

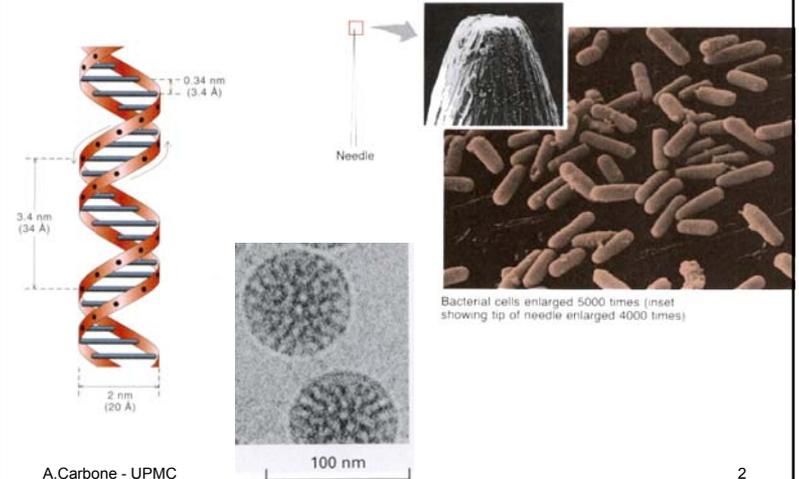
M2 - STL

Algorithmes sur les séquences en bioinformatique

Cours 7 – 2eme partie: quelques idées en nanotechnologies de l'ADN

Alessandra Carbone
Université Pierre et Marie Curie

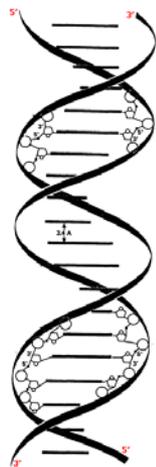
I. Nanotechnologies et pavages d'ADN: vers une interaction avec le monde du vivant



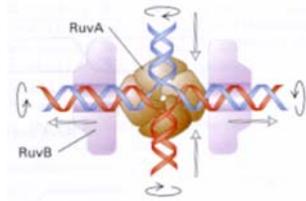
A.Carbone - UPMC

Travail mené en collaboration avec N.Seeman (NYU)

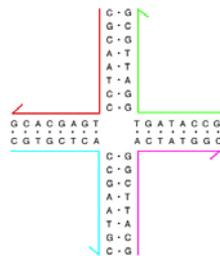
2



A.Carbone - UPMC



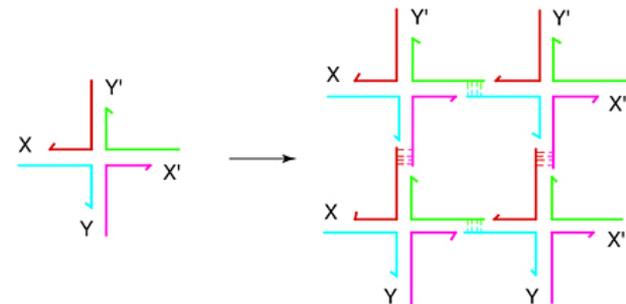
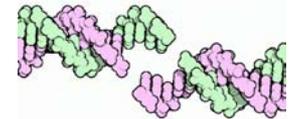
Junction de Holliday formée pendant la recombinaison. Il s'agit de séquences d'ADN symétriques qui déstabilisent le point de ramification qui devient alors prêt à migrer.



En sélectionnant des séquences qui évitent la symétrie, on peut créer des molécules ramifiées, avec des points de ramification stables.

3

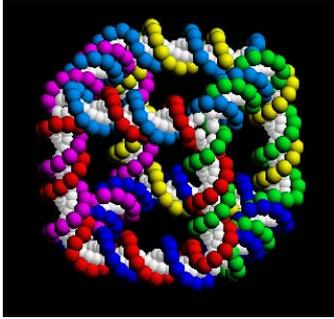
ADN ramifié et "sticky-ends"



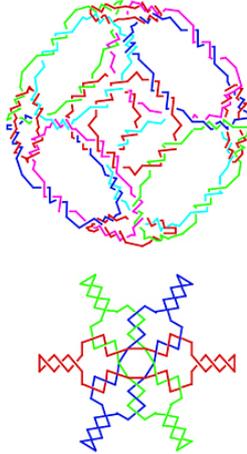
A.Carbone - UPMC

4

Polyèdres, noeuds...



