

# *Structure 3D des macromolécules biologiques*

## *Chapitre I: les acides nucléiques*



# Structure secondaire de l'ADN

- La double hélice « B » de l'ADN
- Les isoformes de la double hélice B



## La double hélice « B » de l'ADN

- En 1953, Rosalind Franklin a démontré que l'ADN possède une structure hélicoïdale grâce à sa radiographie par diffraction de rayons X.
- Elle en conclue que les squelettes désoxyribose-phosphate sont à l'extérieur de la double hélice.



## La double hélice « B » de l'ADN

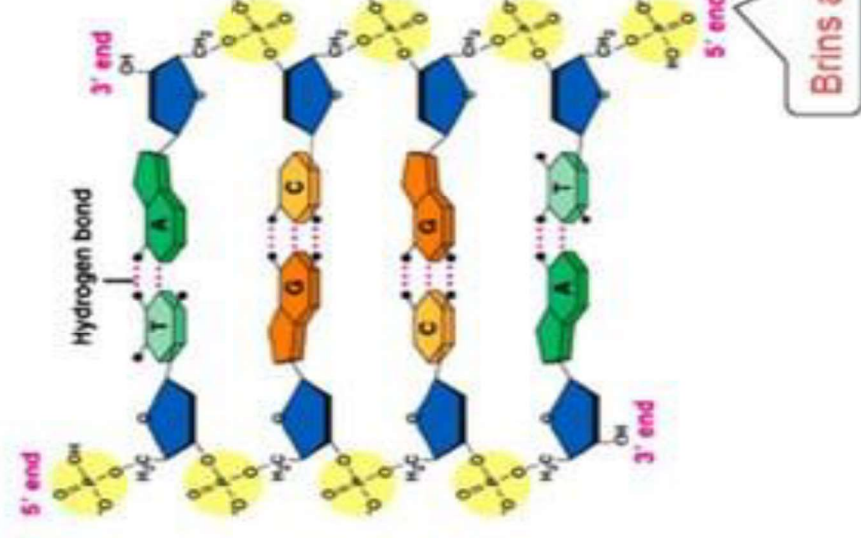
- Dans la même année Watson et Crick ont décrit la structure en double hélice de l'ADN.
- Cette structure est appelée hélice Watson/Crick ou **hélice B**. Elle possède les caractéristiques suivantes :
  - Les deux brins sont antiparallèles et associés en paire de bases
  - La double hélice B est « droite »
  - Il y a deux sillons différents



## La double hélice « B » de l'ADN

- Les deux brins sont antiparallèles et associés en paire de bases

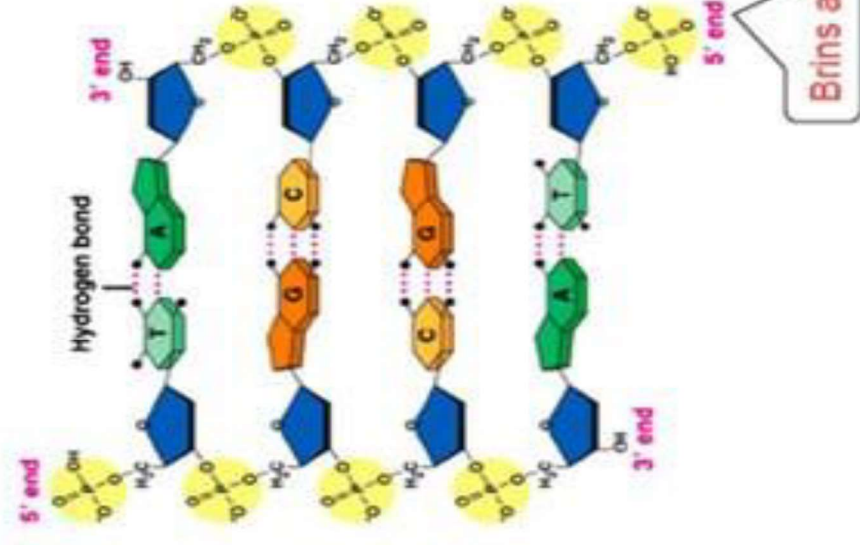
- Dans la double hélice, les deux brins sont orientés de manière opposée, ils sont dits **antiparallèles**.



