

Cours Biologie fondamentale

responsable :Dr.Chaabane meriem

Master 2 :BCPI

Chapitre 1

ADN

- A/ Constitution chimique

Dans toutes les cellules eucaryotes un groupe de macromolécules a un rôle clé dans la vie de la cellule, il s'agit des **acides nucléiques**. On distingue deux grands types :

- **L'acide désoxyribonucléique (ADN)** localisé essentiellement dans le noyau mais aussi présent dans les mitochondries constituées de sous-unités appelées nucléotides
- **L'acide ribonucléique (ARN)** localisé dans le cytoplasme.

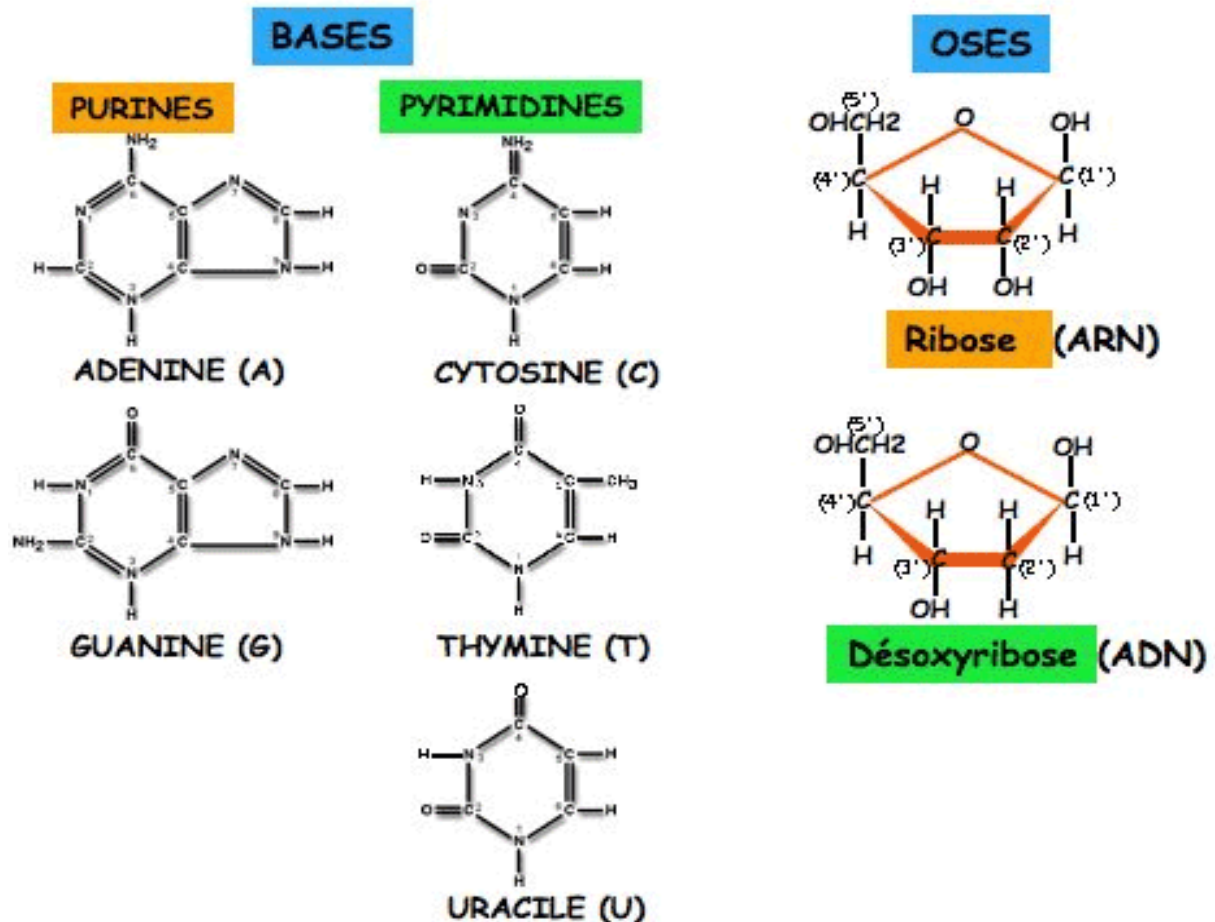
Chacun des acides nucléiques (ADN et ARN) est constitué de monomères appelées nucléotides