La combinaison de molécules d'ADN ramifiées stables contenant des sticky-ends pour la production de construction multi-dimensionnelles a été proposée par Seeman (1980-85)
A.Carbone - UPMC



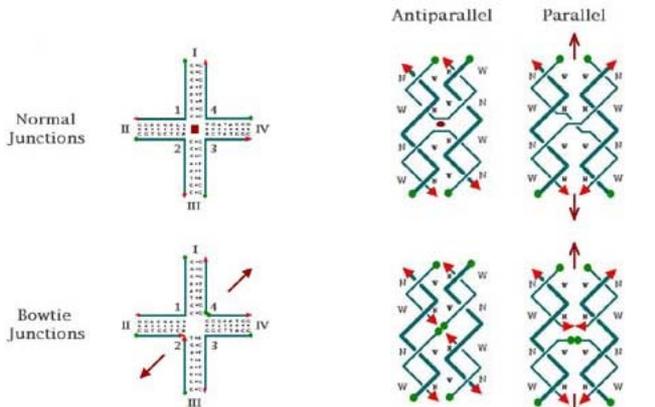
Pourquoi utiliser l'ADN pour construire de telles formes?

- Les brins non-appariés fournissent des interactions intermoléculaires prévisibles, diversifiées, fiables, programmables.
- Les molécules d'ADN peuvent être manipulées à l'aide d'enzymes commercialisés
- L'ADN est un polymère rigide : sa longueur de persistance est de 500Å et on est intéressé à 70-100Å.