# La double hélice « B » de l'ADN

- Les deux brins sont antiparallèles et associés en paire de bases

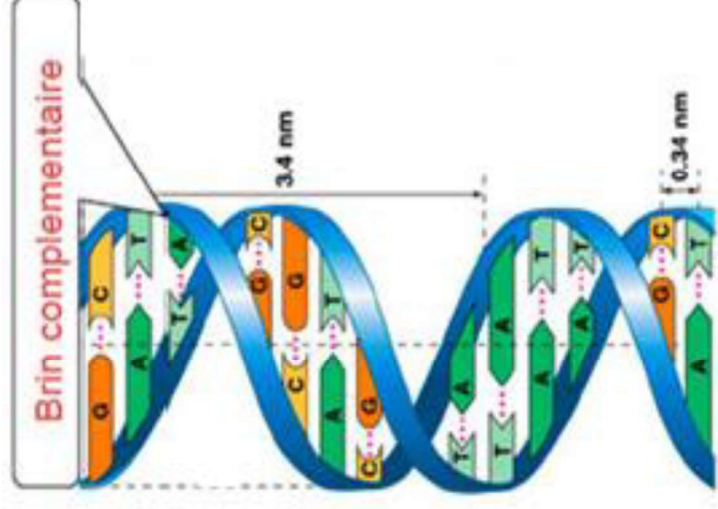
- Les liaisons hydrogène s'établissent toujours entre une purine de l'un des brins et une pyrimidine de l'autre brin pour former une molécule d'ADN double brin (ou ADN bicaténaire).



# La double hélice « B » de l'ADN

- Les deux brins sont antiparallèles et associés en paire de bases

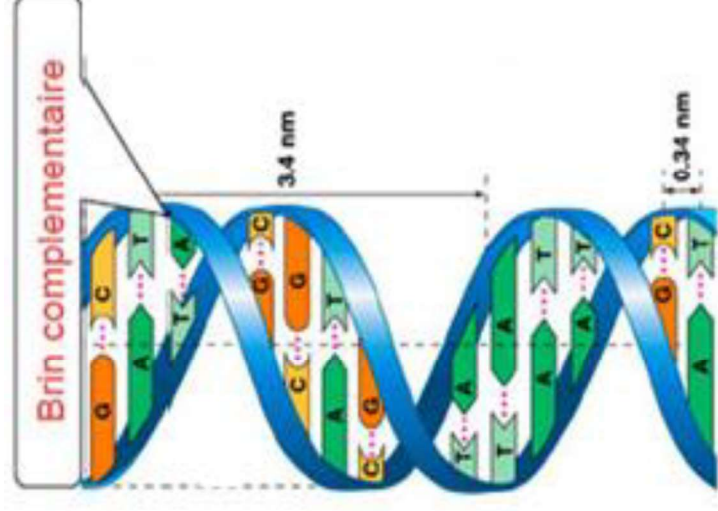
- L'association des deux brins par des liaisons hydrogène génère une contrainte physique qui impose à l'ensemble l'adoption d'une structure en double hélice.



# La double hélice « B » de l'ADN

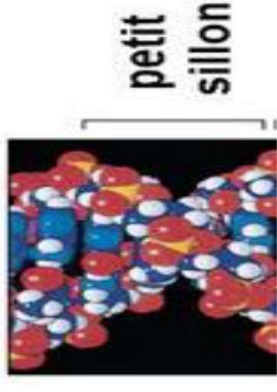
- **La double hélice B est « droite »**

- L'hélice B est dite « droite » car le sens du pas de l'hélice est à droite.
- Son diamètre est d'environ 2,4 nm.
- La distance séparant deux paires de bases successives est de 0,34 nm.
- Le « pas » de l'hélice est de 3,4 nm, il couvre une longueur de 10 paire de bases.



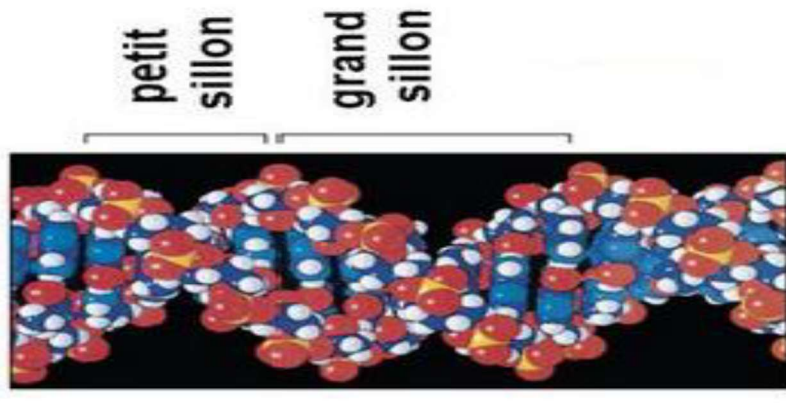
# La double hélice « B » de l'ADN

- **Il y a deux sillons différents**
- Les deux brins de la double hélice de l'ADN ne sont pas symétriques par rapport à l'axe central.
- Sur un plan de coupe, on voit que les deux brins sont proches d'un côté que l'autre.
- La face où les deux brins sont le plus proches est appelée petit sillon (ou sillon mineur), l'autre est appelée grand sillon (ou sillon majeur).



# La double hélice « B » de l'ADN

- **Il y a deux sillons différents**
- Cette particularité à une conséquence importante puisque les bases présentes dans le petit sillon seront masquées et ne pourront pas interagir avec les protéines de liaison à l'ADN, comme par exemple les protéines de régulation.
- Les interactions avec ces protéines se feront essentiellement avec les bases accessibles du côté du grand sillon.



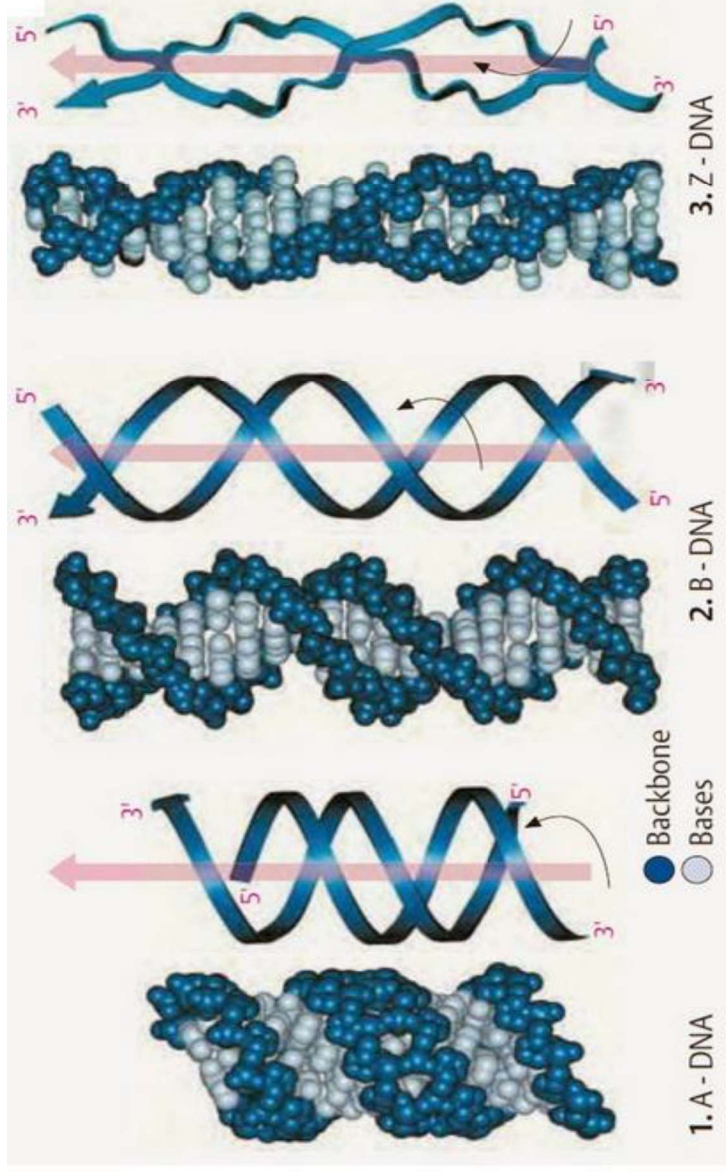
## Les isoformes de la double hélice B

- L'hélice B que nous venons de décrire est la forme majoritaire trouvée dans les cellules *in vivo*
- Deux autres conformations de la double hélice d'ADN sont aussi décrites: **L'hélice A et l'hélice Z**



