

ADN et Ordinateurs

1. L'ordinateur à ADN

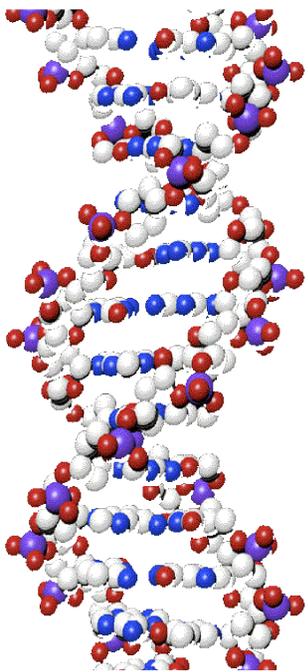
Les propriétés de l'ADN

- un grand pouvoir de stockage
- compact et facile à répliquer
- très léger
- capable de faire massivement des opérations en parallèle

On peut quantifier cette propriété en donnant le nombre d'opérations effectuées par quantité d'énergie dépensée :

10^{19} opérations/joule

soit 10 milliards de fois plus qu'un ordinateur classique !



En théorie on peut insérer ou enlever des morceaux d'ADN, grâce à des enzymes.

Les algorithmes à base d'insertion/délétion sont donc accessibles aux ordinateurs à ADN, et donc tout ce qui peut se programmer par une fonction récursive : l'addition des entiers par exemple.

Codage des entiers

4 : 11110

2 : 110

Mettre 4 et 2 dans la machine :

11110110<stop>

Lire de gauche à droite et remplacer les 0 par des 1 jusqu'à tomber sur <stop>.

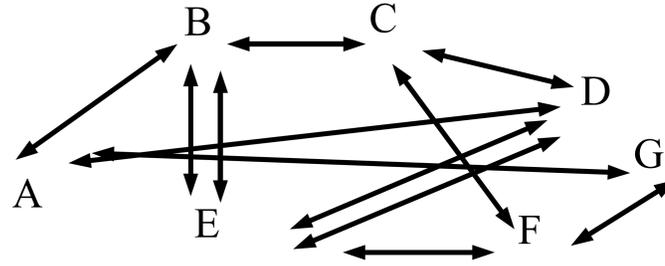
Repartir en arrière et changer deux 1 en <stop> et 0 :

1111110<stop>

C'est à dire : $4+2=6$.

2. Un problème complexe !

Comment faire pour passer par tous les sommets en n'utilisant que les chemins tracés (attention les chemins sont orientés)?



C'est un problème difficile. Et si on augmente le nombre de sommets, il devient rapidement impraticable avec un ordinateur classique.

Voici comment l'ordinateur à ADN s'y prend : Choisir une séquence de 8 nucléotides pour chaque sommet.

Par exemple : $A \leftrightarrow AGTTAGCA$

et $B \leftrightarrow GAAACTAG$

Pour coder une arête ($A \rightarrow B$), prendre les 4 derniers nucléotides du sommet de départ (AGCA) et les 4 premiers du sommet d'arrivée (GAAA), puis les mettre bout à bout (AGCAGAAA). Enfin prendre les nucléotides associés (dans les paires formant l'ADN : A/T et C/G) pour obtenir : TCGTCTTT.

Pour chercher un chemin l'ordinateur crée un ADN dont le premier brin est formé de sommets et le second brin d'arêtes.

Si on a bien choisi le codage des sommets et des arêtes, le brin le plus long correspond au chemin que l'on cherche !

C'est ainsi que L. Adleman s'y est pris en 1994.

3. Encore plus complexe que l'ADN ?

Le problème précédent est difficile car quand on double le nombre de sommets, le nombre de chiffres pour écrire le temps qu'il faut pour résoudre le problème est lui aussi doublé ! L'ordinateur à ADN permet de ne doubler que le temps ... malheureusement, pour l'instant le temps initial (pour 7 sommets) se compte en jours, alors qu'il se compte en secondes pour un ordinateur classique. L'ordinateur à ADN n'est pas encore de taille pour rivaliser !



Il y a bien d'autres problèmes complexes du même ordre de difficulté.

Le problème du voyageur de commerce : comment passer par des villes données, connaissant les distances entre elles, en minimisant la distance totale parcourue ?

Remplir un Sudoku de façon automatique quelque soit sa taille ...

			E 3						1 2
4	1	E F 5					8 0 3		A
3	0 2 6	4 C D				5		8	F
7 5						0		9	C
B A F				C 6			2	5	D
		D 9	5 3 0 2						
		7			1 4			B	8
C D	5 6		8 7 F				3 9		
	E A 5	C 6 9	F 3					B 1	
0		7		8 B			5	6 4	
5 B	F 8		A	2			7	9	
D 3 4 8	B 0			A C					
5	2	1 7					B 4	E 6	
9 4				6					8 3
E		1 2		3 4			F	9	
6			4 8 E B	3					5