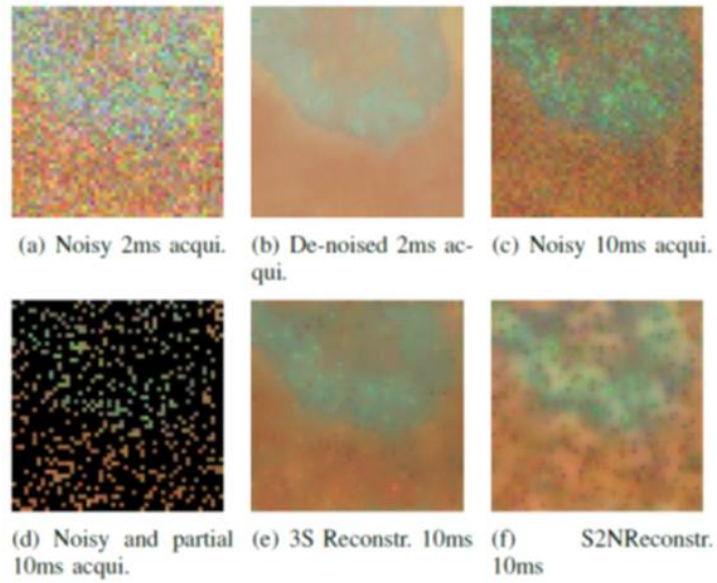


Fig. 1: Comparaison de différentes stratégies d'acquisition pour un échantillon biologique. a) acquisition de l'image complète à 2ms/pixel b) image à 2ms débruitée c) acquisition complète à 10ms/pixel d) acquisition de 20% des pixels à 10ms/pixel e)f) reconstruction de l'image complète à partir de l'acquisition partielle

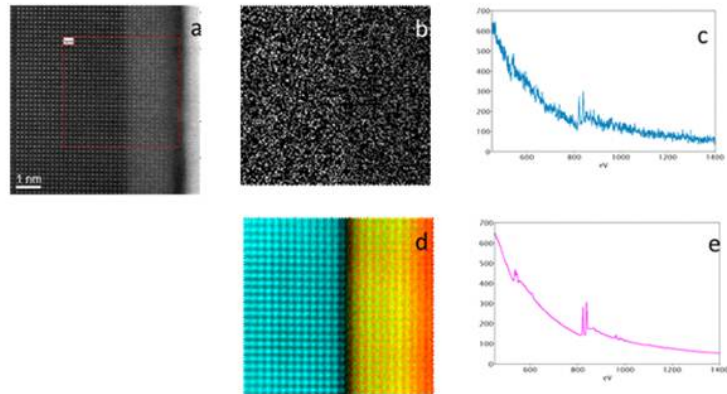


Fig. 2: a) image HAADF de l'interface $\text{NdNiO}_3/\text{LaAlO}_3$ (189x200 pixels), b) représentation des 20% des pixels échantillonnés aléatoirement, c) un spectre acquis (10 ms), d) carte chimique (La (cyan) - Ni (vert) - Nd (rouge)) obtenue après reconstruction du spectre-image complet, e) spectre reconstitué (1 pixel non acquis)