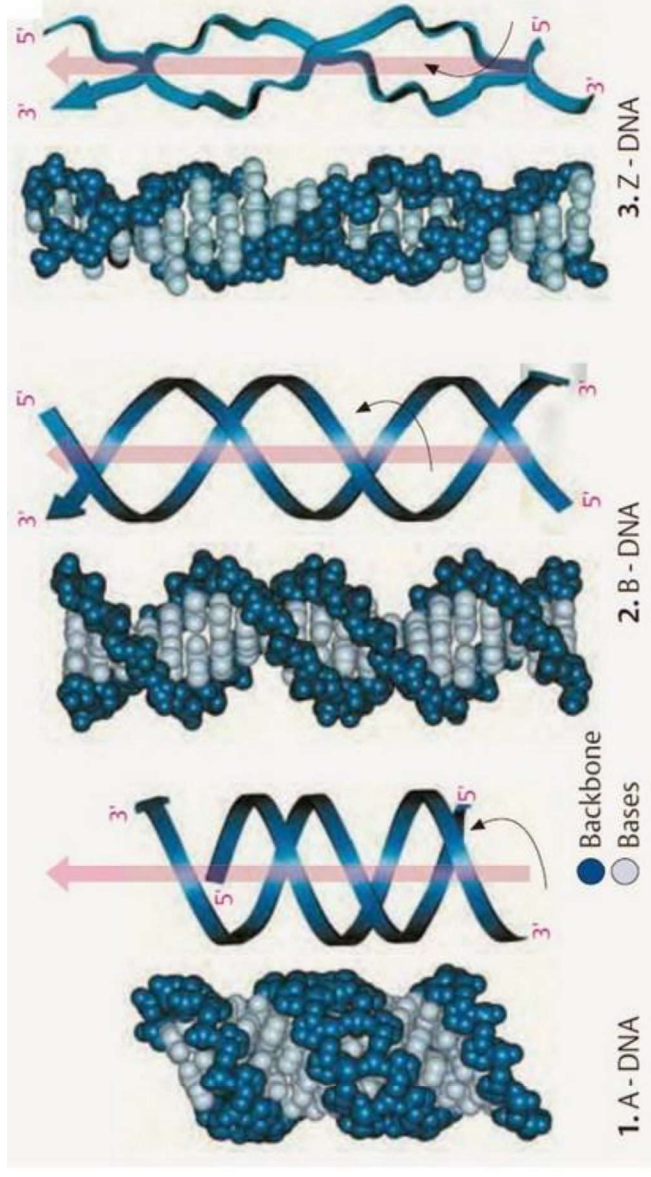
# Hélice A

- L'hélice A est rencontrée dans des solutions où il y a peu d'eau (après extraction) ou *in vivo* lorsque l'ADN est associé à des complexes protéiques.



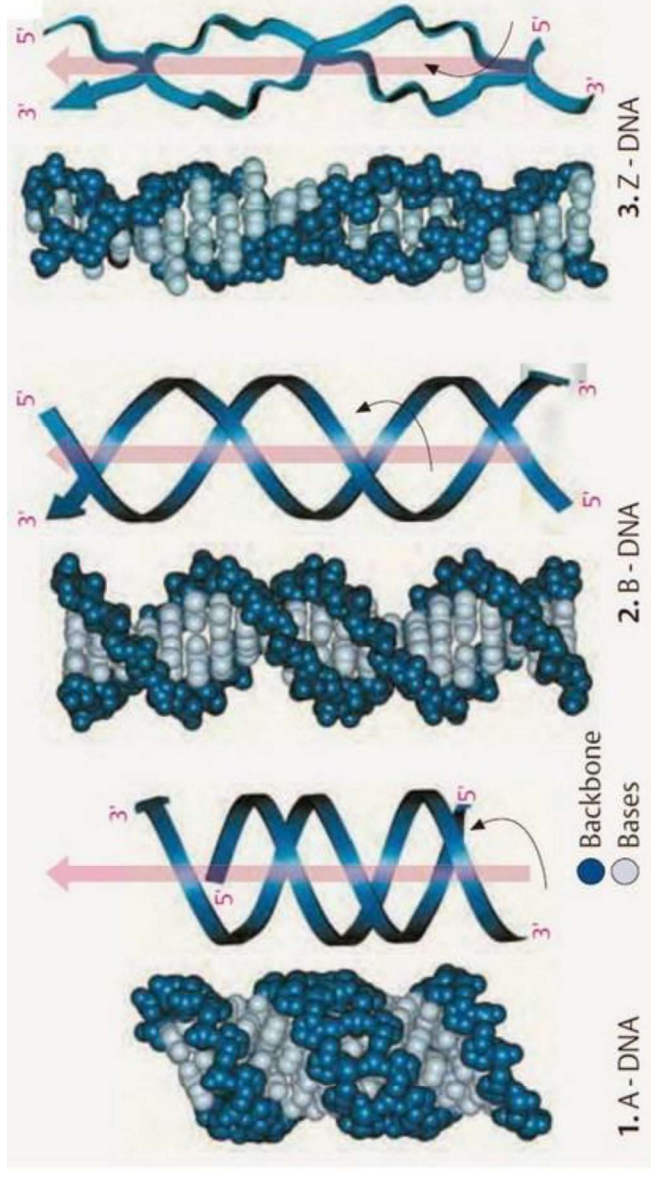
# Hélice A

- La forme A est observée notamment dans les hélices hybrides ADN-ARN.
- Cette forme est plus « resserrée » que la forme B avec un diamètre plus large (2,6 nm).



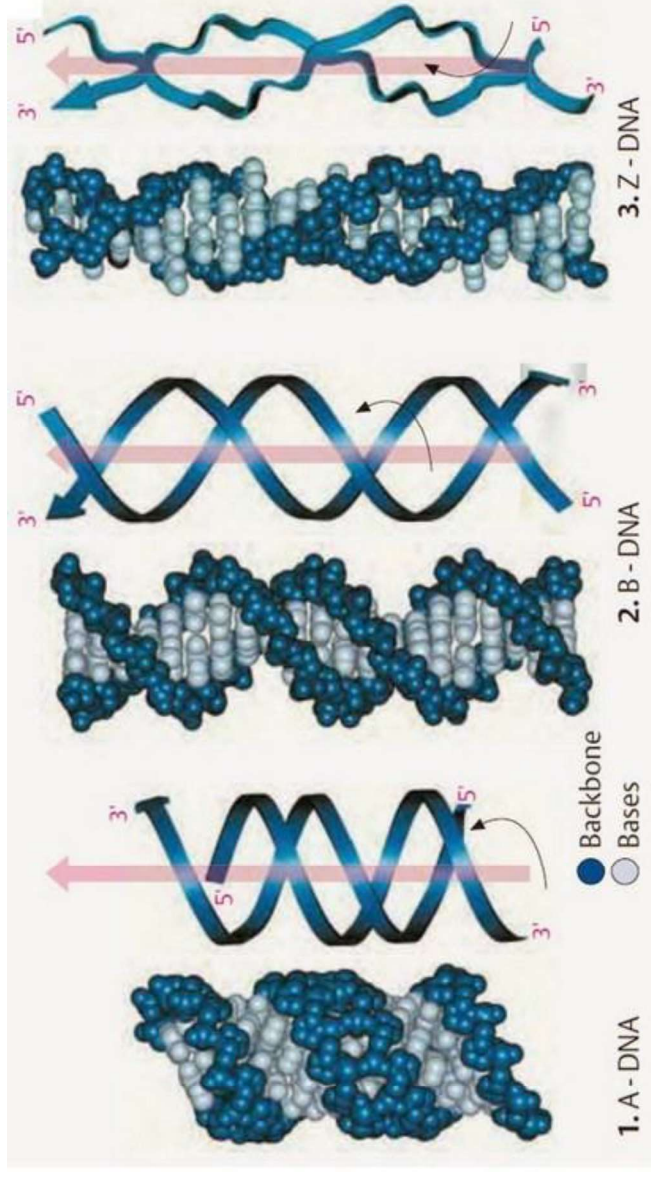
# Hélice A

- Elle est plus compacte avec une distance de 0,23 nm entre deux paires de base successives et un nombre de paire de base par tours plus important (11 pb/tour).
- Comme l'hélice B, le sens du pas de l'hélice A est à droite.



# Hélice Z

- L'hélice Z peut se trouver aussi *in vivo* dans certaines conditions particulières et en très faible proportion.



# Hélice Z

- L'hélice Z une hélice « gauche » qui apparaît lorsqu'il y a alternance entre bases puriques et pyrimidiques.
- Cette hélice est plus étirée (en zigzag) que l'hélice B avec un diamètre de l'ordre de 1,8 nm et un nombre de 12 paires de bases par tour.