Nucléotide

Il est constitué de 3 éléments, un ose (sucre), une **base** et de **l'acide phosphorique**

- **L'ose**. Deux types d'oses sont représentés, le **ribose dans l'ARN** et le **2'-désoxyribose dans l'ADN**. Ce sont des pentoses car ils sont constitués de cinq atomes de carbone. Les carbones sont numérotés avec des chiffres suivis de l'indication "prime" pour éviter des confusions avec les numérotations des bases

- Le 2'désoxyribose est un ribose dans lequel il manque un OH en 2' (remplacé par un H). Dans les acides nucléiques, le ribose et le 2'-désoxyribose sont sous forme cyclique ou furanique.
- **La base**. Elle est présente sous deux types : **les bases pyrimidiques (l'uracile, la cytosine et la thymine)** et **puriques (l'adénine et la guanine)**.



- **L'acide phosphorique** (H₃PO₄). C'est un acide qui possède 3 fonctions acides dont deux sont estérifiées dans l'ADN et l'ARN (liaisons phosphodiester). La troisième fonction acide est libre.
- **Types de liaisons dans un nucléotide**
 - **La liaison ose-base.** Elle se forme par élimination d'eau entre la base purique ou pyrimidique et l'OH situé en C1 de l'ose. **L'ensemble ose-base est appelé nucléoside.**
 - **La liaison acide phosphorique-ose.** Elle se forme par élimination d'eau entre un OH de l'acide phosphorique et l'H de la fonction alcool en 5' de l'ose. Il s'agit d'une liaison ester.
- **Nomenclature des nucléosides et nucléotides**
 - **Les nucléosides** ayant un ribose ou un désoxyribose se terminent en "**ine**" si le sucre est associé à une **base purique** (exemple: adénine) ou en "**idine**" s'il est associé à une **base pyrimidique** (exemple: uridine).
 - **Les nucléotides**, quelque soit la nature de la base, ont une nomenclature qui **tient compte à la fois de la présence de désoxyribose ou de ribose et de la phosphorylation en 5' du nucléotide.** Ainsi le nucléotide de l'ADN est précédé de la lettre "d" qui est l'abréviation de désoxyribose (ex: désoxyadénosine monophosphate)

= dAMP). Le même nucléotide de l'ARN est dénommé adénosine monophosphate = AMP.

- B/ Caractéristiques de l'ADN

La molécule d'ADN est constituée de deux chaînes (ou brins) de nucléotides alors que les molécules d'ARN sont le plus souvent sous forme d'une seule chaîne.

