

# BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Lalaoui Meryem

1 Avril 2022

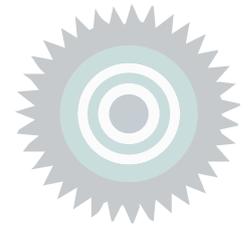


# Table des matières

<b>Objectifs</b>	<b>3</b>
<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>I - Contact</b>	<b>5</b>
<b>II - Pré-requis / Connaissances préalables nécessaires</b>	<b>6</b>
<b>III - Exercice : pré-test</b>	<b>7</b>
<b>IV - Exercice : exercice pour le pré-test</b>	<b>8</b>
<b>V - CHAPITRE 1 : Support de l'information génétique</b>	<b>9</b>
1. Structure des acides nucléiques .....	9
1.1. Les Nucléotides .....	9
1.2. Exercice .....	12
2. L'Acide désoxyribonucléique.....	12
2.1. Structure de l'ADN .....	12
2.2. Les caractéristiques de l'ADN.....	13
2.3. Les formes de l'ADN.....	13
2.4. Propriété physico-chimiques de l'ADN.....	14
2.5. Les nucléosomes et les chromosomes.....	14
<b>Solutions des exercices</b>	<b>16</b>
<b>Glossaire</b>	<b>17</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>18</b>

# Objectifs

---



La matière vise à donner les notions de bases aussi bien de la biologie moléculaire . Les buts qui visés dans le première chapitre sont :

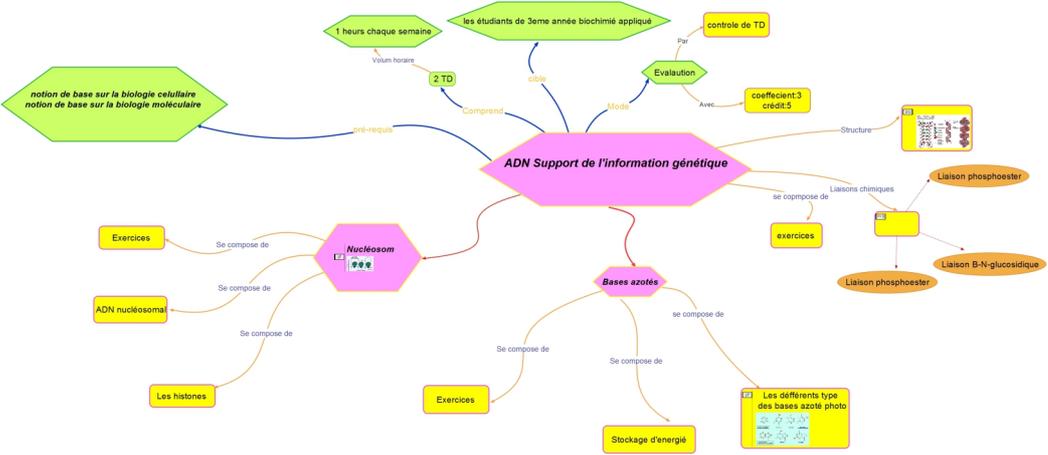
- Connaître les structures des acides nucléiques
- Démontrer comment est utilisée l'information génétique dans la cellule.
- Interprété des interactions entre macromolécules biologiques.
- Analyser les connaissance pour construire un aidé exacte sur la structure du support de l'information génétique
- Évaluer les connaissance par des exercices



# Introduction

Ce cours traite un module qui englobe une notion fondamentale dans la biologie : La biologie moléculaire (parfois abrégée bio. mol.). Il s'adresse aux étudiants de la 3ème année spécialité « Science biologique».

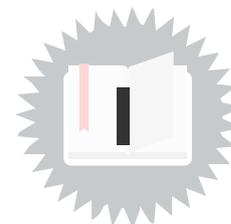
La biologie moléculaire est une discipline scientifique au croisement de la génétique, de la biochimie et de la physique, dont l'objet est la compréhension des mécanismes de fonctionnement de la cellule au niveau moléculaire. Le terme « biologie moléculaire », utilisé la première fois en 1938 par Warren Weaver, désigne également l'ensemble des techniques de manipulation d'acides nucléiques (ADN, ARN), appelées aussi techniques de génie génétique. La biologie moléculaire est apparue au xx<sup>e</sup> siècle, à la suite de l'élaboration des lois de la génétique, la découverte des chromosomes et l'identification de l'ADN comme support chimique de l'information génétique.