A.Carbone - UPMC

6

Jonctions naturelles et artificielles

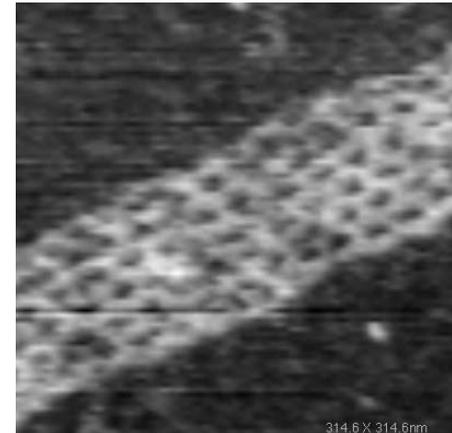


A.Carbone - UPMC

7

Il s'agit de molécules de environ 16x4nm

Assemblages périodiques



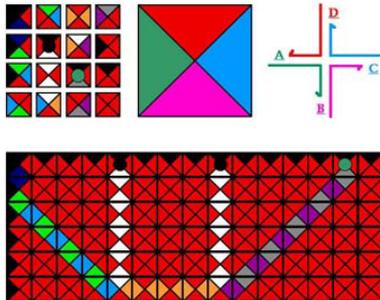
A.Carbone - UPMC

314.6 X 314.6nm

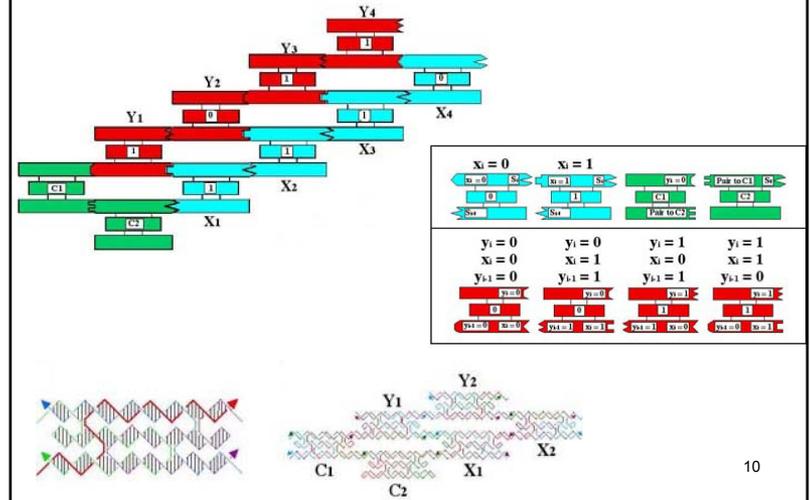
8

Assemblages algorithmiques

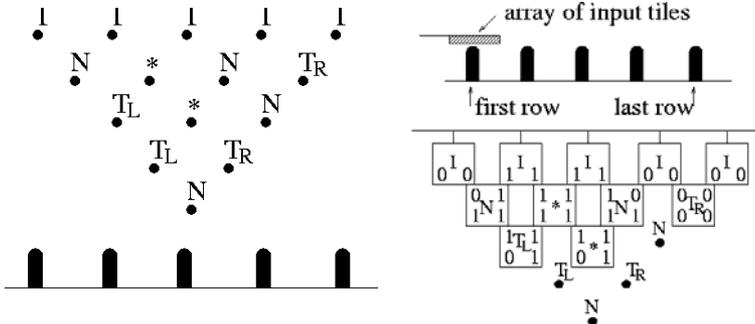
- La notion de calcul par pavés est due à Wang (1960)
- L'idée d'utiliser des molécules d'ADN ramifiées pour produire des pavés est de Winfree (1996)



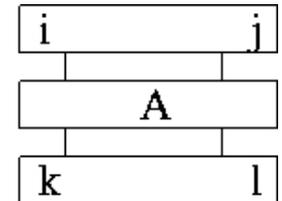
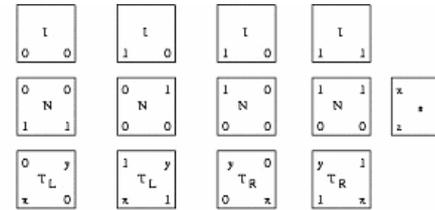
Le premier circuit qui calcule (Seeman, 2001)



a. Nous proposons d'appliquer les pavages pour faire de la programmation moléculaire

