

Décodage des codes quantiques topologiques par couplage parfait

Nicolas Delfosse

Institut de Mathématiques, Université Bordeaux 1,
351, cours de la Libération, F-33405 Talence Cedex, France
Email : nicolas.delfosse@math.u-bordeaux1.fr

13 juillet 2012

Nous nous intéressons aux codes topologiques que l'on peut voir comme une généralisation des codes LDPC à la théorie de l'information quantique. L'avantage majeur des codes LDPC est qu'ils sont munis d'un algorithme de décodage rapide et efficace. Un tel algorithme de décodage s'avère essentiel tant du point de vue de la théorie de l'information que du point de vue du calcul quantique tolérant aux fautes.

Les codes topologiques ont été introduits par A. Kitaev qui a proposé une construction de codes quantiques basés sur un pavage carré du tore. En utilisant des pavages hyperboliques, G. Zémor a obtenu l'une des rares familles de codes LDPC quantiques de rendement constant et de distance croissante. Nous nous intéressons aux codes couleur qui sont construits à partir de pavages dont les faces sont 3-coloriés. Nous verrons que l'on peut utiliser cette construction pour généraliser les codes hyperboliques de Zémor en une famille de codes couleur hyperboliques. On obtient ainsi une nouvelle famille de codes LDPC quantiques de rendement constant et de distance croissante.

La généralisation quantique du décodage des codes LDPC n'est pas immédiate. D. Wang, A. Fowler, A. Stephens, L. Hollenberg ont démontrés que le problème du décodage pour ces codes quantiques se ramène à la recherche d'un couplage parfait dans un graphe. Nous nous intéressons à la généralisation du décodage par couplage parfait aux codes couleurs. Dans ce cas, le problème du décodage revient à chercher un couplage parfait dans un hypergraphe. Nous verrons comment construire ce couplage en utilisant la coloration des faces du pavage.

Références

- [1] A. Y. Kitaev. Fault-tolerant quantum computation by anyons. *Annals of Physics*, 303(1) :27, 1997.
- [2] Gilles Zémor. On cayley graphs, surface codes, and the limits of homological coding for quantum error correction. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Coding and Cryptology, IWCC '09*, pages 259–273, Berlin, Heidelberg, 2009. Springer-Verlag.
- [3] D. S. Wang and A. G. Fowler and A. M. Stephens and L. C. L. Hollenberg Threshold error rates for the toric and surface codes. *Quantum Information and Quantum Computation*, 10 :456, 2010.