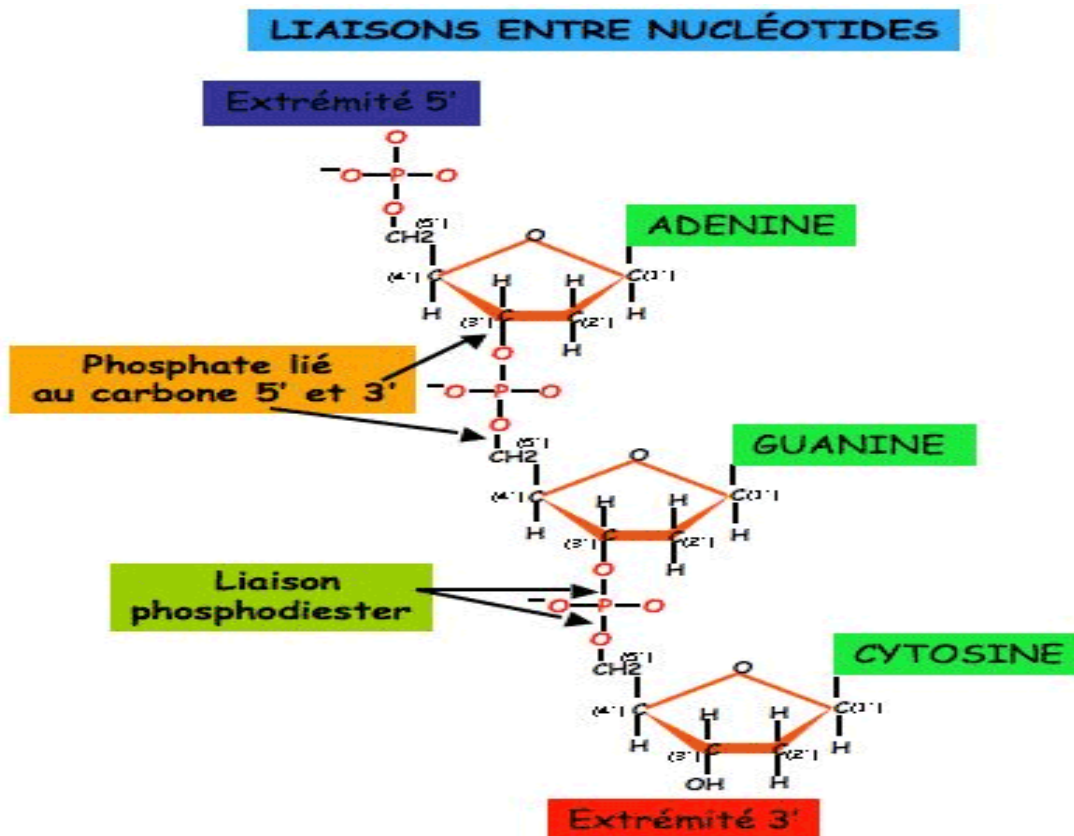
- liaisons entre nucléotides

Dans l'ADN les **nucléotides de chaque chaîne seront assemblés entre eux par une liaison ester**. Elle est le résultat de l'élimination d'une molécule d'eau entre un OH de l'acide phosphorique d'un nucléotide et l'H de la fonction alcool située en 3' du désoxyribose d'un autre nucléotide. Il en résulte que lorsque deux nucléotides sont assemblés les deux fonctions acide

- (OH) de l'acide phosphorique sont engagées dans des liaisons esters on parle alors de **liaison phosphodiester**. L'une est engagée avec l'**H de la fonction alcool située en 5' du désoxyribose** pour former un nucléotide (ose + base + acide phosphorique) et la seconde est engagée avec l'H en 3' du désoxyribose d'un autre nucléotide (permettant l'assemblage entre nucléotides). Cette caractéristique de liaison s'applique aussi à l'ARN.

- sens de lecture d'un acide nucléique

Par convention un acide nucléique est toujours lu dans le sens de l'extrémité 5' (comportant en règle un groupement phosphate) vers l'extrémité 3' qui possède un OH libre.



- Les **caractéristiques des chaînes de l'ADN** sont au nombre de trois:

- **Anti-parallèles:**

Les deux chaînes sont orientées dans des directions opposées. Une chaîne est orientée dans une direction 5' à 3' et l'autre qui lui sera parallèle est orienté dans la direction 3' à 5'.

- **Complémentaires:**

Les deux chaînes sont appariées suivant une règle de complémentarité universelle: A (adénine) appariée avec T (thymine) et C (cytosine) appariée avec G (guanine).

- Cette complémentarité repose sur des bases stériques (encombrement spatial) et sur la formation de liaisons hydrogène. Les liaisons hydrogène se forment par interactions entre un atome d'hydrogène et les atomes d'oxygène et d'azote (électronégatifs). Il y a trois liaisons hydrogène entre C et G et deux entre A et T.

Les nucléotides étant désignés par leur base qu'ils contiennent, on écrit leur assemblage dans un brin de l'ADN comme suit: ...AGCTATCGAGTCA...Le second brin, selon la règle de complémentarité, comportera alors l'assemblage:

...TCGATAGCTCAGT...

Configuration hélicoïdale:

Dans l'espace les deux chaînes présentent une configuration hélicoïdale. Elle s'enroulent autour d'un axe imaginaire et constituent une double hélice. On décrit 3 formes d'ADN.

