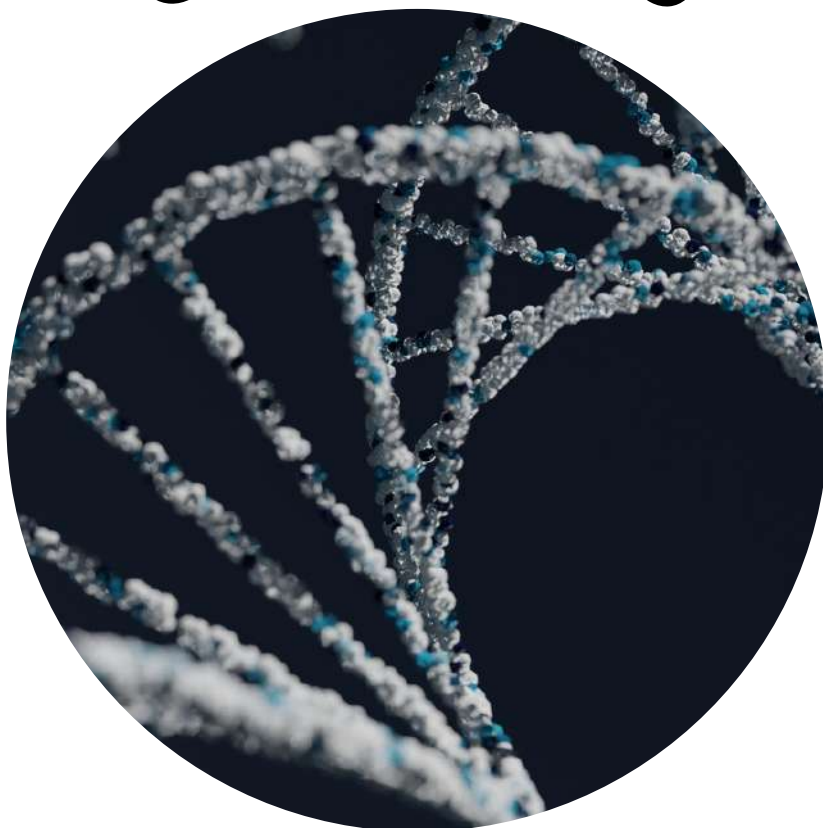


# Génétique



## SCIENCES DE LA VIE



### Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



### Etudier



Visiter [Biologie Maroc](https://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



### Emploi



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE



*UNIVERSITE ABDE LMAEK ESSAADI*  
*FACULTE DES SCIENCES*  
*DEPARTEMENT DE BIOLOGIE*



# **GENETIQUE**

## **TD I**

# **GENETIQUE MOLECULAIRE**

Pr. BENIOURI R.

S4 2017

# **BASES MOLÉCULAIRES DE L'HÉRÉDITÉ**

## **STRUCTURE ET PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DES ACIDES NUCLÉIQUES :**

**Support et organisation de l'information génétique**

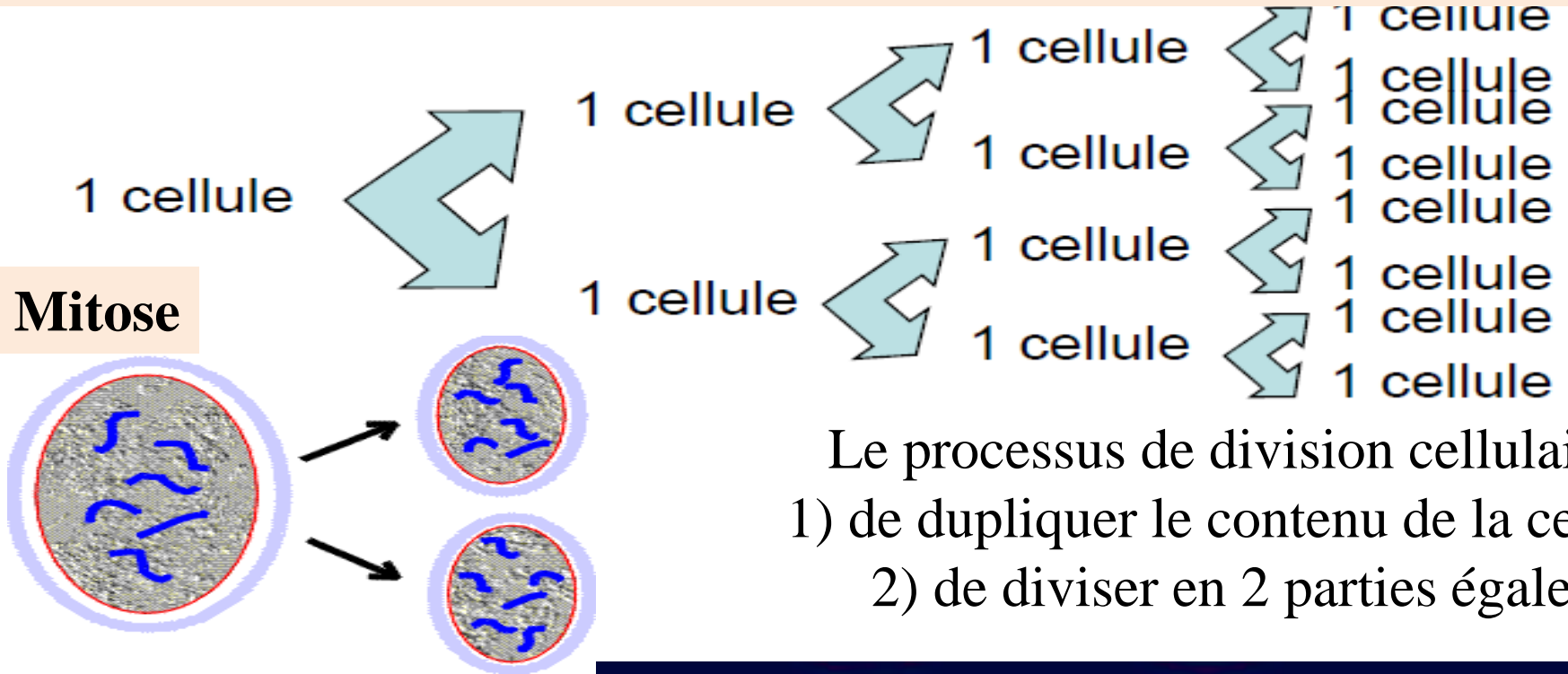
La **génétique** est une science qui étudie les facteurs porteurs des caractères héréditaires  
c'est-à-dire les gènes,

et comment ils sont transmis d'une génération à l'autre.

§ On appelle **hérédité** l'étude de la transmission des caractères héréditaires

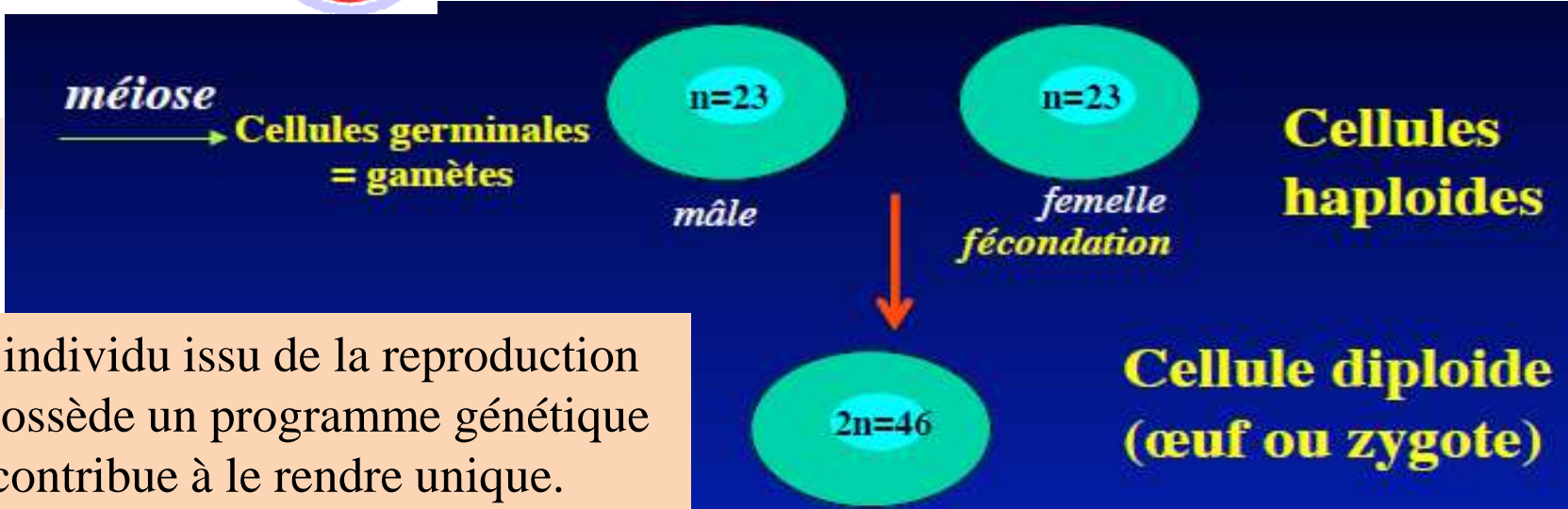
# RAPPELS: Division cellulaire

## Mitose



- Le processus de division cellulaire:
- 1) de dupliquer le contenu de la cellule
  - 2) de diviser en 2 parties égales

## Méiose



Chaque individu issu de la reproduction sexuée possède un programme génétique qui contribue à le rendre unique.

# Cellule procaryote

Paroi

Membrane

Pas enveloppe nucléaire → pas  
noyau

Chromosome

Ribosomes

Microtubules



# Cellule eucaryote

Paroi (pas toujours)

Membrane

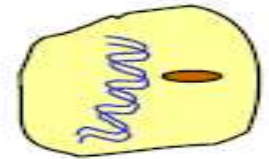
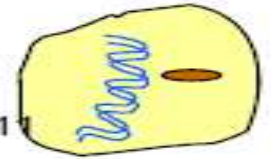
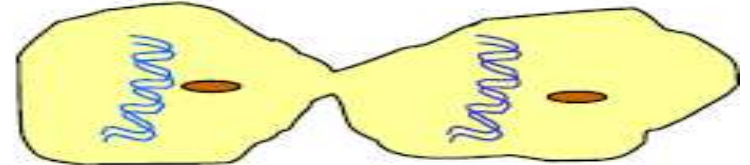
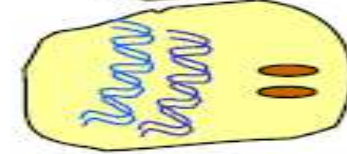
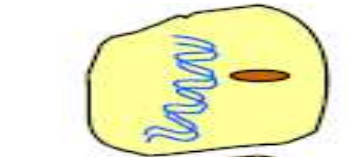
Enveloppe nucléaire → noyau

Chromosome(s)

Ribosomes

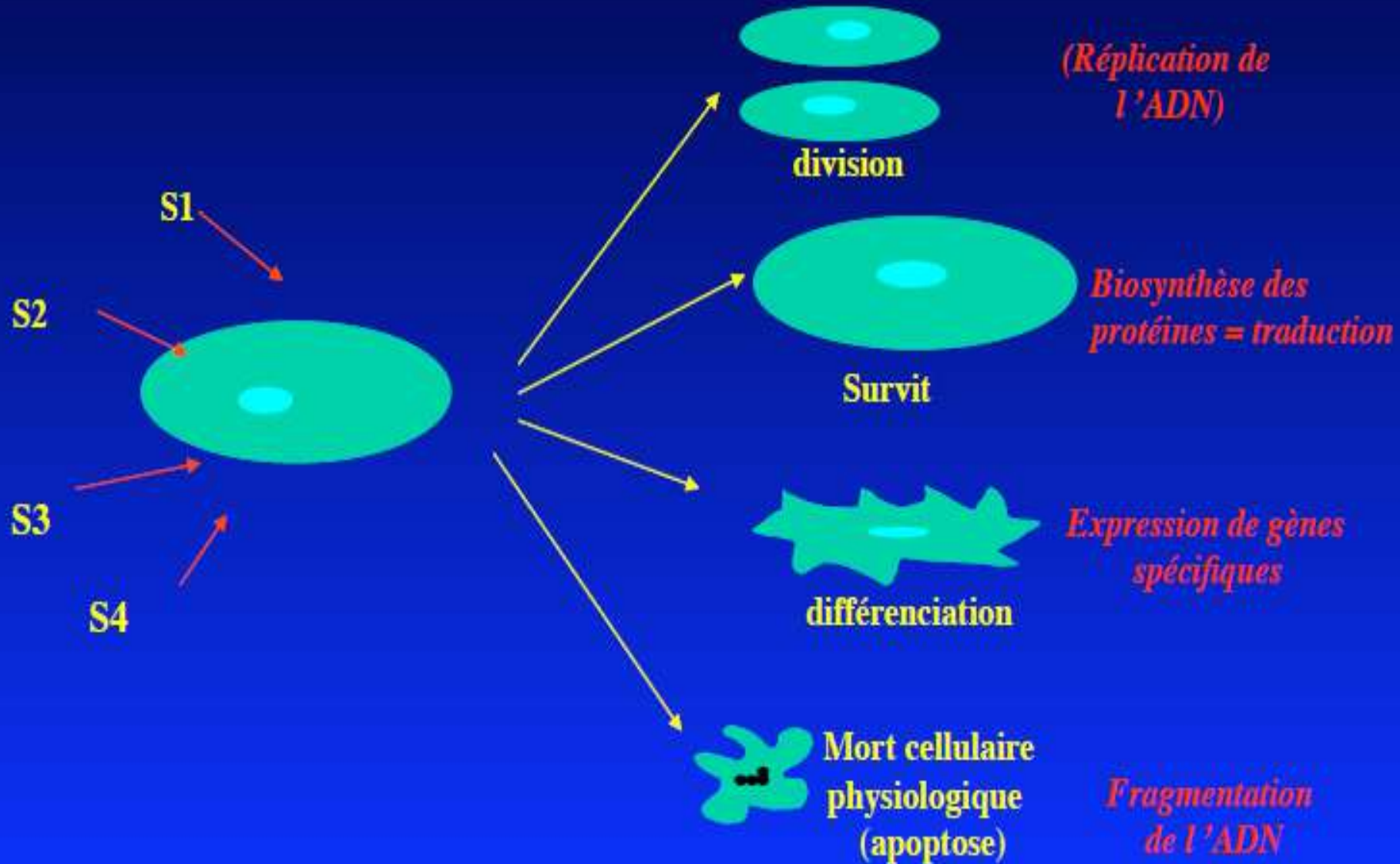
Organites (RE, golgi,  
mitochondries...plastes)

Microtubules



**La division  
cellulaire assure  
le transfert de  
l'information  
génétique  
d'une cellule mère  
aux cellules filles.**

On sait que les chromosomes sont porteurs de l'information génétique et que toutes les cellules ont la même information génétique.



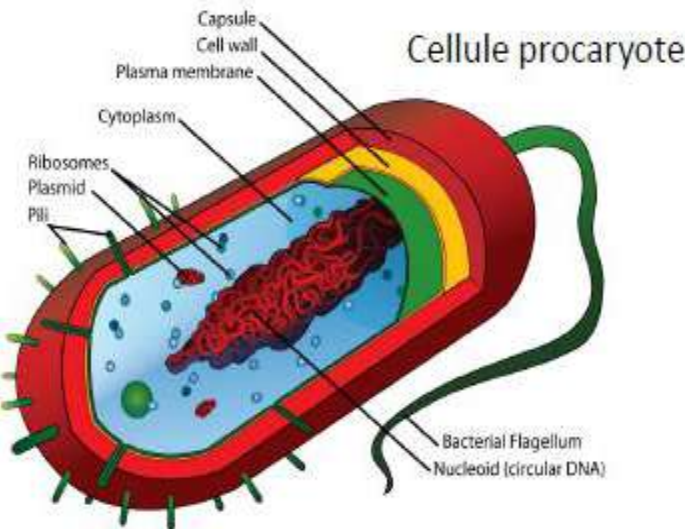
# L'organisation des cellules vivantes - rappel

## 1. Organisation du matériel génétique des virus



La molécule d'ADN ou d'ARN constituant le matériel génétique des virus peut être double ou simple brin, elle est généralement de petite taille. Ce matériel génétique est souvent associé à des protéines qui forment une capside par exemple.

## 2. Organisation de l'ADN des bactéries

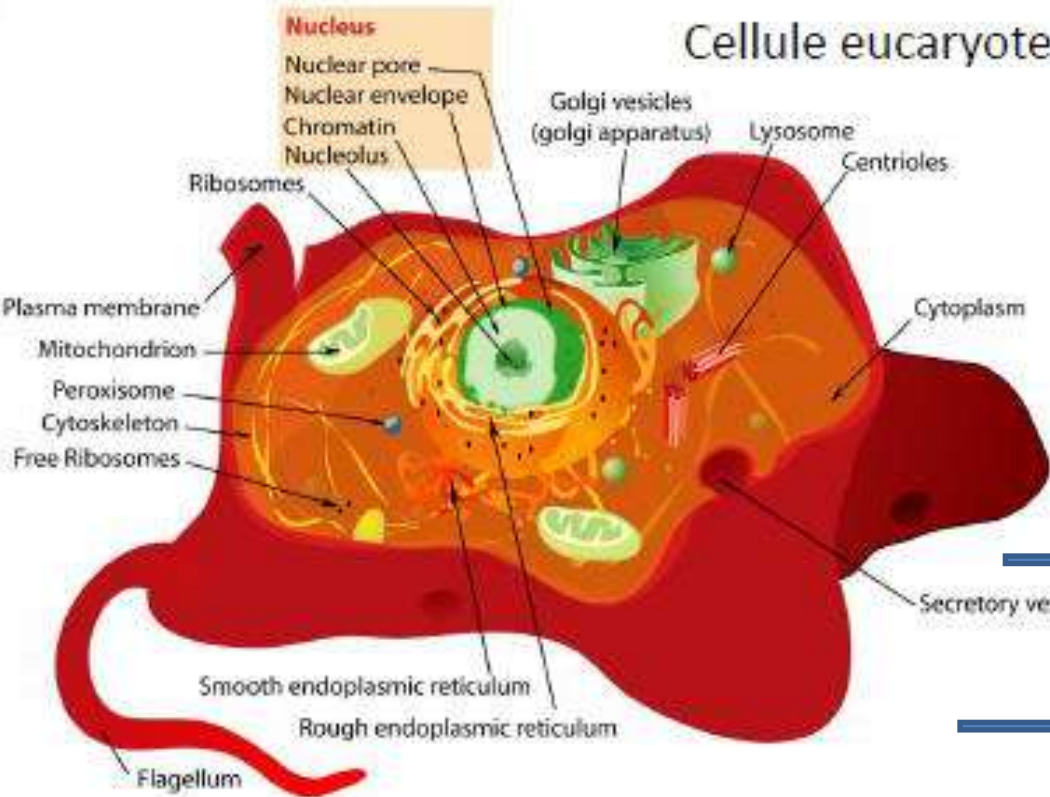


le plus souvent 1 chromosome formé par une molécule d'ADN double brin généralement circulaire organisé en super hélices et associé à des protéines pour former le nucléoïde.

- éventuellement présence additionnelle de plasmides (ADN double brin circulaire de petite taille et présent en un nombre variable de copies)

### 3- Organisation de l'ADN des eucaryotes

Dans les cellules eucaryotes, les chromosomes sont localisés dans le noyau.



• Les cellules eucaryotes comportent généralement plusieurs chromosomes.  
nombre variable de chromosomes

→ 1 chromosome = 1 molécule d'ADN double brin

→ chromatine =  $\frac{1}{3}$  ADN +  $\frac{2}{3}$  protéines (histones 50% , autres 50%)

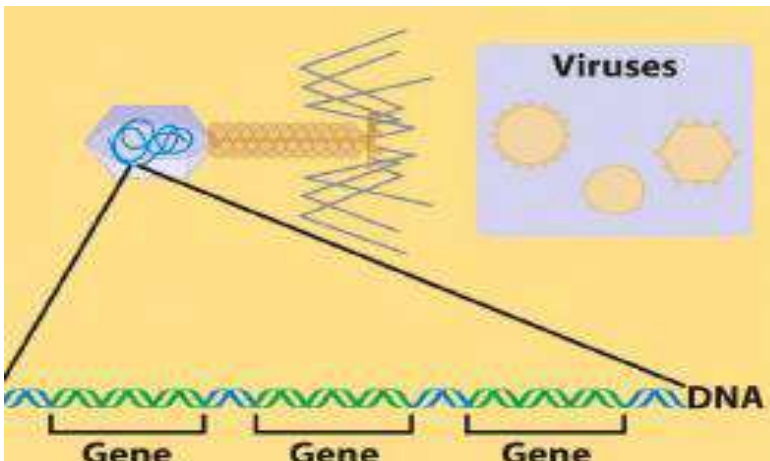
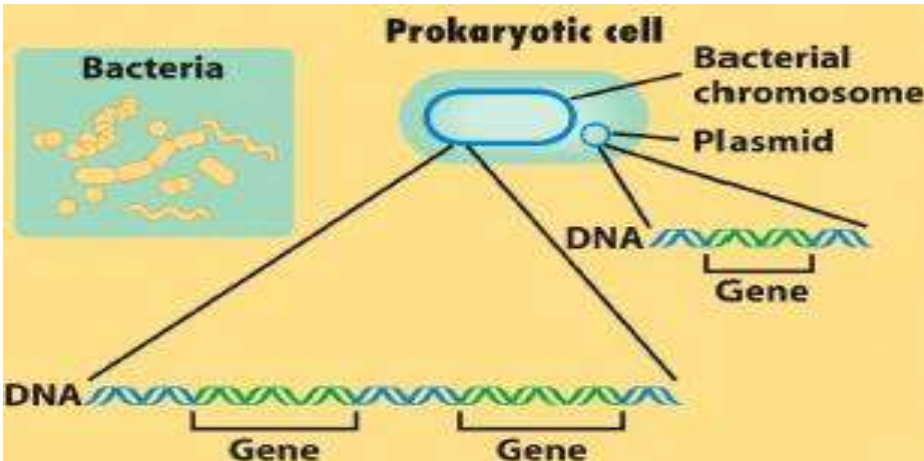
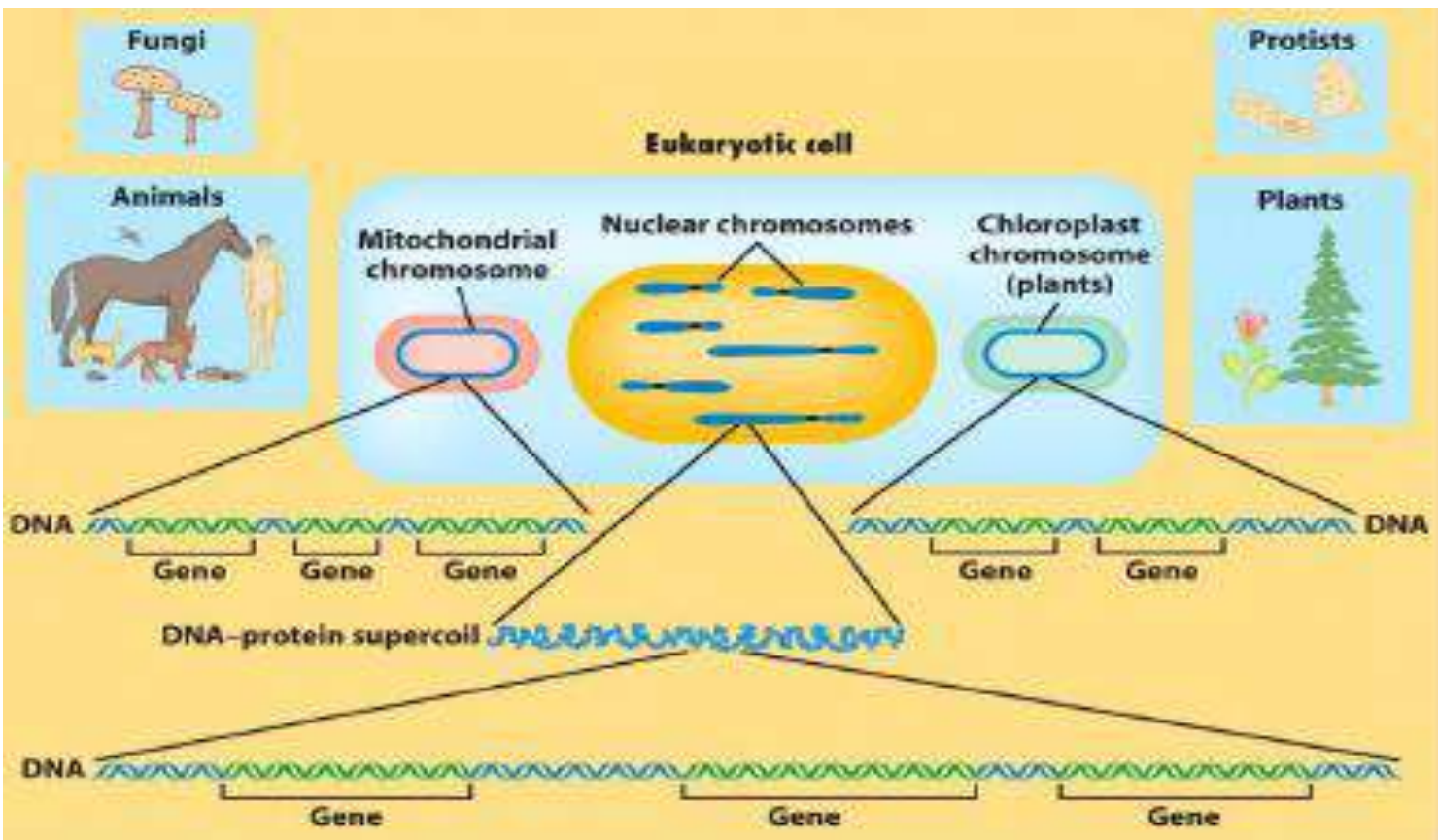
**ADN = molécule universelle de l'hérédité chromosomique (excepté certains virus)**

**Transmission de l'ADN = caractères génétiques d'un individu**

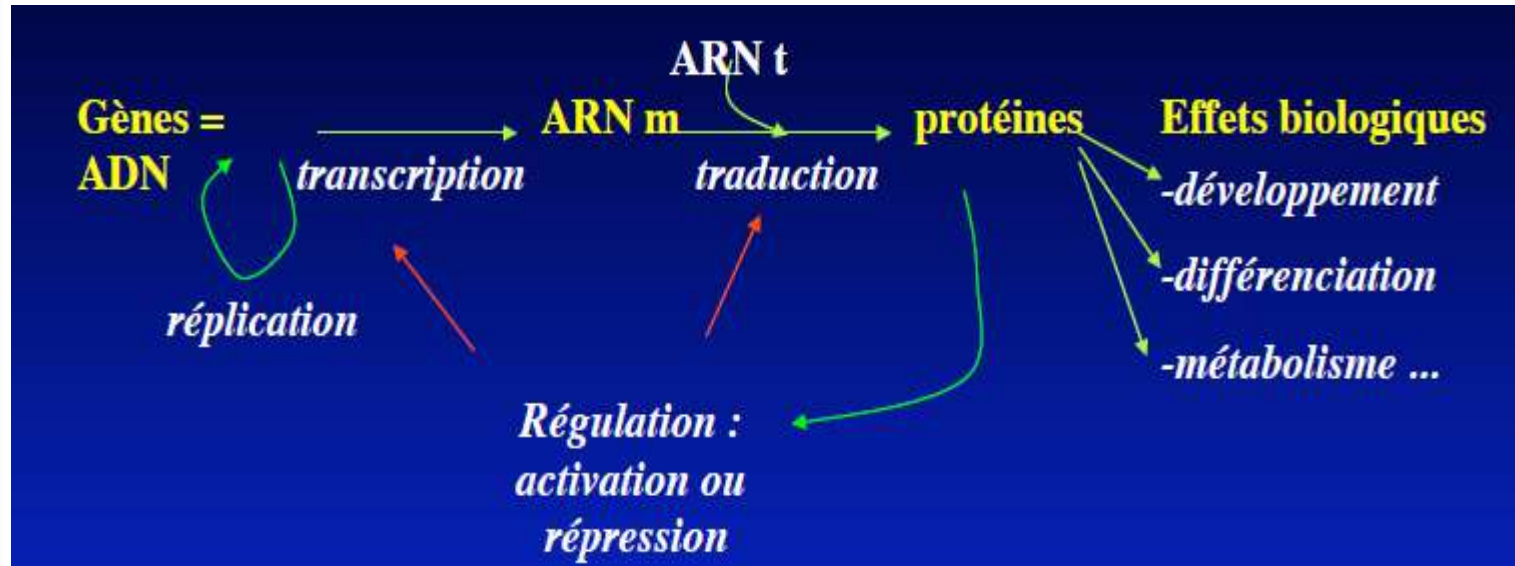
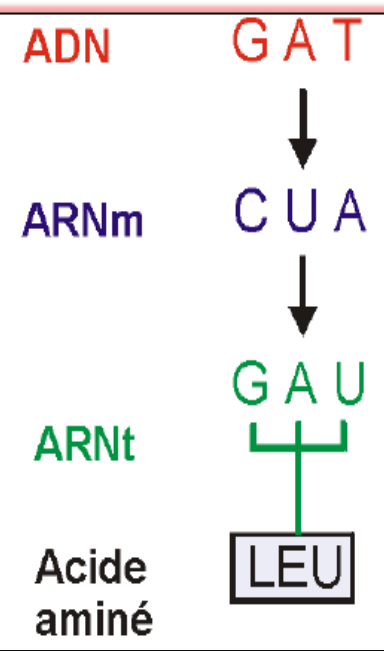


# Comparaison du génome des eucaryotes,

## Procaryotes et des virus



# Flux de l'information génétique

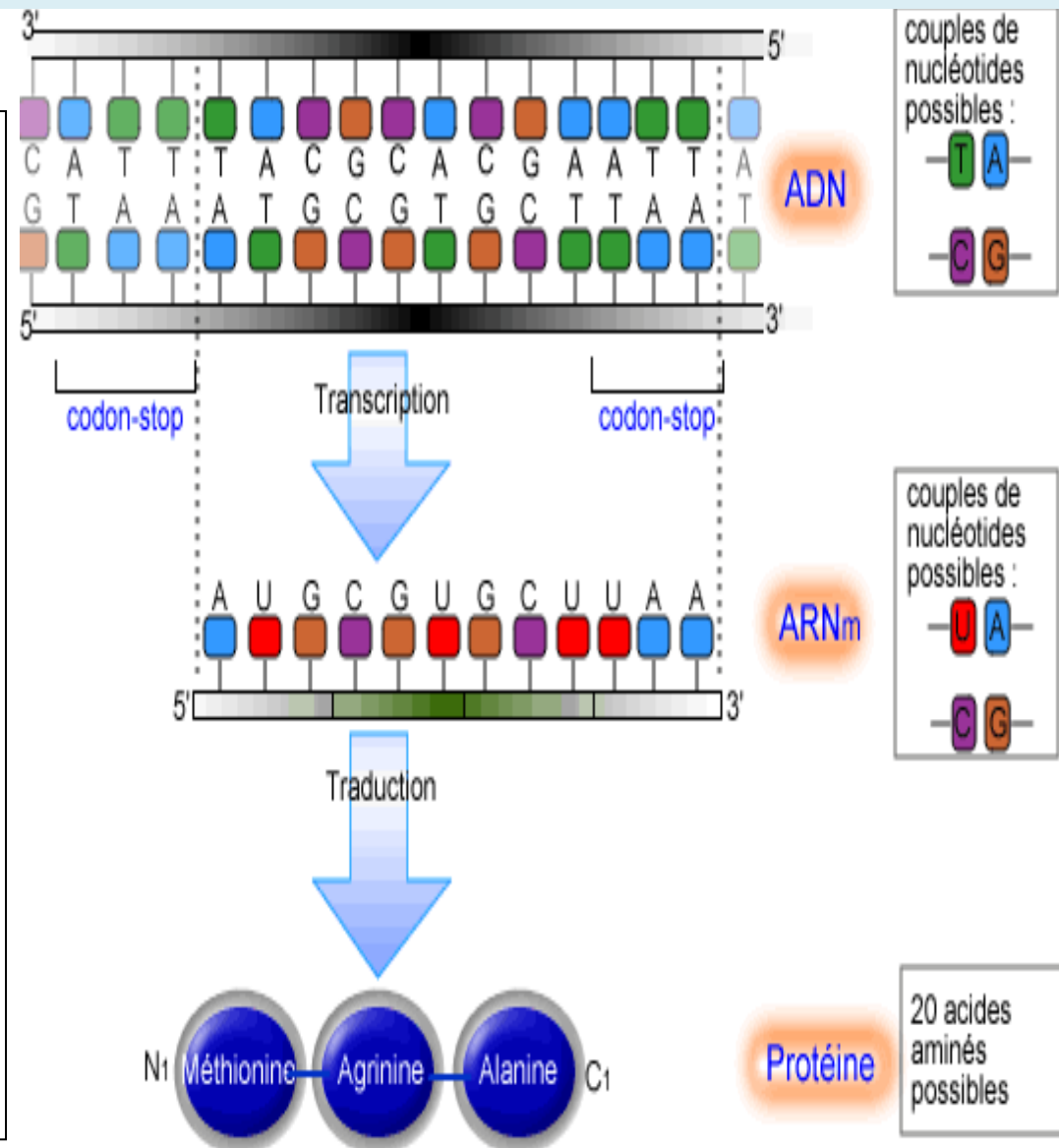
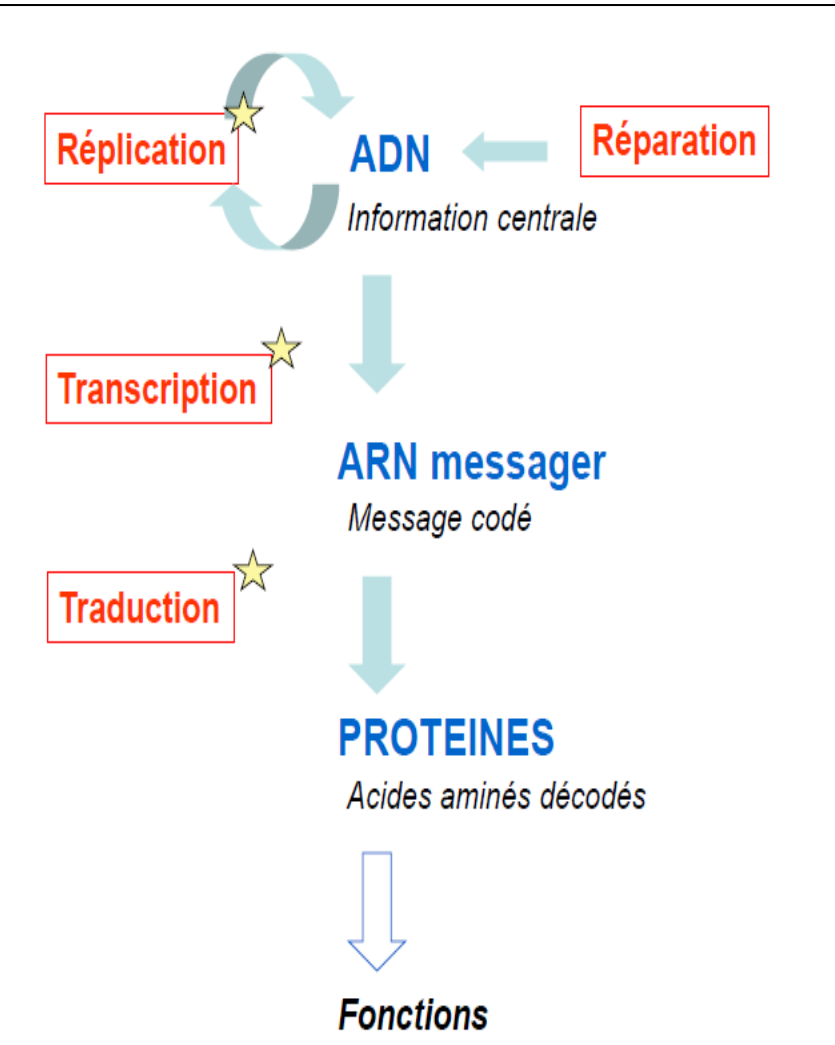


**ADN et ARN = commande la vie cellulaire**  
**Protéines = effecteurs**

**Altération de l'ADN ou ARN**  
**protéine défectueuse**

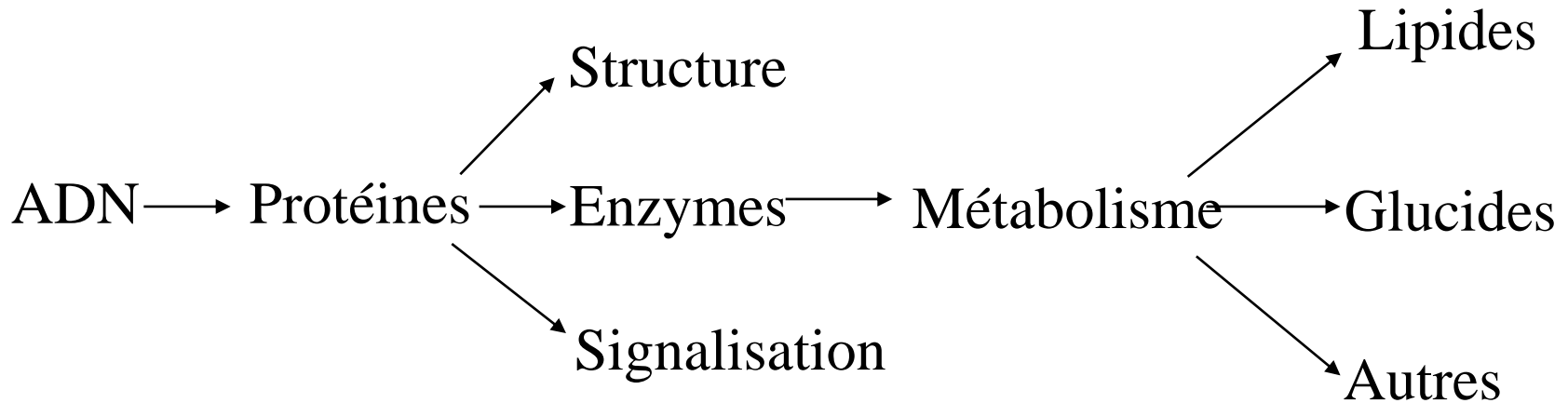


# LE DOGME DE LA BIOLOGIE MOLÉCULAIRE



**Un gène peut être défini comme un fragment d'ADN spécifiant un ARN fonctionnel.**

# Combinatoire > Biomolécules



## Information

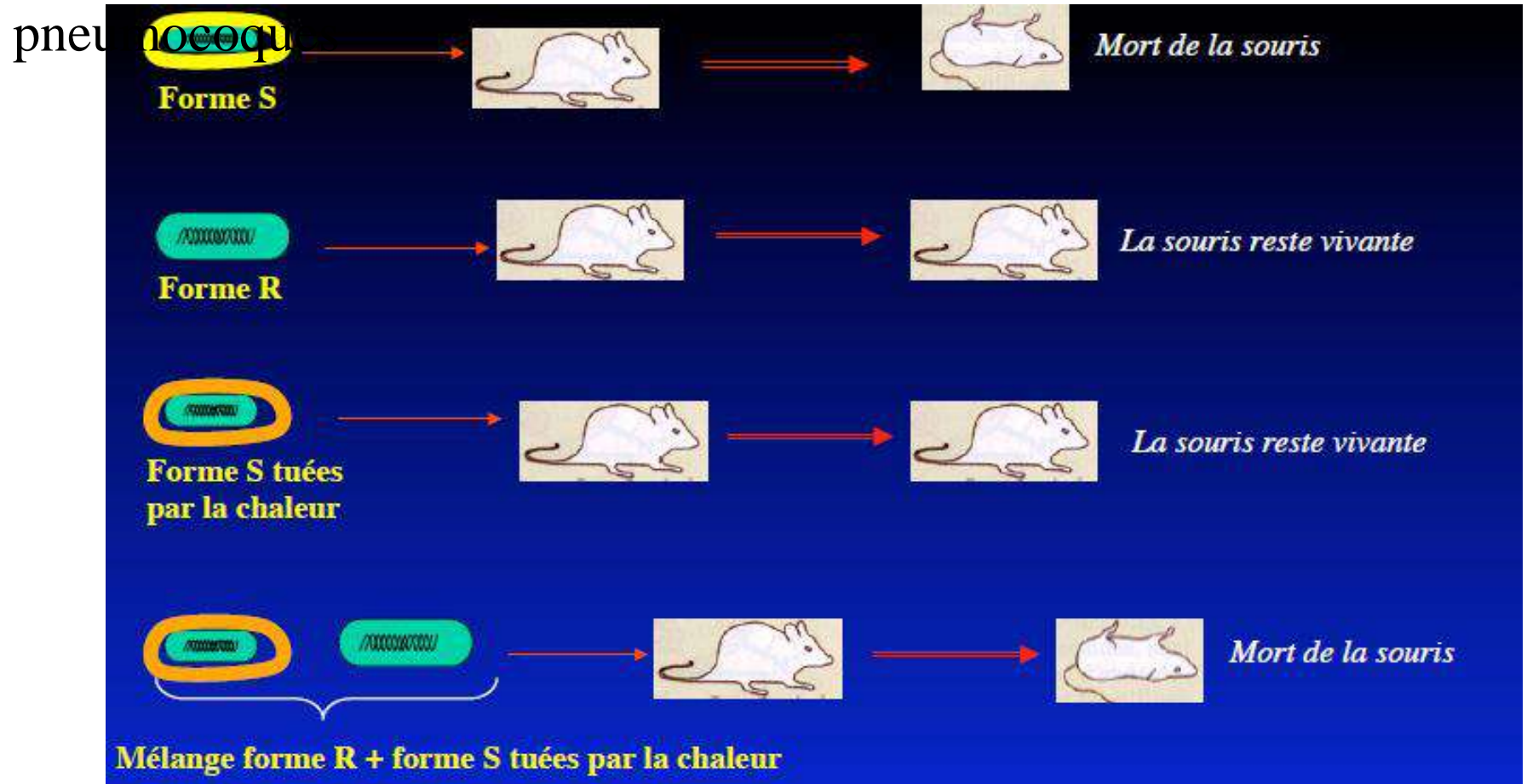
### REMARQUE:

**Chromosome**: Un arrangement linéaire (ou circulaire) de gènes et d'autres types d'ADN, parfois associé à des protéines et de l'ARN.

**Génome**: Ensemble du matériel génétique contenu dans un jeu de chromosomes.

# L'IDENTIFICATION DU MATERIEL GENETIQUE

## -1-Expérience de F. Griffith (1928): Transformation des

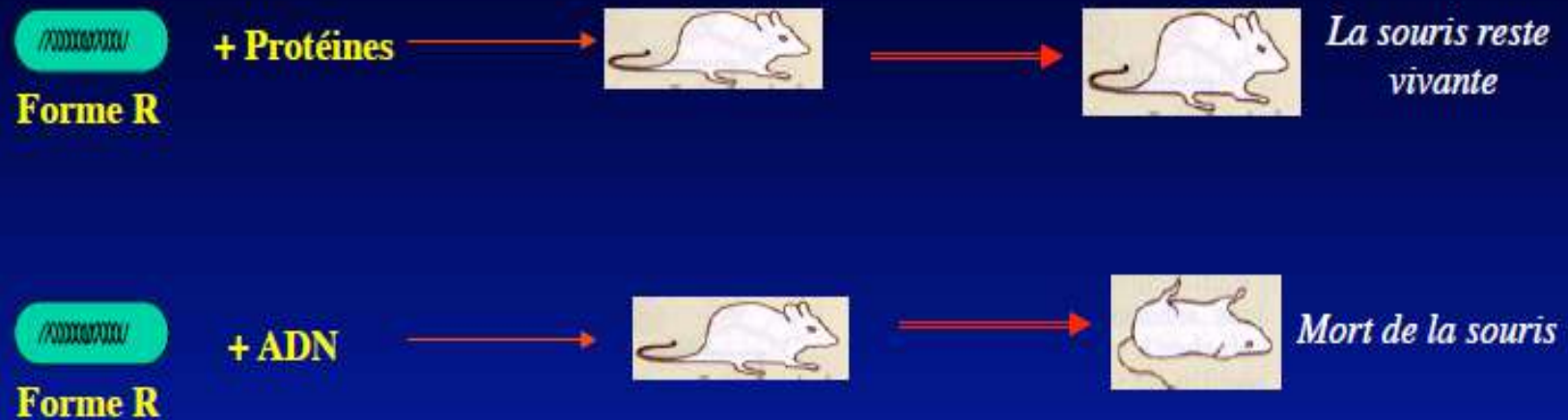


**Conclusion de l'expérience: Une substance chimique contenue dans les bactéries S est capable de « transformer » les bactéries R en bactéries S**

Quelle est cette substance?

**-2- Expérience de Avery (1944): l'ADN « principe » de transformation des bactéries**

*Expérience complémentaire : préparation d'extrait acellulaire de S tuées par la chaleur*

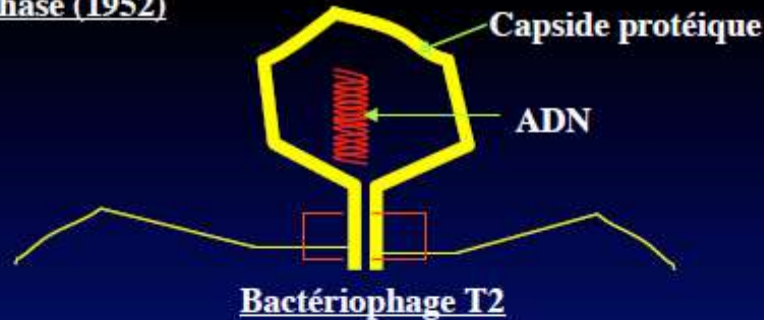


**• Conclusion de l'expérience: l'information permettant la transformation des bactéries R en S est médiée par l'ADN.**

# -3- 1952: Alfred Hershey et Martha Chase: expériences sur des bactériophages

→ confirmation des résultats d'Avery

Expérience de Hershey et Chase (1952)



Problème : ADN ou Protéine qui infecte ? Utilisation de T2 marqués au  $^{32}\text{P}$  ou au  $^{35}\text{S}$



Séparation bactérie et phages et analyse du contenu de la bactérie : présence de  $^{32}\text{P}$  pas de  $^{35}\text{S}$

→ ADN pénètre dans la bactérie



Multiplication de T2 :  $^{32}\text{P}$  retrouvé dans la descendance

ADN= support de l'information génétique

# QUESTIONS

**À l'aide d'un court texte explicatif et d'un schéma, identifiez les principaux constituants d'une molécule d'ADN et décrivez sa structure spatiale**

**TD = QUESTIONS + EXERCICES**

**1- Si l'équipe Avery avait trouvé que des échantillons de bactéries tuées à la chaleur puis traités à l'ARNase et à la protéase transformaient des bactéries mais que des échantillons traités à l'ADNase ne les transformaient pas, quelle aurait été leur conclusion?**

- a. La protéase est l'agent transformant.
- b. L'ARN et l'ADN sont le matériel génétique.
- c. Le matériel génétique est fait de protéine.
- d. L'ARNase et l'ADNase sont nécessaires à la transformation
- e. L'ADN est le matériel génétique

**2- Hershey et Chase auraient-ils pu utiliser un isotope radioactif d'un carbone plutôt que du  $^{32}\text{P}$ ? Justifiez votre réponse.**



### **3- En quoi les sucres de l'ARN et de l'ADN diffèrent-ils ?**

- a- L'ARN a un sucre à six carbones;
- b- l'ADN a un sucre à cinq carbones.
- c- Le sucre de l'ARN a un groupe hydroxyle que n'a pas le sucre de l'ADN.
- d- L'ARN contient de l'uracile;
- e- l'ADN contient de la thymine.
- f- Le sucre de l'ADN a un atome de phosphore que n'a pas le sucre de l'ARN.

### **4- Le caractère antiparallèle de l'ADN fait référence à**

- a. ses groupements phosphate chargés.
- b. l'appariement des bases d'une chaîne avec les bases de l'autre chaîne.
- c. la formation de liaisons hydrogène entre les bases des chaînes opposées.
- d. la polarité opposée des deux chaînes polynucléotidiques

### **5- Quelles sont les trois caractéristiques générales que doit posséder le matériel génétique ?**

### **6- Qu'est-ce que la transformation ? Comment Avery et ses collègues ont-ils démontré que le principe transformant est l'ADN ?**

**7- Comment Hershey et Chase ont-ils montré que l'ADN est transmis aux nouveaux phages pendant la reproduction des phages ?**

**8- Quelles sont les principales voies de transfert de l'information génétique ?**

**9- Quelle est la différence entre l'euchromatine et l'hétérochromatin ?**

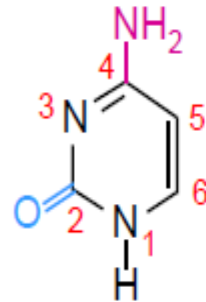
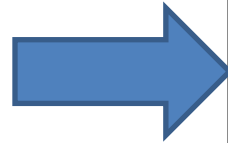
**10- Une cellule possédant 10 paires de chromosomes subit la méiose. Combien de chromosomes chacune des cellules produites possède-t-elle ?**

**11- On sait que les chromosomes sont porteurs de l'information génétique et que toutes les cellules ont la même information génétique. Mais comment cette information est-elle transmise de cellules en cellules ?**

**12- Schématiser la répartition des chromosomes lors de la formation des cellules reproductrices**

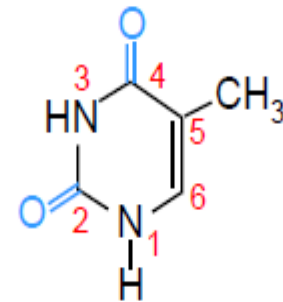
# Les acides nucléiques : des polymères de nucléotides

**Pyrimidine**



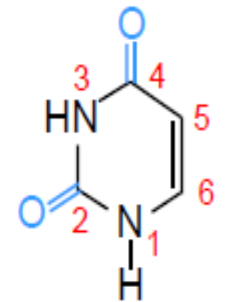
Cytosine (C)

ADN et ARN



Thymine (T)

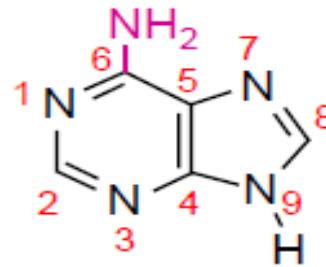
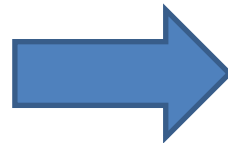
ADN



Uracile (U)

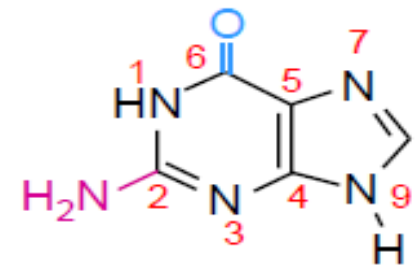
ARN

**Purine**



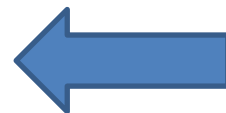
Adénine (A)

ADN et ARN

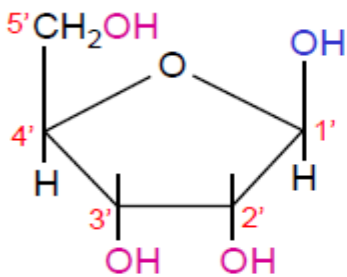


Guanine (G)

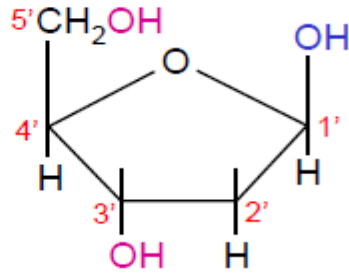
ADN et ARN



**Le pentose**



$\beta$ -D-Ribose

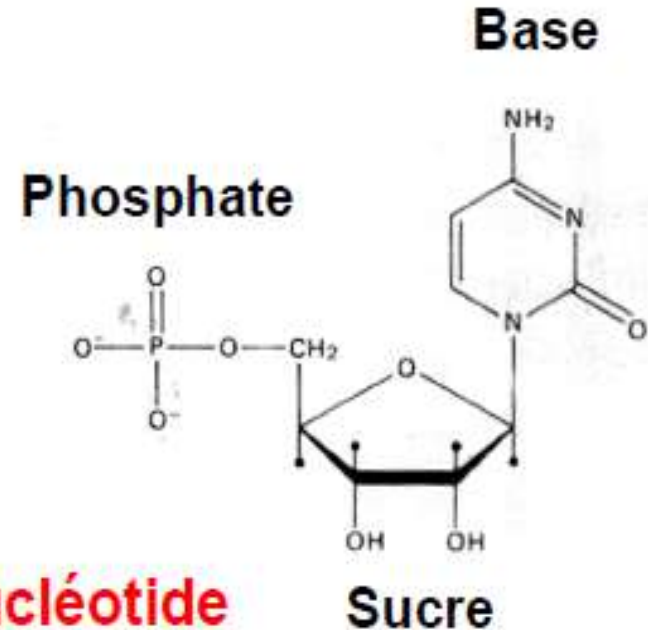
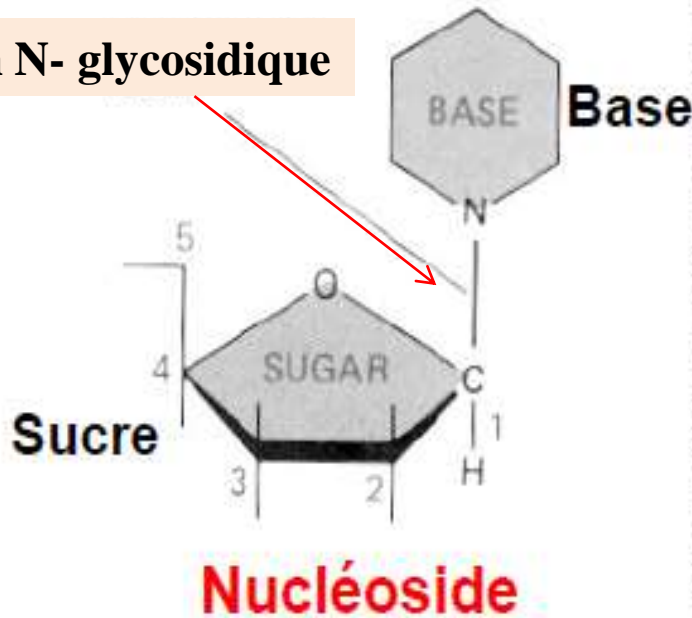


$\beta$ -D-2' désoxyribose

**Base + Sucre = Nucléoside**

**Base + Sucre + Phosphate = Nucléotide**

**Liaison N- glycosidique**

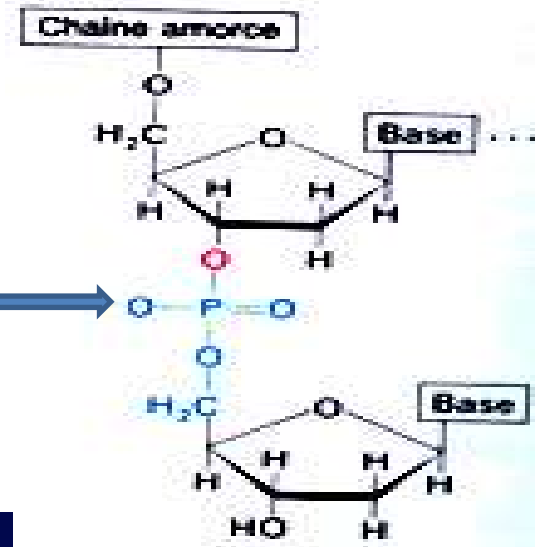
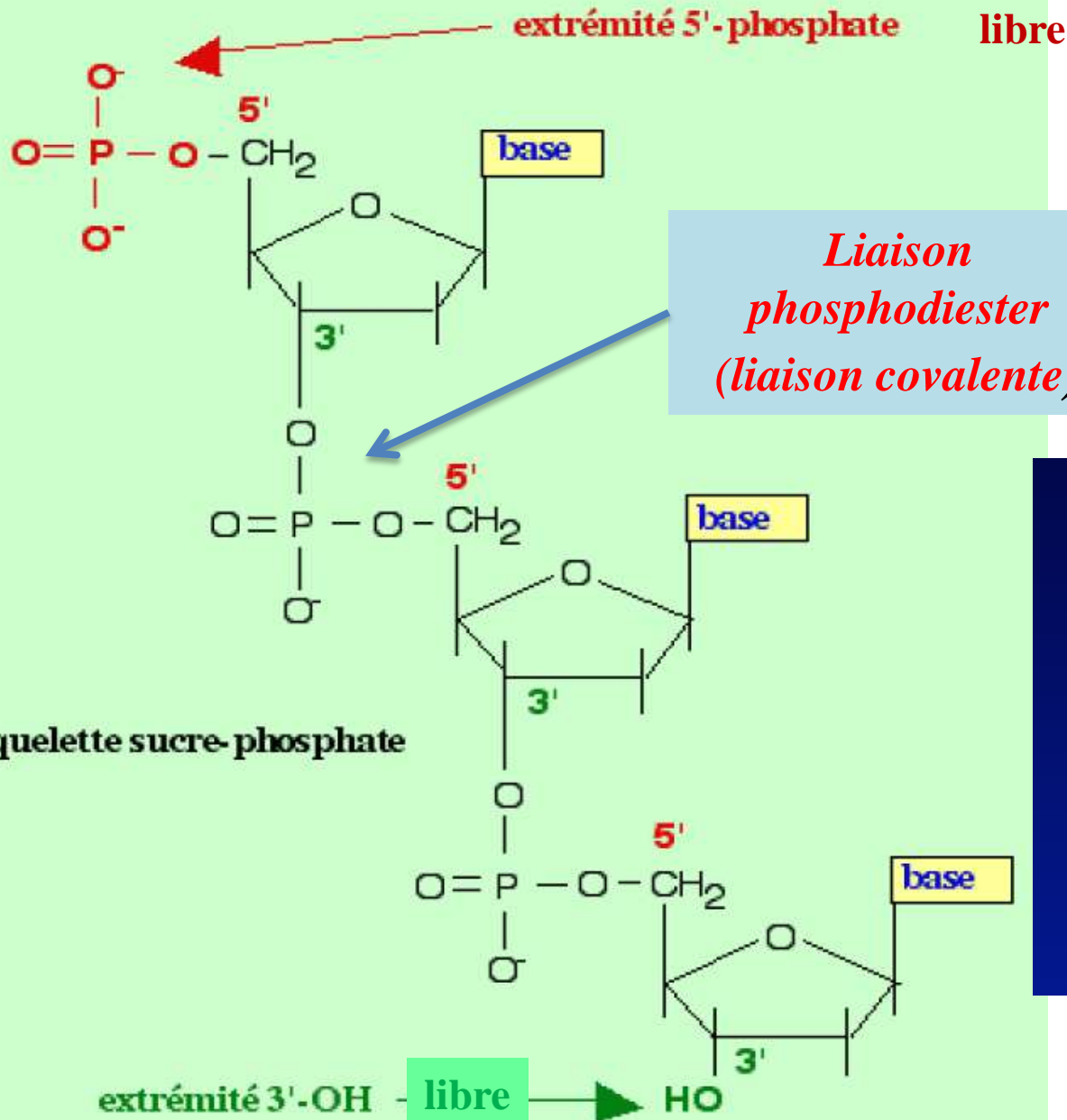


**L'ADN est une succession de nucléotides reliés par des liaisons phosphodiesters.**

**Liaisons riches en énergie.**

**Les nucléosides triphosphates sont les précurseurs des acides nucléiques.**

# Union de plusieurs nucléotides : formation des polynucléotides

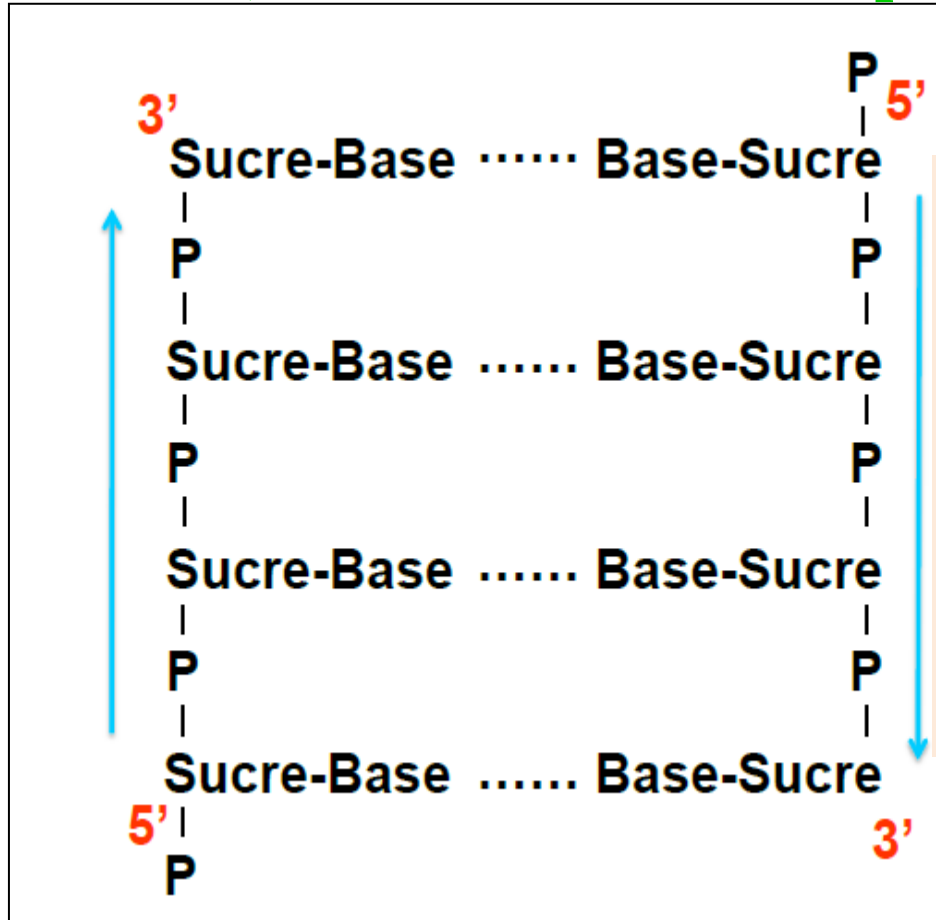


**L'ADN et l'ARN sont des polyanions.**  
L'ADN et l'ARN sont chargés négativement en raison des groupes phosphates. Placés dans un champ électrique (électrophorèse), ces molécules migreront vers le pôle + (anode).

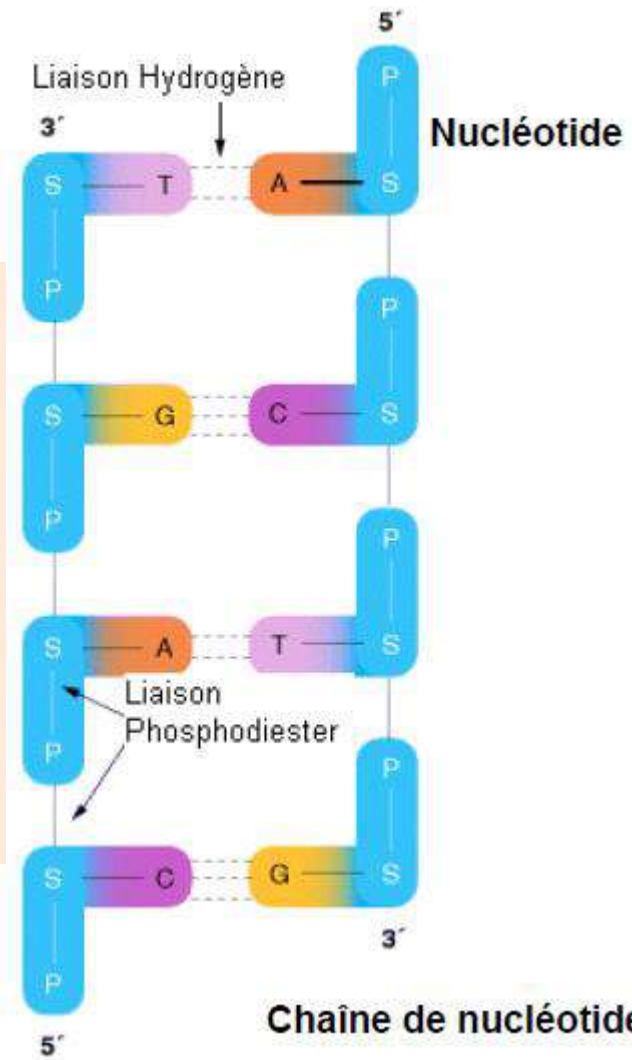
# 1- ADN: Structure élémentaire

- polymère linéaire de désoxyribonucléotides reliés par des liaisons phosphodiesters

- **L'ADN, une double hélice antiparallèle**



L'ADN est composé d'une double hélice,



Par convention, l'ADN est écrit dans le sens 5'-3'

**5'CAGT 3' ou 5'ACTG 3' = ordre des bases = information génétique**

# Règle d'équivalence de Chargaff : **Appariement A/T et G/C** (1948-49)

Hydrolyse chimique de l'ADN + séparation + identification  $\Rightarrow$

quantification des nucléotides A, T, C, G:

Systematiquement % A=% T et % G=% C

$$(A+G) / (T+C) = 1$$

💣 Rapport (A+T)/(C+G) spécifique de l'espèce

(A+T)/(C+G) = 1,52 chez l'Homme (très variable chez bactéries)

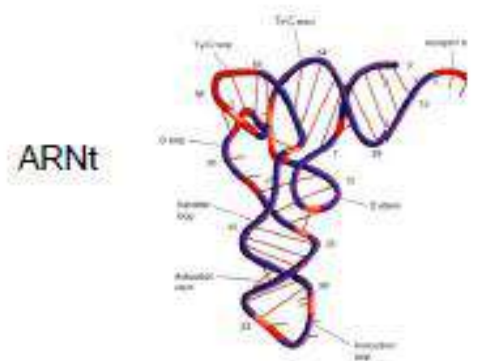
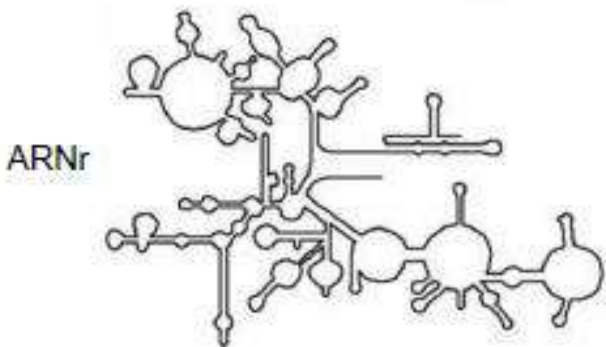
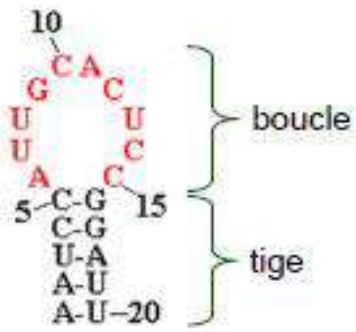
## 2- Les acides ribonucléiques (ARN ou RNA)

l'ARN messenger, un intermédiaire entre ADN et protéine

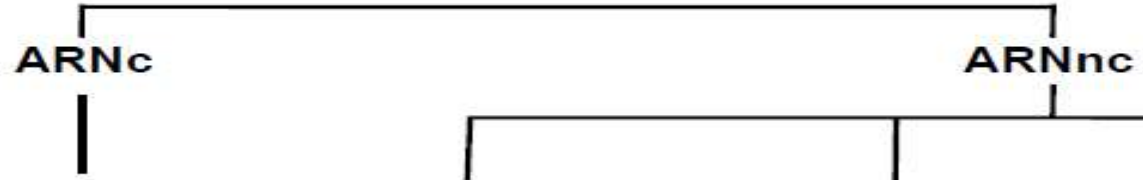
1. Structure : polymère linéaire de ribonucléotides liés par des liaisons phosphodiester



1 seul brin : 5' AUGCGGCAUUCA--- : séquence = structure primaire (I)  
 Formation de structures secondaires ( II) et tertiaires ( III )

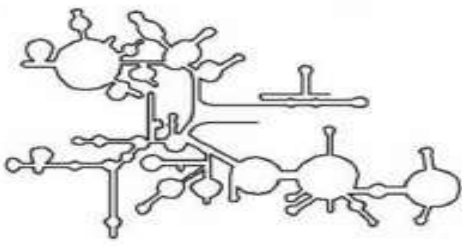


Types d'ARN



**ARNm**

100 à 20 000 nt  
 < 5 % de l'ARN



**ARNr**

28s ≈ 4000 nt  
 18s ≈ 2500 nt  
 5 & 5,8s ≈ 100-200nt  
 ≈ 80% de l'ARN



**ARNt**

≈ 70-110 nt  
 ≈ 15 % de l'ARN



**ARNf**

20 à 200 nt  
 ≈ 1% de l'ARN



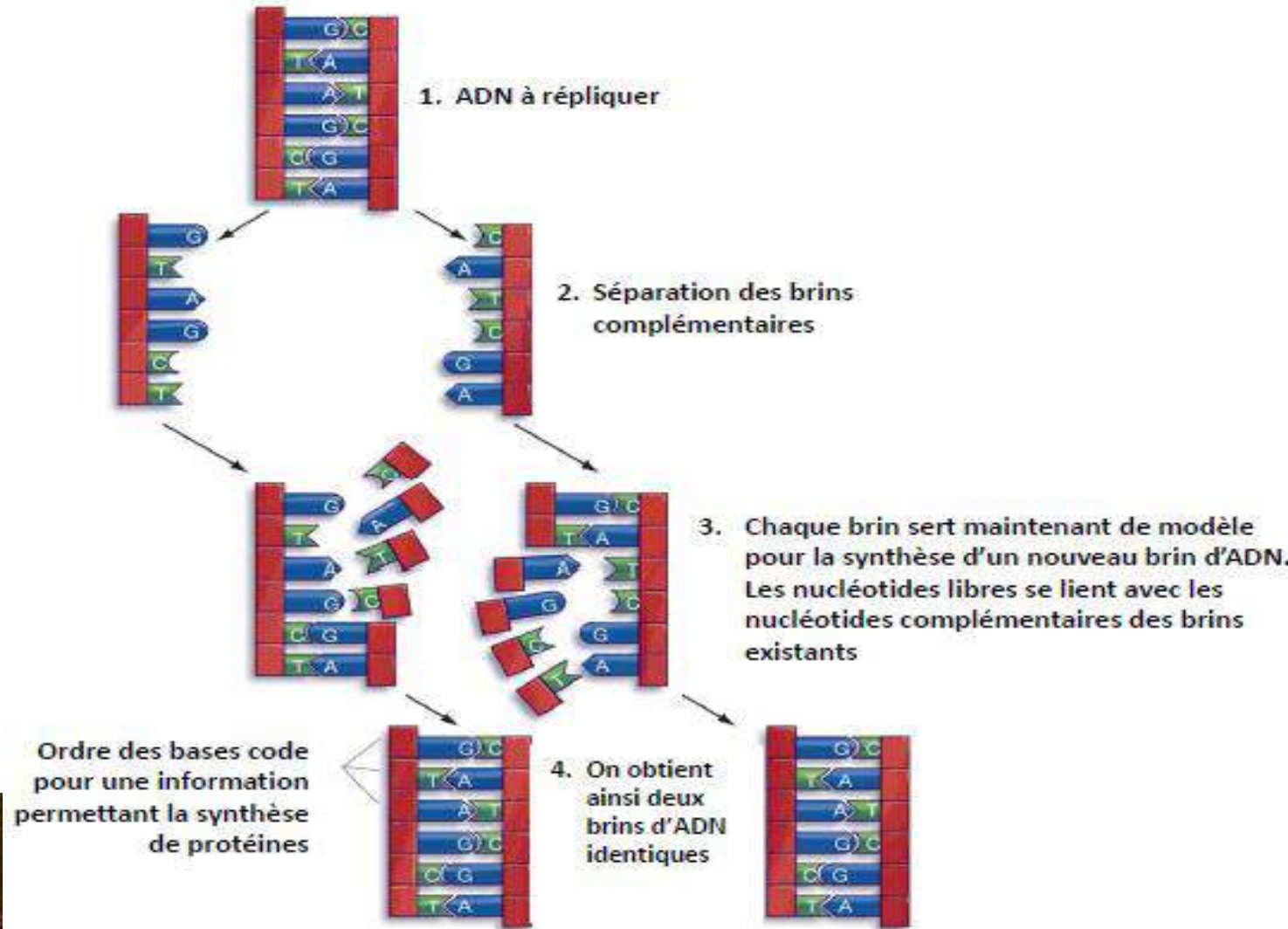
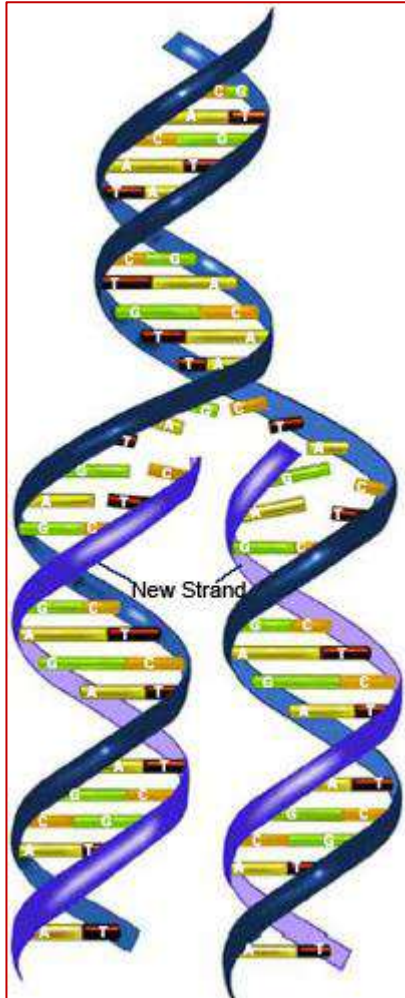
# Comparaison entre ADN et ARN

La longueur d'une molécule d'ARN est très inférieure à celle de l'ADN car c'est une copie d'un fragment d'ADN (gène) seulement.

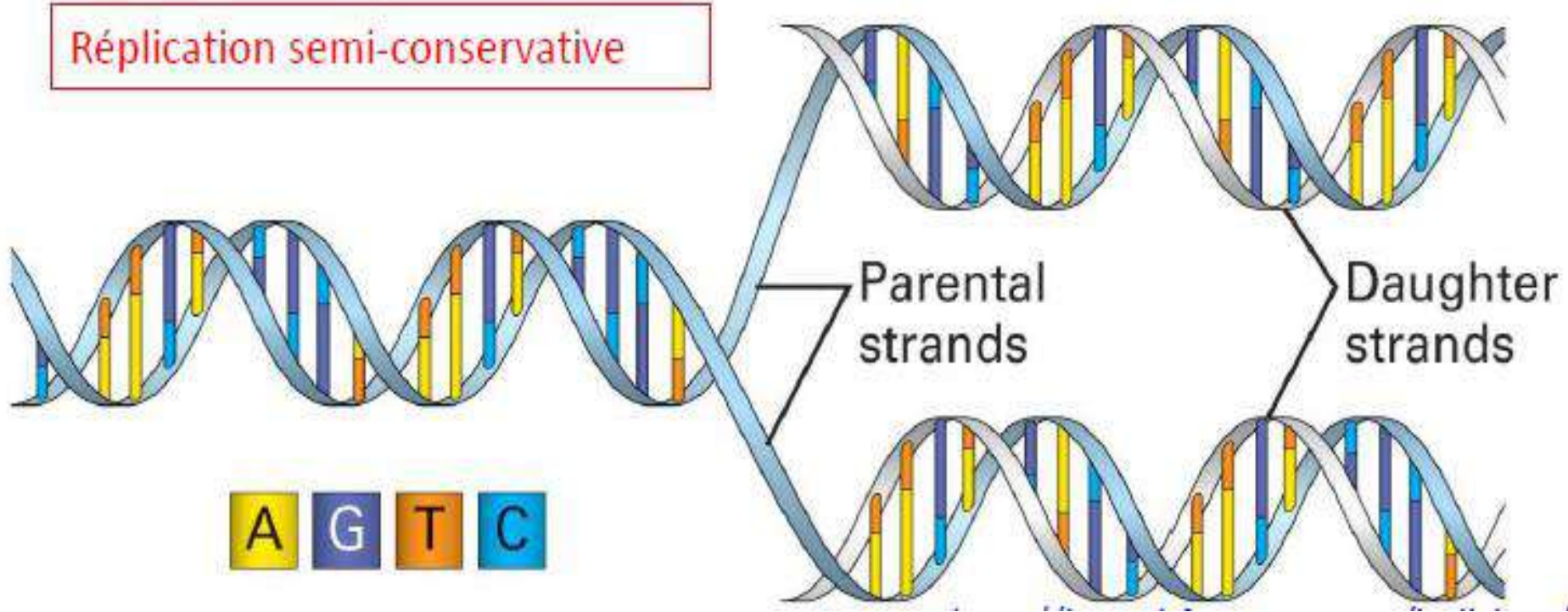
L'ARNm a une courte durée de vie (quelques minutes).

		ADN <u>A</u> cide <u>D</u> éoxyribo <u>N</u> ucléique	ARN <u>A</u> cide <u>R</u> ibo <u>N</u> ucléique
Nature de la molécule		Acide nucléique	Acide nucléique
Localisation		noyau	Noyau et cytoplasme
Nombre de brins		2	1
Taille de la molécule		Grande	Petite (correspond à une région donnée de l'ADN, donc à un fragment de l'information portée par l'ADN)
Constituant des nucléotides	sucre	Déoxyribose	Ribose
	Bases azotées	A, T, C, G	A, U, C, G

# Réplication de l'ADN



## Réplication semi-conservative



Une implication directe de la propriété de complémentarité des bases est que chaque brin d'ADN contient l'information complète.

- Durant la réplication, les brins se séparent et chaque brin sert de modèle pour la synthèse d'un brin complémentaire.
- La réplication assure donc le transfert de l'information génétique d'une cellule à ses descendantes.

**Brin précoce dont la  
synthèse est continue**

Brin avancé

Première sous-unité  
de l'ADN polymérase III

Protéines de liaison  
aux brins monocaténares

Hélice d'ADN  
parentale

**Brin tardif dont la  
synthèse est discontinue**

Fragment  
d'Okazaki

Amorce  
d'ARN

Hélicase

Primase

Brin retardé

Seconde sous-unité  
de l'ADN polymérase III

ADN polymérase I

ADN ligase

5'  
3'

**Replisome**

Topoisomérases

Primeosome

Primase

Ligase

Helicase

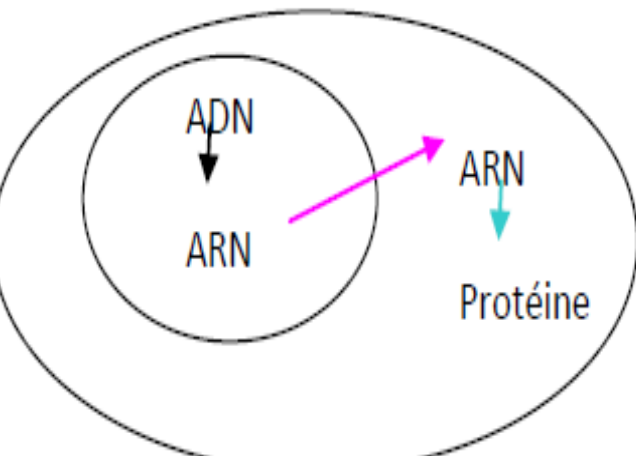
SSB proteins

DNA polymerases

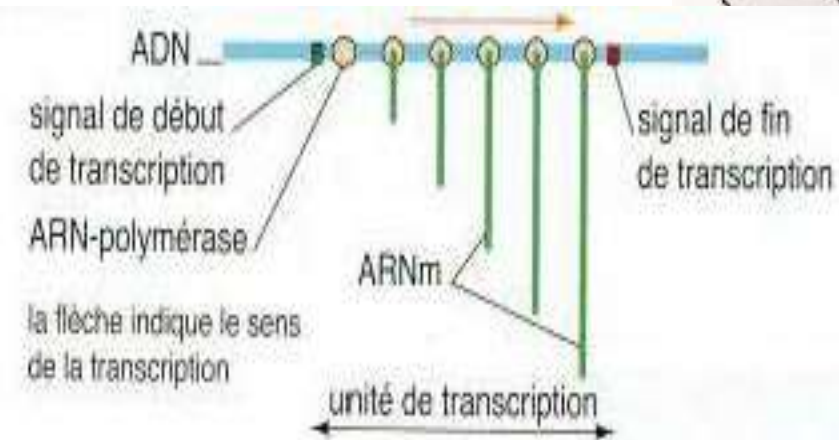
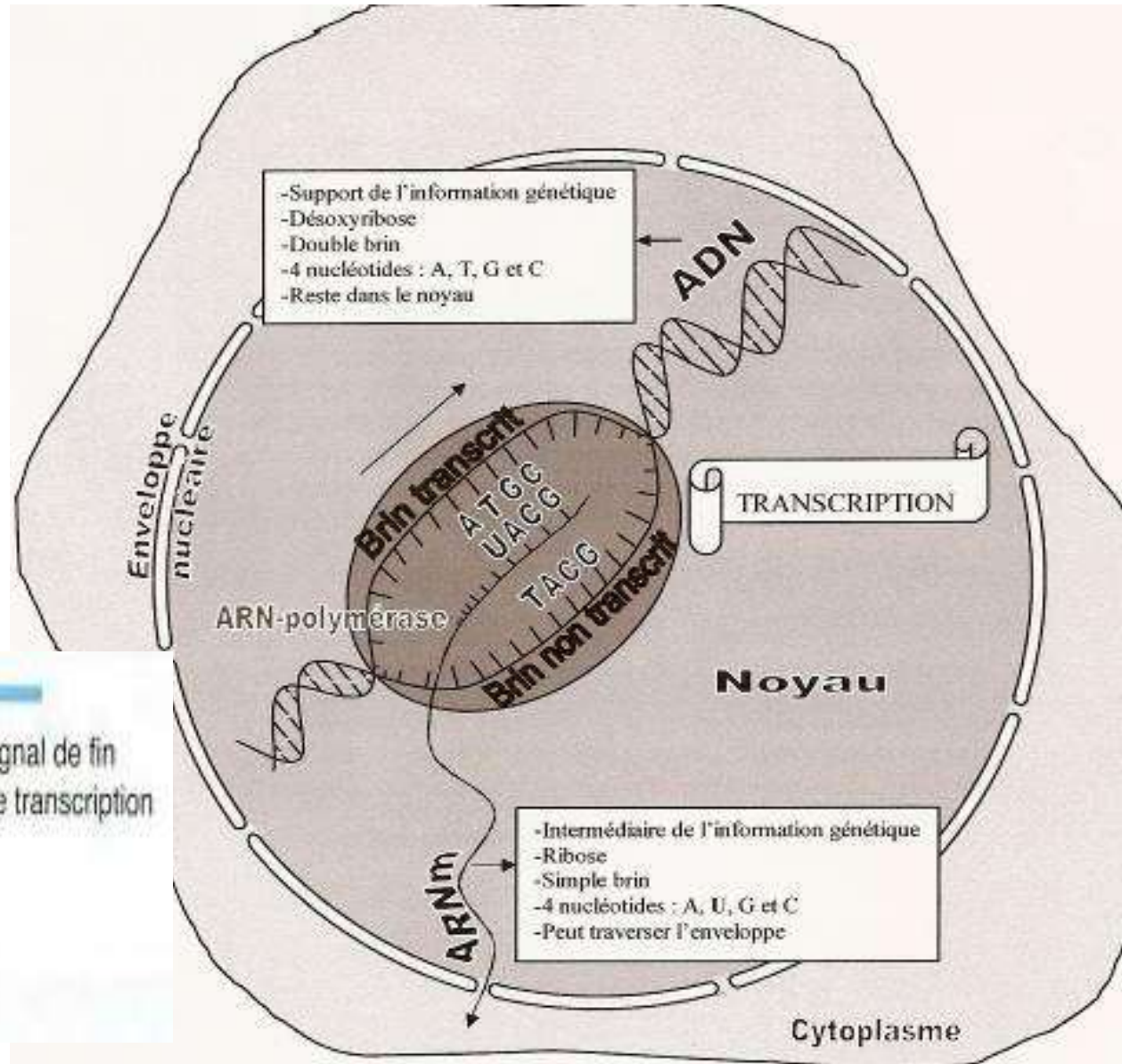
l'ensemble de l'activité enzymatique localisée au sein d'une fourche de réplication constitue un **réplisome**.

# Gène et transcription de l'ADN

En effet, une seule chaîne est transcrite ; c'est le « **brin transcrit** » qui sert de modèle



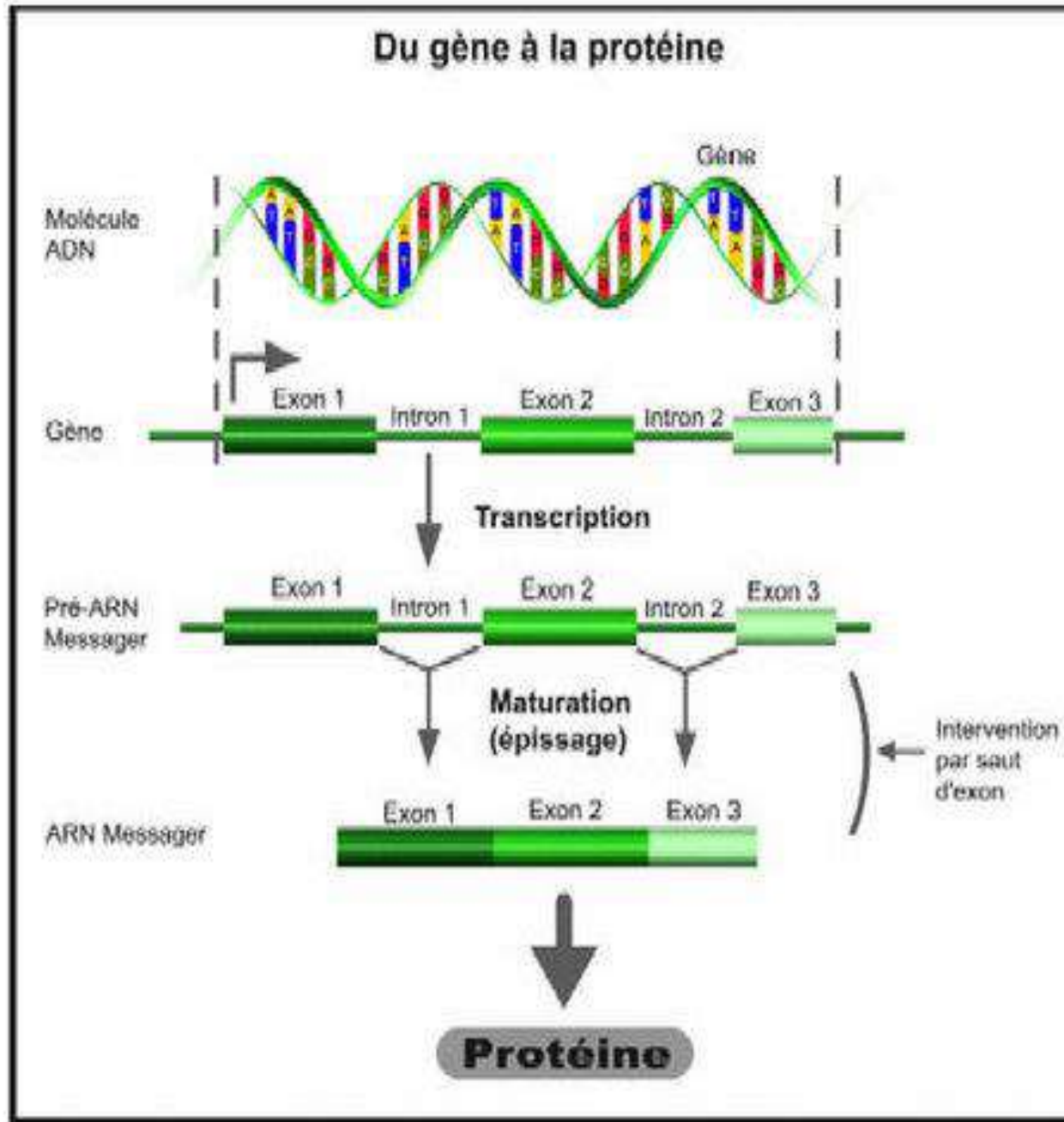
→ Transcription  
→ Traduction



Plusieurs **ARN polymérase**s se succèdent lors de la transcription d'un gène.

Plusieurs molécules d'ARNm sont donc synthétisées simultanément, constituant ainsi autant de copies identiques d'un même gène.

C'est le processus d'**auto amplification**



L'ARNm porte une information génétique

« synonyme » de celle de l'ADN

(avec un message complémentaire de celui du brin transcrit)  
et quitte le noyau pour gagner le cytoplasme où l'information  
doit être traduite en une séquence d'acides aminés.

**Remarque** : Même si les cellules possèdent toutes  
la **MEME information génétique**,

**TOUS les gènes** ne sont pas transcrits dans les mêmes cellules  
et au même moment.

Seuls quelques gènes s'expriment et « codent » des protéines  
au moment et à l'endroit où c'est nécessaire.

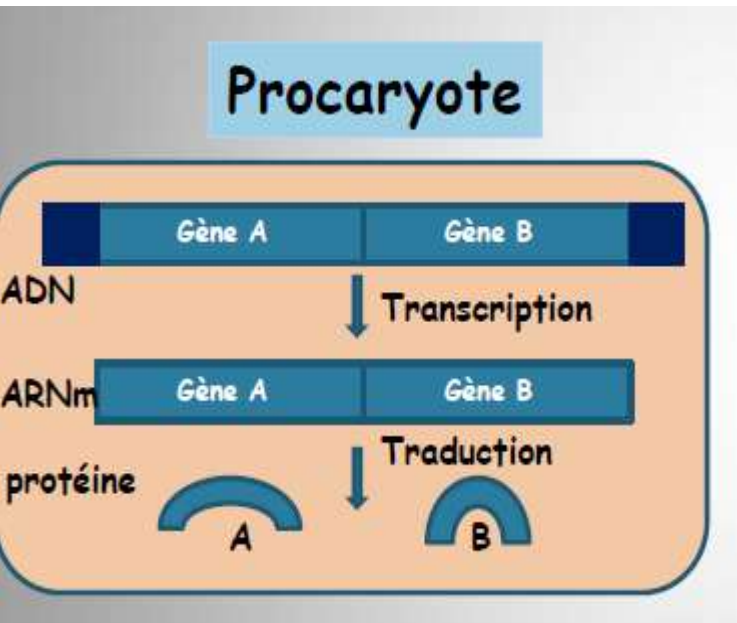
C'est ainsi que s'exprime la **spécialisation des cellules**.

**Ex** : les cellules du pancréas produisent de l'insuline car  
le gène qui code la synthèse de l'insuline s'exprime dans  
ces cellules. Il ne s'exprime nulle part ailleurs.

# Génétique des procaryotes et des eucaryotes

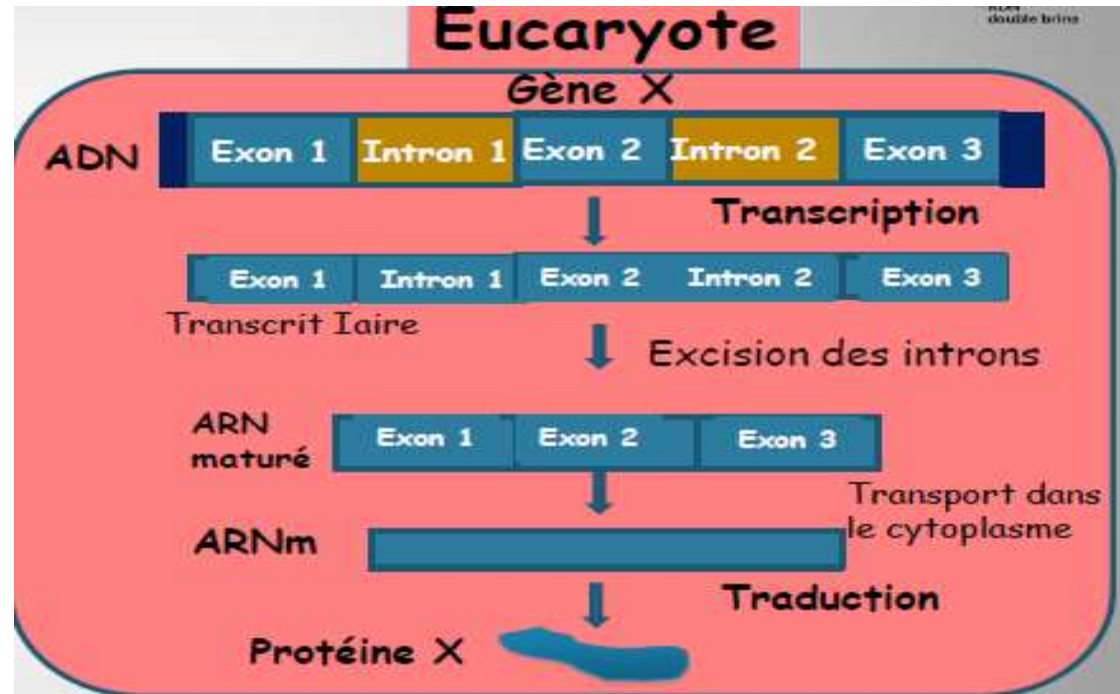
## Différences dues

- à la présence d'un noyau chez les eucaryotes
- à une organisation différente de l'ADN (introns et exons)



-ADN circulaire  
dans  
le cytoplasme

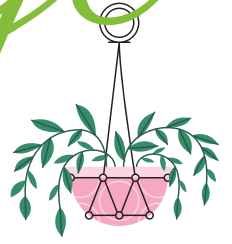
-Toutes les régions  
d'ADN sont  
codantes



- ADN linéaire individualisé sous forme de chromosomes dans le noyau
- Séparation spatiale de la transcription et la traduction, ARNm passe dans le cytoplasme



# Bon courage



## LIENS UTILES 🙌

### Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

