# Un modèle pour la molécule d'ADN

...« Les plaques de métal brillant furent alors immédiatement employées à faire un modèle dans lequel pour la première fois tous les composants de l'ADN se trouvaient réunis. En une heure environ, j'avais donné aux atomes des positions qui s'accordaient avec les renseignements fournis par les rayons X et avec les lois de la stéréochimie. L'hélice résultante était à enroulement dextre, ses deux chaînes courant en directions opposées... » J.D. WATSON, 1968. — La double hélice.

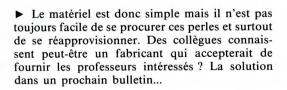
Comme Watson..., nos élèves peuvent s'entraîner à construire un modèle de molécule d'ADN pour en comprendre les propriétés. A la différence des deux modèles déjà proposés dans les fiches vertes, celui-ci est de taille très réduite.

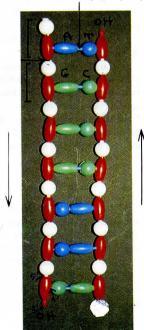
#### MATÉRIEL

- Perles en plastique à pression, vendues pour fabriquer des colliers. Les perles choisies pour symboliser les pentoses (dans notre modèle, les ovales rouges correspondent au désoxyribose et les jaunes au ribose) doivent être percées avec un clou chauffé ou une perceuse manuelle, pour assurer trois liaisons (figure 1):
  - 1' avec la base azotée, trou à percer sur le côté de la perle.
  - 3' avec un autre nucléotide, par le groupe OH.
  - 5' avec le phosphoryle.
- Fragments de fil électrique de 1,5 cm de long et de quelques millimètres de diamètre en fonction du format des perles.

un d-nucléotide liaison phosphodiester (covalente) un d-nucléotide

1. – L'ADN est un polynucléotide bicaténaire formé par 2 chaînes antiparallèles.





liaisons faibles (hydrogène)

#### MODÉLISATION DE LA MOLÉCULE D'ADN

- Le désoxyribose (perle ovale rouge) et le ribose (perle ovale jaune) possèdent cinq atomes de carbone qui déterminent une polarité :
  - le carbone 1 se lie avec une base azotée, ce qui forme un nucléoside;
- le carbone 5 s'associe avec un, deux ou trois phosphates pour constituer un nucléotide, c'est-à-dire un nucléoside mono-, di- ou triphosphorylé (figure 2, fiche 40 bis);
- le carbone 3 porte le groupe OH qui permet à deux nucléotides de former une liaison phosphodiester.
- Les liaisons chimiques réalisées entre 1', 3' et 5', covalentes ou de forte énergie, sont symbolisées par les pressions entre les perles. Elles assurent la formation de polynucléotides monocaténaires.
- Les liaisons chimiques formées entre deux bases complémentaires adénine-thymine et guanine-cytosine, sont dites de faible énergie. Elles sont concrétisées par des fragments de fil électrique qui permettent la jonction entre deux bases azotées complémentaires. Ces liaisons conduisent à la formation de la molécule bicaténaire (figure 1) qui se dénature aisément pour donner deux molécules monocaténaires.
- Dans l'espace, ce modèle moléculaire prend la forme d'une double hélice dont il convient de préciser l'échelle par quelques repères (figure 3, fiche 40 bis). Les sillons facilitent le positionnement des enzymes polymérases.

#### MODÉLISATION DES PROPRIÉTÉS DE L'ADN

- Un brin d'ADN porte un message génétique dans la séquence de ses nucléotides.
- Cette molécule peut s'autoreproduire par réplication semi-conservative ( figure 4, fiche 40 bis).
- Un brin d'ADN sert de matrice pour la transcription d'une molécule d'ARN ( figure 5, fiche 40 bis).
- Enfin, il est possible de réaliser un blocage thérapeutique de la rétrotranscription, c'est-à-dire de la formation d'ADN à partir d'ARN chez les rétrovirus, le VIH ou virus du sida par exemple. Des nucléosides de synthèse comme la ddT ou l'AZT (figure 6) sont des analogues des nucléosides biologiques avec lesquels ils entrent en compétition dans l'organisme. Dépourvus de groupe OH sur le carbone 3 du désoxyribose, ils ne permettent pas l'élongation de l'ADN viral dans lequel ils se sont incorporés. Ces molécules freinent donc l'évolution du sida.

### INTÉRÊT PÉDAGOGIQUE

- Cette modélisation concrétise des structures moléculaires qui ne sont pas encore accessibles aux appareils d'observation : molécules responsables du message génétique (ADN) et de son expression (ARN) mais aussi molécules riches en énergie potentielle et capables de céder cette énergie lors du transfert d'un phosphoryle (ATP).
- En construisant ces modèles, un élève du second cycle utilise une technique qui s'est révélée fructueuse pour les chimistes. La modélisation moléculaire profite actuellement des progrès de l'informatique et elle nous a familiarisés avec les images de molécules construites sur écran d'ordinateur.

groupe OH permettant la liaison phosphodiester

entre 2 nucléotides

## Un modèle pour la molécule d'ADN

- 4 d-nucléosides triphosphorylés de l'ADN
- 4 nucléosides triphosphorylés de l'ARN
- Les monomères triphosphorylés de l'ADN et de l'ARN sont des molécules riches en énergie potentielle.

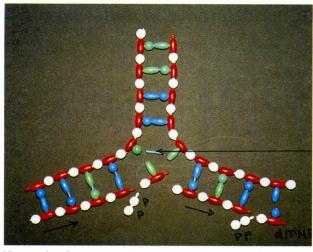


C : cytosine G : guanine A : adénine T : thymine U : uracile

P : phosphoryle D : désoxyribose R : ribose

3. - La double hélice de l'ADN.

0,34 nm



liaison faible

PP: pyrophosphate

4. – La réplication semiconservative de l'ADN.

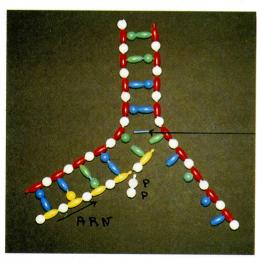
d.TTP

d.TMP + PP

monomère triphosphorylé riche en énergie

monomère monophosphorylé incorporé à l'ADN

L'énergie libérée par cette réaction permet l'élongation du brin d'ADN.



5. - La transcription d'un brin d'ADN, en ARN.

liaison faible



pas de groupe OH

didéothymidine (proche de l'AZT utilisée contre le sida)

**6.** — Le dérivé triphosphorylé de la ddT, analog de la d.TTP, inhibe l'élongation de la molécule d'A