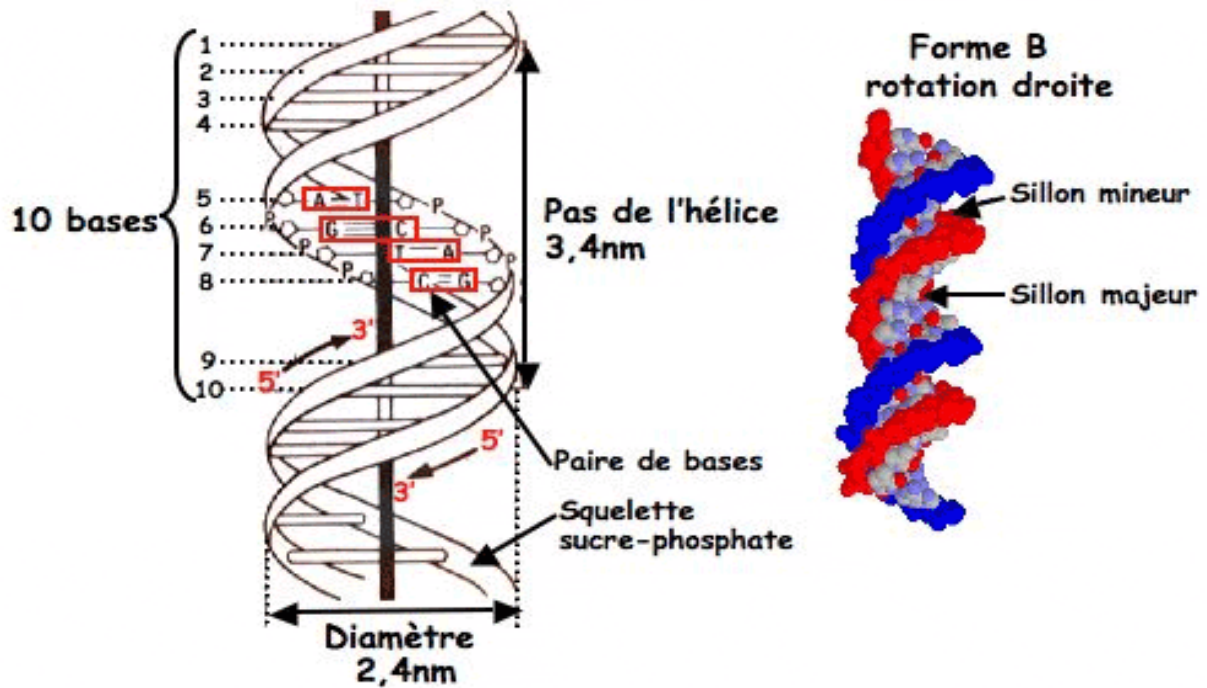
- **Forme B:** double hélice à **rotation droite**, c'est la forme qui a été décrite par Watson et Crick en 1953 et elle est **la plus importante**.

Ces caractéristiques peuvent se résumer ainsi:

- Environ 10 paires de bases par tour d'hélice et le pas de l'hélice est de 3,4nm et son diamètre est de 2,4nm. Dans une cellule l'hélice est un peu plus compacte (10,5 paires de base par tour de spire).

- Les bases sont à l'intérieur de l'hélice alors que les désoxyriboses et les groupements phosphates sont à l'extérieur.
 - Les plans des bases sont perpendiculaires à l'axe de l'hélice. Les plans des désoxyriboses sont presque perpendiculaires à ceux des bases.
 - Présence de deux types de sillons: sillon majeur (1,2nm de large) et sillon mineur (0,6nm).
 - **Forme A:** double hélice à **rotation droite**. C'est une forme rarement observée, seulement en présence d'un faible taux d'hydratation.

CONFIGURATION SPATIALE DE L'ADN



- - **Forme Z:** a été initialement une création de laboratoire. La double hélice a une **rotation gauche**. Environ 12 paires de bases par tour d'hélice, le pas est de 4,6nm et son diamètre de 1,8nm. Cette forme a été décelée dans les chromosomes des Mammifères mais sa fonction est très mal connue.