

www.facebook.com/DomaineSNV

La structure des acides nucléiques:

Page facebook ; Domaine SNV : Biologie,Agronomie,Science Alimentaire,Ecologie

Les acides nucléiques sont :

- *le support moléculaire de l'information génétique : **l'ADN** (et **ARN** pour certains virus) est le support de l'hérédité et du codage des composés biologiques (les ARN, les protéines)*
- *des effecteurs de l'expression de l'ADN en peptides et protéines : **acide ribonucléique** dont l'abréviation est **ARN (RNA)***
regroupés en trois classes :
 - *les **ARN messagers (ARNm)***
 - *les **ARN de transfert (ARNt)***
 - *les **ARN ribosomaux (ARNr)***

Les acides nucléiques sont des polymères dont l'unité de base, est le **nucléotide**.

Chaque nucléotide est formé:

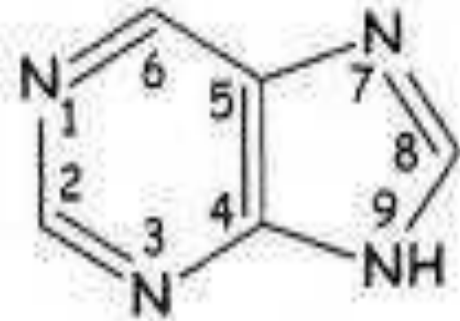
- ❖ Base azotée.
- ❖ Sucre.
- ❖ Acide phosphorique

les bases azotées

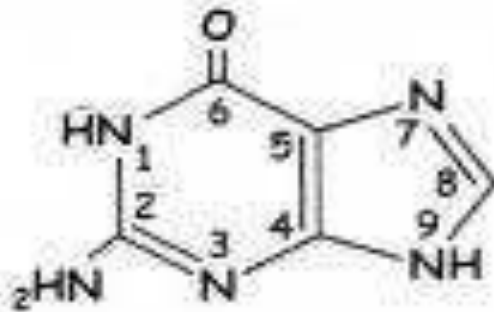
Pyrimidique



Purique



Les bases puriques

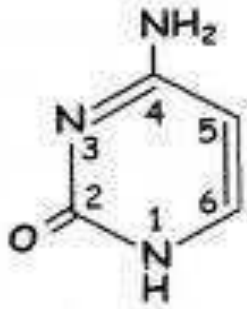


Guanine

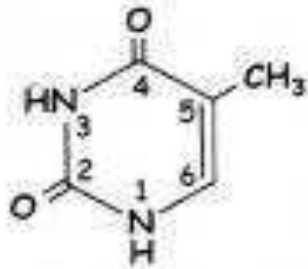


Adénine

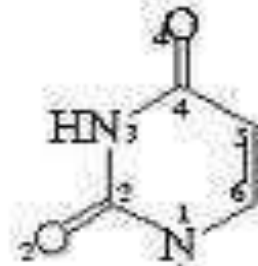
Les bases pyrimidiques



Cytosine



thymine



H

Uracile

Les bases modifiées dans l'ADN ou l'ARN

la 5-méthylcytosine est trouvée dans l'ADN des plantes et des animaux sauf les insectes.

Cette méthylation est un signal négatif de la régulation de l'expression des gènes, le groupe méthyle favorisant une conformation de l'ADN qui ne peut fixer un facteur de transcription.

la N6-méthyladénine est présente dans les **bactéries**. Cette **méthylation** permet aux enzymes de restriction de la bactérie de reconnaître son propre ADN vis-à-vis d'ADN étrangers (virus). D'autres méthylations permettent le fonctionnement d'un système de correction des éventuelles erreurs de réplication de fonctionner.

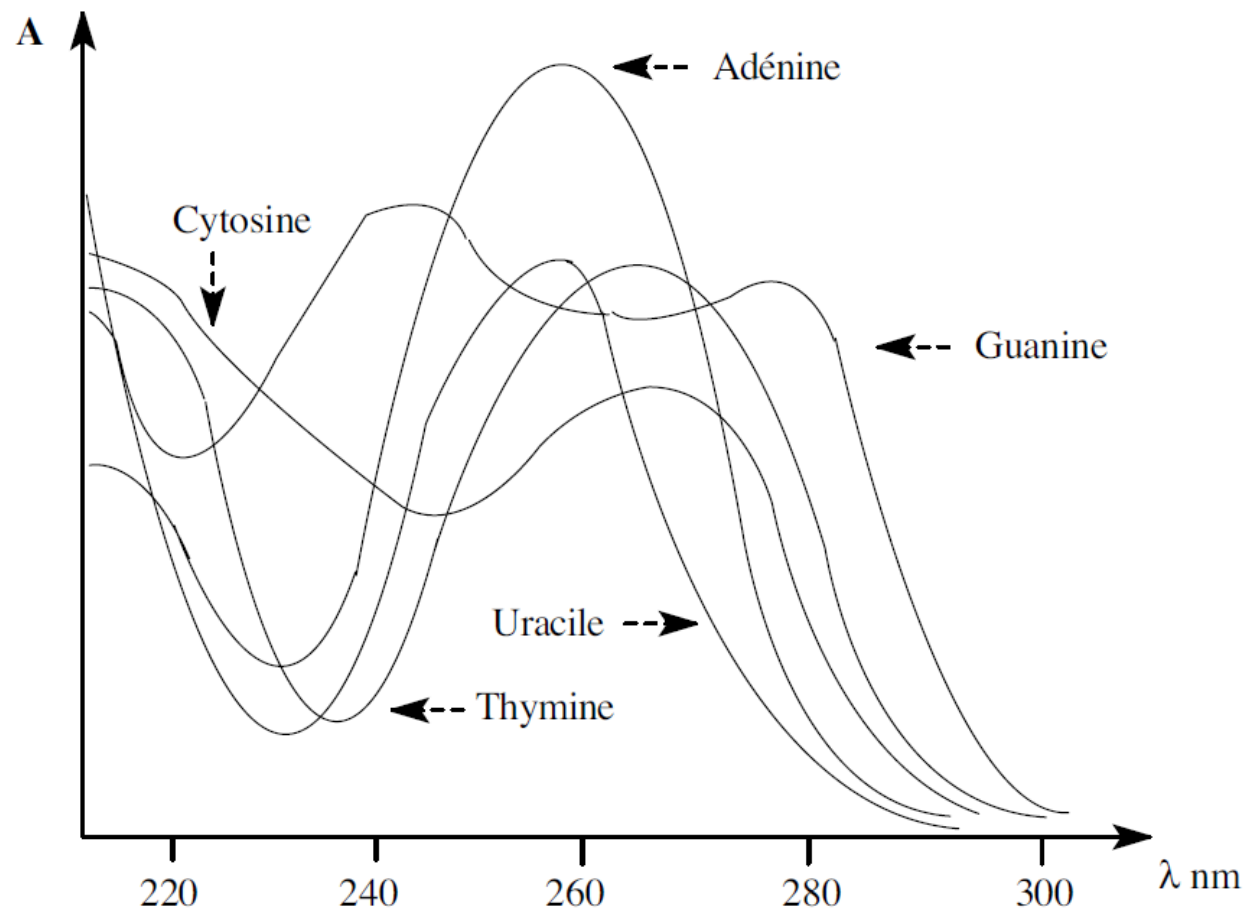
Les ARN et principalement les ARNt contiennent une variété étendue de dérivés :

Exemple: des formes altérées de la guanine, la **xanthine** (2, 6-oxypurine) et **l'hypoxanthine** (6-oxypurine).

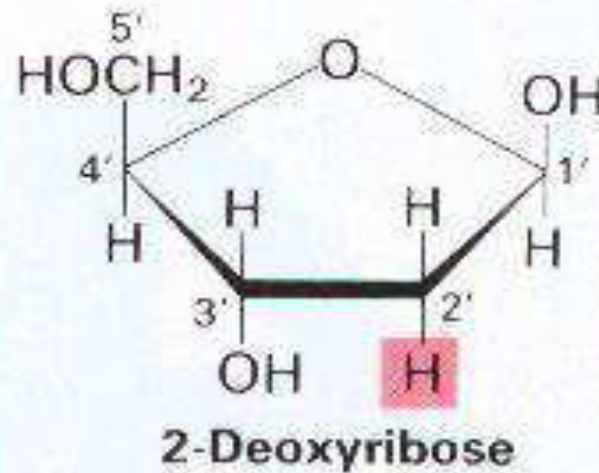
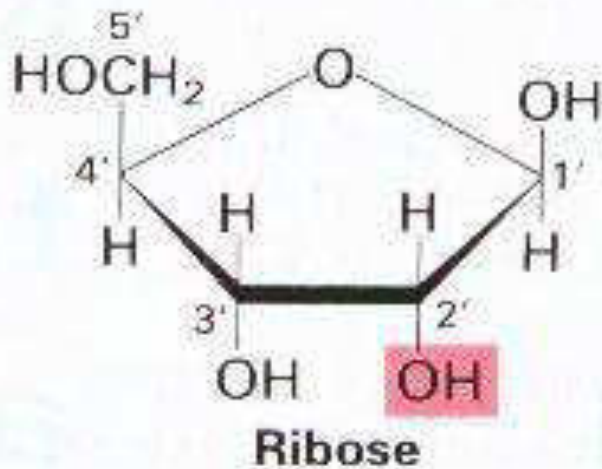
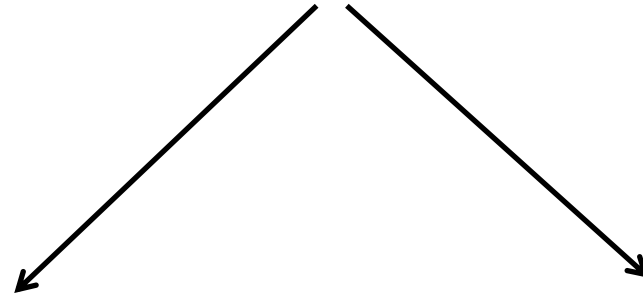
Les propriétés spectrales

Les hétérocycles des différentes bases ainsi que leurs dérivés, nucléosides ou nucléotides, présentent des spectres d'absorption caractéristiques dans l'ultraviolet.

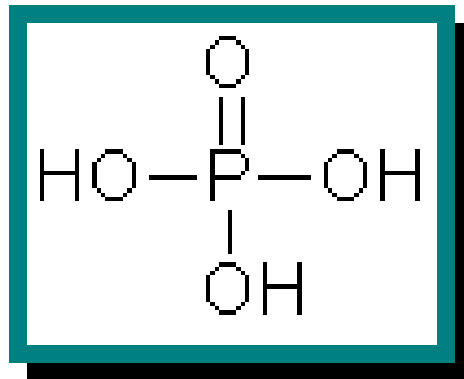
Ces propriétés optiques sont utilisées pour la détection, le dosage et le contrôle de pureté d'acides nucléiques



Le sucre (pentose)



L'acide phosphorique: H_3PO_4

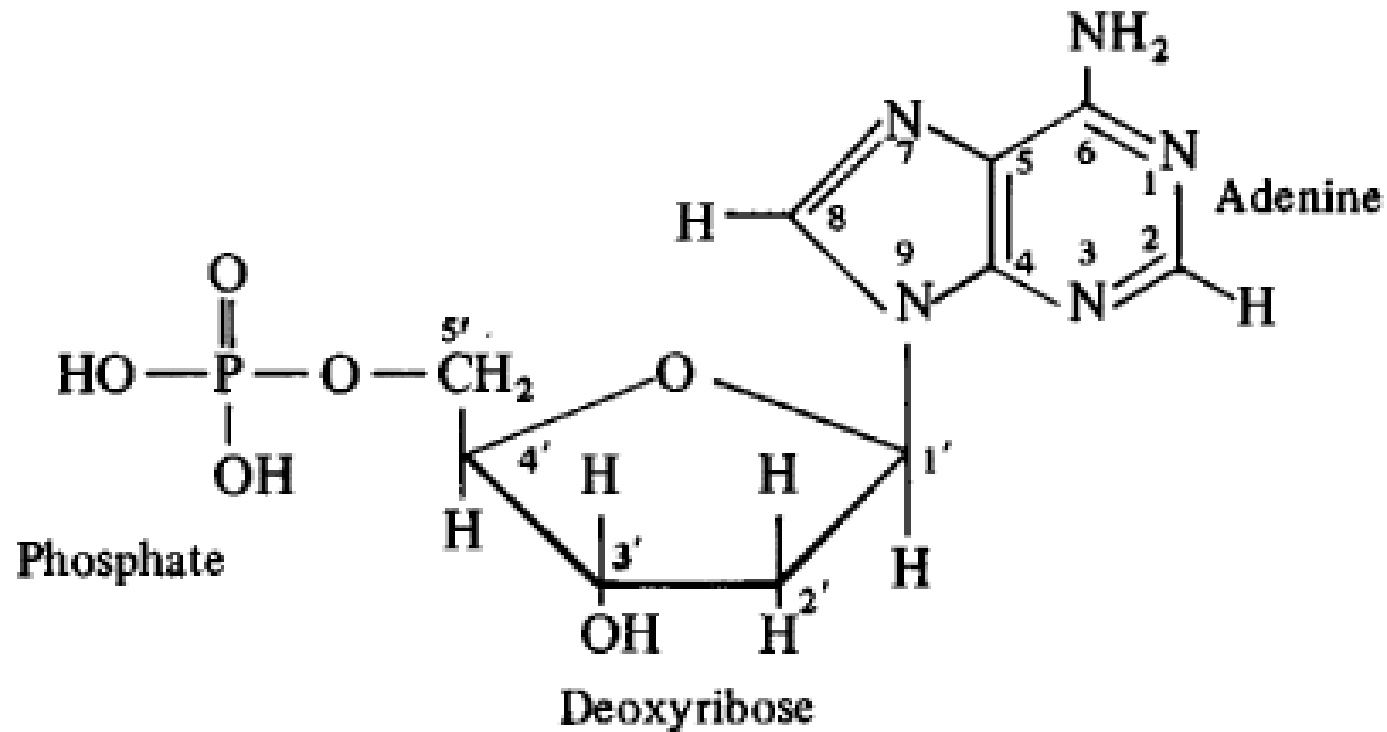


nucléoside

Une liaison covalente fixe les bases à une pentose.

La liaison osidique

La liaison avec la base est de type N-osidique entre **le carbone 1'** (carbone anomérique) du furanose en conformation β et **l'azote N1** des **pyrimidines** et **N9** des **purines**.

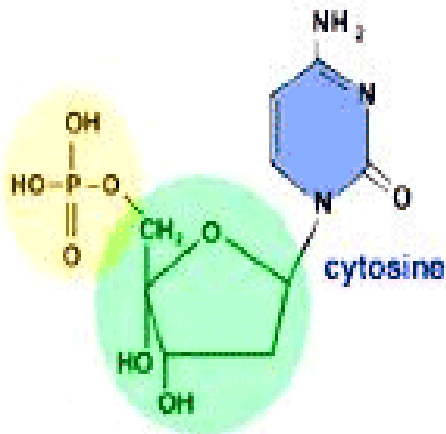
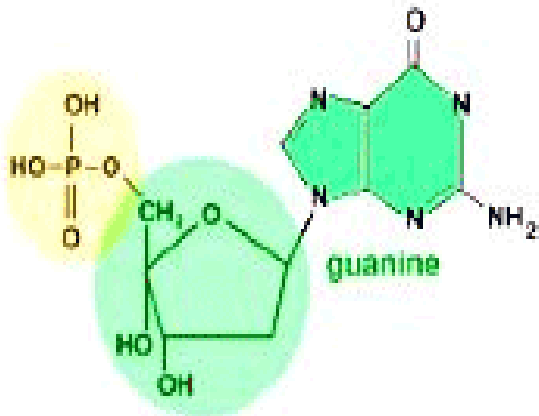
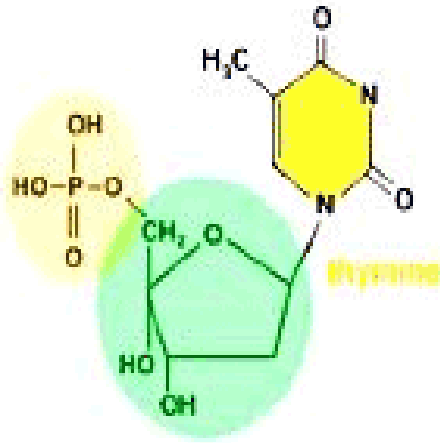
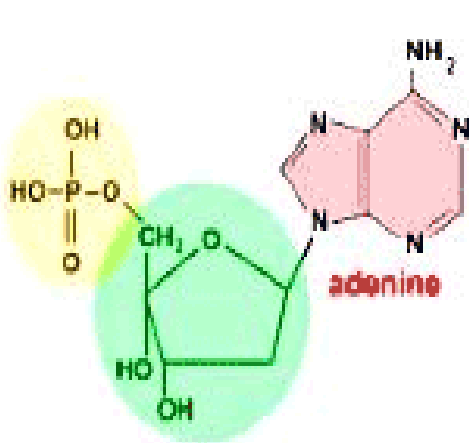


└─ Nucleoside ─┘

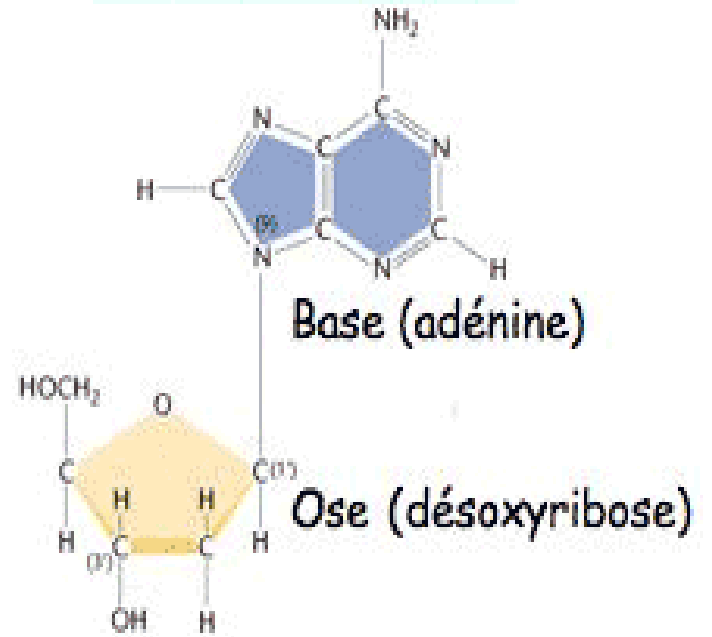
└─ Nucleotide ─┘

Desoxyadenosine monophosphate (dAMP)

NUCLÉOTIDES



NUCLÉOSIDE (désoxyadénosine)



Nomenclature

Les noms des nucléosides ont comme suffixe :

- - "osine" pour les nucléosides puriques
- - "idine" pour les nucléosides pyrimidiques

Nomenclature

BASES	Ribonucléoside-5'-monophosphate	Désoxyribonucléoside-5'-monophosphate
Adénine	Adénosine-5'-monophosphate = AMP	Désoxyadénosine-5'-monophosphate = dAMP
Guanine	Guanosine-5'-monophosphate = GMP	Désoxyguanosine-5'-monophosphate = dGMP
Uracile	Uridine-5'-monophosphate = UMP	Désoxyuridine-5'-monophosphate = dUMP
Cytosine	Cytidine-5'-monophosphate = CMP	Désoxycytidine-5'-monophosphate = dCMP
Thymine	Thymine riboside-5'-monophosphate (rare)	Désoxythymidine-5'-monophosphate = dTMP

Les nucléotides d'intérêt biologique

Les nucléosides monophosphate

L'AMP est l'un des composés que l'on trouve dans de nombreuses réactions du métabolisme.

- Les nucléosides 5'-phosphates sont les éléments de bases de polymères tels que l'ADN et l'ARN que l'on trouve dans tous les organismes vivants.

Les nucléosides diphosphates

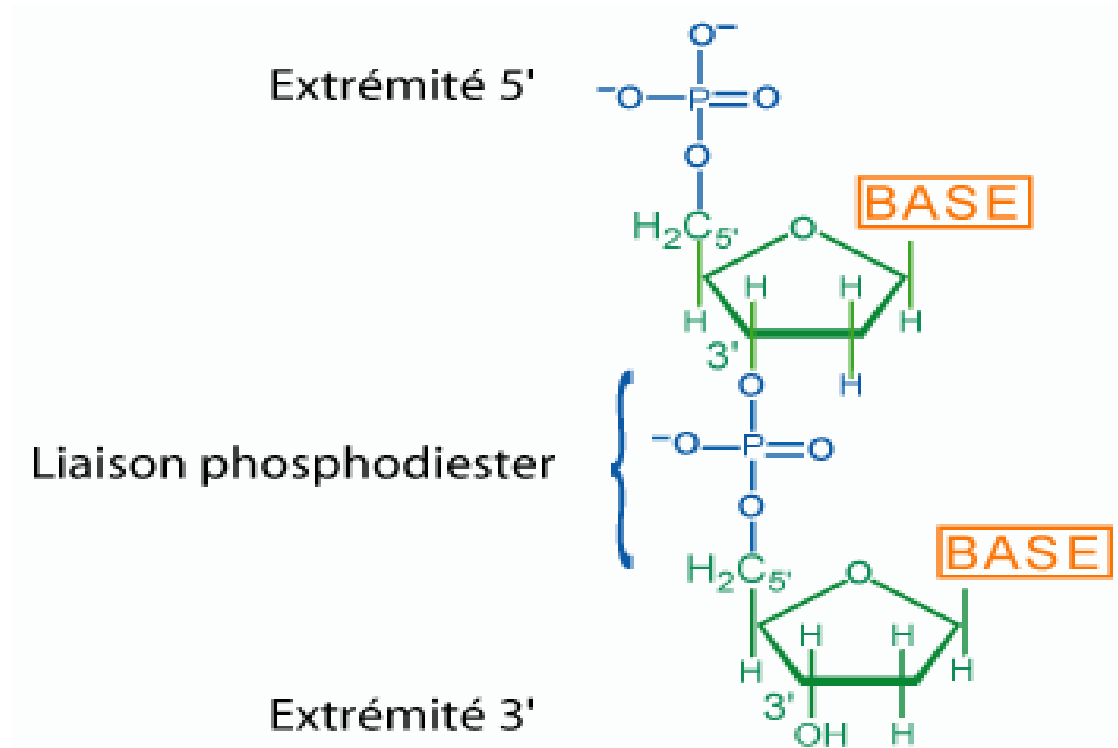
- **L'ADP** (et les autres nucléosidesPP classiques) est un composé qui a de nombreuses différentes fonctions, citons parmi elles :
 - molécule à haut potentiel énergétique (hydrolyse de la liaison anhydride d'acide)
 - molécule intermédiaire dans la production d'ATP
 - activateur d'enzyme allostérique comme la L-glutamate-déshydrogénase

Les nucléosides triphosphates

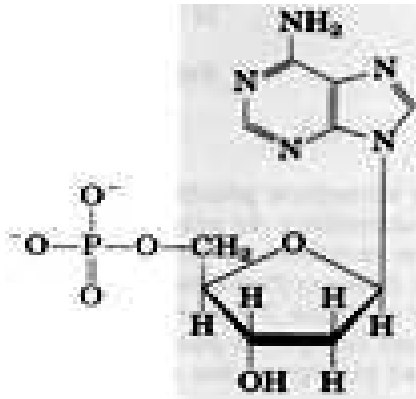
L'une des molécules les plus "universelles" est l'ATP : ses deux liaisons anhydride d'acide sont une source d'énergie utilisable :

- par des réactions de catalyse enzymatique impossibles sans couplage
- pour le transport transmembranaire actif
- pour la contraction musculaire

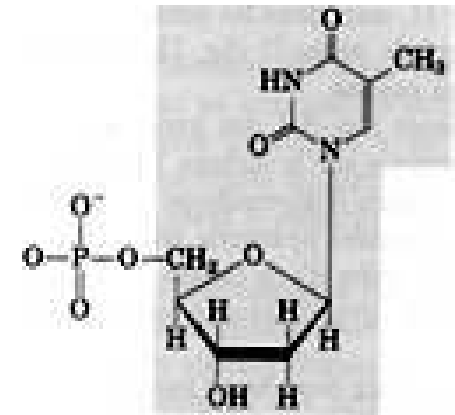
Formation d'un dinucléotide



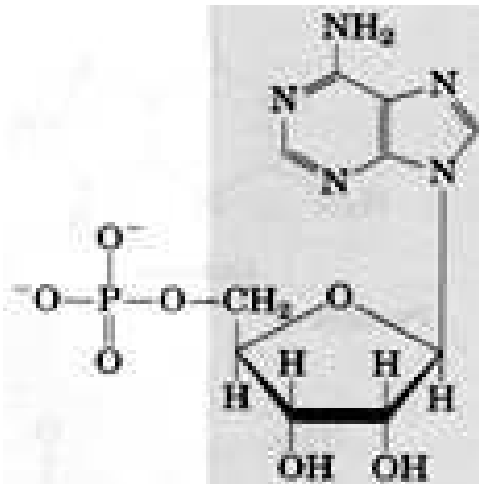
La polymérisation s'effectue par estérification de la fonction alcool 3' du désoxyribose (ribose) d'un nucléotide par l'acide phosphorique du nucléotide suivant..



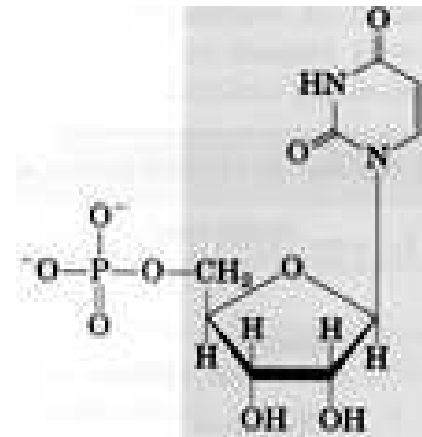
Désoxyadénosine 5 'monophosphate (dAMP)



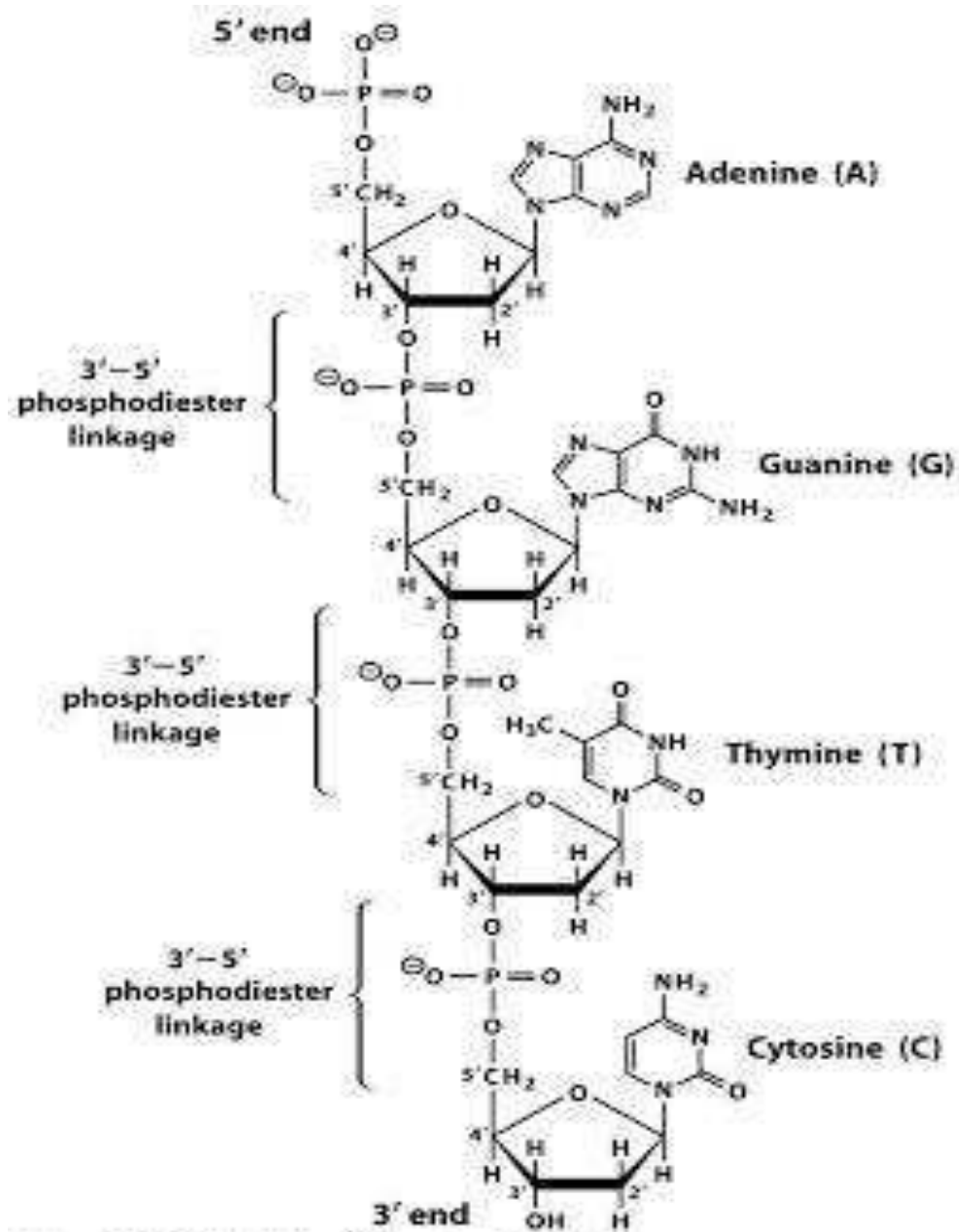
Désoxythymidine 5 'monophosphate (dTMP)



adénosine 5 'monophosphate (AMP)

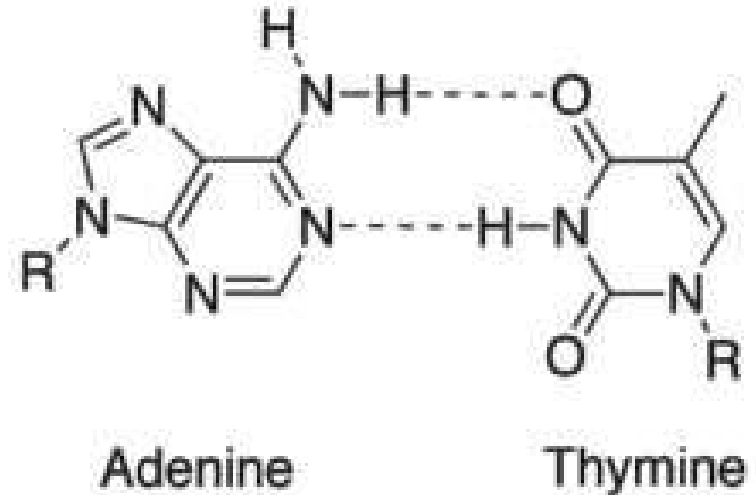
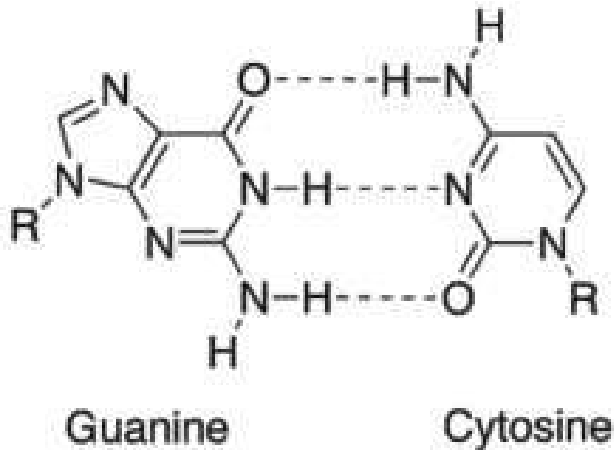


uridine 5 'monophosphate (UMP)



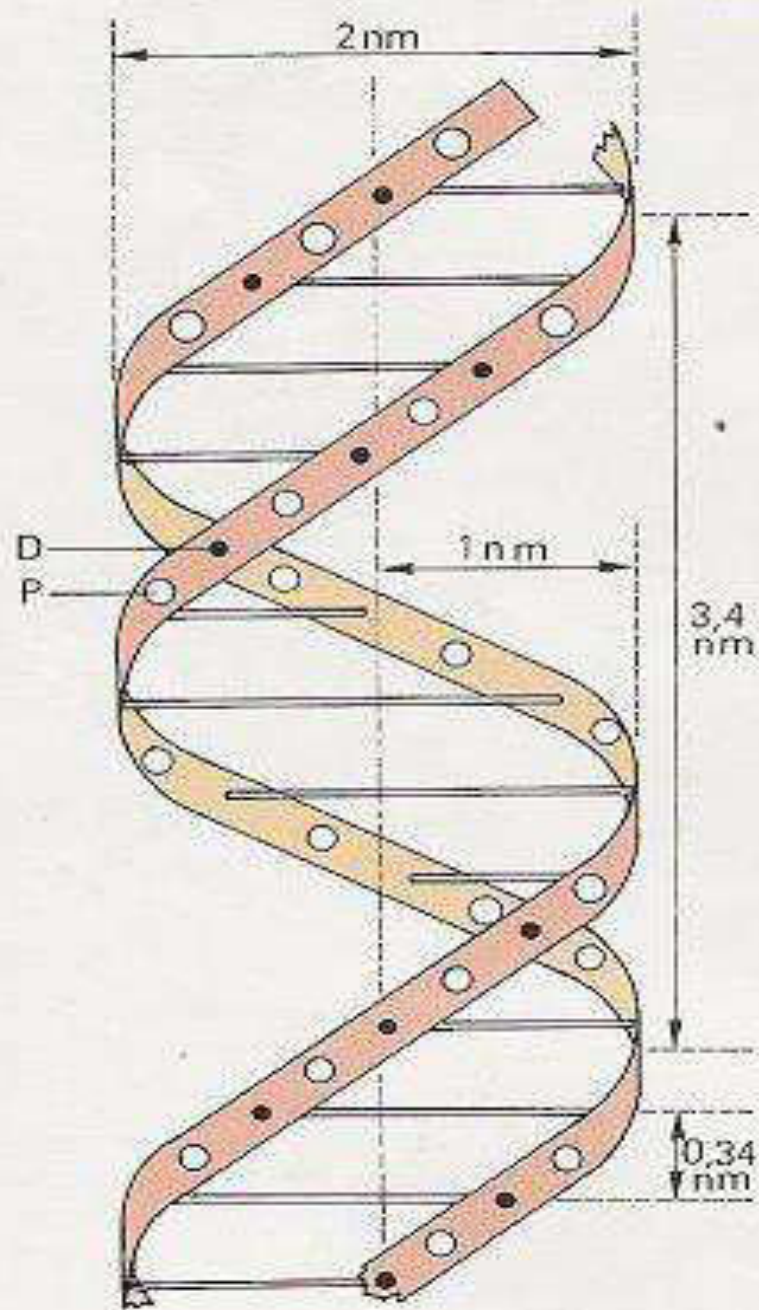
Les liaisons d'hydrogène

Les atomes d'**hydrogène** ont une **charge positive partielle** alors que les atomes d'**oxygène** et d'azote liés covalamment ont une **charge partielle négative**. Ces charges opposées sont responsables d'une **faible attraction** chimique appelée liaison d'**hydrogène**.



La structure de l'ADN présenté par Watson et Crick en 1953:

- ❖ Deux longues chaînes de polynucléotides sont enroulées autour d'un axe, formant ainsi une double hélice droite.
- ❖ Les deux chaînes sont antiparallèles; l'une est dans le sens $5' \rightarrow 3'$, et l'autre dans le sens $3' \rightarrow 5'$.
- ❖ Les bases azotées des deux chaînes sont horizontales et perpendiculaires à l'axe central.
- ❖ Les bases azotées des deux chaînes sont appariées les unes des autres par des liaisons hydrogène ($A=T$) et ($C \equiv G$).
- ❖ Un tour complet d'hélice fait 34 \AA ($3,4 \text{ nm}$) de long et est constitué de dix bases par chaîne.
- ❖ Il y a une alternance de grands sillons et de petits sillons le long de l'axe de la molécule.
- ❖ Le diamètre de la double hélice est de 20 \AA (2 nm).



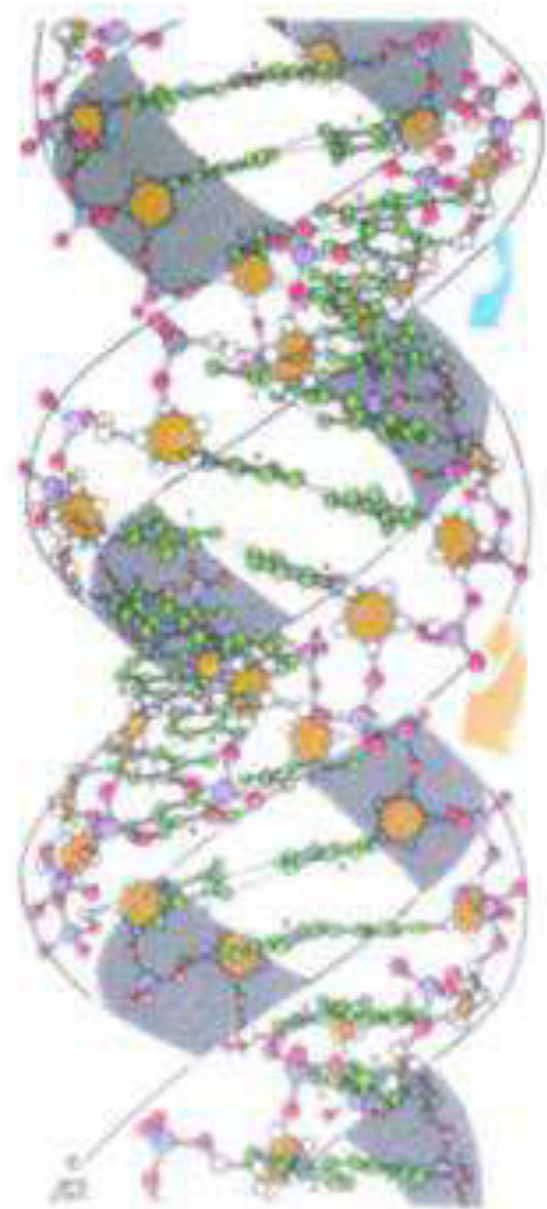
Les différentes formes de l'ADN

Il existe plusieurs formes d'ADN chez les eucaryotes.

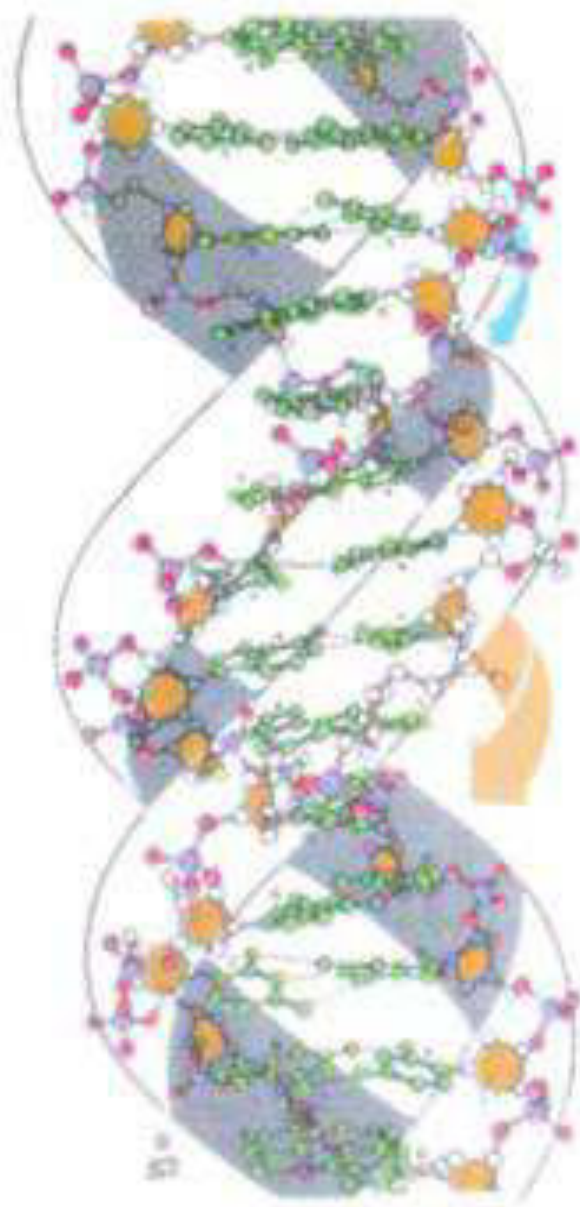
ADN-B: C'est la forme la plus abondante et c'est elle qui a été décrite par Crick et Watson. C'est une double hélice à enroulement à droite.

ADN-A: C'est une double hélice à enroulement à droite contenant des bases très inclinées constituant une hélice plus courte et plus large que la précédente, avec 9 paires de bases par tour d'hélice. Elle est dominante lorsque le milieu est pauvre en eau ou riche en sel.

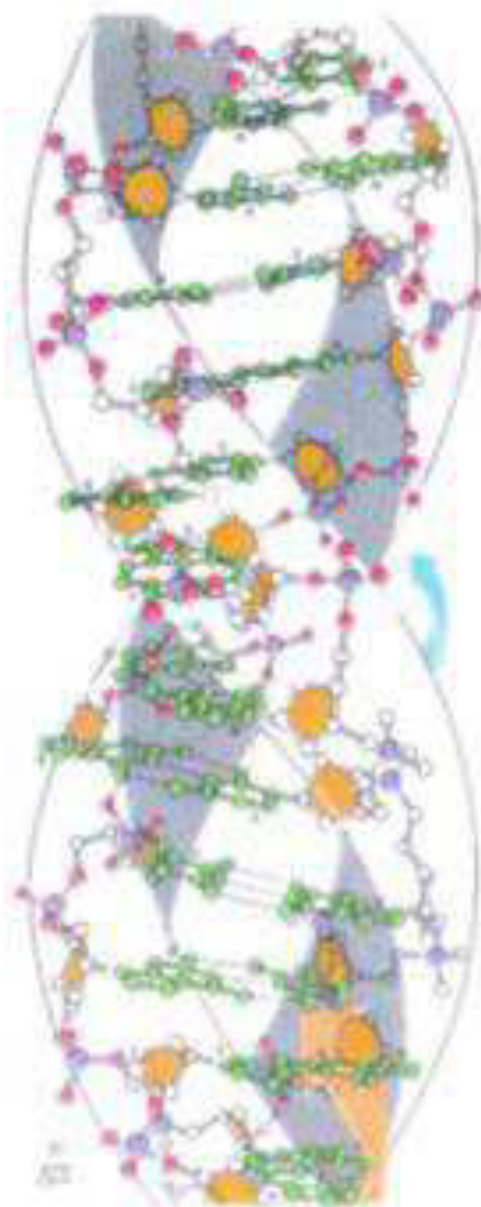
ADN-Z: la double hélice gauche a diamètre de 18 Å et contient 12 paires de bases par tour, et sa conformation est en zigzag



A
DNA



B
DNA



Z
DNA

Les différents type d'ARN:

Les ARN ribosomiques (ARNr) :

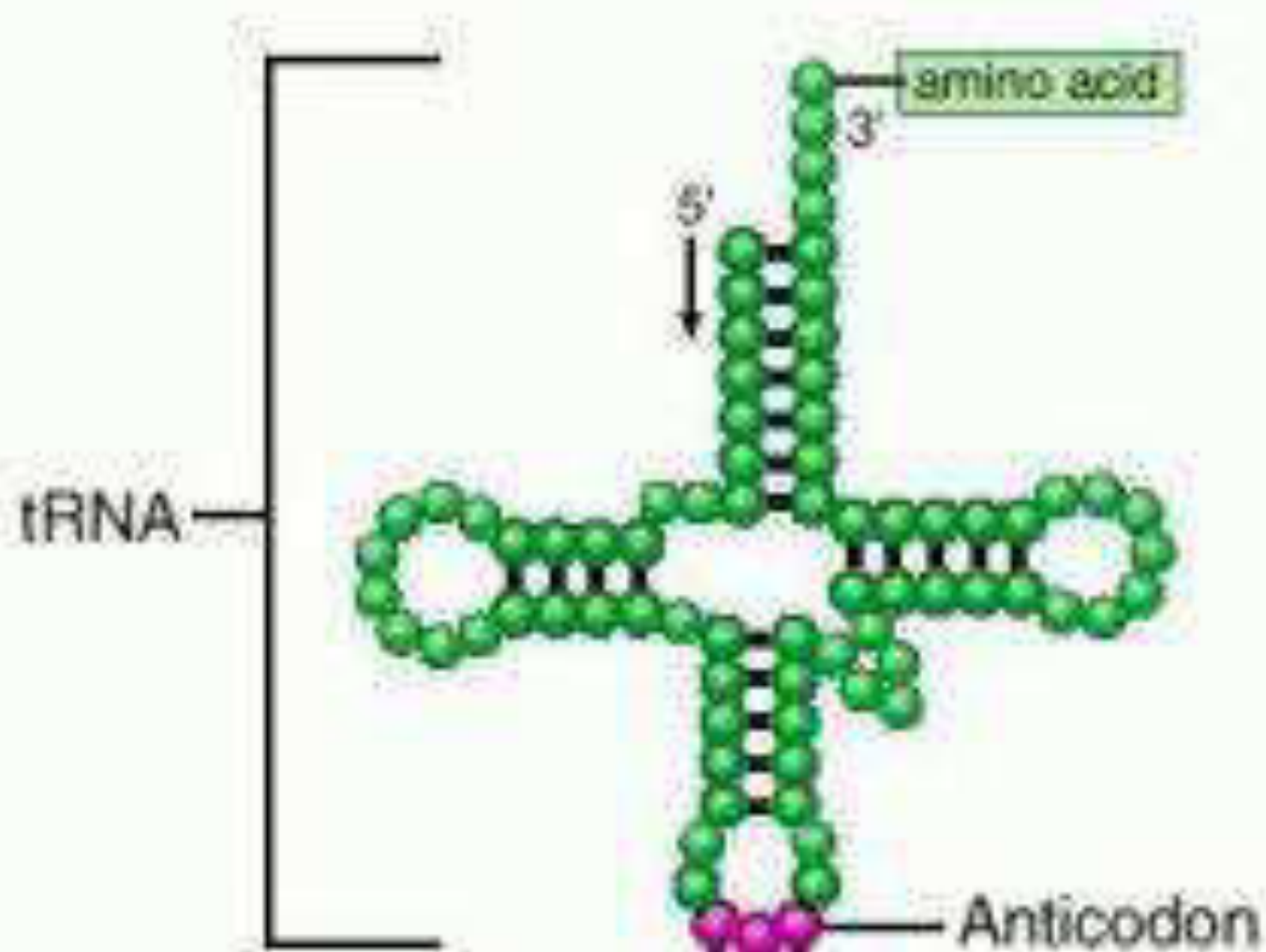
Les ARNr sont contenus dans des structures nucléoprotéiques appelées ribosomes. Les ribosomes sont les particules nécessaires à la synthèse des protéines. Situés au niveau du cytosol, les ribosomes sont de véritables usines à protéines dans la cellule.

Les ARN de transfert (ARNt) :

Les ARNt sont ainsi appelés car ils vont transporter les acides aminés qui se trouvent dans le cytoplasme jusqu'au ribosome.

Deux sites sont importants dans l'ARNt :

- ❑ **L'extrémité 3'-OH** : L'extrémité 3'-OH de tous les ARNt se terminent par les 3 nucléotides CCA . C'est a cette extrémité qui fixera l'acide aminé à transporter .
- ❑ **L'anticodon** : On appelle anticodon un group de 3 nucléotides successifs (triplet) situés sur une boucle de l'ARNt.



Les ARN messagers (ARNm) :

On appelle messagers ce type d'ARN car il portent une partie de l'information génétiques contenue au niveau de l'ADN jusqu'au ribosome où s'effectuera la synthèse des protéines.

Organisation de l'ADN en chromosomes:

Dans les cellules eucaryotes, le matériel génétique est organisé en une structure complexe constituée d'ADN et de protéines appelé chromatine.

La chromatine a été divisée en:

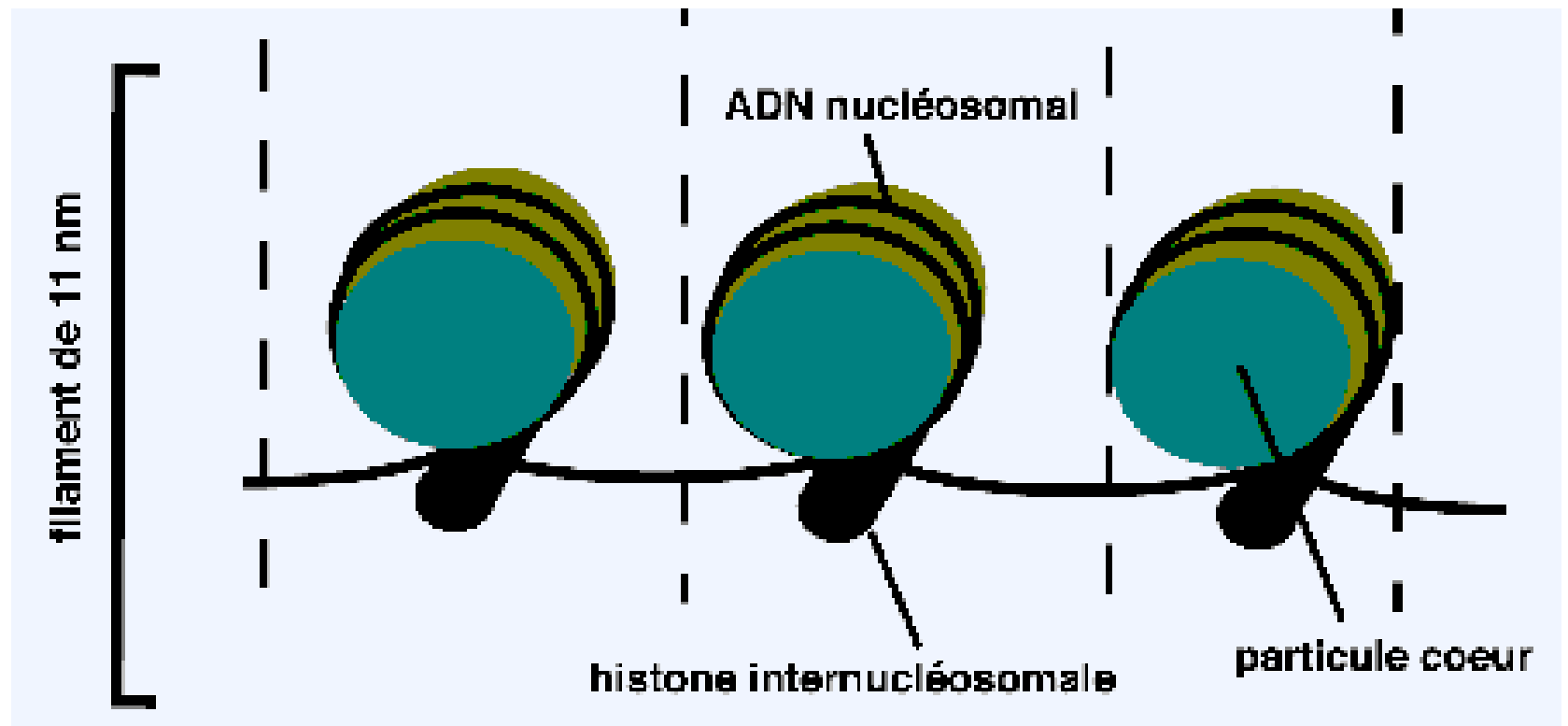
- ✓ **Euchromatine.**
- ✓ **hétérochromatine.**

L'**hétérochromatine** est une structure qui ne change pas d'état de **condensation** au cours du cycle cellulaire tandis que l'**euchromatine** apparaît **décondensée** pendant l'interphase.

Le **nucléosome** (6 nm x 11 nm) est l'unité fondamentale de la chromatine. Il est composé de:

- ❑ une particule cœur.
- ❑ une région de liaison (ou région internucléosomale).

La particule cœur, est composée de 147 pb d'ADN enroulées selon environ 1,7 tour autour d'un octamère protéique comprenant deux exemplaires de chacune des histones H3, H4, H2A et H2B.



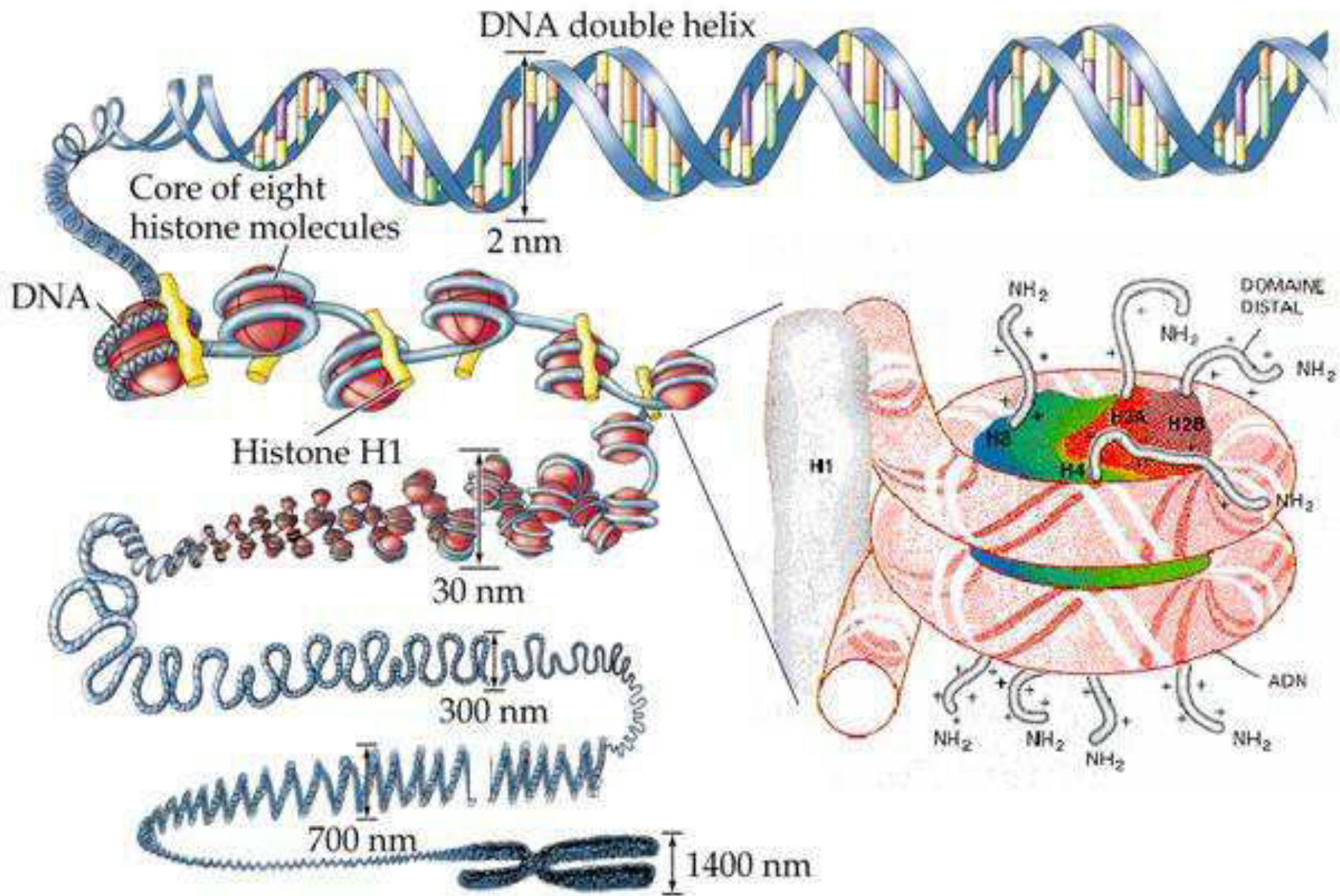


Figure: les différents niveau de condensation

-ADN, génome et chromosome:

- * **chromosome**: l'ADN est localisée dans le noyau sous la forme de chromosome (identifiable au cours de division cellulaire).
- * **télomères** : La réplication ne peut jamais aller jusqu'aux bouts des chromosomes. Les télomères sont des séquences répétées à l'extrémité des chromosomes, qui évitent une perte d'information génétique à chaque réplication.

* **cen**

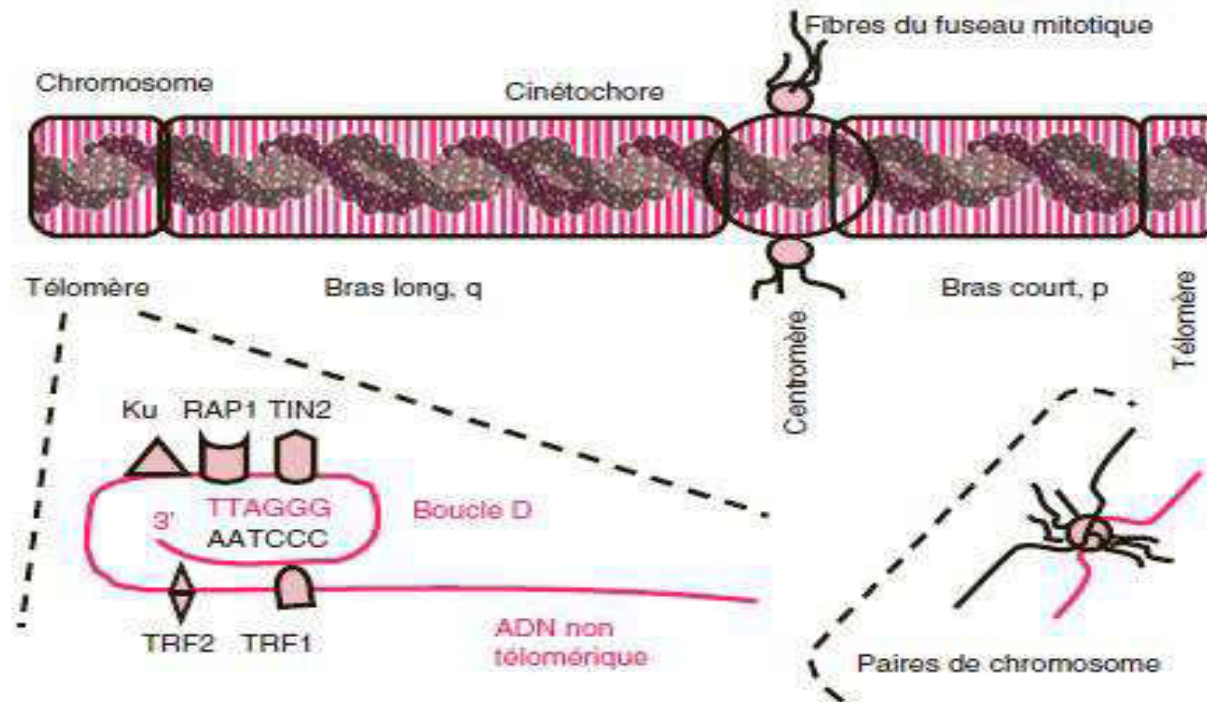
ma
et
lor
tra

* **chro**

pro

* **gér**

ch



permet de
romosome
e division
atide soit

DN et de

s tous les

Figure 7 Structure d'un chromatide et d'un chromosome.

La chromatine apparait sous deux formes différentes:

L'euchromatine : actif

L'hétérochromatine condensé, inactif dépourvue de gènes , localisée surtout près de centromère et des télomères.

Génome mitochondrial:

il est défini par un seul type d'ADN circulaire double-brin (un brin lourd riche en guanine et un brin léger riche en cytosine) dont la séquence complète est maintenant établie;

- sa longueur, chez l'homme, est de 16 569 paires de base, il contient 37 gènes, 13 codent pour des enzymes mitochondriaux responsables de l'oxydation phosphorylante.
- l'ADN des mitochondries est très compact et ne contient que 7 % d'ADN non codant, par ailleurs les gènes ne contiennent pas d'introns;
- il est transmis par la mère, c'est une des particularités des maladies génétique mitochondriales, il est le siège de nombreuses mutations elles-mêmes à l'origine de maladies génétiques mitochondriales.

- ADN, génome et chromosome:

***gène:** séquence contient l'information génétique permette la fabrication d'une protéine de l'organisme.

exp: chez l'homme il existe environ 50000 gène; 5% des région du gène sont codants (exons) et les 95% restants sont des introns.(gène unique, gène dupliqués, les gènes répétés en tandem)

***Pseudogènes:** copie non fonctionnelle d'un gène

ADN, génome et chromosome:

***séquence intergénique (ADN non codant):** régions ne codent ni des gènes ni des ARN non codant (ARNt, ARNr), ces séquences constituées 60% du génome humain

***Les séquences répétées en tandem :** exp : ADN satellites

Séquences microsatellites (STR): des séquences de 1 à 5 paires de bases sont répétées un grand nombre de fois, répétitions longues de plusieurs Kb, il y a plus de 10 000 zones de répétition dans le génome.

Séquences minisatellites (VNTR): des séquences de 15 à 25 pb sont répétées un grand nombre de fois (1000 à 2000 fois), répétitions de séquences inférieures à 150 paires de bases. Ils sont télomériques, très polymorphes.

***Séquences répétées dispersées**

- 1- Petits éléments nucléaires intercalés (SINE) : leur taille varie entre 100 et 300 pb, les plus abondantes chez l'homme sont les séquences ALU
- 2- Longs éléments nucléaires intercalés (LINE) : leur taille est de quelques kilobases ou plus précisément 6 000 à 8 000 pb.

	longueur de l'unité répétée	nombre de locus	nombre de répétition par locus	longueur totale par locus
macrosatellites	5 à 300 pb	1 à 2 par chr.	10^3 à 10^7	+++
ex. : satellites α au niveau de l'hétérochromatine centromérique satellites β au niveau de l'hétérochromatine des régions télomériques				
minisatellites	9 à 100 pb	des centaines par génome	10 à 10^3	++
ex. : VNTR (<i>Variable Number Tandem Repeats</i>) télomères				
microsatellites	1 à 6 pb	des milliers par génome	10 à 10^2	+
ex. : STR (<i>Short Tandem Repeats</i>) extension de triplets				

- ADN, génome et chromosome:

*Les éléments mobiles ou éléments transposables Ce sont des séquences d'ADN qui peuvent se déplacer d'un endroit à un autre du génome. Ce déplacement est dit transposition. On distingue deux classes : les rétrotransposons et transposons