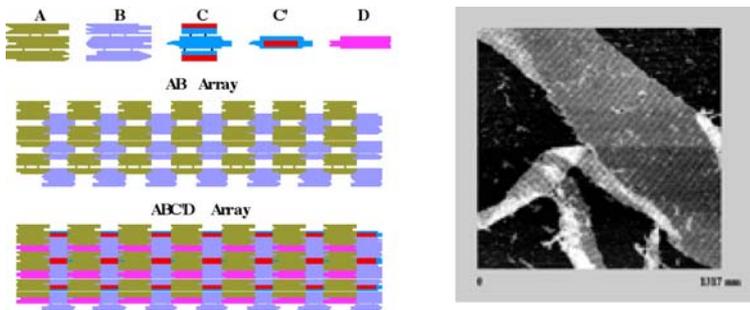


Les pavés



Il s'agit de molécules de environ 15-20x7nm

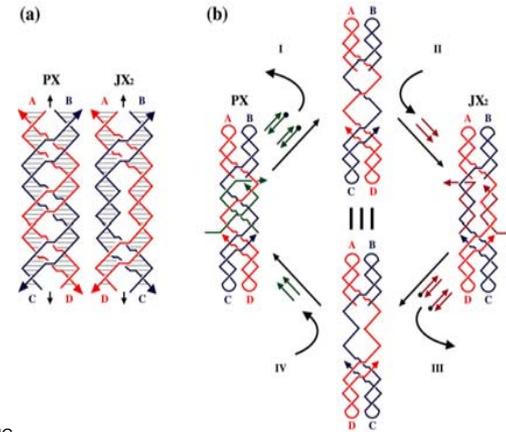
Tableaux de plots observés par AFM



A.Carbone - UPMC

13

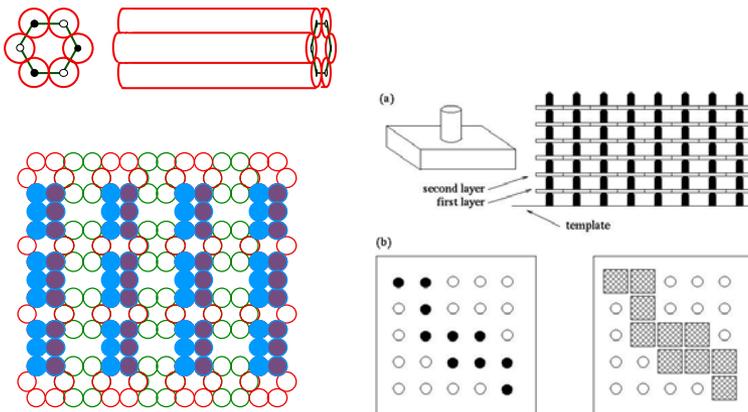
Unité d'ADN programmable



A.Carbone - UPMC

14

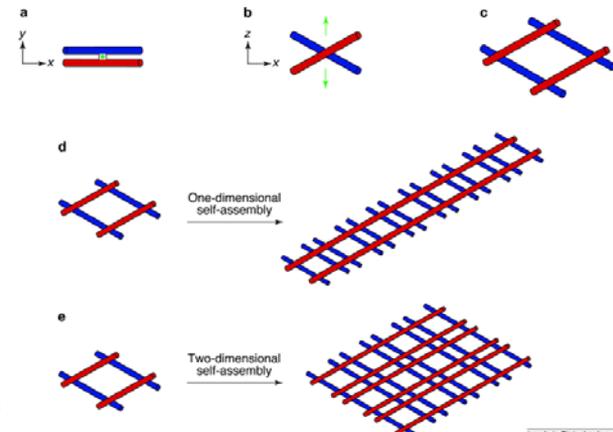
Plus de fonctions et le 3D



A.Carbone - UPMC

15

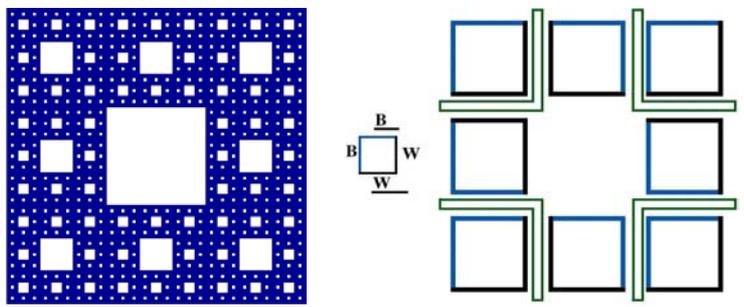
b. Assemblage aperiodique de parallélogrammes d'ADN



