

Structure de l'ADN

(Acide désoxyribonucléique)

I- Généralités

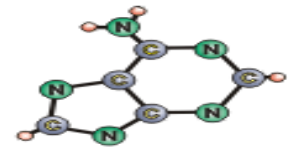
L'acide désoxyribonucléique ou l'ADN est une molécule chimique qui se trouve dans toutes les cellules d'un être vivant. L'ADN porte toute l'information génétique, permettant le fonctionnement et la reproduction des êtres vivants.

II- Composition chimique de l'ADN

L'ADN contient un sucre appelé **désoxyribose**, du **phosphore** et des **bases azotées**.

Une base azotée

Les bases azotées sont des molécules organiques formées d'un ou deux cycles où alternent des atomes de carbone et d'azote.



Base azotée

Un désoxyribose

C'est un pentose (sucre à 5 carbones). Il a une formule semblable à celle du ribose ($C_5H_{10}O_5$). La seule différence, c'est que le désoxyribose a un groupement OH en moins (d'où son nom, désoxyribose).



Désoxyribose

Un groupement phosphate

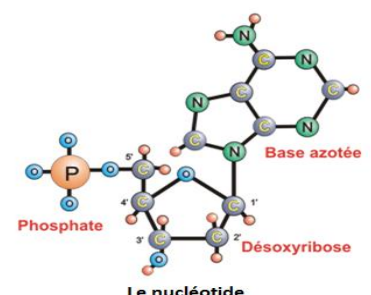
- Ces 3 molécules peuvent s'assembler pour former des nucléotides.



Phosphate

Un nucléotide = phosphate + désoxyribose + base azotée

En l'absence du groupement phosphate, la base et le désoxyribose forment un **nucléoside** au lieu d'un nucléotide.

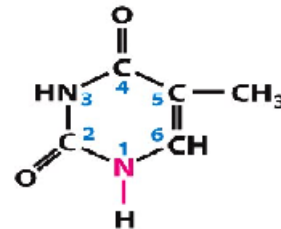


Le nucléotide

- Il existe **quatre bases** qui forment les nucléotides de l'ADN :

1- Bases pyrimidiques

Représentée par la **cytosine (C)** et la **thymine (T)**, elles sont formées par un **noyau** aromatique hexagonal (6 atomes) avec 4C (carbones) et 2N (azotes). La cytosine porte une fonction cétone (C=O) au C2 et une fonction amine (NH₂) au C4. La thymine porte 2 fonctions cétone (C=O) au niveau du C2 et C4 et une fonction méthyle (CH₃) au niveau du C5.



Thymine (T)

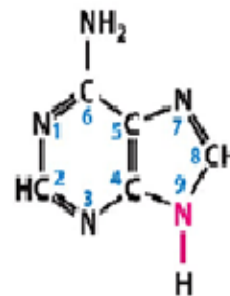


Cytosine (C)

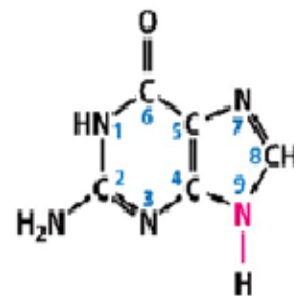
Pyrimidines

2- Bases puriques

Représentées par l'**adénine (A)** et la **guanine (G)**. Elles sont formées par **02 noyaux cycliques** accolés : un à 6 atomes et l'autre à 5 atomes (pentagonal) ayant 2 carbones commun au milieu. L'adénine porte une fonction amine au niveau de C6 et c'est la seule base dépourvue d'oxygène, alors que la guanine porte une fonction amine au niveau de C2 et une fonction cétone au C6.



Adénine (A)



Guanine (G)

Purines

- **Edwin Chargaff en 1950** établit les règles suivantes :

1- La quantité totale de nucléotides pyrimidiques (T + C) est toujours = à la quantité totale de nucléotides puriques (A + G)

$$(T + C) = (A + G)$$

2- La quantité T est toujours = à la quantité de A et la quantité de C est toujours = à la quantité de G.

$$T = A \text{ et } C = G$$

3- Mais la quantité **A + T** n'est pas nécessairement égale à la quantité de **G + C**.

III- La structure de l'ADN

1- Structure de l'ADN selon Rosalind Franklin (diffraction des rayons X)

Les données obtenues montraient que l'ADN est une longue molécule étroite formée de 2 parties similaires parallèles l'une à l'autre et que la molécule avait la forme d'hélice.

2- structure de l'ADN en double hélice par Watson et Crick en 1953

La structure de l'ADN en double hélice ressemble à l'entrelacement de 02 ressorts, chaque ressort (hélice) est une chaîne de nucléotides.

L'ADN est un polymère de nucléotides

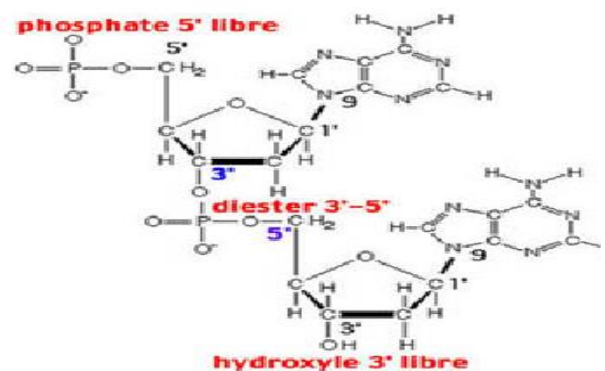
Ces nucléotides sont maintenus par **des liaisons phosphodiester** dans lesquelles un **groupe phosphate** forme un **pont** entre les groupements **-OH** des **2 sucres adjacents**.

Les 2 hélices sont maintenues ensemble par des liaisons hydrogènes qui sont établies entre les bases.

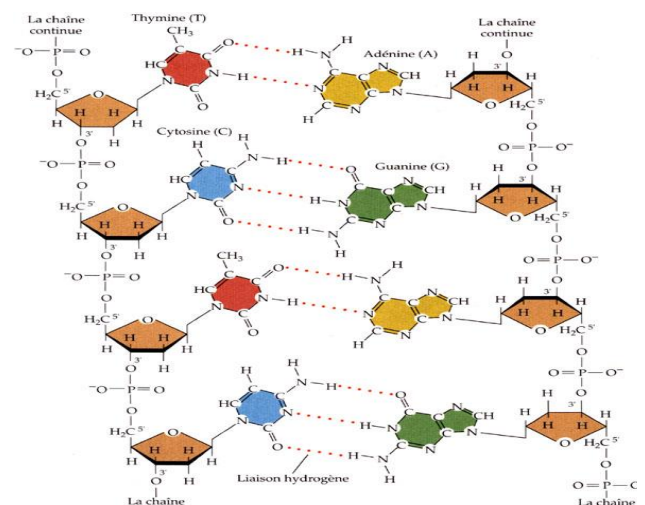
La paire **G-C** possède **trois (03) liaisons hydrogènes**, tandis que la paire **A-T** n'en a que deux (02).

Les deux hélices ont des sens opposés, elles sont dites **antiparallèles**, l'une est orientée

5' → 3' et l'autre 3' → 5'.



Structure primaire de l'ADN

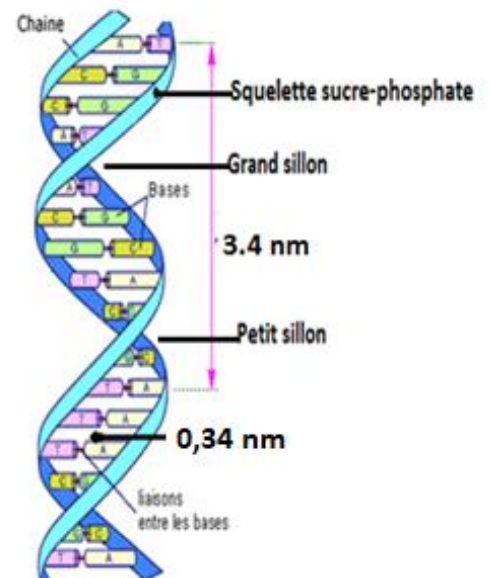


Structure secondaire de l'ADN

L'ADN est fait de 2 chaînes ou 2 brins hélicoïdaux, s'enroulant autour d'un axe pour former une double hélice de **2 nm** diamètre.

L'apparence générale du polymère montre une périodicité de **0,34 nm** correspondant à la distance entre 2 bases, et une autre de **3.4 nm** correspondant à 1 tour d'hélice (environ 10 paires de bases).

Une vue tridimensionnelle de la double hélice montre que l'empilement des bases aboutit à la formation dans le squelette sucre-phosphate de deux sillons appelés : **grand** et **petit sillon**.



Structure secondaire de l'ADN

IV - Les formes de l'ADN

La forme B

C'est la forme la plus courante, s'observe dans les échantillons d'ADN fortement hydraté, c'est une hélice droite de 2 nm de diamètre, avec des paires de bases perpendiculaires à l'axe de l'hélice passant au centre de l'appariement de ces dernières. Un tour (un pas) d'hélice a une longueur d'environ 3,4nm et contient en moyenne 10,4 à 10,5 paires de bases.

La forme A :

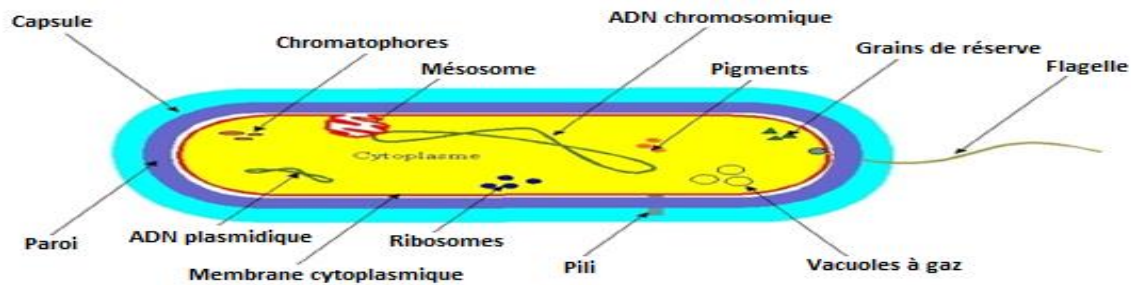
S'observe dans les échantillons d'ADN plus faiblement hydraté et plus compact, Il s'agit d'une double hélice droite dont l'axe ne passe plus par les paires de bases. Cette double hélice est plus large, avec un diamètre de l'ordre de 2,3 nm et un pas d'hélice de seulement 2,8 nm comprenant 11 paires de bases.

La forme Z :

S'observe préférentiellement dans les régions riches en paires guanine–cytosine. Il s'agit d'une double hélice gauche avec un squelette en zigzag, dont l'axe s'écarte significativement des paires de bases. Cette double hélice est plus étroite, avec un diamètre de 1,8 nm et un pas d'hélice d'environ 4,5 nm comprenant 12 paires de bases.

V- L'ADN des procaryotes

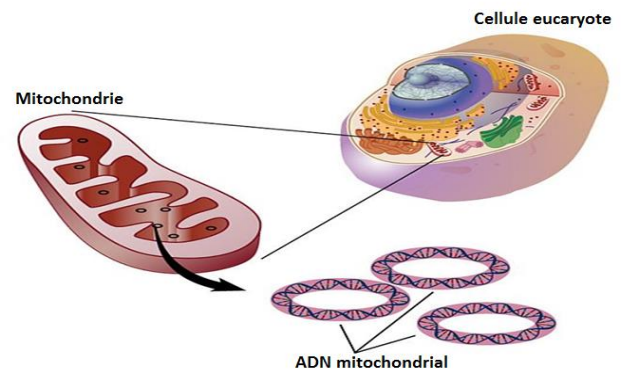
La plupart des bactéries possèdent un unique chromosome circulaire. Il existe toutefois de rares exemples de bactéries, possédant deux chromosomes. Les bactéries possèdent également un plasmide qui est une molécule d'ADN constitué de deux brins complémentaires et généralement circulaire distincte de l'ADN chromosomique.



La cellule bactérienne

VI- L'ADN des eucaryotes

- * 99% de l'ADN est nucléaire.
- * 1% de l'ADN est mitochondrial en double hélice circulaire (Les mitochondries sont d'anciennes bactéries. Elles contiennent un génome, des ribosomes, et un métabolisme d'origine procaryote), l'ADN mitochondrial existe en plusieurs exemplaires.



VII- Les propriétés et rôles de l'ADN :

- 1- L'ADN est chargé négativement.
- 2- La dénaturation (Ce phénomène correspond à la dénaturation de l'ADN bicaténaire en 2 brins d'ADN monocaténares).
- 3- Hybridation = Association spontanée, spécifique et réversible de deux brins d'ADN complémentaires.
- 4- Le transfert de l'information génétique (support de l'information génétique).
- 5- La permanence de la transmission de l'information génétique (réplication de l'ADN)

Bibliographie :

- 1-** Griffiths, Anthony.J.F.Miller, Jefferey. H. SUZUKI, DAVIDT. 3éd.Introduction à l'analyse génétiqu. Paris: de boeck; 2002,
- 2-** Luzzati V, Nicolaieff A, Masson F. Structure de l'acide désoxyribonucléique en solution: Étude par diffusion des rayons X aux petits angles. Journal of Molecular Biology. 1961;3(2):185-201. doi:10.1016/S0022-2836(61)80045-4
- 3-** Sadron C. L'édifice désoxyribonucléique. Journal de Chimie Physique. 1961;58:877-886. doi:10.1051/jcp/1961580877
- 4-** Victor J-M. La structure de l'ADN en double hélice. Bibnum Textes fondateurs de la science. Published online February 1, 2012. Accessed December 19, 2020. <http://journals.openedition.org/bibnum/503>