Carte mentale (chapitre 2)

# Contact

---



**Établissement** : Centre Universitaire Abdelhafide Boussouf - Mila

**Faculté** : Sciences et technologie

**Département** : science de nature et de vie

**Public cible** : 3ieme année Licence, spécialité science biologique

**Intitulé du cours** : Biologie moléculaire

**Unité d'enseignement Fondamentale** : Crédit : 05 | Coefficient : 03

**Durée** : 6 semaines

**Horaire** : mercredi : 10h00 - 11h00 – Salle 6 tranche 4

**Enseignant de travaux dirigé** : Dr. LALAOUI Meryem

**Contact par mail** : lal.meriem@centre-univ-mila.dz

# Pré-requis / Connaissances préalables nécessaires

---



Il est recommandé aux apprenants de connaître :

- Des notions de base de biologie cellulaire
- Des notion de base de biologie moléculaire

## Exercice : pré-test

---

[solution n°1 p. 16]



Les cellules peuvent être :

- Procaryote
- Eucaryote
- Caryotypiques

# Exercice : exercice pour le pré-test

[solution n°2 p. 16]



Quelles sont les lettres qui désignent les 4 bases de l'alphabet génétique ?

- ASDF
- CGTB
- ATCG
- KIPS

# CHAPITRE 1 : Support de l'information génétique



La variété des organismes vivants est extraordinaire, on estime qu'il ya de nos jours plus de **10 millions d'espèces**. Chaque espèce est différente des autres. Cette différence est due au contenu en **information génétique de chaque espèce**. Les généticiens ont envisagé que des molécules spécifiques étaient porteuses de cette information génétique. Les êtres vivants sont subdivisés en deux groupes : **les eucaryotes\*** et **les procaryotes\***, se différencient par la présence ou non d'un **noyau\*\***.

## 1. Structure des acides nucléiques

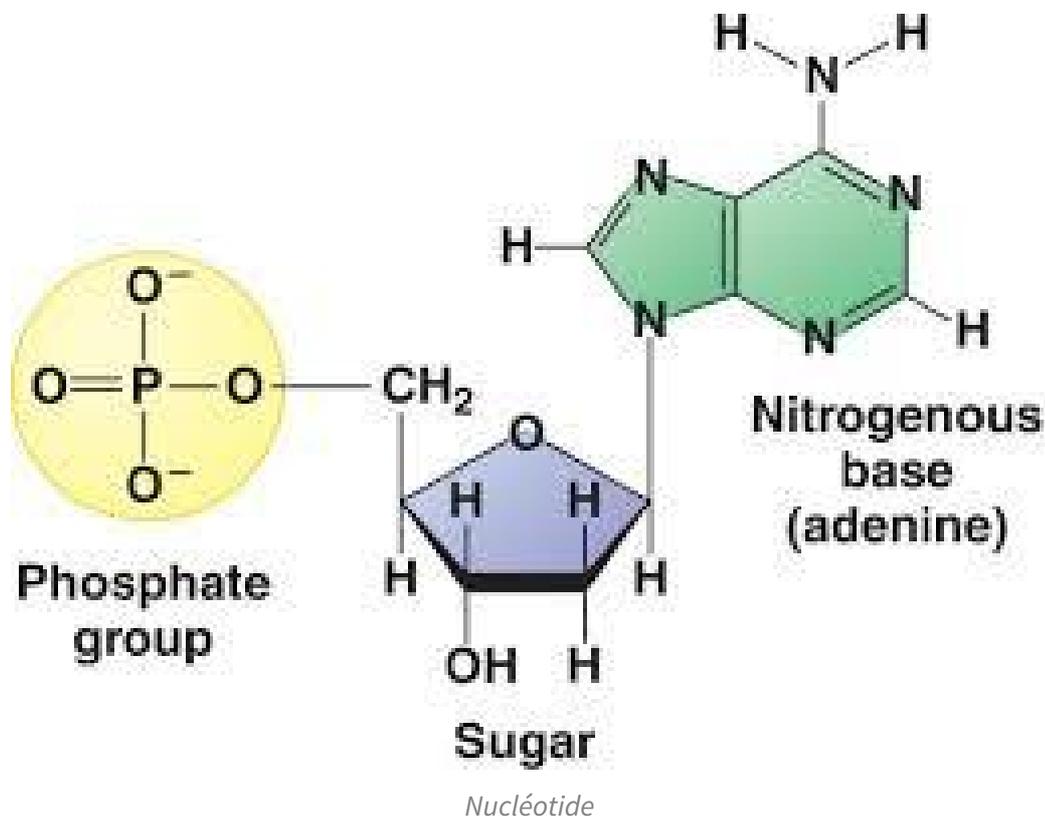
Les acides nucléiques sont constitués d'un enchainement de nucléotide ; il existe deux types d'acide nucléique

- L'ADN : Acide DésoxyriboNucléique (**localisé dans les noyaux des cellules**)
- L'ARN : Acide RiboNucléique (**localisé dans les cytoplasmes cellulaire**)\* \*

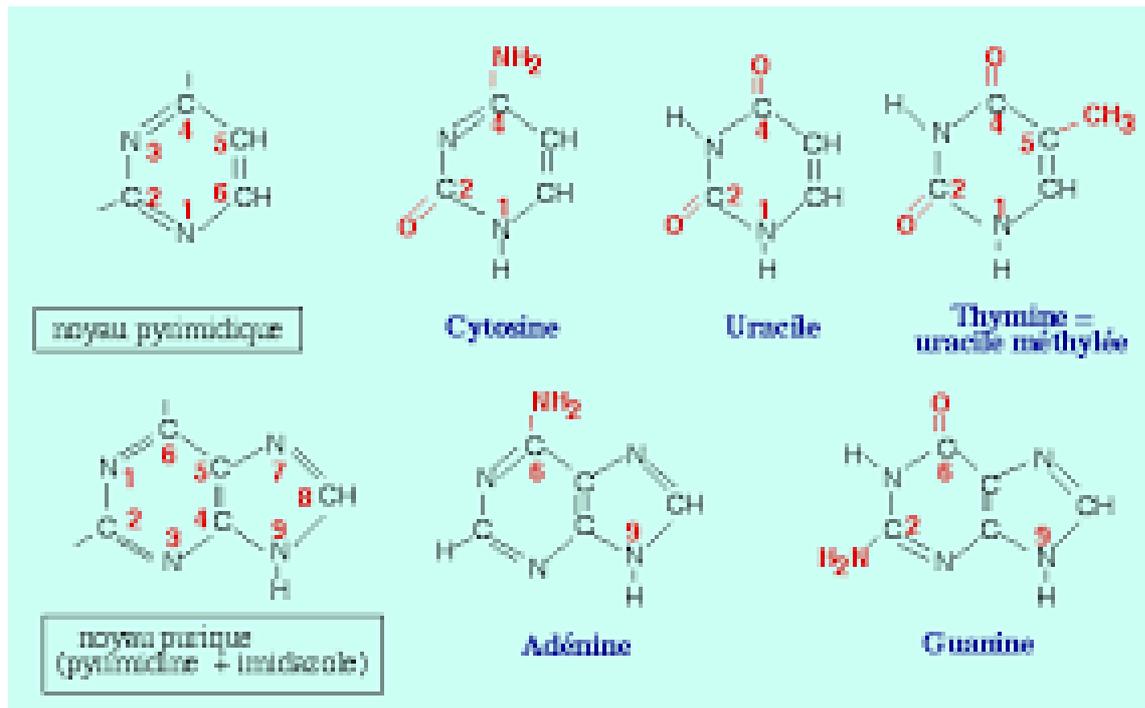
### 1.1. Les Nucléotides



Les nucléotides sont constitués d'une **base azotée**, **d'un sucre** (ribose pour l'ARN et désoxyribose pour l'ADN) et de **groupement phosphate** (1 et 3)

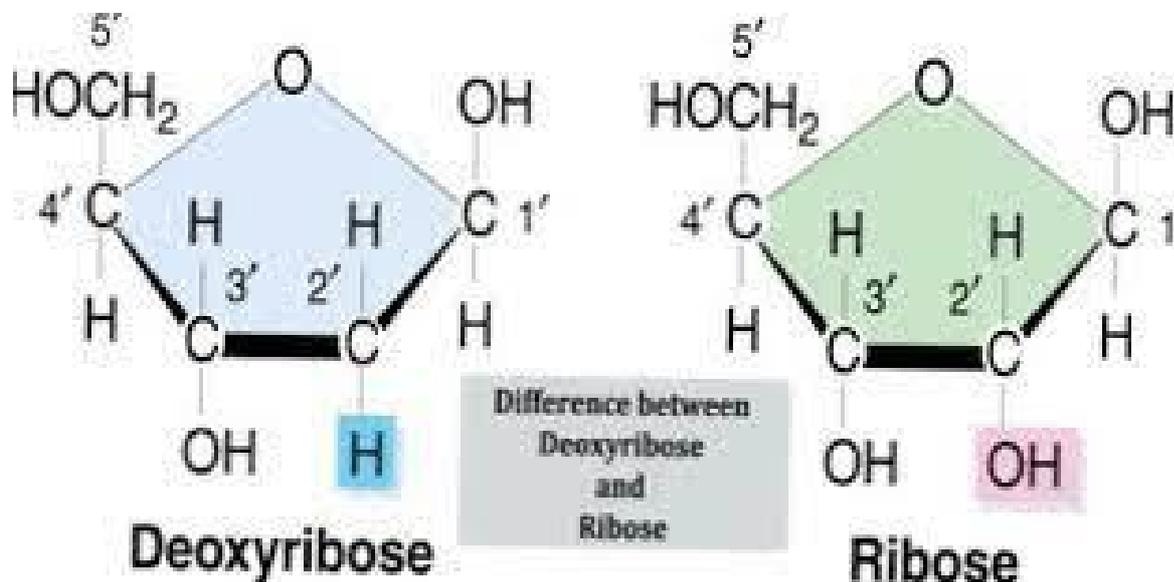


**une base** : les bases sont classées en **pyrimidines** et en bases **purines**. Les principales bases pyrimidiques sont: l'uracile, la cytosine et la thymine. Les principales bases puriques sont l'adénine et la guanine.



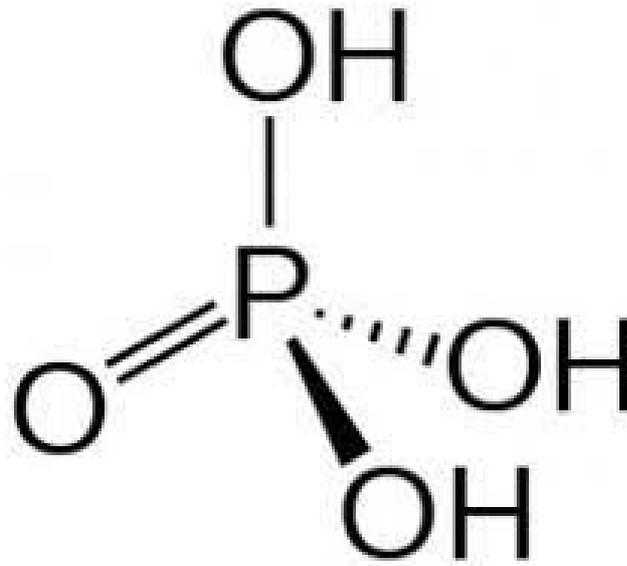
Base azoté

**un ose (sucre)** : il en existe deux types, le **ribose** et le **2'-désoxyribose**. Ces deux sucres sont des oses à cinq atomes de carbone ou pentoses. On les numérote avec des chiffres accompagnés 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).



Ribose

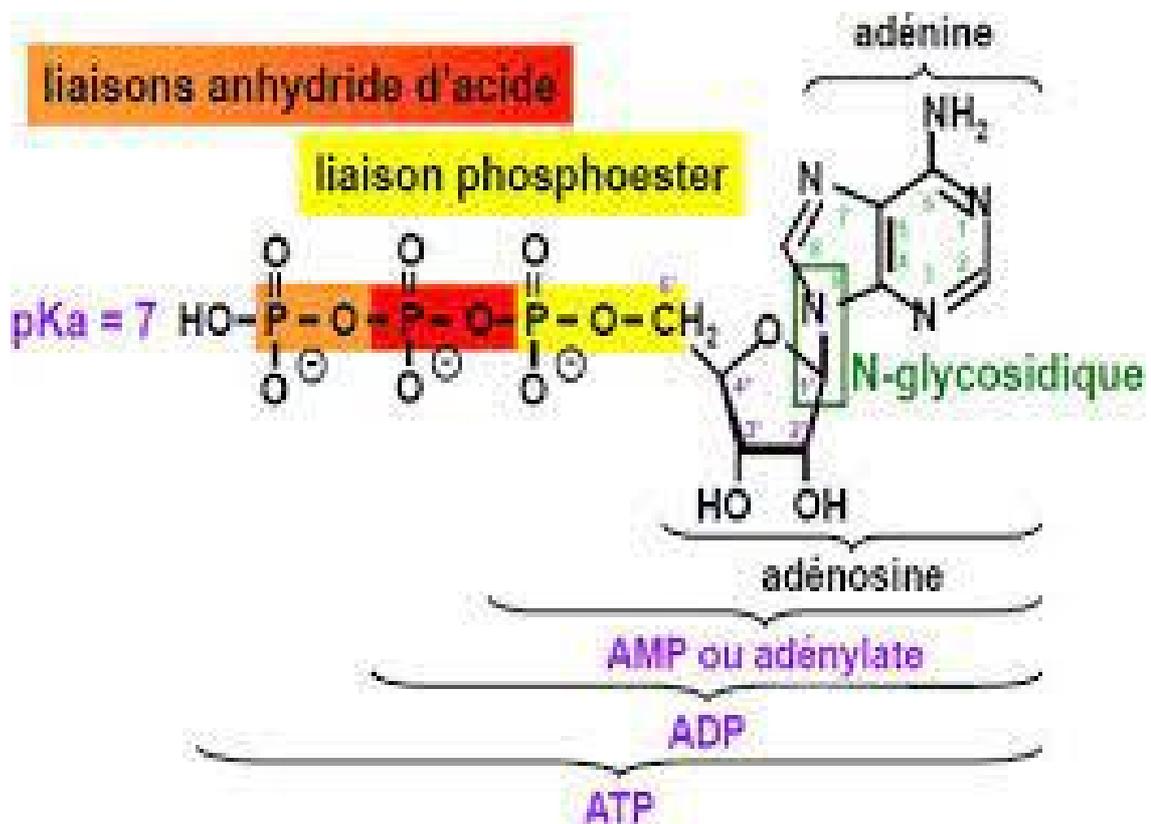
**un acide phosphorique** ( $H_3PO_4$ ) : il possède trois fonctions acide. Deux de ces fonctions sont estérifiées dans les ADN et les ARN. La troisième fonction acide est libre.



*groupement phosphorique*

#### a) les liaisons chimique

- Les liaisons chimiques reliant **les sucres** avec les **bases azotées** sont des **liaisons  $\beta$ -N-glycosidiques**
- Les liaisons chimiques reliant **les sucres** avec les **groupements phosphates** sont des **liaisons phosphoester**



*Liaisons chimiques*

## b) Nomenclature des nucléotides

L'association ose-base est appelée **nucléoside**. L'association acide phosphorique-ose-base est appelée **nucléotide**.

- Les nucléosides et nucléotides à base purique (A et G) ont respectivement une terminaison "ine" et "ylique".
- Les nucléosides et nucléotides à base pyrimidique (C, T et U) ont respectivement une terminaison "idine" et "idylique".\*\*

[cf. Nomenclature des nucléotides]

### 1.2. Exercice

[solution n°3 p. 16]

Par l'intermédiaire de quels atomes et de quel type de liaison la structure d'ADN double brin est-elle stabilisée?

\_\_\_\_\_

## 2. L'Acide désoxyribonucléique

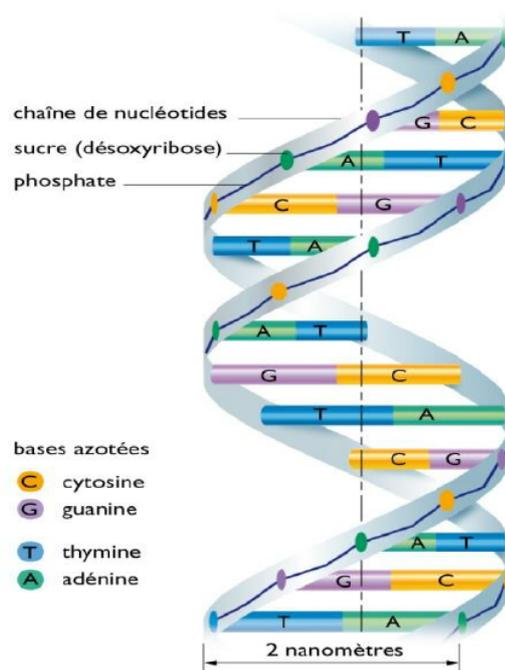
### 2.1. Structure de l'ADN



Les acides désoxyribonucléiques sont de très grandes molécules composées de **deux chaînes polynucléotidiques** enroulées l'une autour de l'autre pour former une **double hélice régulière** (La forme B a un diamètre de 2,47 nm)



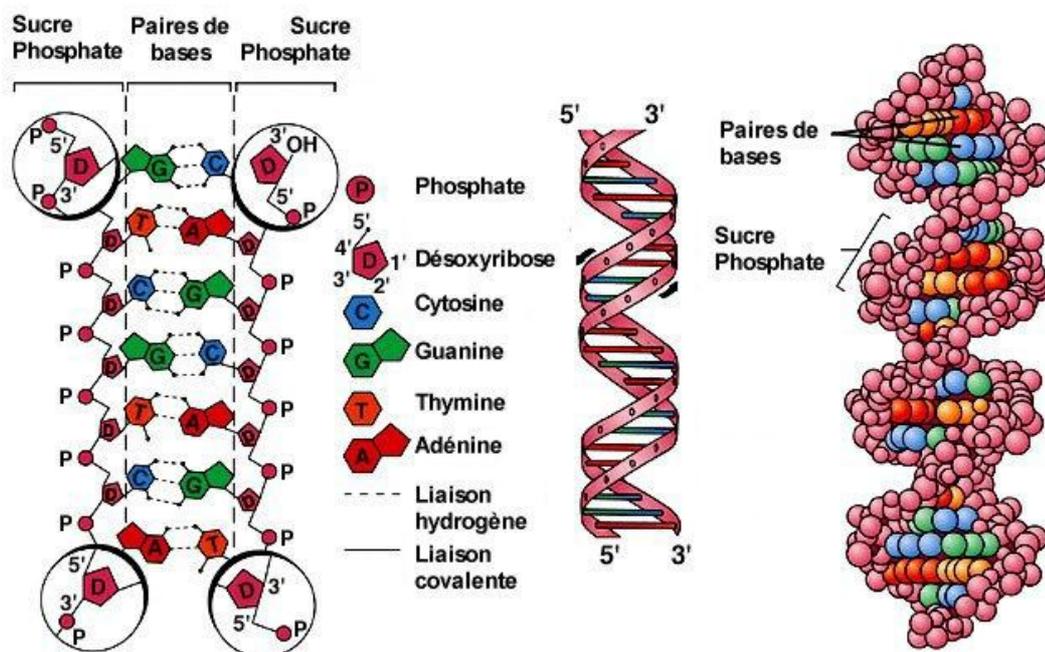
L'ADN est constitué d'un **polymère de nucléotides**. Les nucléotides sont liés par une liaison **phosphodiester**. Dans cette liaison, le groupement phosphate entre les deux nucléotides est relié d'un côté par une liaison ester au **carbone 5'** et de l'autre côté par une seconde liaison ester au **carbone 3'**. Cette chaîne polynucléotidique est orientée et possède **deux extrémités, l'extrémité 5'P et l'extrémité 3'OH**



Structure d'ADN

## 2.2. Les caractéristiques de l'ADN

- Les deux brins sont **antiparallèles** et associés en paire de bases : Deux molécules d'ADN simple brin peuvent s'associer entre elles par **complémentarité** de leurs bases pour former une molécule d'ADN **double brin**. Cette structure porte aussi le nom d'**ADN bicaténaire**. Pour des raisons structurales, les deux brins sont **orientés** de manière **opposée**. Ils sont dits antiparallèles.
- Les liaisons **hydrogène** sont formées par l'interaction entre un atome d'hydrogène et deux autres atomes dits électronégatifs (oxygène et azote). Les liaisons hydrogène sont au nombre de **deux** entre **A et T** et de **trois** entre **C et G**
- elle est **hélicoïdale** : dans l'espace les deux chaînes présentent une configuration hélicoïdale. Elles s'enroulent autour d'un axe imaginaire pour constituer une double hélice à rotation droite.
- L'ADN est chargé **négativement** à pH 7 Les groupements phosphates présents entre deux nucléotides portent des atomes d'oxygène chargés négativement à pH 7. Cela confère une charge globale négative de l'ADN à ce pH.\* \*



ADN

## 2.3. Les formes de l'ADN

Dans l'espace les deux chaînes présentent une configuration hélicoïdale. Elles s'enroulent autour d'un axe imaginaire pour constituer une double hélice à rotation droite (Ex. Forme A et B) ou bien à rotation gauche (Ex. Forme Z). Il existe plusieurs structures hélicoïdale de l'ADN jusqu'à maintenant présent, six formes ont été décrites (A à E et Z), mais la plupart d'entre elles ont été trouvées dans des conditions expérimentales contrôlées.

pour voir la vidéo cliqué ici<sup>1</sup>



Complément

**La forme B** de l'ADN est la forme biologique la plus importante, elle correspond à la forme décrite par **Watson et Crick en 1953**. Cette forme est caractérisée par un pas (tour) d'hélice de 10.5 pb (34 Å) et un diamètre de 2nm. Les bases sont orientées en positions anti sur les résidus de désoxyribose.

<sup>1</sup><https://youtu.be/bWaXJfyXfCQ>



**La forme A** . S'agit d'une double hélice droite. Cette double hélice est plus large avec un diamètre de l'ordre 2,3nm mais une longueur de seulement 2,8nm pour 11 paire de bases par tour d'hélices. les bases sont orientées en positions anti sur les résidus de désoxyribose.



**Forme Z** Forme une double hélice à rotation gauche ; nombre de paires de bases par tour d'hélice est de 12, le pas d'hélice est de 4.56 nm, et un diamètre de 1.8 nm

## 2.4. Propriété physico-chimiques de l'ADN

Si on **chauffe** une solution d'ADN, à une certaine température, les liaisons hydrogène qui assurent la cohésion des deux brins appariés se rompent, les deux brins se séparent, on parle de fusion de l'ADN, caractérisée par la température de fusion (ou  $T_m$ ). L'ADN est dénaturé. Cette **dénaturation** est cependant réversible dans certaines conditions, les deux brins peuvent se réassocier suivant les règles de complémentarité. La température de fusion varie selon l'ADN étudié. Elle augmente lorsque le pourcentage de bases (G+C) augmente. Ceci est lié au nombre de liaisons hydrogène possibles formées par les bases G et C (3 liaisons hydrogène entre  $C \equiv G$  au lieu de 2 *entre A=T*)\*. \*

pour voir la vidéo cliqué ici<sup>1</sup>

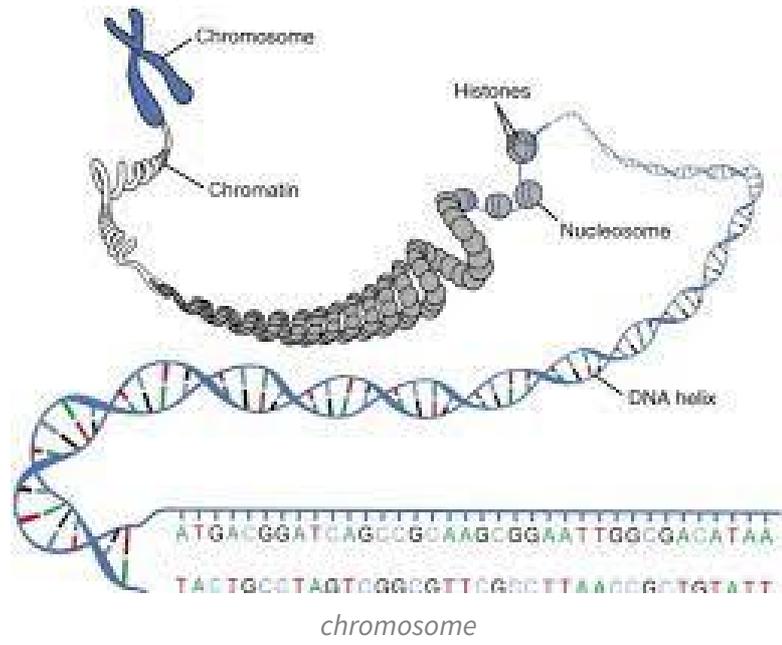
La présence des bases puriques et pyrimidiques permet aux acides nucléiques (ADN et ARN) **d'absorber** dans l'ultra-violet (**UV**) à **260 nm**. Les protéines absorbent un peu à 260 nm, mais surtout à **280 nm**. **Cette absorption dans l'UV permet de doser les acides nucléiques** et d'estimer la contamination par les protéines lors de la purification des acides nucléiques.

## 2.5. Les nucléosomes et les chromosomes

Dans les cellules, la molécule d'ADN nucléaire présente différents niveaux d'enroulement et de compactations . Elle est fortement **associée à des protéines** pour constituer **la chromatine**. L'image la plus classique est celle du collier de perles. La molécule d'ADN relie les « perles » qui sont des complexes protéines-ADN appelés **nucléosomes**.

Le nucléosome contient environ 200 paires de bases d'ADN associées à des protéines appelées **histones**. Les histones sont des protéines de petit poids moléculaire (11-14 kDa), riches en acides aminés basiques. Dans un nucléosome, elles sont au nombre de 8 avec deux exemplaires de chacune des histones: H2A H2B, H3 et H4. Au niveau d'un nucléosome, l'ADN (200 pb) est donc associé à un octamère d'histone. L'histone H1 n'appartient pas au nucléosome, mais interviendrait dans le contact entre deux nucléosomes. Ce collier de perles peut subir des enroulements successifs avec formation de structures de type solénoïde

<sup>1</sup> <https://youtu.be/rWrtTZQ9iXs>



# Solutions des exercices

---



## Solution n°1

[exercice p. 7]

Les cellules peuvent être :

- Procaryote
- Eucaryote
- Caryotypiques

## Solution n°2

[exercice p. 8]

Quelles sont les lettres qui désignent les 4 bases de l'alphabet génétique ?

- ASDF
- CGTB
- ATCG
- KIPS

## Solution n°3

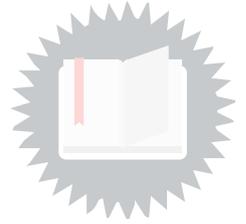
[exercice p. 12]

Par l'intermédiaire de quels atomes et de quel type de liaison la structure d'ADN double brin est-elle stabilisée?

Entre les atomes d'azote et les atomes d'oxygène des bases azotées sont établis des liaisons faibles de type hydrogènes.

# Glossaire

---



## **eucaryotes**

Un cellule eucaryote est une cellule possédant un noyau et des organites, le tout délimité par une membrane. C'est l'ensemble des organismes vivants unicellulaires mais aussi multicellulaires

## **procaryotes**

Le terme " procaryote " (Prokaryota ou Prokarya), du grec pro (avant) et caryon (noyau), est d'abord une référence à une structure cellulaire particulière, sans noyau ni autres organites, et s'opposant à la structure eucaryote.

# Bibliographie

---



Aouf. A (2016) ; Cours de Biologie Moléculaire et Génie Génétique ; Université Ferhat Abbas-Sétif1

Dakar (2006) ; formation biologie moléculaire ; Philippe Gauthier, CBGP-IRD Montpellier – philippe.gauthier@ensam.inra.fr

Nehal Fatima ; (2018) ; Biologie Moléculaire et Génie ; Département des Sciences Agronomiques et Biotechnologies; Université Hassiba Ben bouAli -Chelef