A.Cart

16

Constructions apériodiques: algorithmique fractale du carré de Sierpinski



Pavés à forme de parallélogrammes

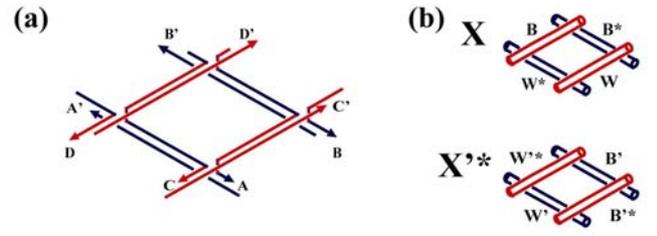


Figure 3

AFMicrographes de chaînes de parallélogrammes

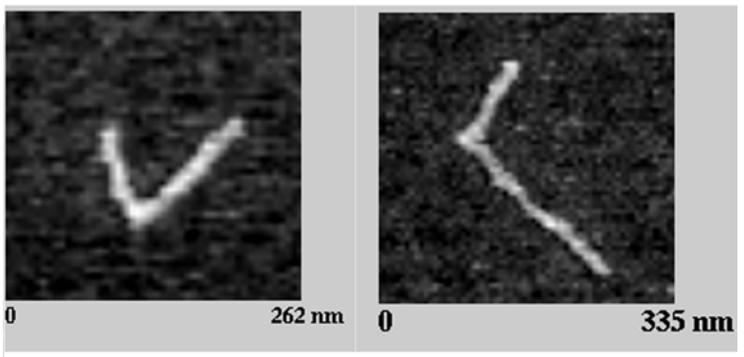
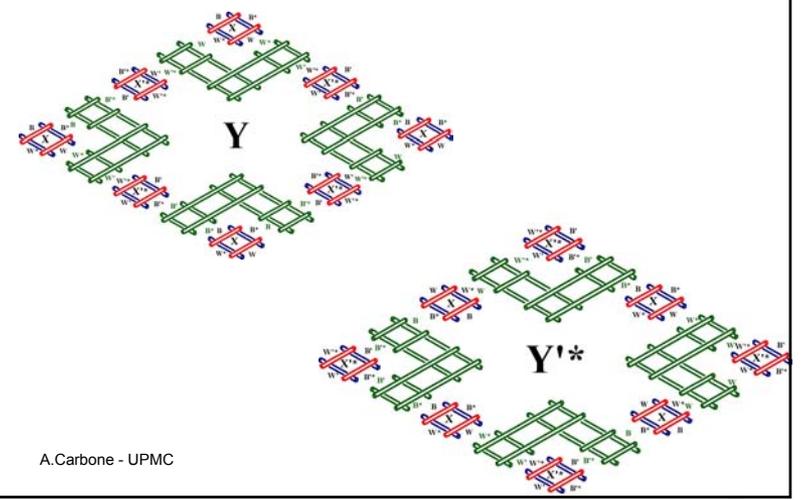
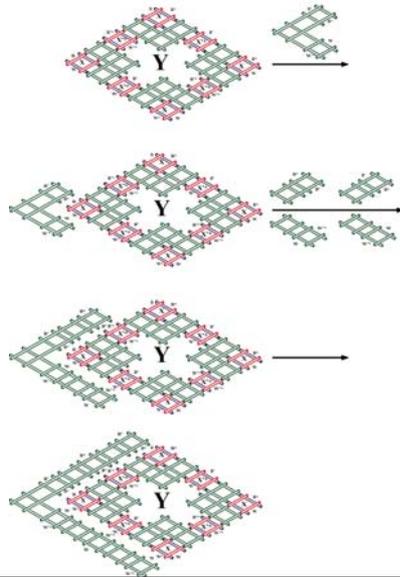


Figure 4

Ces chaînes ont la taille d'un virus, environs 60-70nm

Assemblage de pavés





Références bibliographiques

- 1. A.Carbonne, N.C.Seeman, Circuits and Programmable Self-Assembling DNA Structures, *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 99:12577-12582, 2002.
- 2. A.Carbonne, N.C.Seeman, A Root to Fractal DNA Assembly, *Natural Computing*, 1:469-480, 2002.
- 3. A.Carbonne, N.C.Seeman, Coding and Geometrical Shapes in Nanostructures: fractal DNA assemblies, *Natural Computing*, 2:133-151, 2003.
- 4. A.Carbonne, N.C.Seeman. Molecular Tiling and DNA self-assembly, in "Aspects of Molecular Computing", N.Jonoska, G.Paun, G.Rozenberg (Eds), *Lecture Notes in Computer Science 2950*, Springer, 2003.
- 5. A.Carbonne, C.Mao, P.E.Constantinou, B.Ding, J.Kopatsch, W.B.Sherman, N.C.Seeman, 3D Fractal DNA Assembly from Coding, Geometry and Protection, *Natural Computing*, 3:235-252, 2004.

Le travail décrit dans ce cours fait référence aux articles ci-dessus et a leurs bibliographie.

Pour toutes références a DNA-computing et aux problèmes d'auto-assemblage de macromolécules d'ADN, tenu a jour jusqu'a 2004, voir la liste: