

FACULTÉ DE PHARMACIE DE LYON

**BIOLOGIE CELLULAIRE  
ET GÉNÉTIQUE**

**1<sup>ère</sup> ANNÉE**

LABORATOIRE DE BOTANIQUE ET BIOLOGIE CELLULAIRE

**A.A.B.P.L.**  
Association Amicale des Etudiants en Pharmacie de Lyon  
8 avenue Rockefeller - 69373 LYON CEDEX 08  
Tél. : 78-74-40-37

**FACULTÉ DE PHARMACIE DE LYON**

**BIOLOGIE CELLULAIRE  
ET GÉNÉTIQUE**

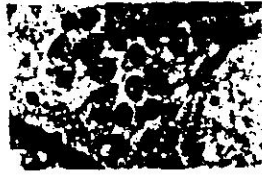
**1<sup>ère</sup> ANNEE**

**LABORATOIRE DE BOTANIQUE ET BIOLOGIE CELLULAIRE**

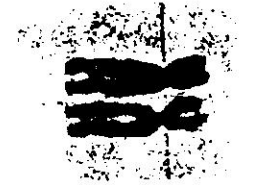
**BIOLOGIE CELLULAIRE**

---





Tissu épithélial  
× 250



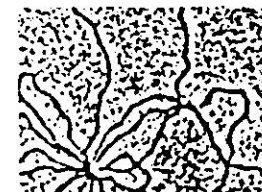
Chromosomes  
× 1 000



Mitochondrie  
× 10 000



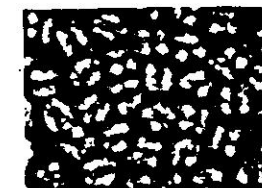
Enveloppe  
nucléaire  
× 10 000



ADN mitochondrial isolé  
× 50 000



Virus  
× 100 000



Cristal protéique  
× 210 000



Membrane plasmique  
× 270 000



Sous-unités membranaires  
× 700 000



Complexe enzymatique  
× 1 000 000

### TAILLE DES CELLULES

	mm	μ
<i>Cellules animales</i>		
Oufs Autruche .....	170 × 135 mm	
Poule.....	60 × 45	
Oursin.....		70
Ovule humain .....	0,1	100
Cellule de foie } la plupart des cellules		20
Globule rouge }		7
<i>Cellules végétales</i>		
Algues géantes Acetabularia .....	20 à 100	
Nitella .....	5	
Cellules de réserve (tubercule de pomme de terre) .....		300
Tissus chlorophylliens (cellules palissadiques) .....		50 × 20
la plupart des cellules .....		10 à 50
<i>Bactéries</i>		
Bacille typhique.....		2,4 × 0,5
Bacille de l'influenza.....		0,5 × 0,2
Bacille de la pleuropneumonie .....		0,25 × 0,1

1 mètre =  $10^3$  mm (millimètres)  
=  $10^6$  μ (microns)  
ou  $10^6$  μm (micromètres)  
=  $10^9$  nm (nanomètres)  
ou  $10^9$  mμ (millimicrons)  
=  $10^{10}$  Å (angstroms)

Lecture des échelles. Exemples

$$\boxed{1 \mu\text{m}} = \times 25\ 000$$

$$\boxed{0,5 \mu\text{m}} = \times 25\ 000$$

$$\boxed{0,1 \mu\text{m}}$$

$$\boxed{100 \text{ nm}} = \times 250\ 000$$

$$\boxed{1\ 000 \text{ Å}}$$

Pour respecter les conventions actuelles, les grossissements sont donnés en micromètres, nanomètres et angstroms. Sauf indication contraire, le trait d'échelle des micrographies représente 1 micromètre.

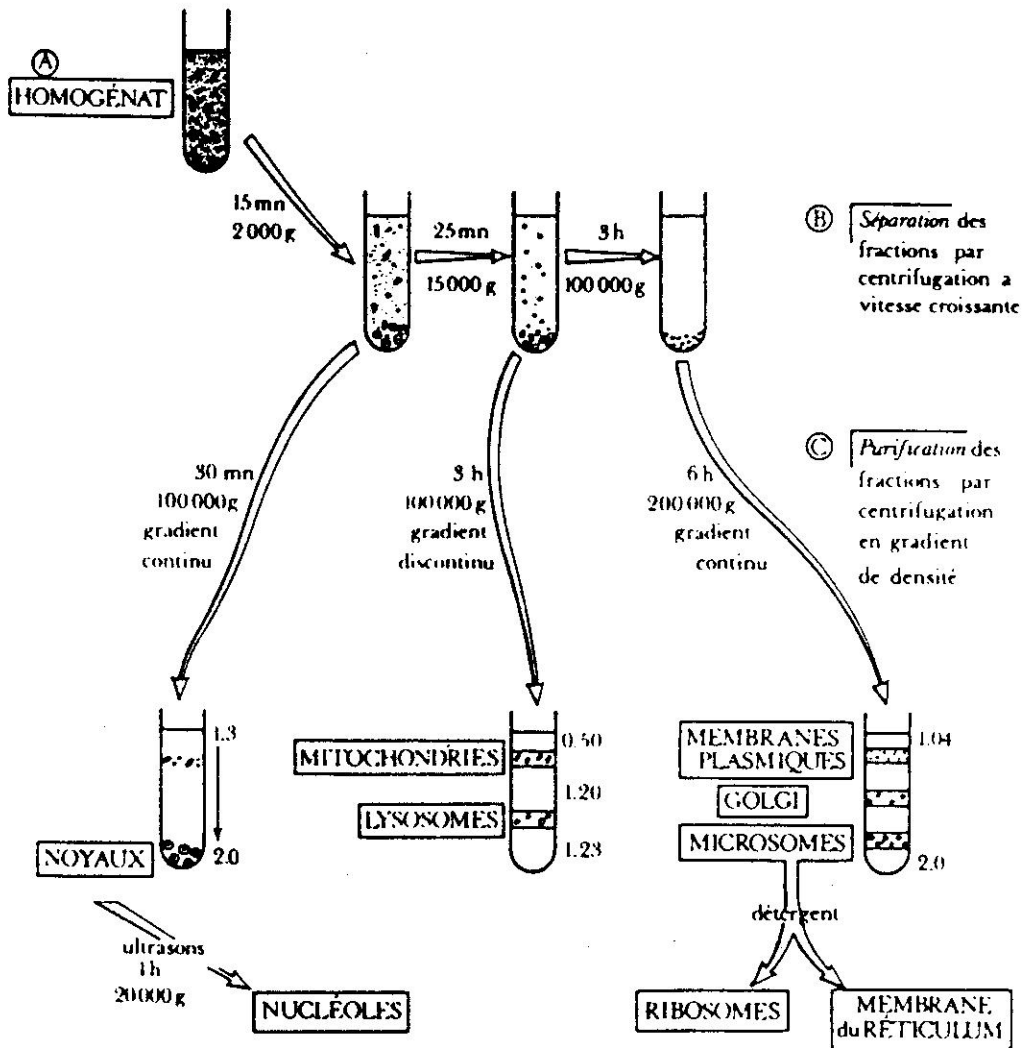


Schéma simplifié d'une centrifugation différentielle à partir de foie de rat.

L'homogénéisation du tissu et les centrifugations sont faites à 0°C dans des solutions tamponnées de saccharose. Des solutions de molarité différente constituent des gradients dans lesquels les organites se répartissent en fonction de leur densité (les chiffres indiquent les molarités des solutions de saccharose).

CONSTITUANTS BIOCHIMIQUES

GLUCIDES



## LES GLUCIDES

### A. REPARTITION

les uns sont STRUCTURAUX : Cellulose, Chitine, Polyosides bactériens

les autres sont de RESERVE : Glycogène, Amidon, Inuline.

Les monomères sont parfois intégrés dans d'autres métabolites :  
pentoses des nucléotides.

### B. DEFINITION

Composés ternaires présentant une fonction aldéhyde ou cétone et plusieurs fonctions alcool. Ils sont simples - (monomères ou oses) - ou polymérisés - (osides simples et polyosides)

### C. LES OSES $C_n (H_2O)_n$

On les classe par nombre d'atomes de carbone : trioses, tétroses, pentoses, hexoses;

Hydrosolubles et réducteurs directs des solutions alcalines de sels de cuivre (ex. : liqueur de Fehling).

### D - LES OSIDES SIMPLES

Résultent de la condensation de quelques molécules (2 à 10) d'oses par liaison éther-oxyde : la liaison osidique

Si la condensation se fait en 1 - 1', l'oside n'a pas de pouvoir réducteur  
ex : saccharose

Si la condensation se fait en 1 - 4', l'oside conserve un pouvoir réducteur :  
ex : maltose

E - LES POLYOSIDES

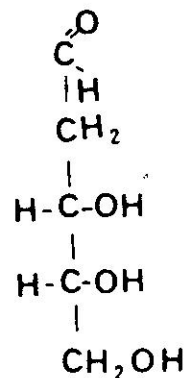
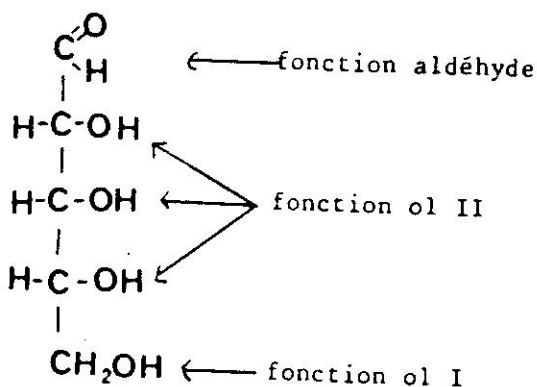
- Arabanes : liaison osidique 1 - 5 : dans les pectines
- Glucanes : liaison osidique 1 - 4 : amidon  
: glycogène  
β1 - 4 : cellulose  
1 - 6 dextrane
- Fructosanes : inuline des Composées
- Galactosanes : liaison 1-4 des pectines

F - LES OSAMINES

Ce sont généralement des 2-amino 2-désoxyoses

- D glucosamine : on la trouve en dérivé acétylé dans la chitine et dans les protéoglycane.
- Acide N acétyl muramique : dans la paroi bactérienne
- Acide Neuraminique : sous forme acétylée, il constitue l'acide sialique des glyco-protéines membranaires.

## PENTOSES



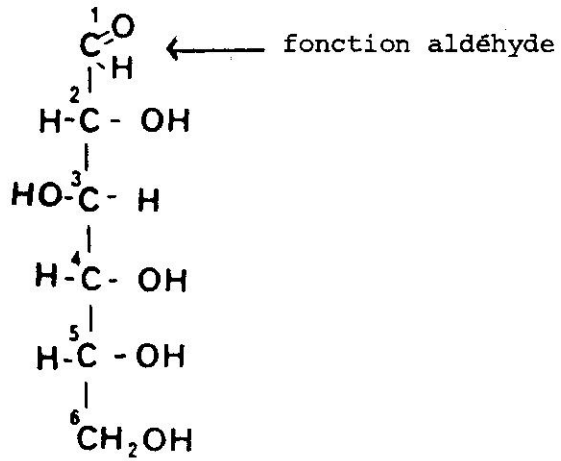
Ribose : figure dans le RNA

2-Desoxyribose : figure dans le DNA

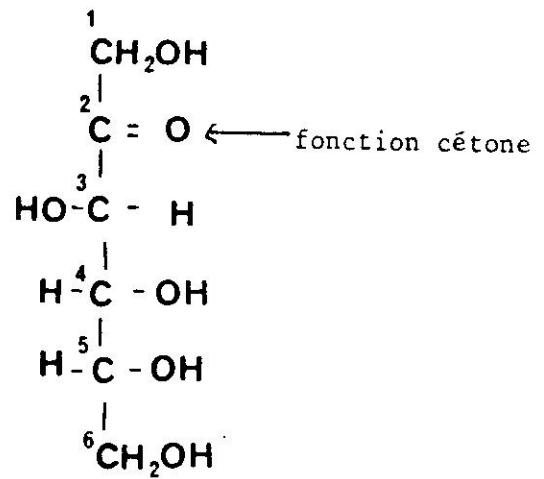
HEXOSES

---

D GLUCOSE



D FRUCTOSE



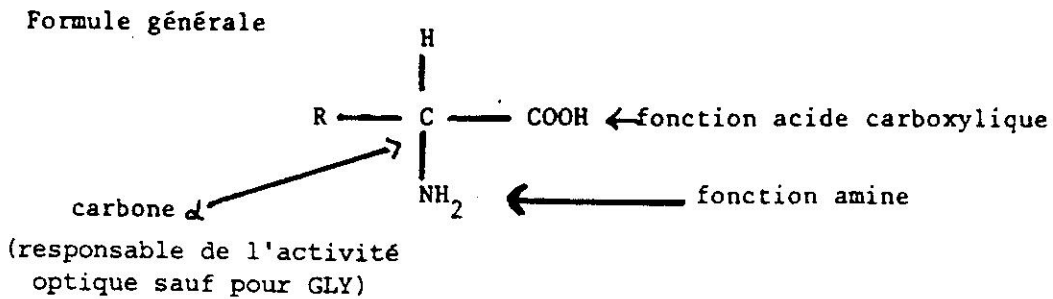
PROTEINES



## L E S   P R O T E I N E S

\*\*\*\*\*

- Les protéines sont des macromolécules livrant à l'hydrolyse des acides aminés de type  $\alpha$  et de série L de Fischer. Leur PM est supérieur à 5000. Les acides aminés sont en liaison peptidique : toutes les liaisons peptidiques sont coplanaires.
- Les protéines possèdent plusieurs niveaux d'organisation :
  - La structure primaire : elle est définie par la SEQUENCE c'est-à-dire l'ordre dans lequel se succèdent les acides aminés. Cet ordre est imposé par le code génétique. Une erreur de séquence peut amener une maladie métabolique.
  - La structure secondaire : elle représente la forme de la chaîne protéique : soit en feuillet plissé  
soit en hélice  $\alpha$  (protéines globulaires)
  - La structure tertiaire : elle représente les plicatures de la chaîne protéique.
  - La structure quaternaire : elle est formée par la réunion d'un nombre pair de sub-unités protéique -protomères-.
- Les protéines sont sensibles à de nombreux agents qui peuvent provoquer la rupture des liaisons faibles assurant la géométrie des structures secondaires ou tertiaires. C'est ce qu'on appelle la dénaturation. Une protéine dénaturée perd généralement ses propriétés physiologiques.
- Les protéines sont hydrolysées par des enzymes spécifiques, les PROTEINASES.
- La caractérisation des acides aminés d'un protéolysat peut se faire par les méthodes de chromatographie et d'électrophorèse.
- Certaines sont structurales (albumines), d'autres ont une action physiologique (enzymes)
- Certaines ne contiennent que des acides aminés (holoprotéines), d'autres contiennent en plus des molécules différentes des acides aminés (hétéroprotéines).

1) Acide Aminé :2) Les acides aminés des protéines :

Glycine = GLY

Alanine = ALA

Valine = VAL

Leucine = LEU

Isoleucine = ILE

Sérine = SER

Thréonine = THR

Méthionine = MET

Cystéine = CYS

Acide aspartique = ASP

Acide glutamique = GLU

Lysine = LYS

Arginine = ARG

Phénylalanine = PHE

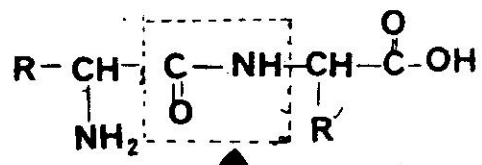
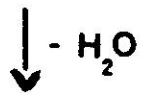
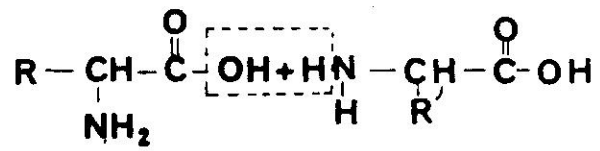
Tyrosine = TYR

Tryptophane = TRY

Histidine = HIS

Proline = PRO

## ETABLISSEMENT DE LA LIAISON PEPTIDIQUE



↑  
Liaison peptidique

**NUCLEO - PROTEINES**



## LES NUCLEOPROTEINES

- Ce sont des hétéroprotéines dont l'hydrolyse libère une protéine basique (protamine ou histone) et un polymère qui lui était relié par liaison saline : l'acide nucléique, contenant en moyenne 10 % de phosphore.

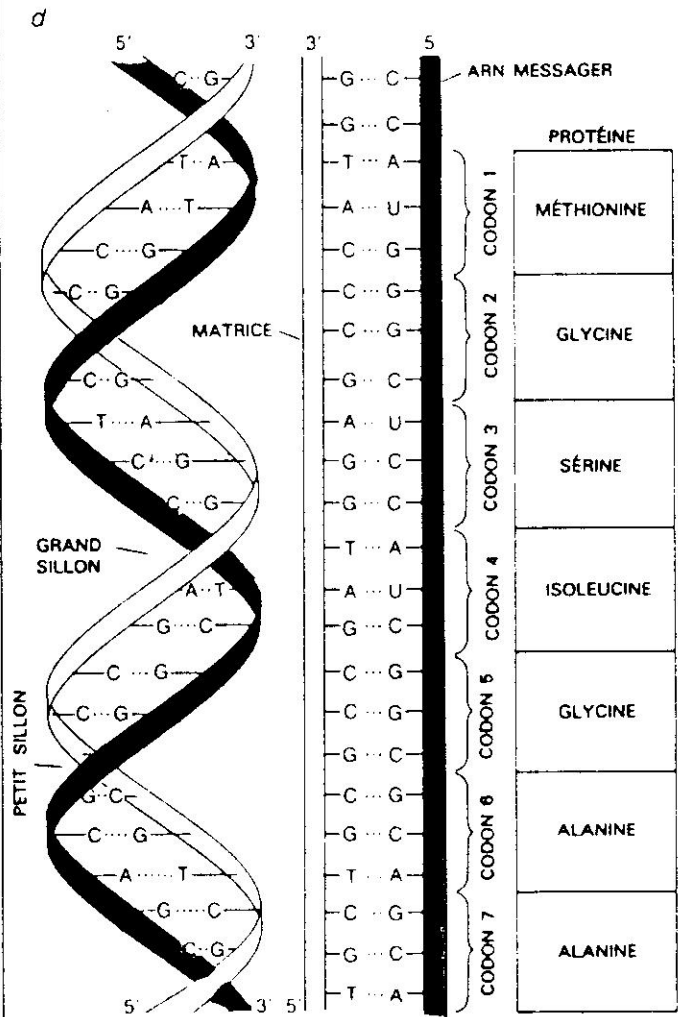
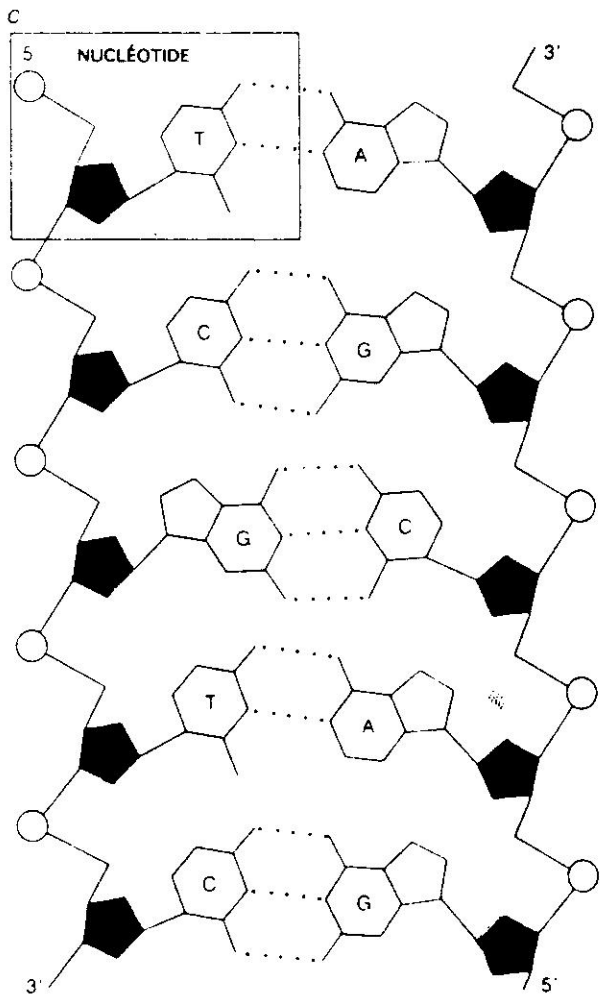
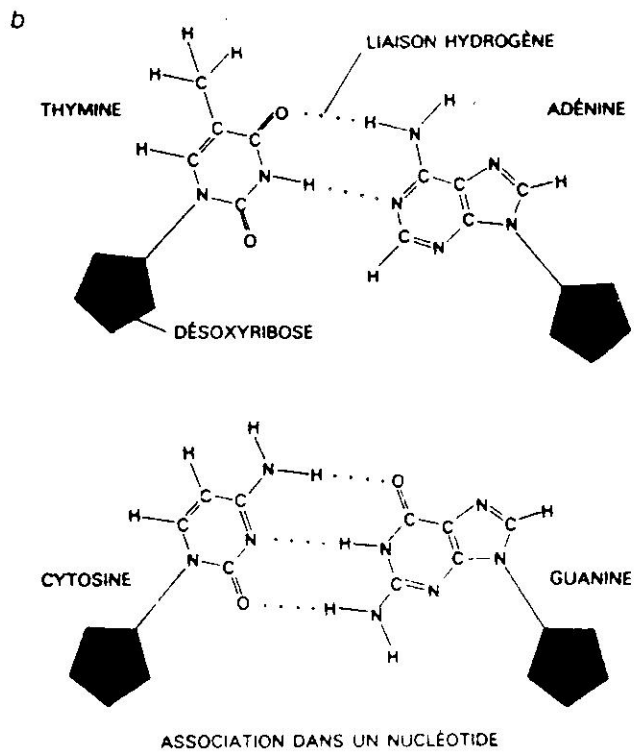
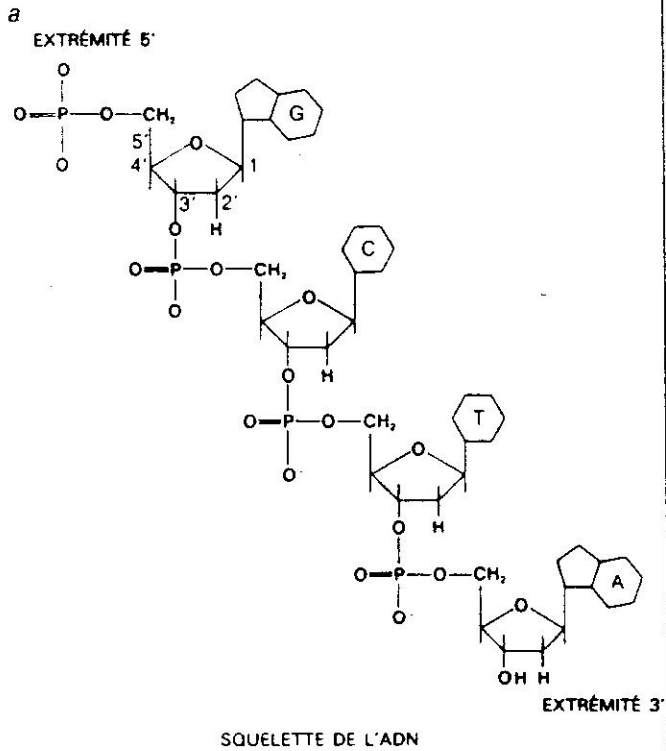
- Par hydrolyse, un acide nucléique se dépolymérise en NUCLEOTIDES

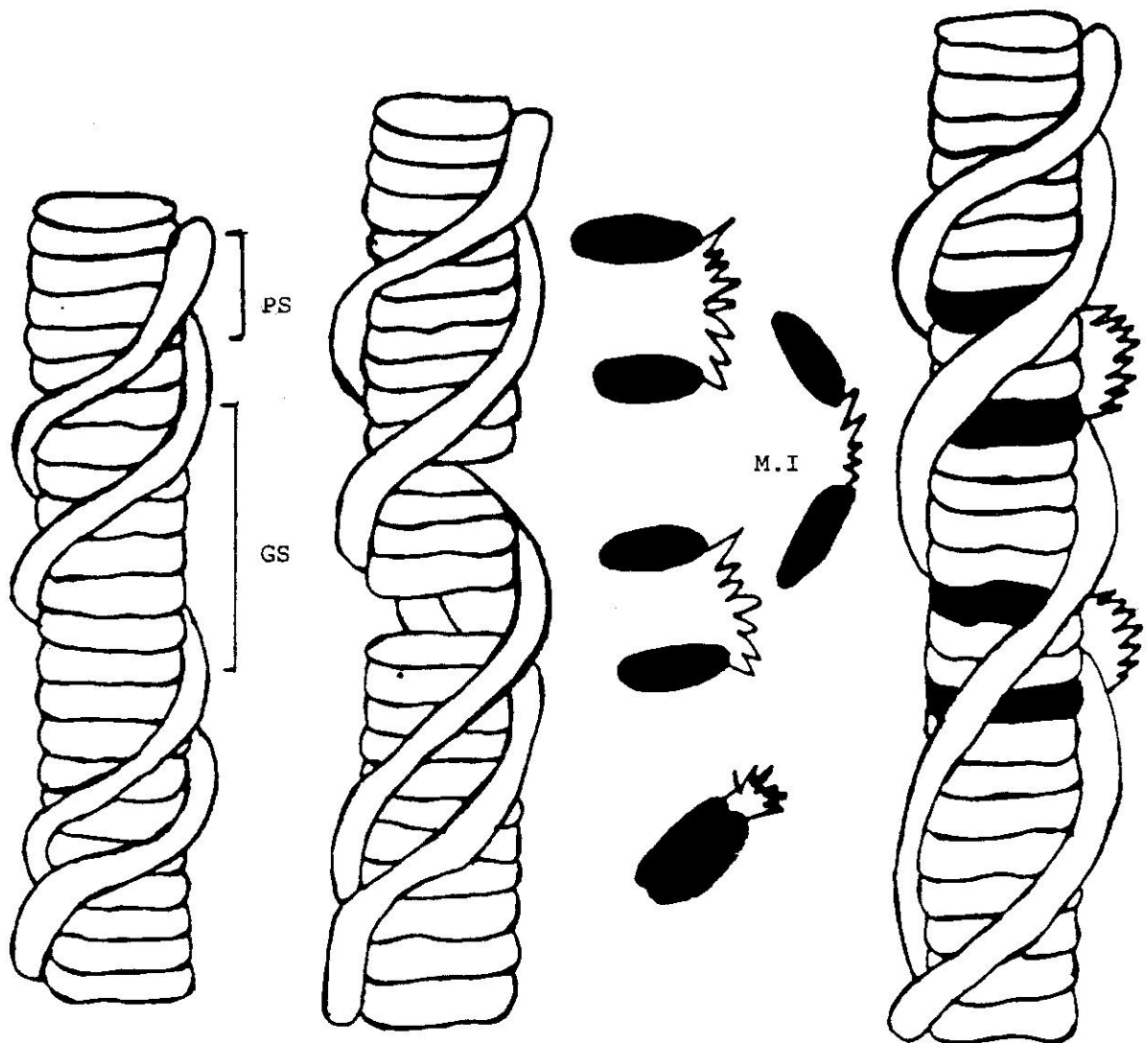
Chaque NUCLEOTIDE est un ester de NUCLEOSIDE

Un NUCLEOSIDE est une association N glycosidique d'un pentose et d'une base purique (liaison de type 1'-9) - ou pyrimidique (liaison de type 1' - 1).

	A D N	A R N
PENTOSE	2-désoxyribose	Ribose
Bases PURIQUES	Adénine Guanine	Adénine Guanine
Bases PYRIMIDIQUE	Cytosine <u>Thymine</u>	Cytosine <u>Uracile</u>

Les bases puriques ont un caractère aromatique accentué et absorbent dans l'U.V. à 260 nm.





COMPLEXE D'INTERCALATION DU DNA

M I = molécule intercalante  
 P S = petit sillon  
 G S = grand sillon

- EXPERIENCE DE

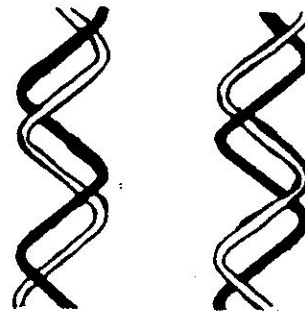
MESELSON ET STAHL. REPLICATION

DE L'ADN SUR LE MODE SEMI-CONSERVATIF -

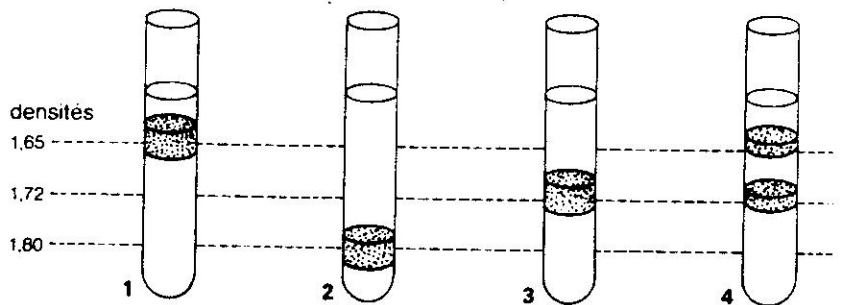
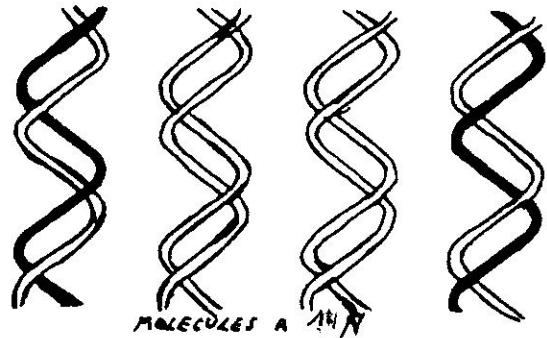
MOLECULES  
ORIGINELLES  
MARQUEES  
AU  $^{15}\text{N}$



1<sup>re</sup> GENERATION  
MOLECULES  
HYBRIDES  
INTERMEDIRES  
ENTRE  
 $^{15}\text{N}$  ET  $^{14}\text{N}$



2<sup>e</sup>  
GENERATION



ADN (1) de bactéries cultivées depuis de nombreuses générations sur un milieu  $^{14}\text{N}$

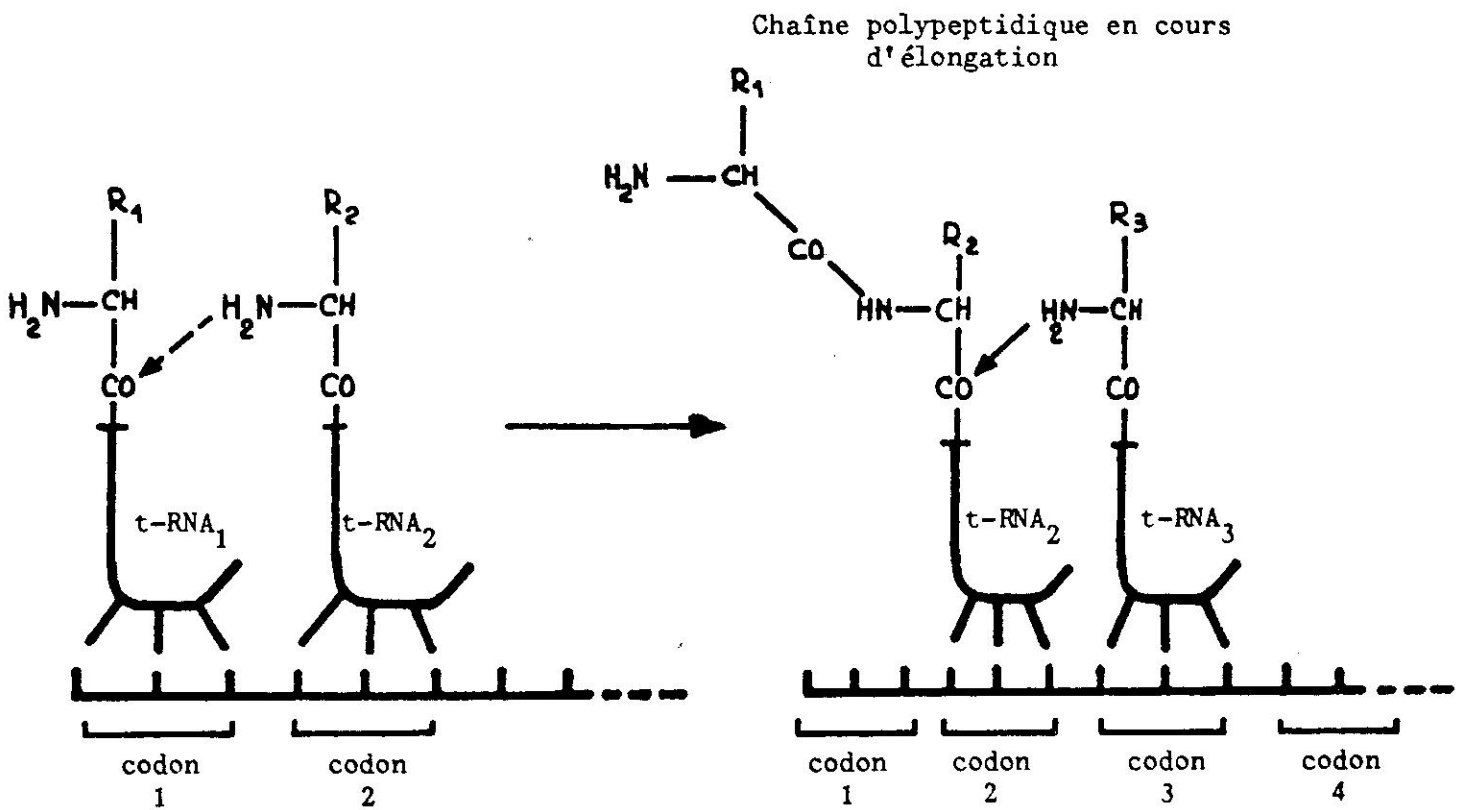
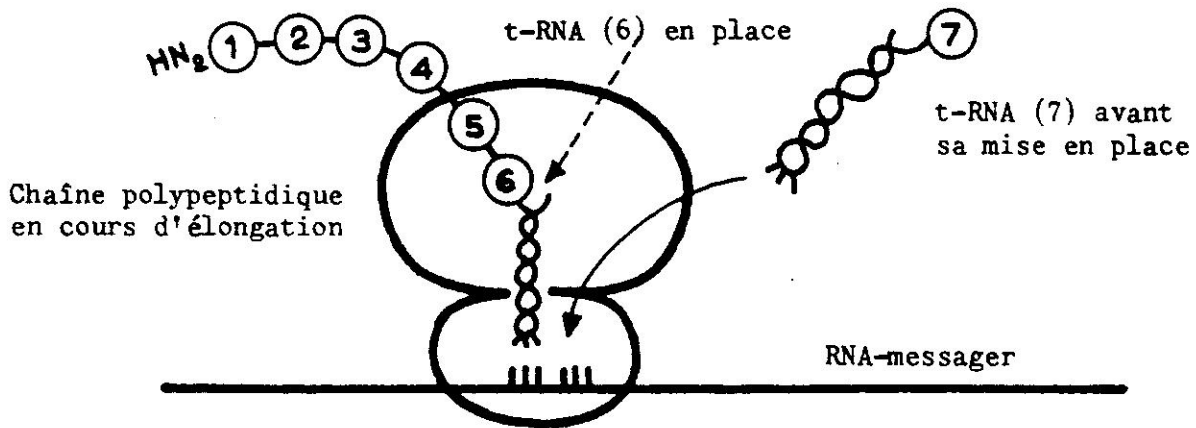
ADN (1) de bactéries cultivées depuis de nombreuses générations sur un milieu  $^{15}\text{N}$

ADN (1) de bactéries de la culture sur milieu  $^{15}\text{N}$ , une génération après leur transfert sur milieu  $^{14}\text{N}$

ADN (1) de bactéries de la culture sur milieu  $^{15}\text{N}$ , deux générations après leur transfert sur milieu  $^{14}\text{N}$ .

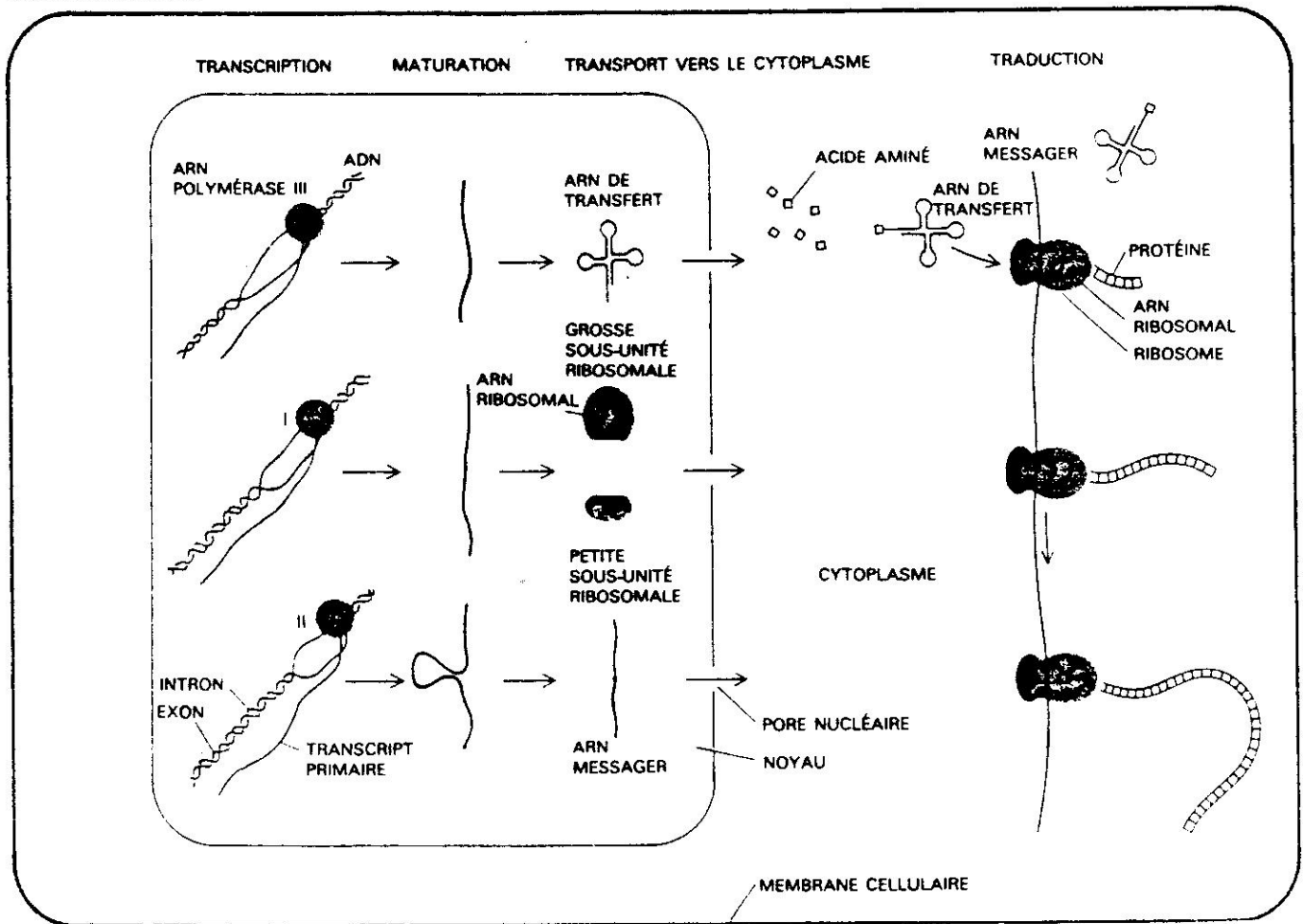
(1) La quantité d'ADN introduite dans un tube à centrifugation est toujours la même.



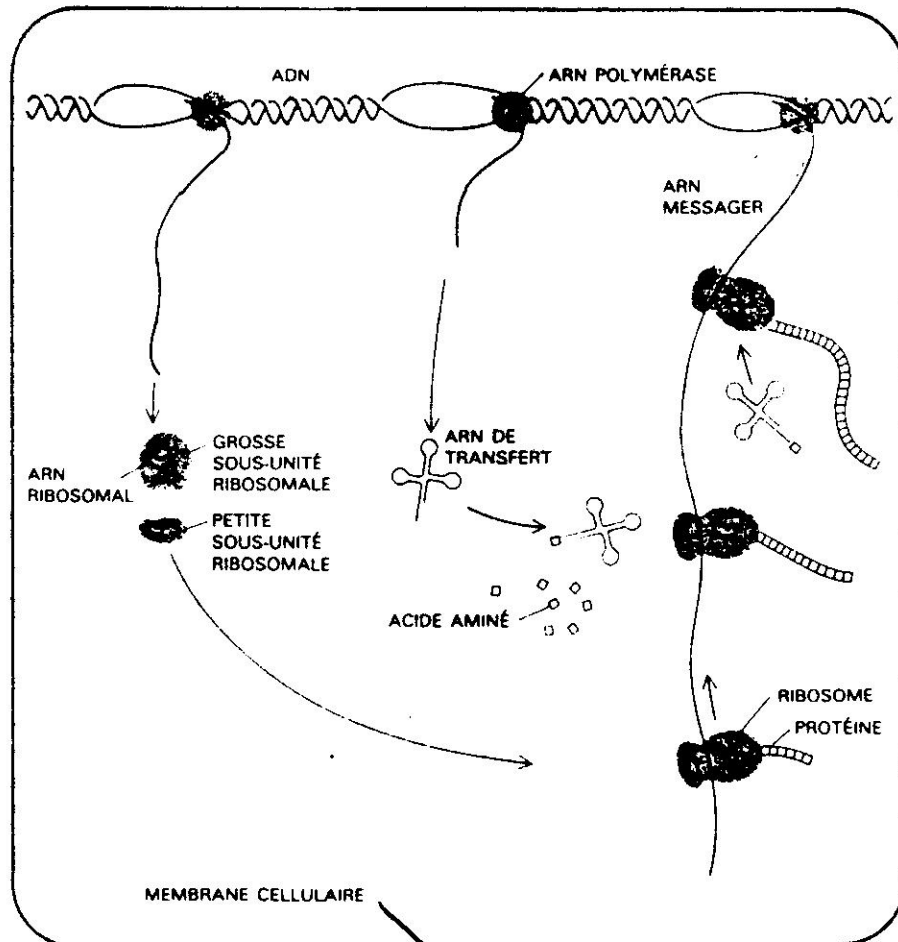


Traduction

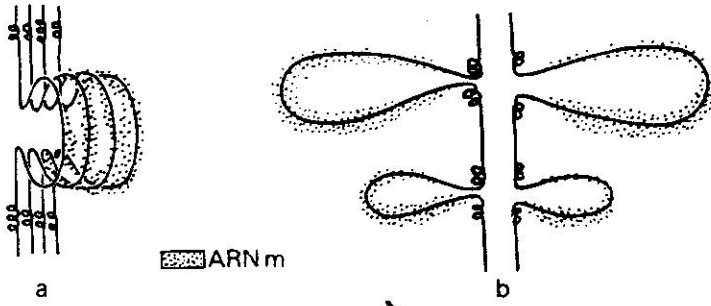
CELLULE EUCARYOTE



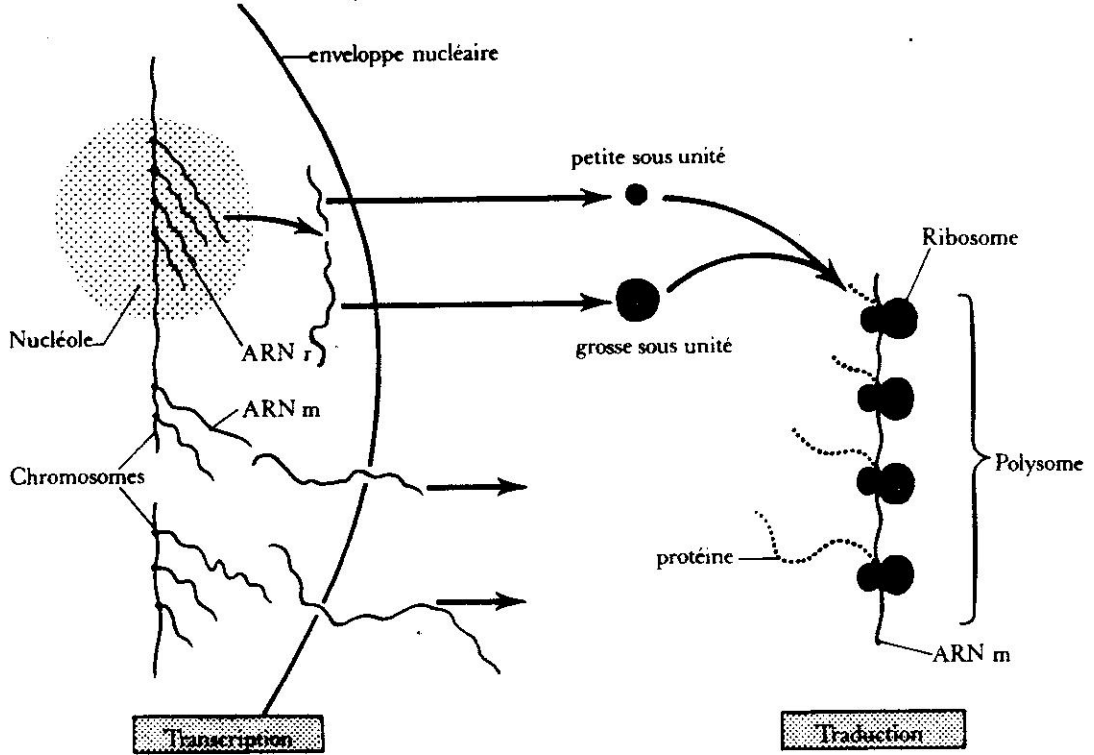
CELLULE PROCARYOTE



Transcription  
et  
Traduction

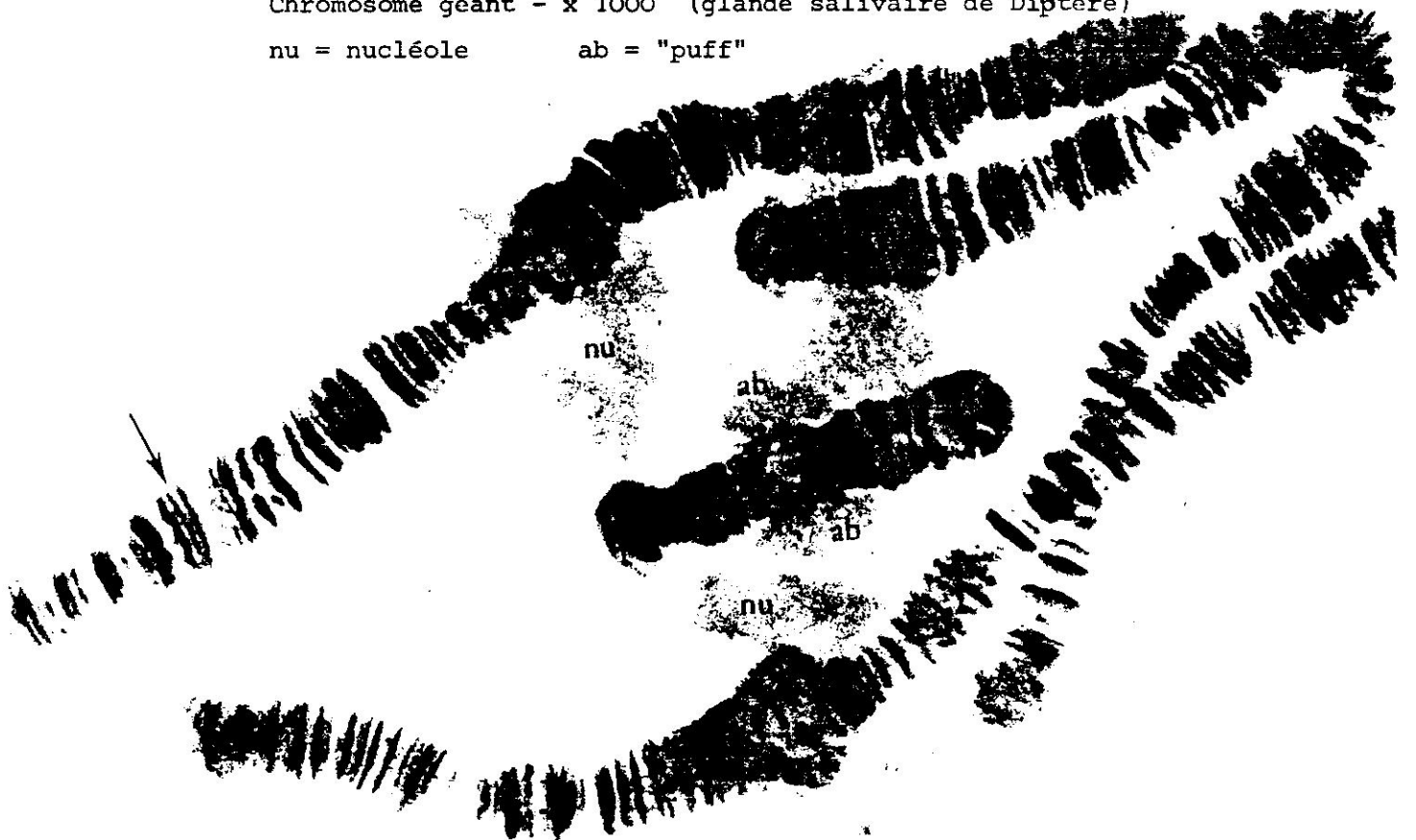


Transcription d'ARN messager. Schémas d'interprétation — a. sur un chromosome géant. — b. sur un chromosome en lamp-brush.



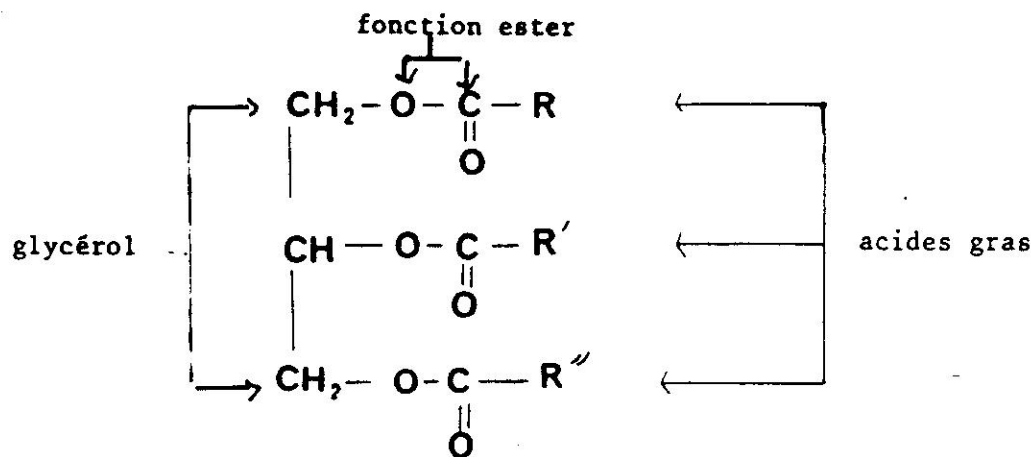
Chromosome géant - x 1000 (glande salivaire de Diptère)

nu = nucléole      ab = "puff"

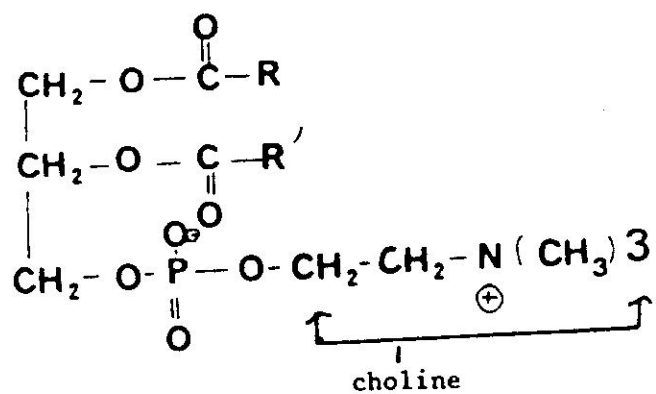


LIPIDES

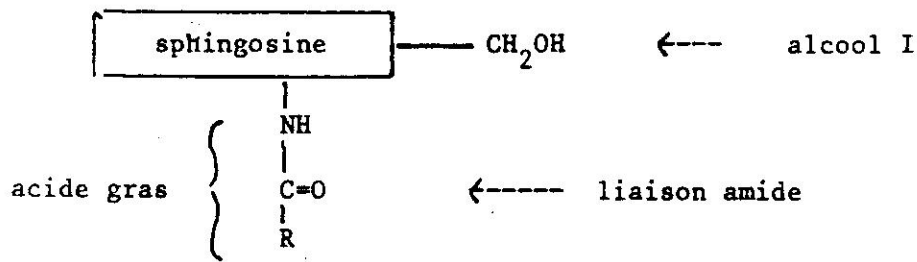
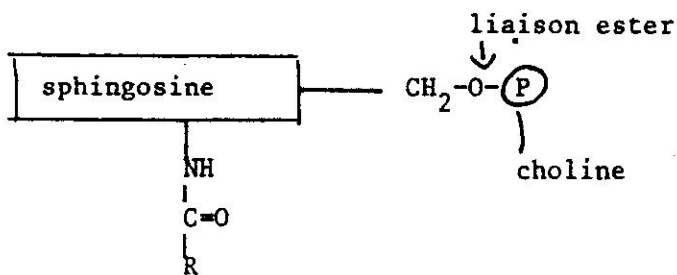
## G L Y C E R I D E S



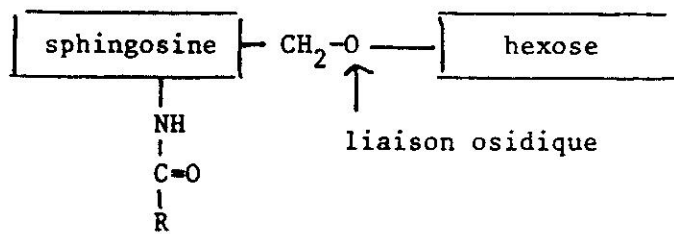
## G L Y C E R O P H O S P H O L I P I D E S



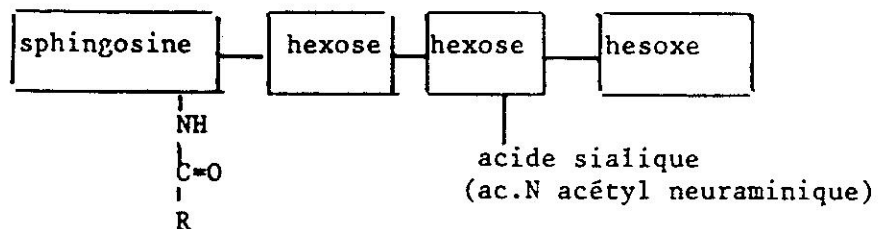
ex : lécithines

SPHINGOLIPIDESSPHINGOMYELINESGLYCOSPHINGOLIPIDES

cérébroside



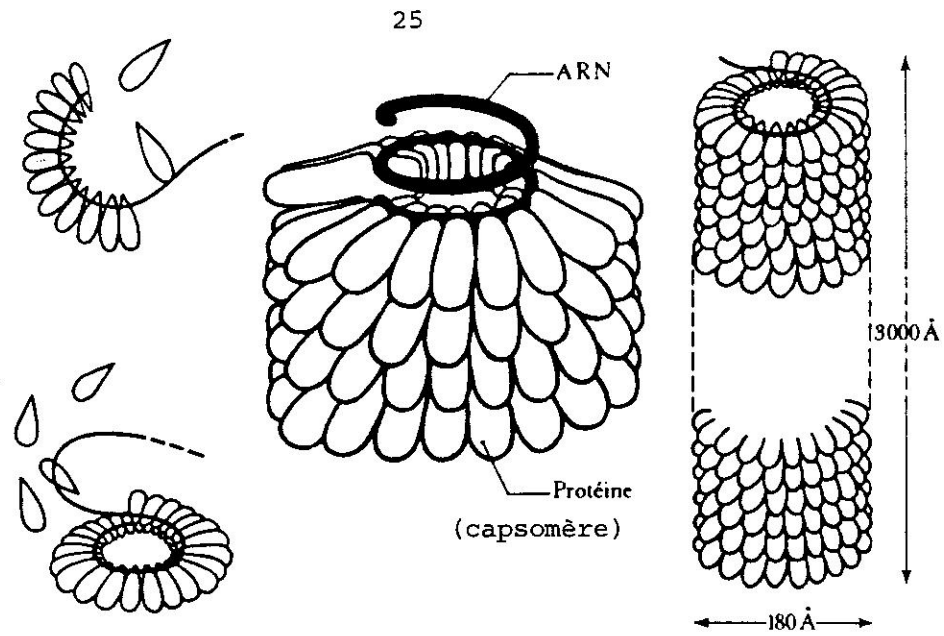
ganglioside



**VIRUS**

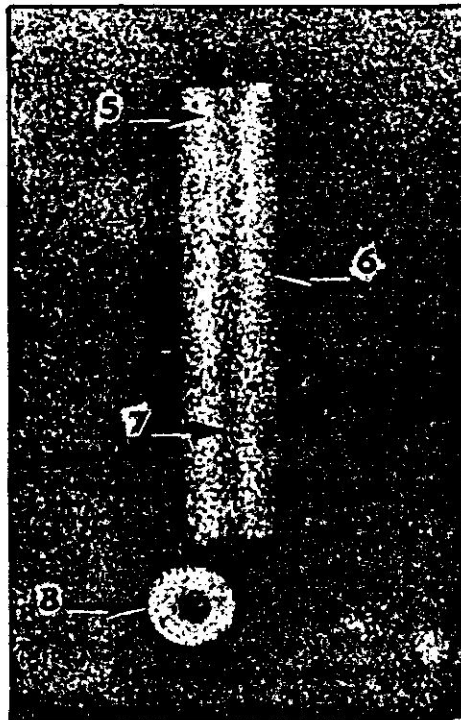
**\_\_\_\_\_**



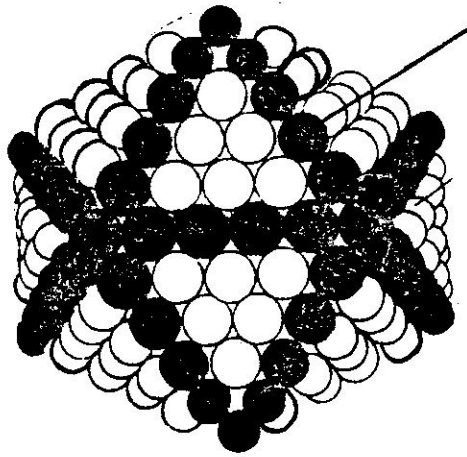


Structure du virus de la mosaïque du tabac (VMT) et autoassemblage des particules à partir de ses sous-unités protéiques et de sa molécule d'ARN. La chaîne d'ARN comporte 6 600 nucléotides fixant 2 200 molécules de protéines.

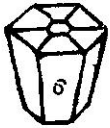
- 5 = Capside
- 6 = Capsomère
- 7 = Tubule central
- 8 = Coupe transversale



Virus de la mosaïque du tabac (x 240 000)



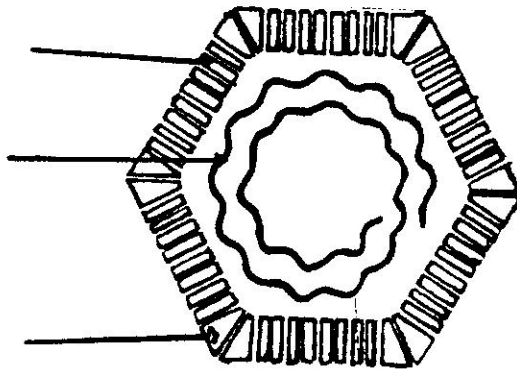
Capsomère



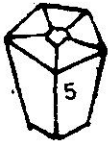
Capsomère (d'ordre 6)

Adénovirus  
(capside nue)

Acide nucléique



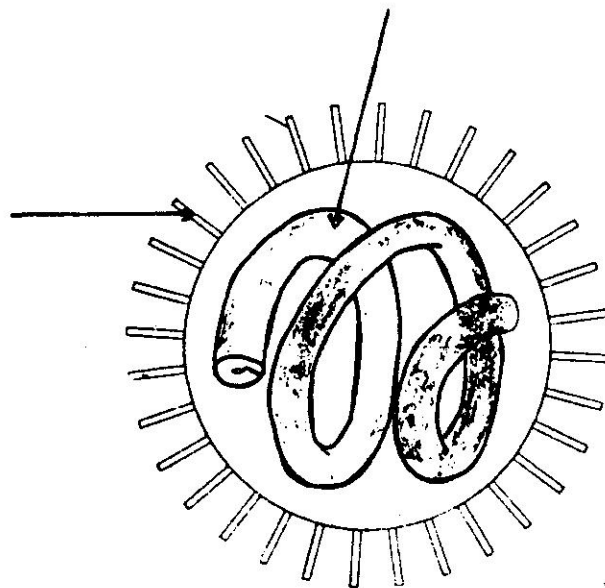
Capsomère d'ordre (5)



Virus à nucléocapside  
icosaedrique

nucléocapside hélicoïdale

enveloppe  
(peplos)  
avec spicules



Virus à nucléocapside hélicoïdale

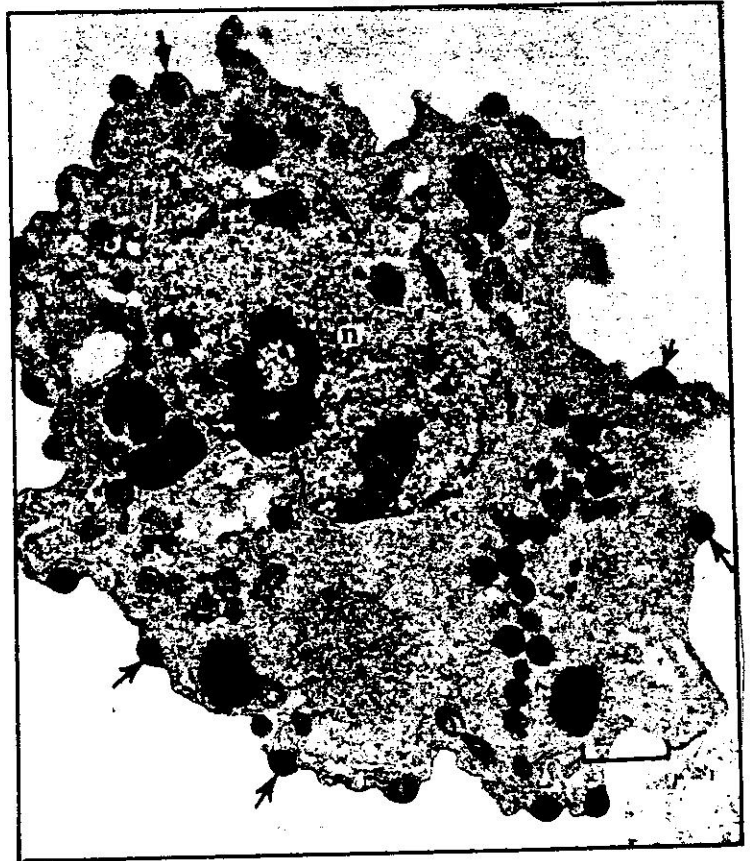
et à enveloppe :

virus grippal

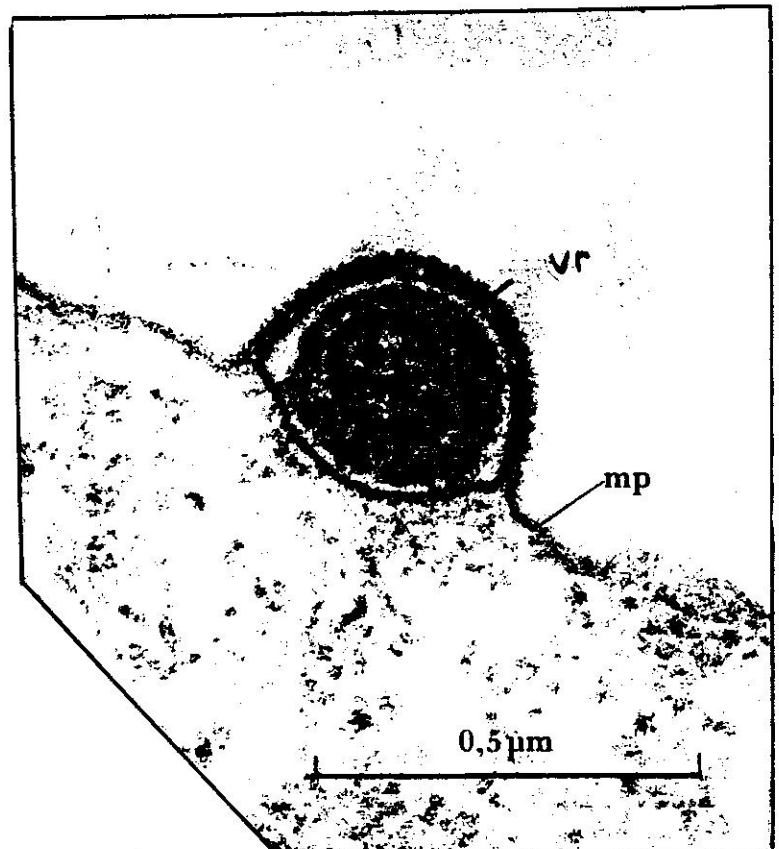
(ortho myxovirus)

## DNA-VIRUS INFECTANT UNE CELLULE SANGUINE

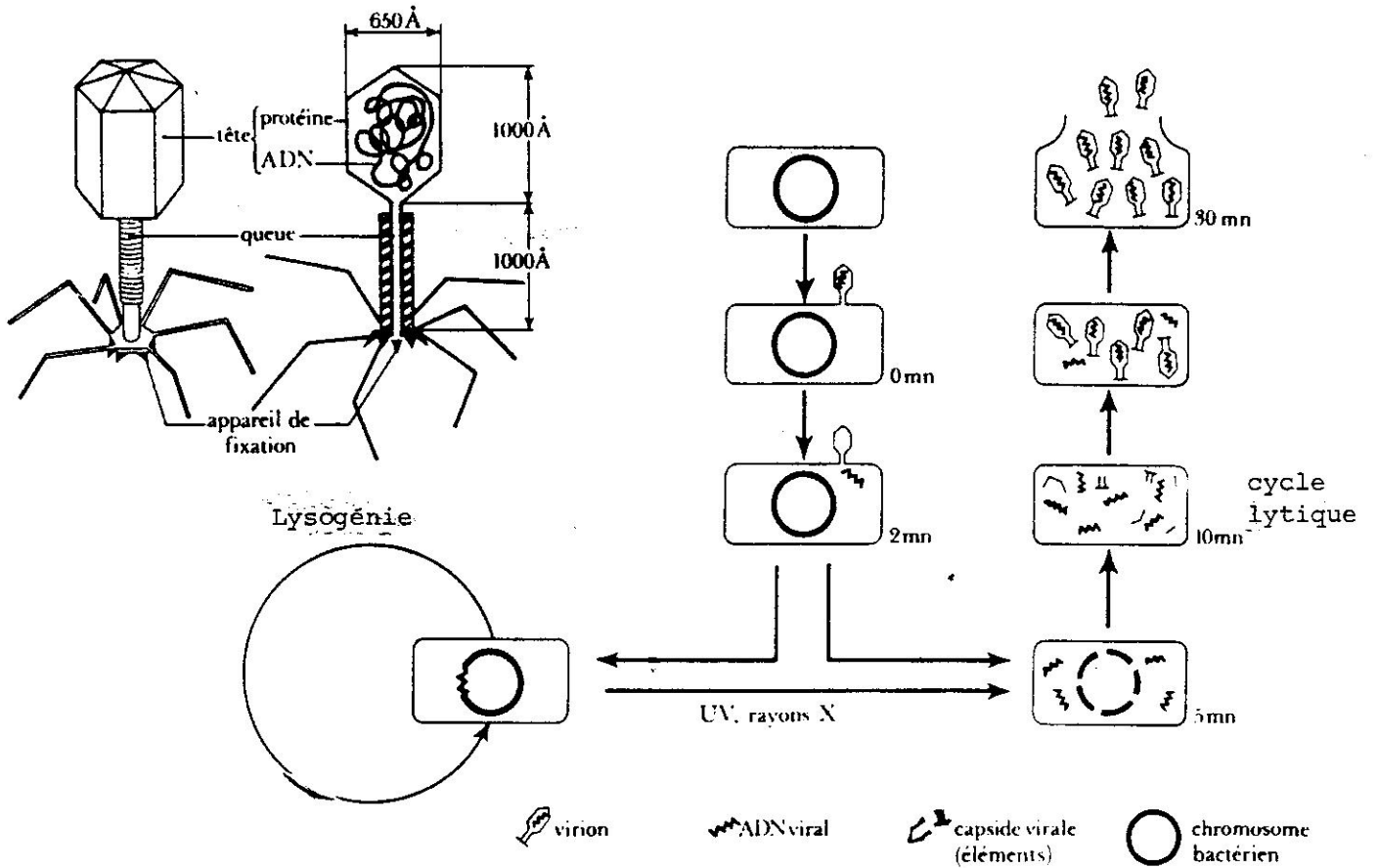
A. x 11000  
 expulsion des virions (vr)  
 indiquée par flèches



B. x 95000  
 Bourgeon viral  
 vr : virus  
 mp : membrane plasmique

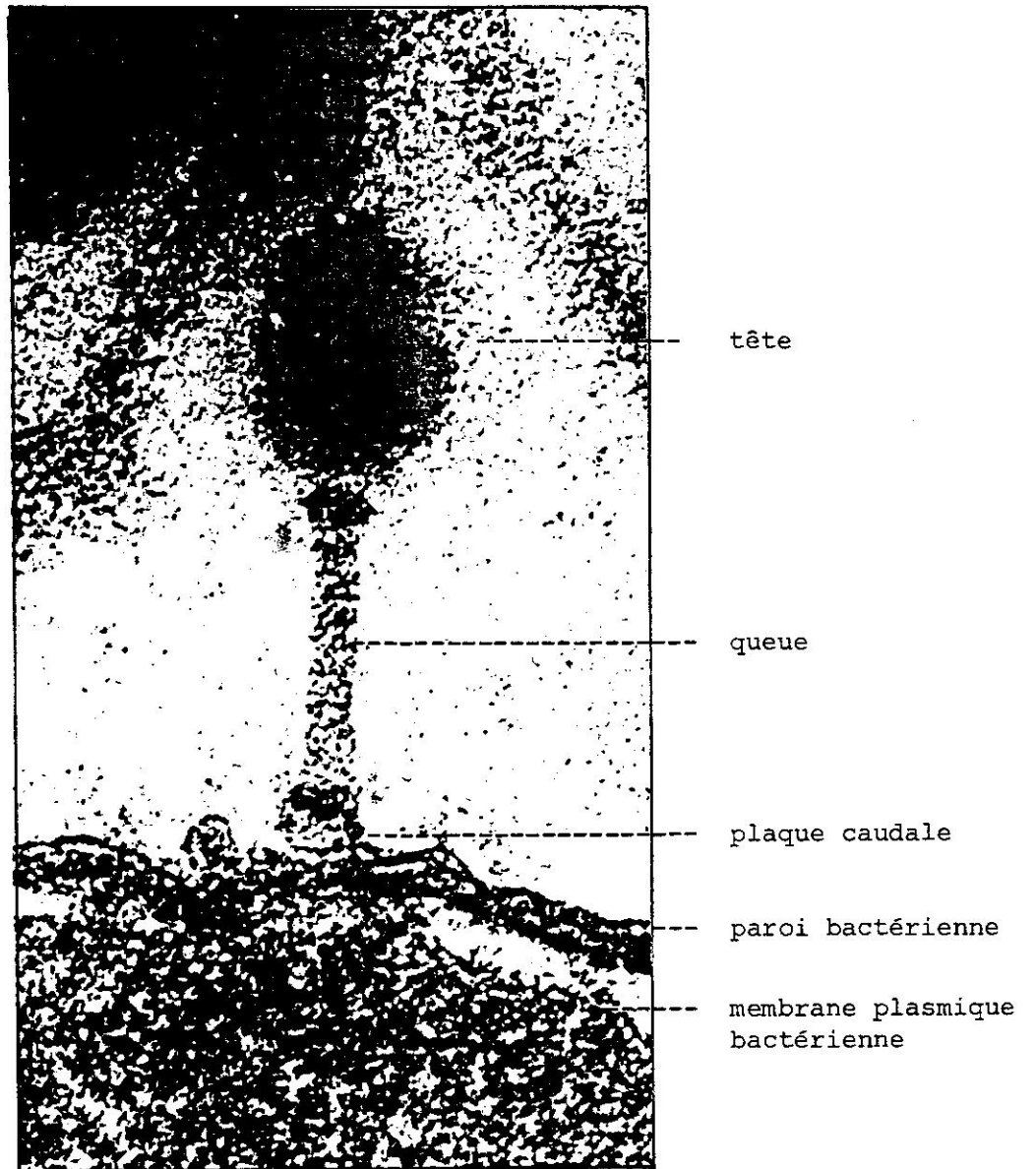


LES BACTERIOPHAGES



.. Bactériophage fixé à la paroi de la bactérie (× 60 000).  
 Le matériel génétique a pénétré dans la bactérie  
 et les capsides fixées à la paroi bactérienne sont  
 vides.

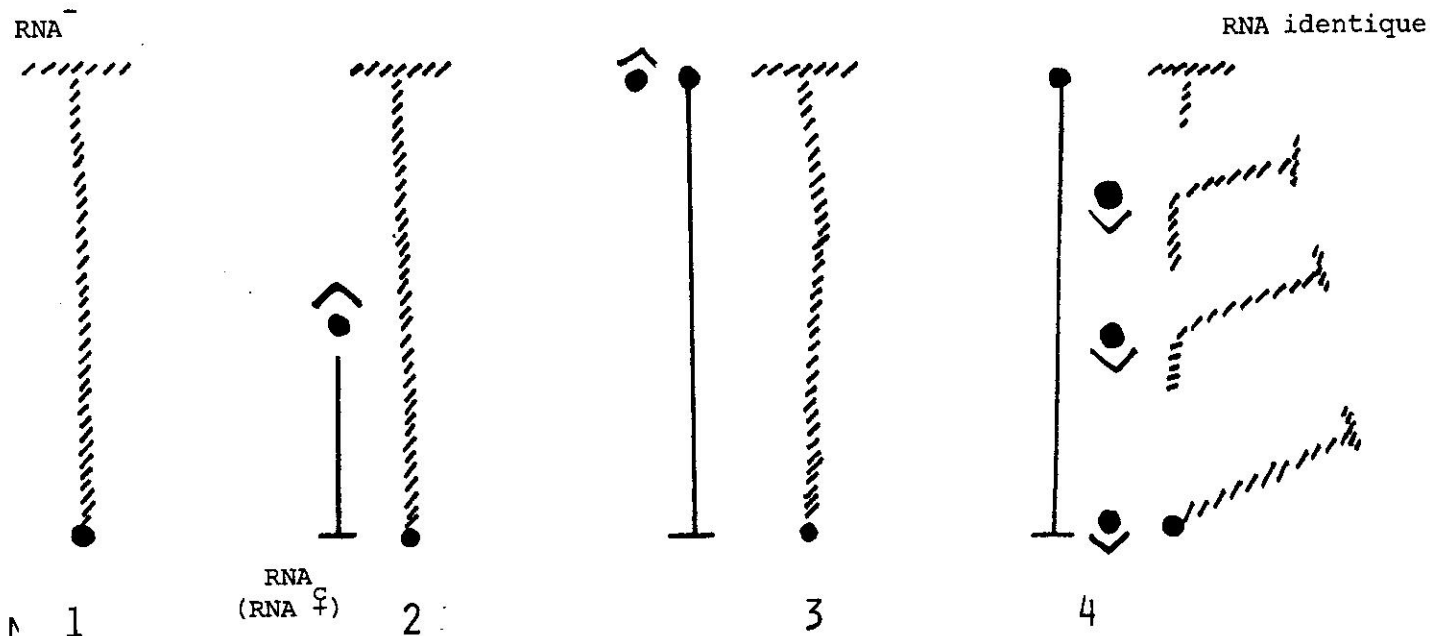




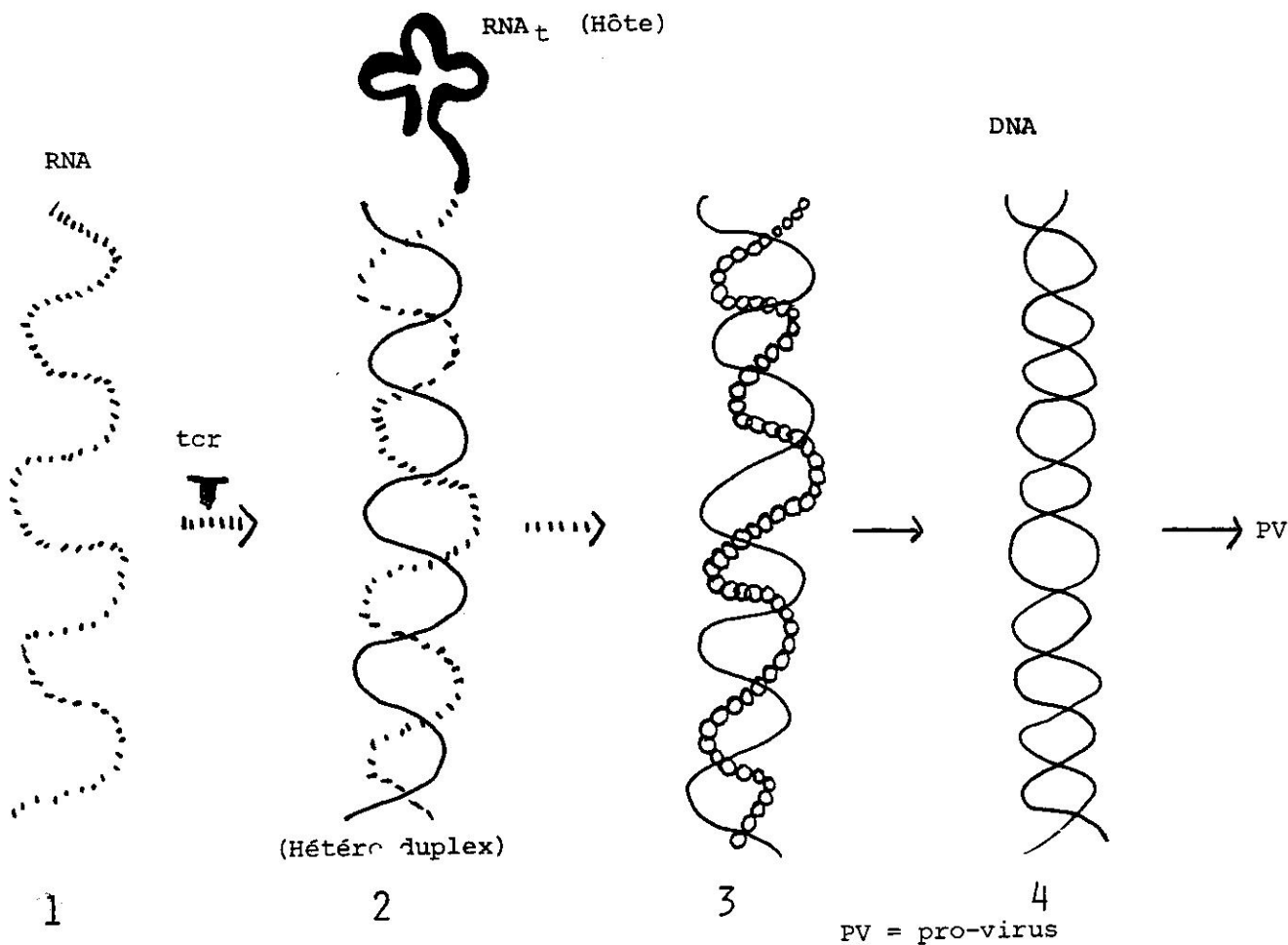
BACTERIOPHAGE T<sub>6</sub>

fixé sur paroi bactérienne (x 300 000)

⤴ = tcr + replicase

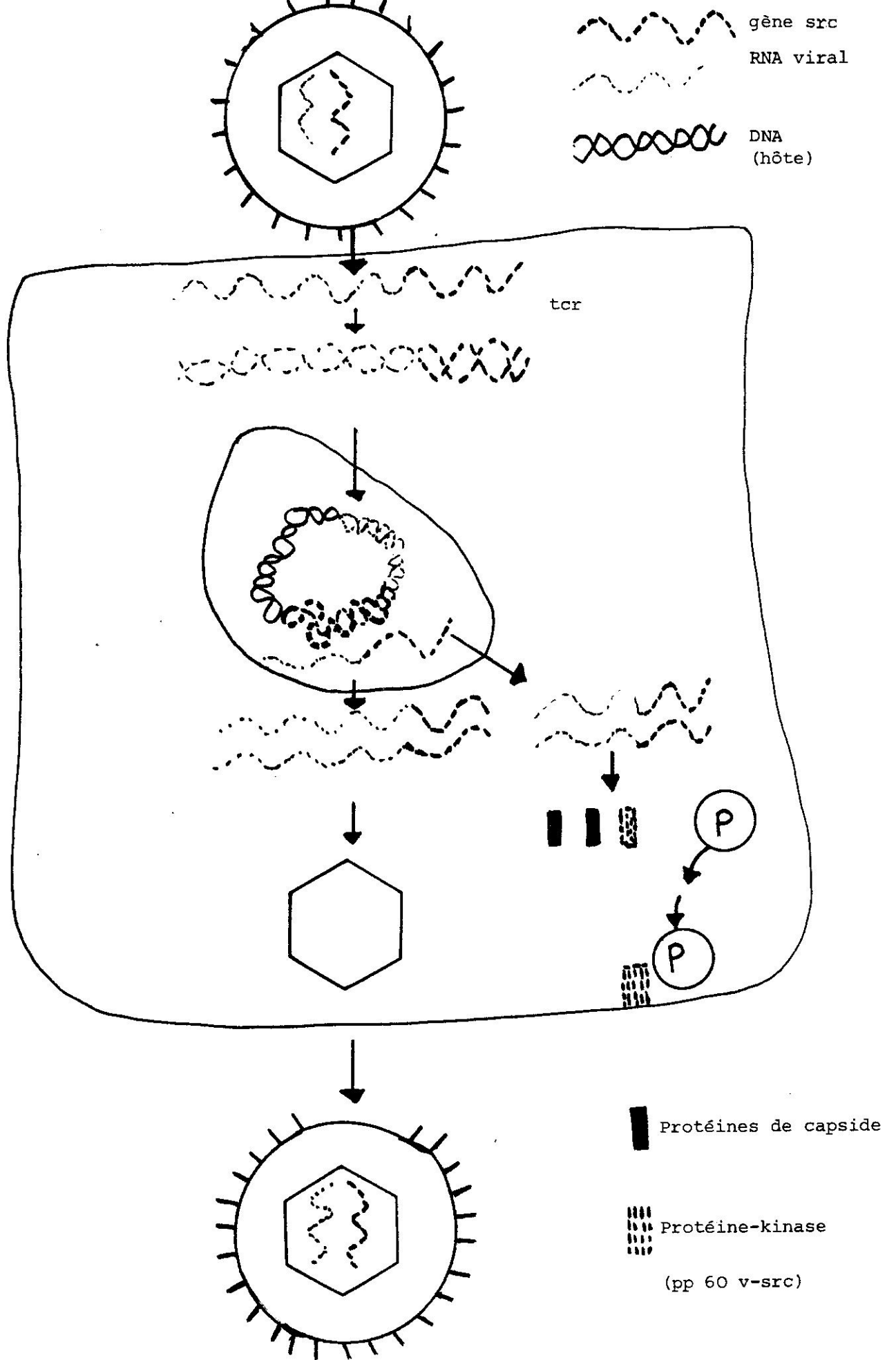


RNA viral non messenger (RNA (-)) (→ V.grippal)



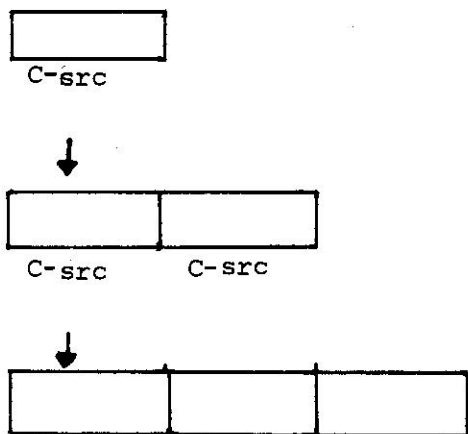
PV = pro-virus

CYCLE D'UN RETRO-VIRUS

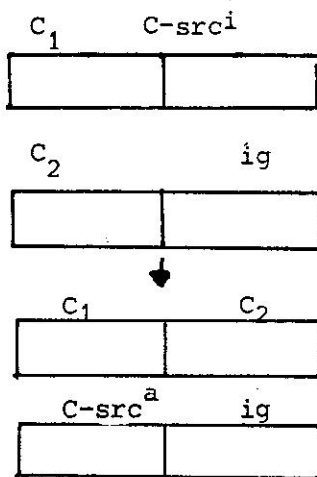




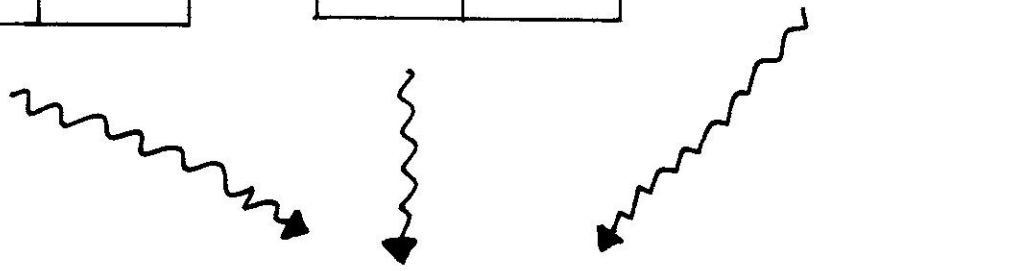
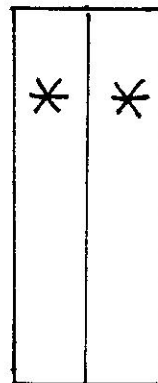
Amplification



Recombinaison



Mutagènes

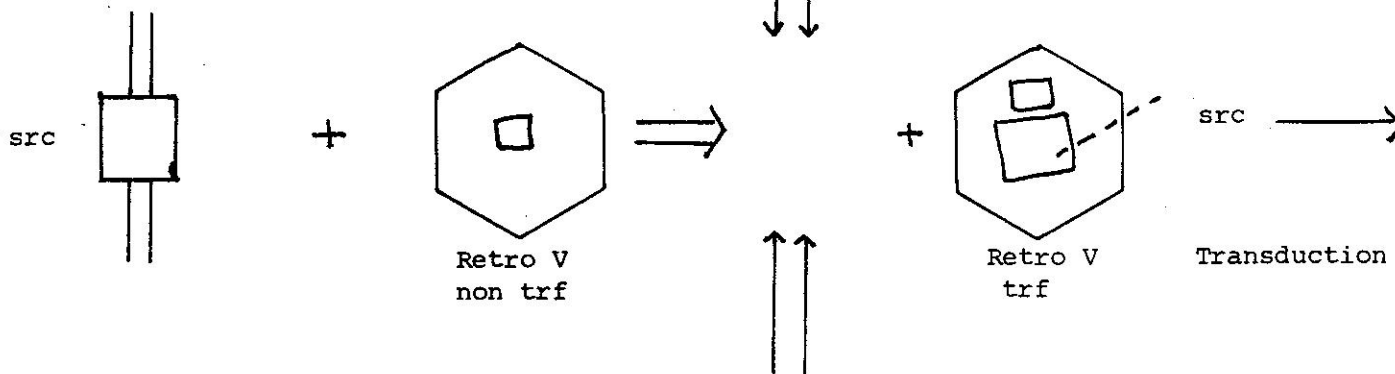


Protéine

Membrane

Noyau

TRANSFORMATION

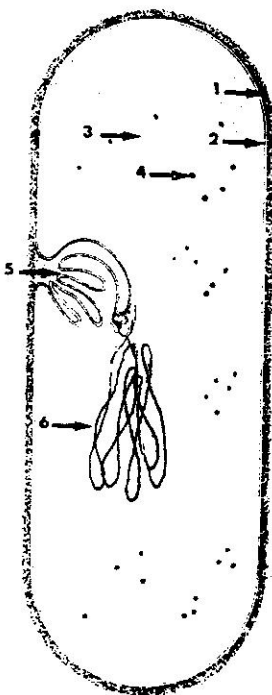


ULTRA STRUCTURES

LA CELLULE PROCARYOTE



B



A



C

SCHEMA D'UNE BACTERIE

- A 1 : Paroi
- 2 : Membrane plasmique
- 3 : Cytoplasme
- 4 : Ribosome
- 5 : Mésosome
- 6 : DNA circulaire

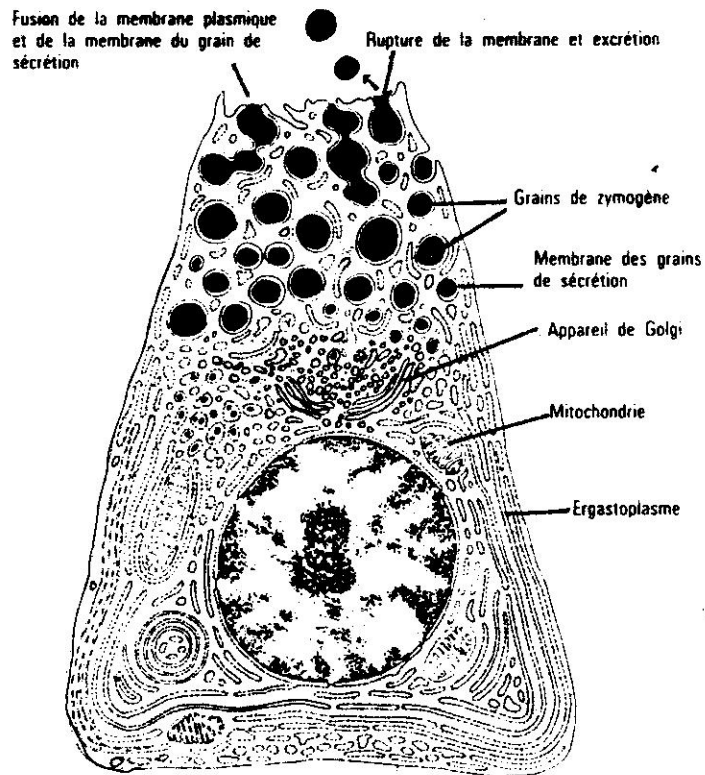
C : x 140 000

- 4 : Membrane plasmique
- 5 : Mésosome

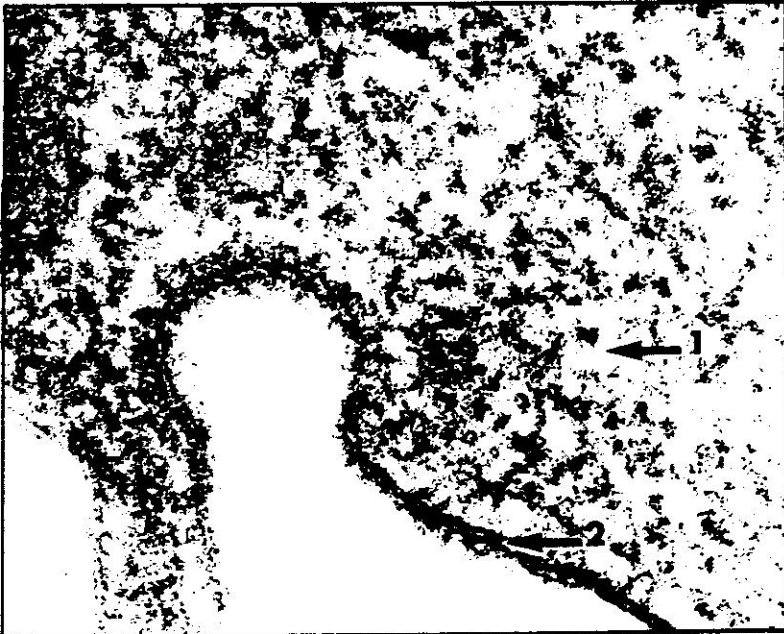
B : x 140 000

- 1 : Paroi
- 2 : Membrane plasmique
- S : Cytoplasme

LA CELLULE EUCARYOTE



Cellule du pancréas exocrine en microscopie électronique



A



B

A : Membrane plasmique (x 200 000)

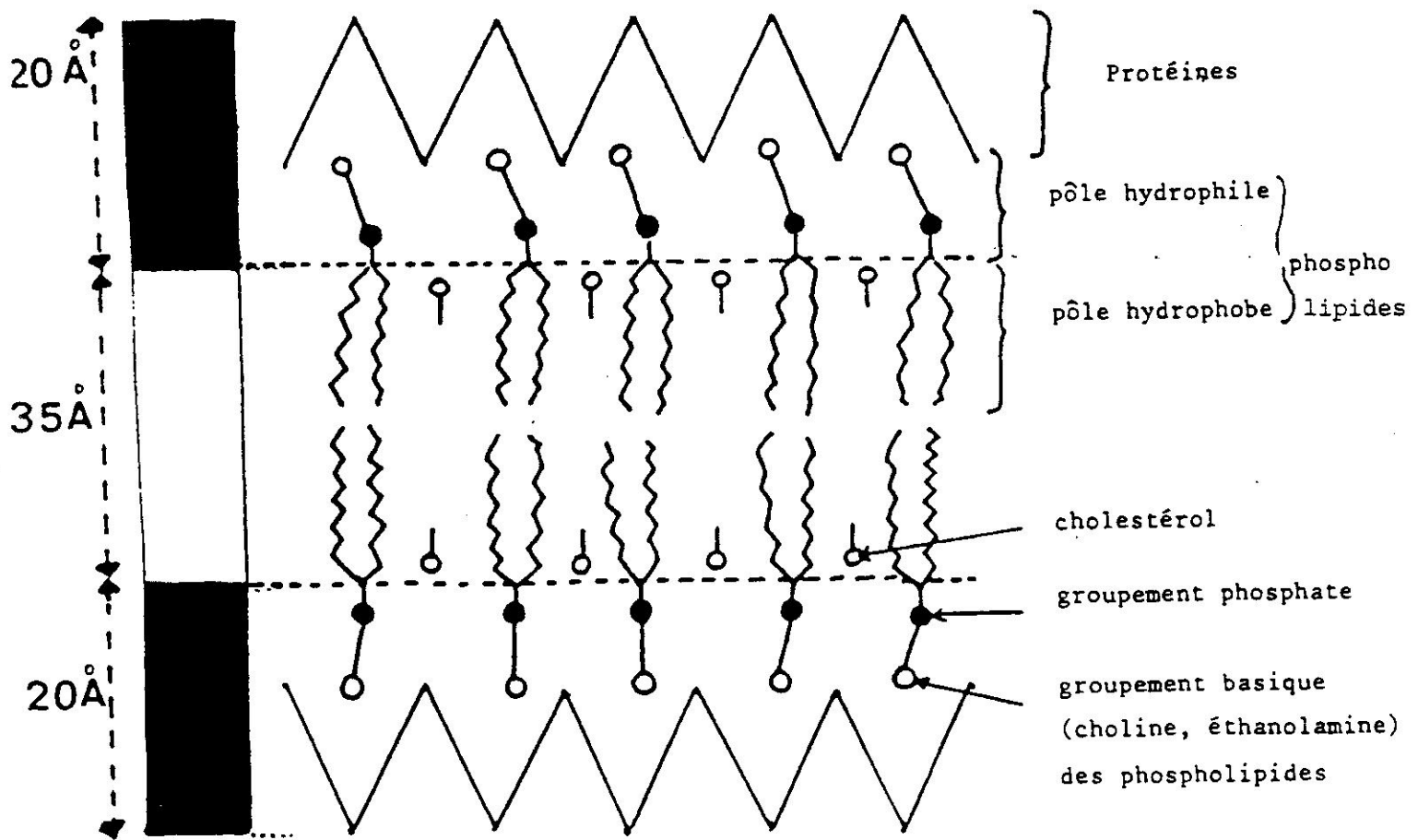
1 : Cytoplasme

2 : Membrane trilamellaire

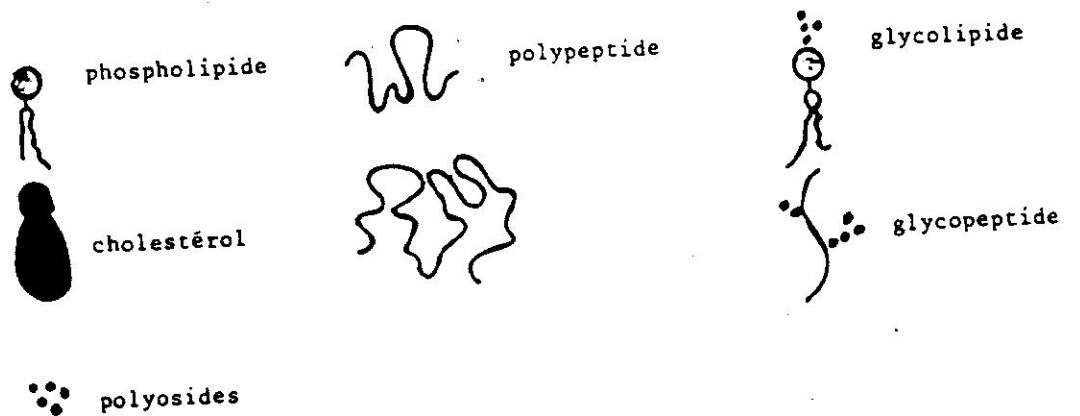
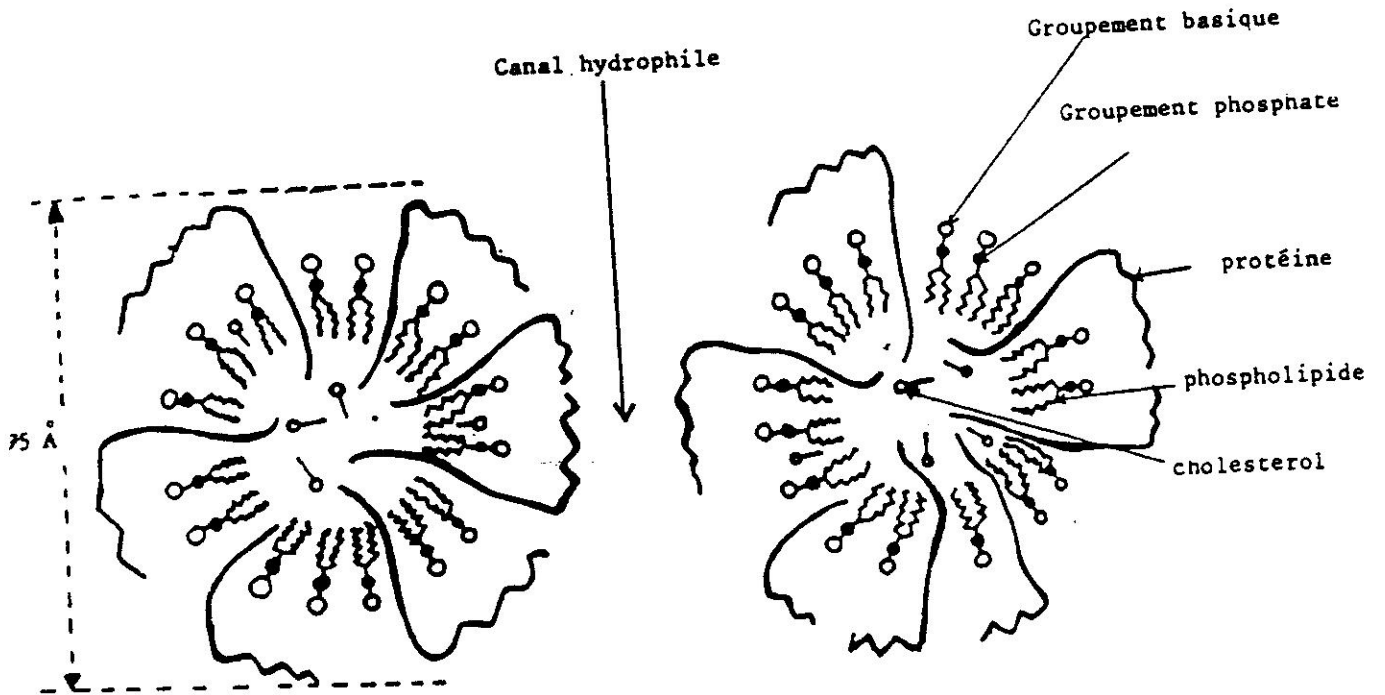
B : Hématies hémolysées (x 50 000)

3 : Emplacement du cytoplasme (disparu)

4 : Membrane plasmique

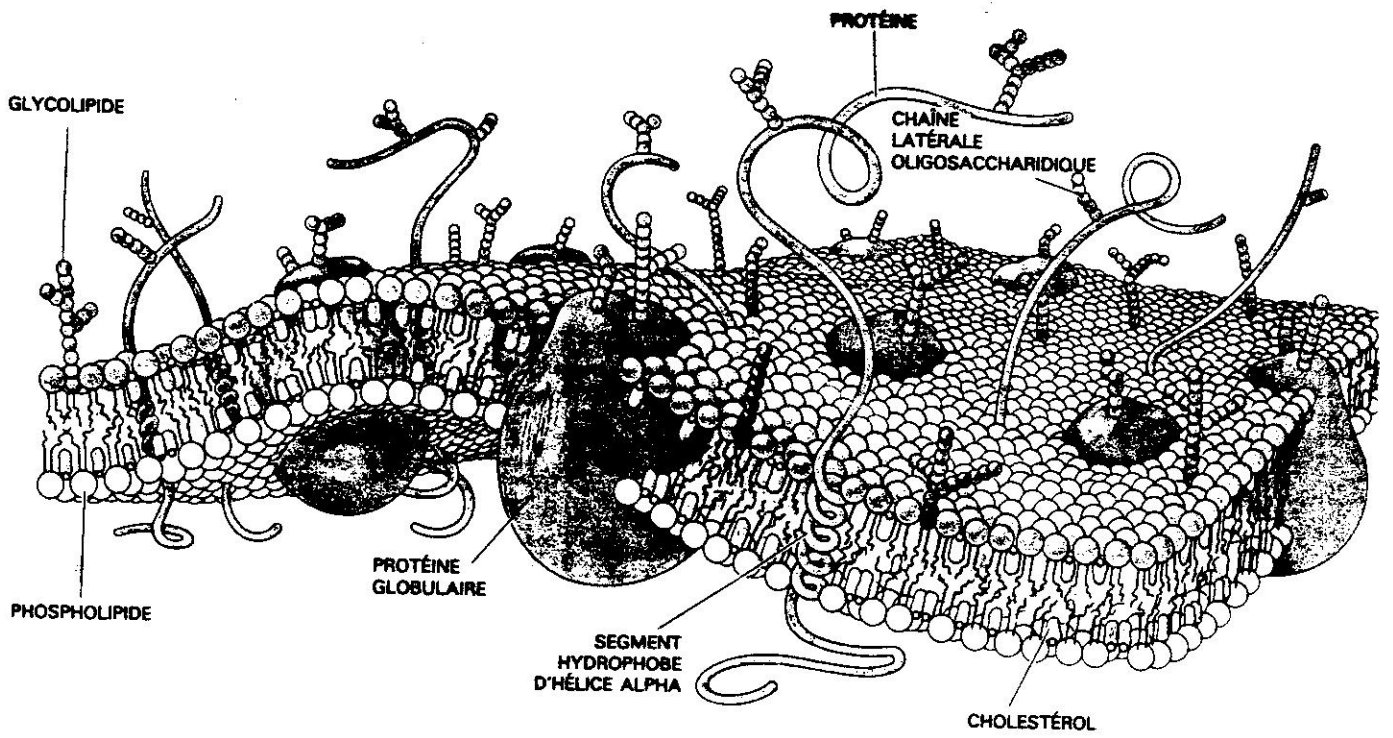


SCHEMA DE LA MEMBRANE PLASMIQUE (aspect tripartite)



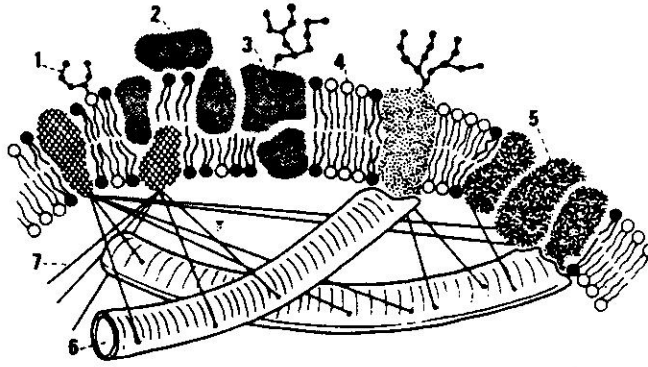
SCHEMA DE LA MEMBRANE PLASMIQUE (aspect micellaire)





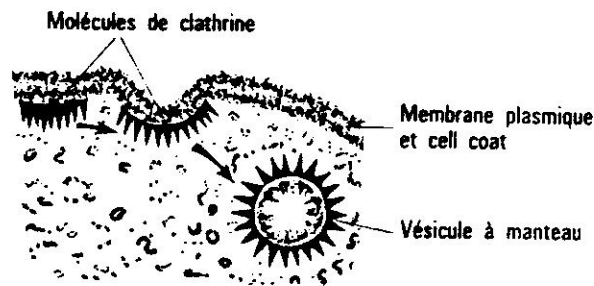
SCHEMA DE LA MEMBRANE PLASMIQUE

Aspect en mosaïque fluide (SINGER et NICHOLSON)

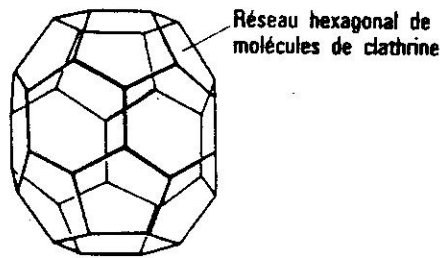
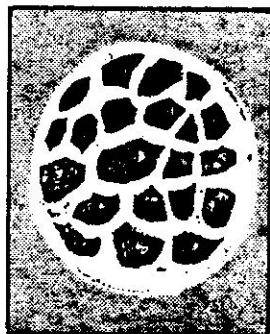


- Organisation moléculaire de la membrane plasmique (d'après Théret).  
1. glycolipide ; 2. protéine extrinsèque ; 3. glycoprotéine ; 4. lipide ; 5. protéine intramembranaire ; 6. microtubule ; 7. microfilaments (actine).

#### A) LE CELL COAT



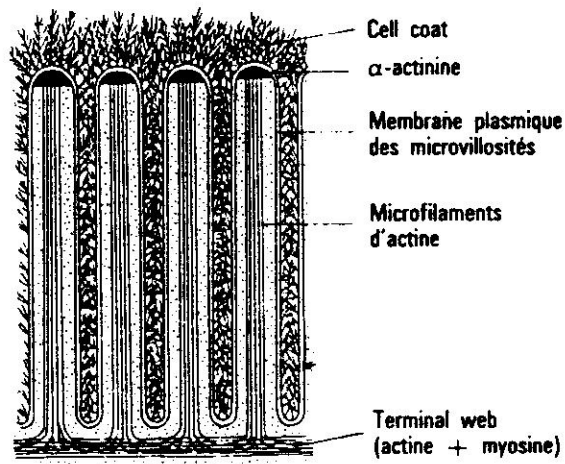
- Mode de formation d'une vésicule à manteau par invagination de la membrane plasmique.



- A : Vésicule à manteau isolée (coloration négative). B : Schéma tridimensionnel.

#### B) MICROPINOCYTOSE Les vésicules à manteau

Représentation schématique du plateau strié d'un entérocyte.

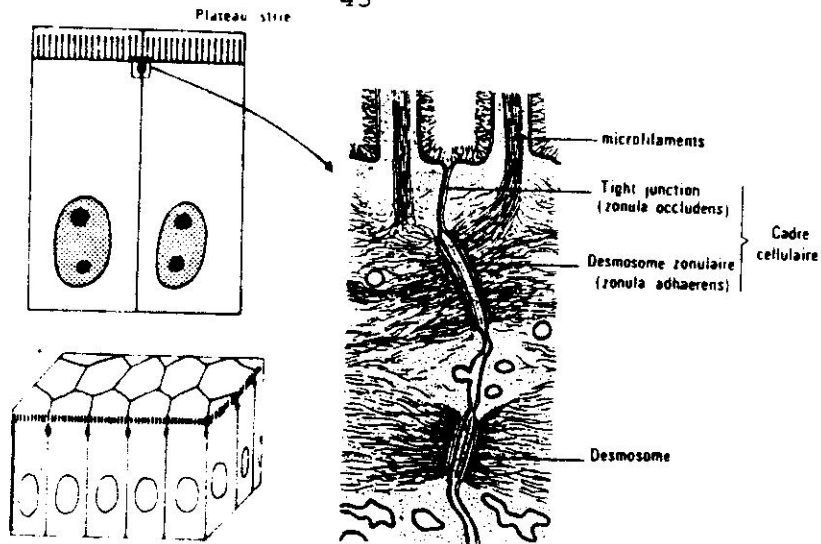


- Différenciation de la membrane apicale.



Plateau strié d'un entérocyte (x 30 000 ) microvillosités groupées

- 11 Cell coat
- 12 Microvillosité
- 13 Faisceau de microfilaments d'actine
- 14 Terminal web
- 15 R.E.L.

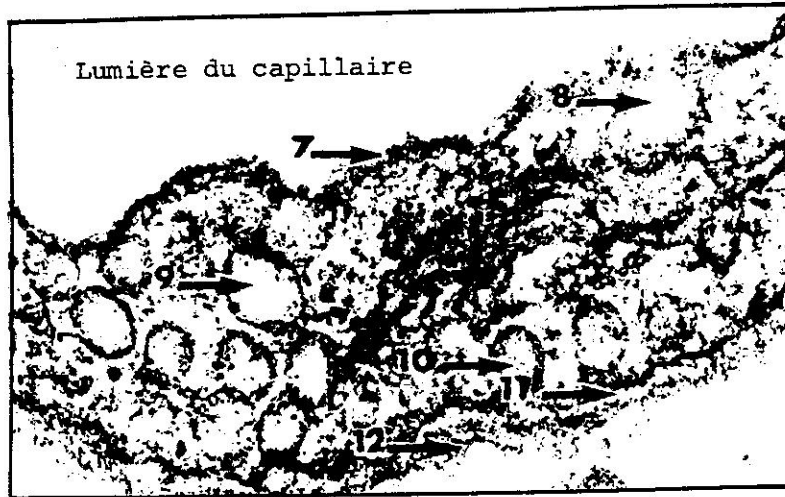


- Complexe de jonctions unissant deux entérocytes.



Entérocyte : complexe de jonction (x 50 000 )

- 1 : Microfilament d'actine dans l'axe d'une microvillosité
- 2 : Espace entre deux microvillosités
- 3 : Terminal Web
- 4 : Tight junction (jonction serrée)
- 5 : Zonula adhaerens
- 6 : Desmosome
- 7 : Membrane plasmique



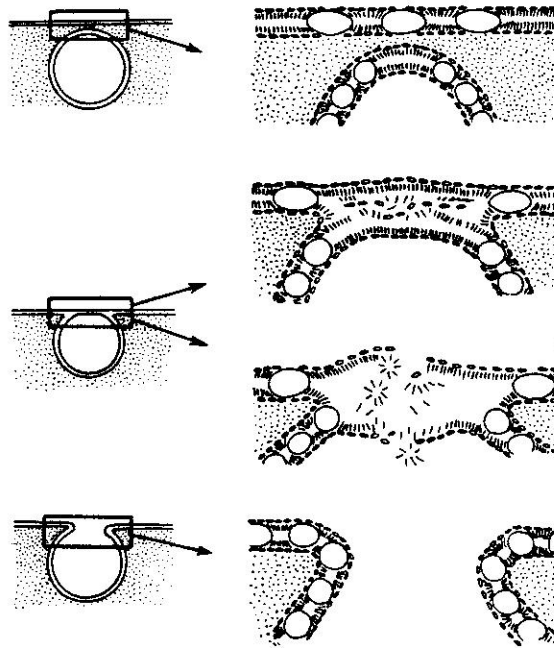
A) Cellule endothéliale (x 90 000) : vésicules lisses

- 7 : Membrane plasmique et son cell-coat
- 8 : Vacuole d'endocytose en formation
- 9 : Vacuole de micropinocytose lisse
- 10 {
- 11 { exocytose
- 12 : Lamé basale



B) Vésicule à manteau (x 100 000)

- 6 : Cavité
- 7 : Spicules de clathrine



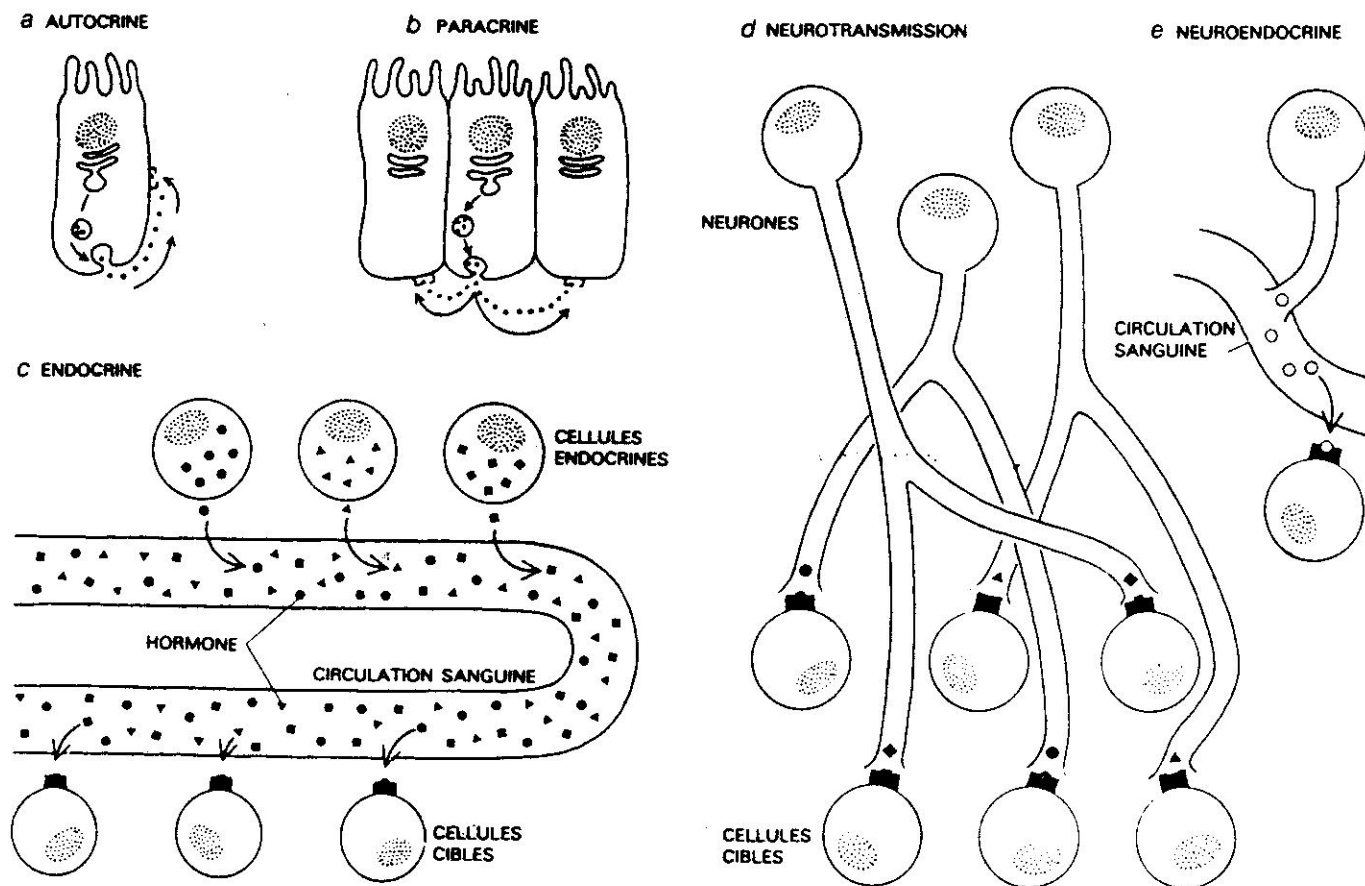
- Représentation schématique des différentes étapes de l'exocytose.

Mastocyte (x 26 000)

- 1 : Rupture de la membrane plasmique
- 2 : Grains de sécrétion fusionnés
- 3 : Enveloppe nucléaire
- 4 : Hétérochromatine
- 5 : Euchromatine
- 6 : Grain de sécrétion
- 7 : Zone de rupture membranaire entre deux grains de sécrétion



L' EXOCYTOSE



LA COMMUNICATION dans le système hormonal est généralement moins directe que dans le système nerveux. Si les hormones autocrines (a) agissent sur la cellule qui les libère et les hormones paracrines (b) agissent sur les cellules adjacentes, la plupart des hormones appartiennent au système endocrinien et agissent sur des cellules ou des organes répartis dans tout le corps. Les glandes endocrines (c) libèrent les molécules hormonales dans le sang, qui les conduit jusqu'aux récepteurs des cellules cibles. Les récepteurs

d'une cellule reconnaissent dans le flot sanguin les hormones qui doivent agir sur elle, et les fixent. Les neurones (d) communiquent en libérant des neuromédiateurs à proximité de cellules cibles spécifiques. La communication neuronale consiste en des messages simples transmis sur des distances courtes. Toutefois, certains neurones jouent aussi un rôle dans le système hormonal : dans le cas de l'action neuroendocrine (e), un neurone peut libérer des substances qui agiront comme des hormones véhiculées dans le sang.

### TRANSMISSION DE L'INFORMATION AU NIVEAU CELLULAIRE

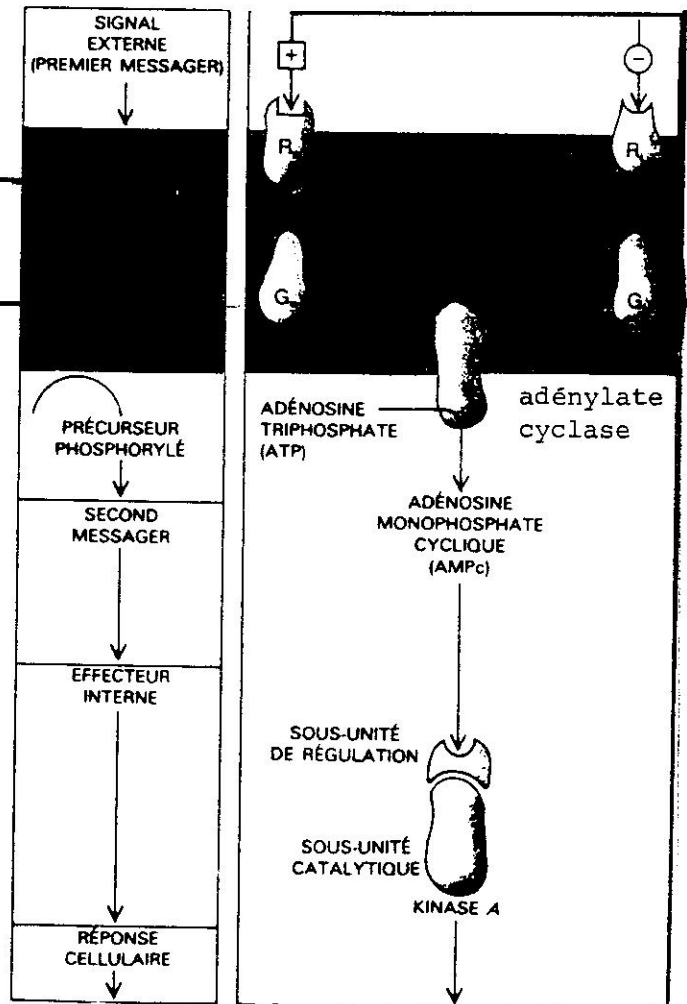
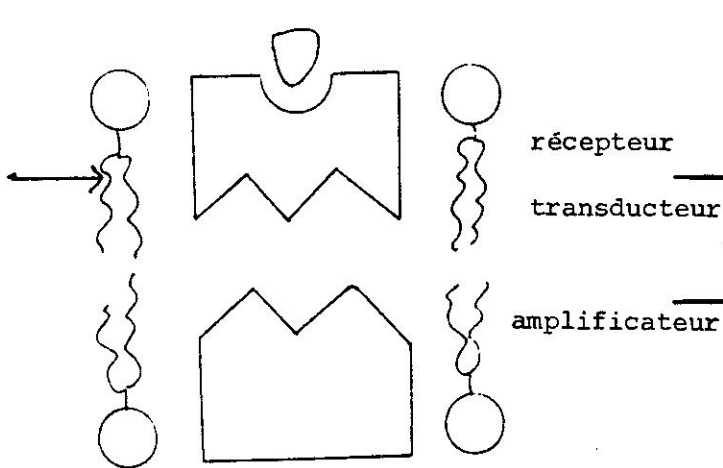
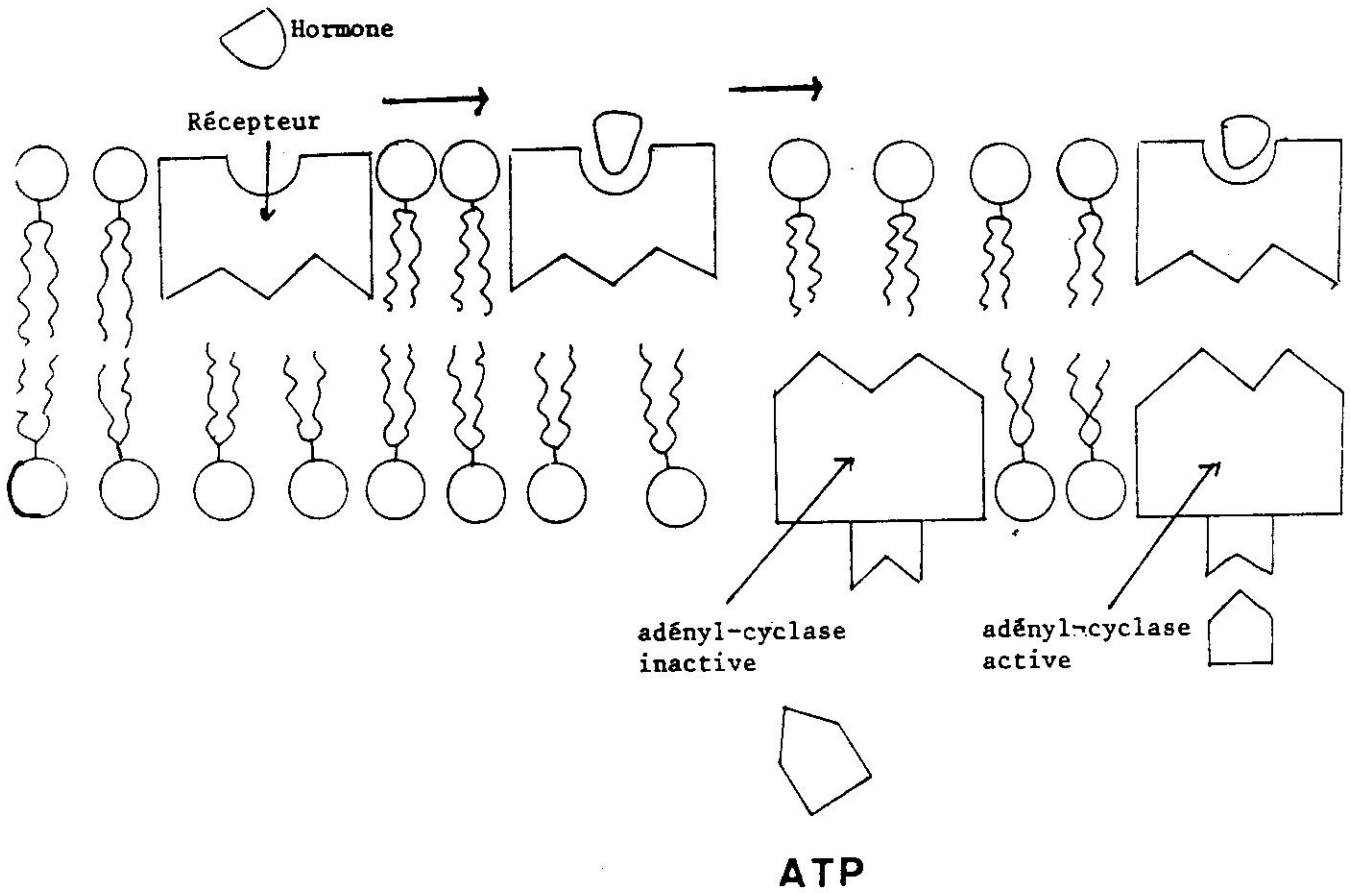
## DETAIL DE LA PLAQUE MOTRICE



- 1 : Vésicule présynaptique
- 2 : Espace synaptique
- 3 : Membrane post-synaptique

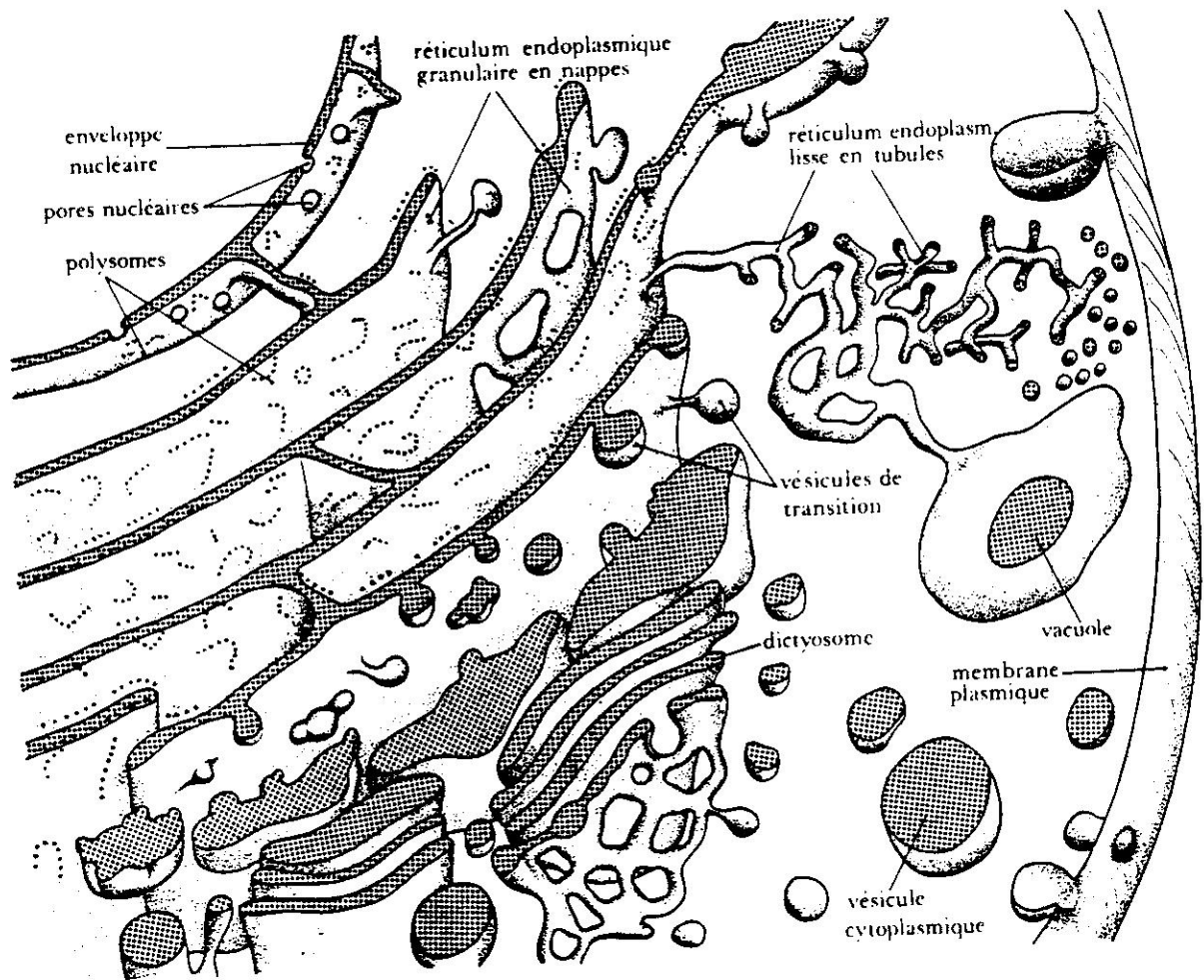


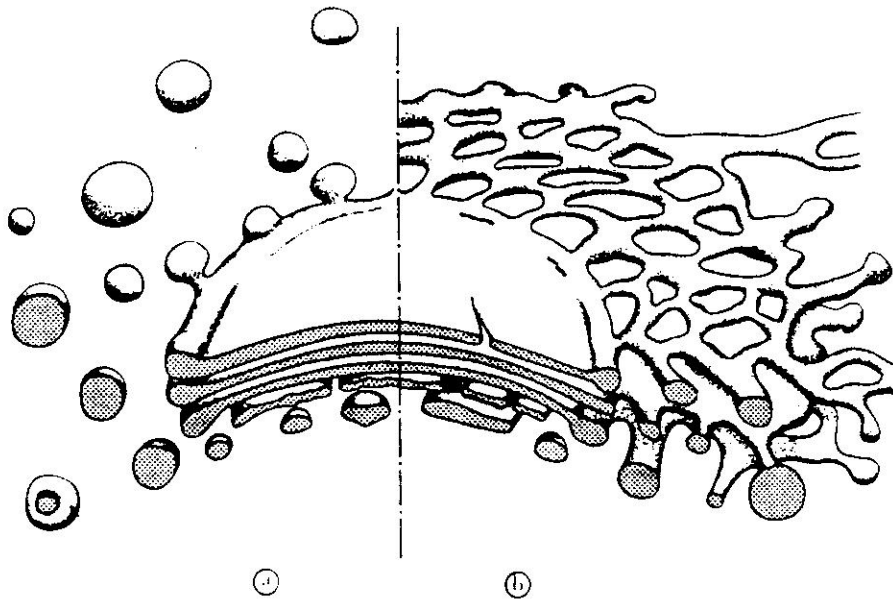
RECEPTEUR HORMONAL : LE 2° MESSAGER



## SYSTÈME MEMBRANAIRE

On peut déceler une continuité entre certains compartiments cytoplasmiques limités par une membrane : réticulum endoplasmique granulaire ou lisse, appareil de Golgi, lysosome, vacuole... Cette continuité doit être envisagée non seulement **dans l'espace** mais aussi **dans le temps** : un **flux membranaire** assure une transformation et un passage progressif d'un compartiment à un autre. Ces éléments apparaissent ainsi comme des régions différenciées et spécialisées d'un système endomembranaire en renouvellement constant.

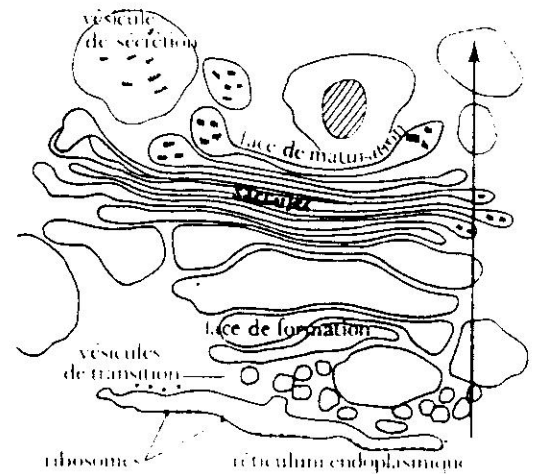




Reconstitution dans l'espace  
d'un dictyosome.

a. à saccules discoïdes.

b. à saccules fenestrés.



Évolution d'un dictyosome. Spermatocyte du ver plat *Anapterus*. (Cliché M. Silveira) ( $\times 50\,000$ ).

Un ensemble de données autoradiographiques, morphologiques et biochimiques démontre qu'il y a un flux depuis le réticulum granulaire jusqu'aux vésicules de sécrétion. On définit ainsi pour le dictyosome une **face de formation** et une **face de maturation**.

La flèche indique le sens du flux de membranes.

#### APPAREIL DE GOLGI

Hépatocyte (x 28 000)

- 1 : Microtubules
- 2 : Grain de sécrétion
- 3 : Vésicule à manteau
- 4 : Grain de sécrétion
- 5 : Face "trans"
- 6 : Face "cis"
- 7 : Vésicule de transition
- 8 : REG

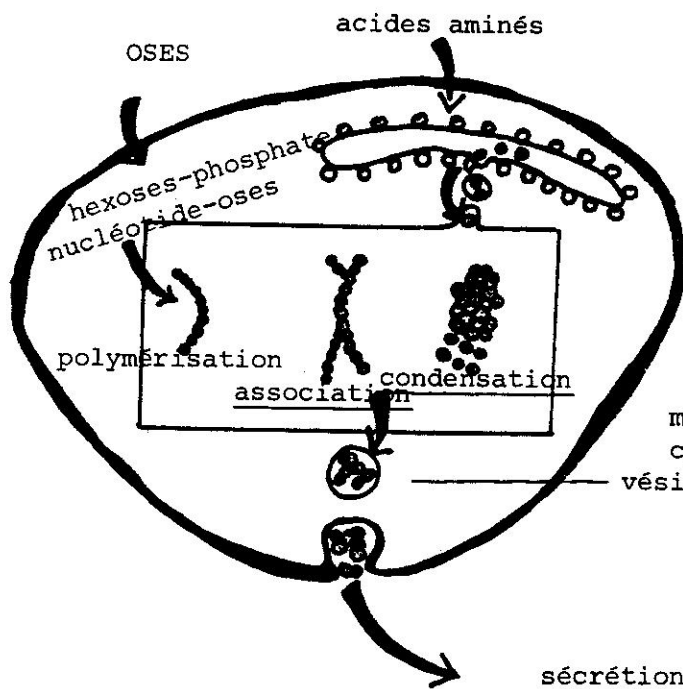
Hépatocyte (x 30 000 cryo-  
décapage)

- 9 : grain de sécrétion
- 10 : Face "trans"
- 11 : Face "cis"



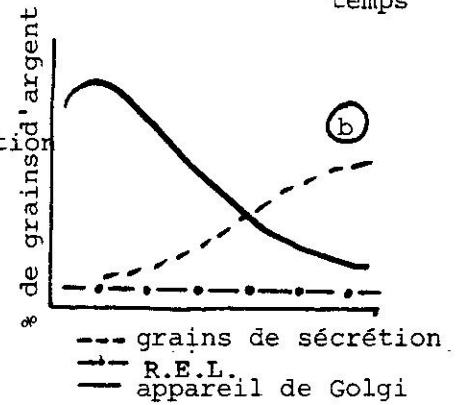
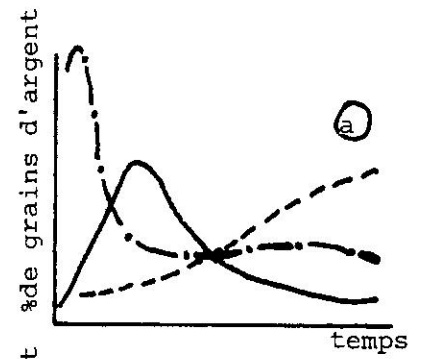
APPAREIL DE GOLGI

FONCTIONS DE L'APPAREIL DE GOLGI

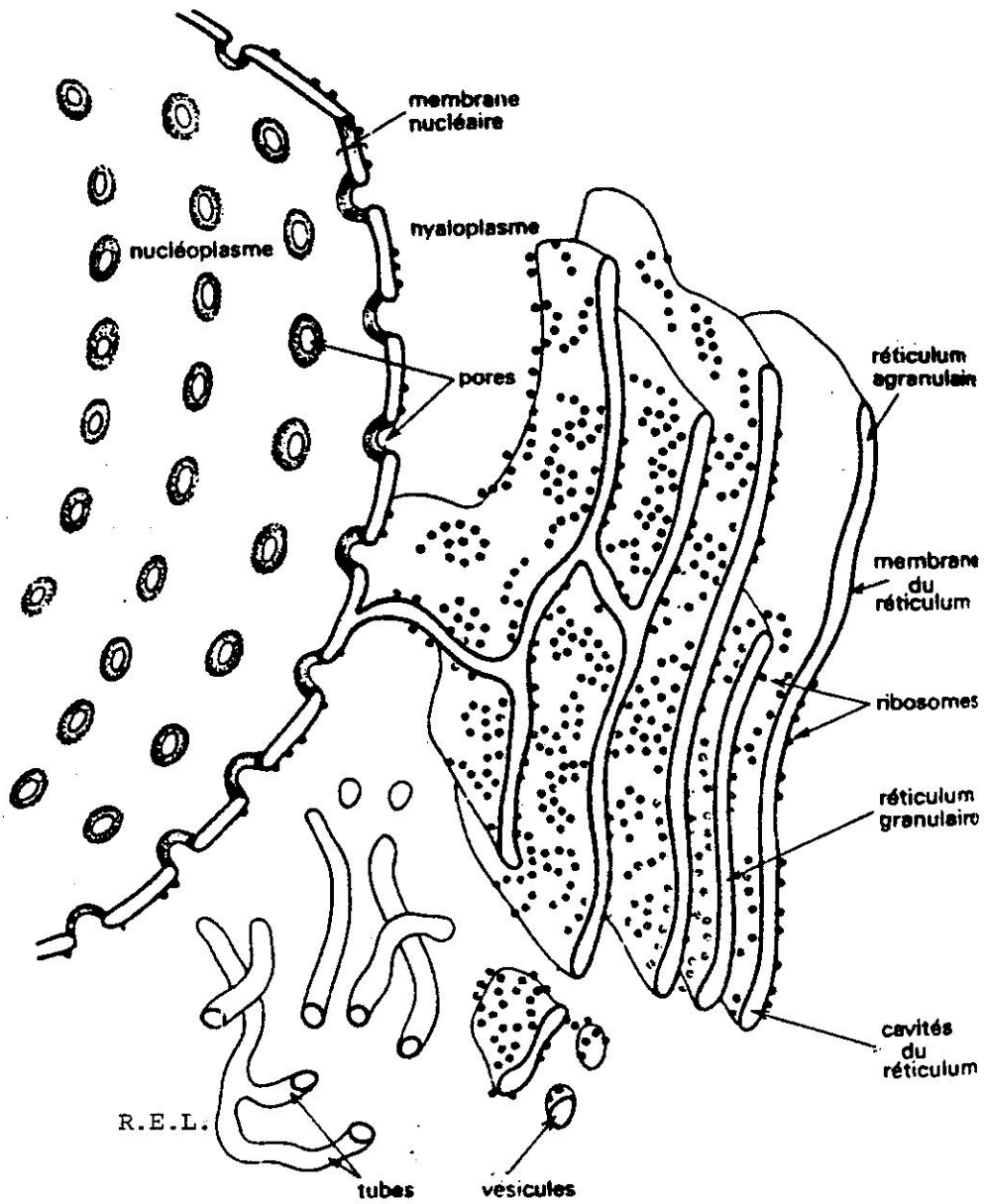


d : dictyosome  
 vg : vésicule golgienne  
 Ac : acrosome

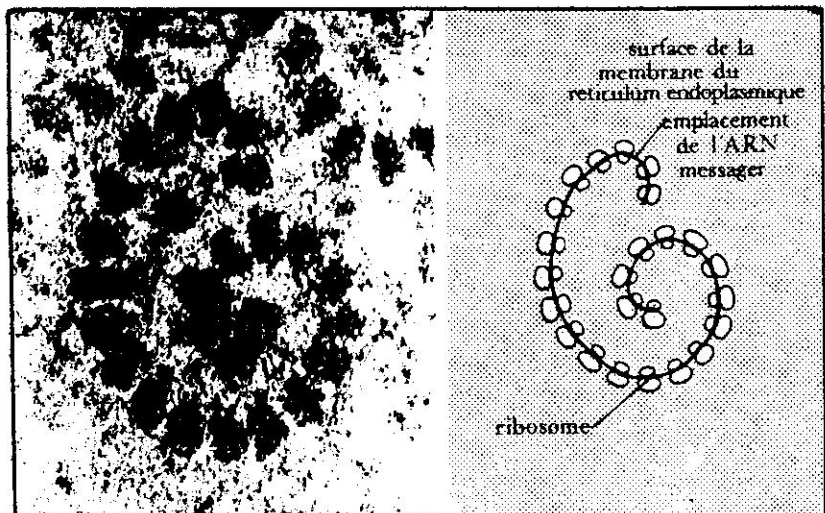
réticulum  
 endoplasmique  
 vésicule de  
 transition  
 DICTYOSOME



ULTRASTRUCTURE DU RETICULUM ENDOPLASMIQUE



Polysomes





## LE RETICULUM LISSE R.E.L.

- Représentation schématique tridimensionnelle  
Canalicule du REL

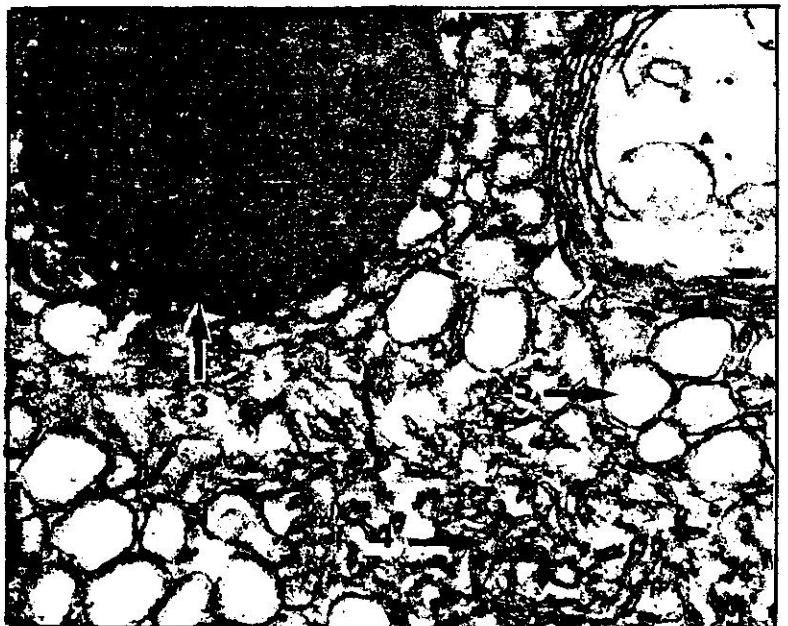
Section transversale  
d'un canalicule



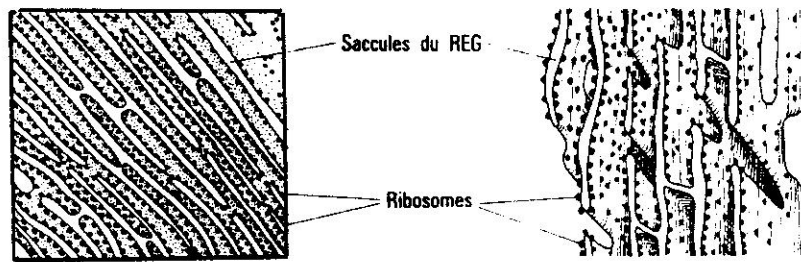
- Représentation tridimensionnelle du REL.

Cellule lutéale (x 51 000)

- 3 : Inclusion lipidique
- 4 : R.E.L.
- 5 : R.E.L. dilaté par des produits de sécrétion

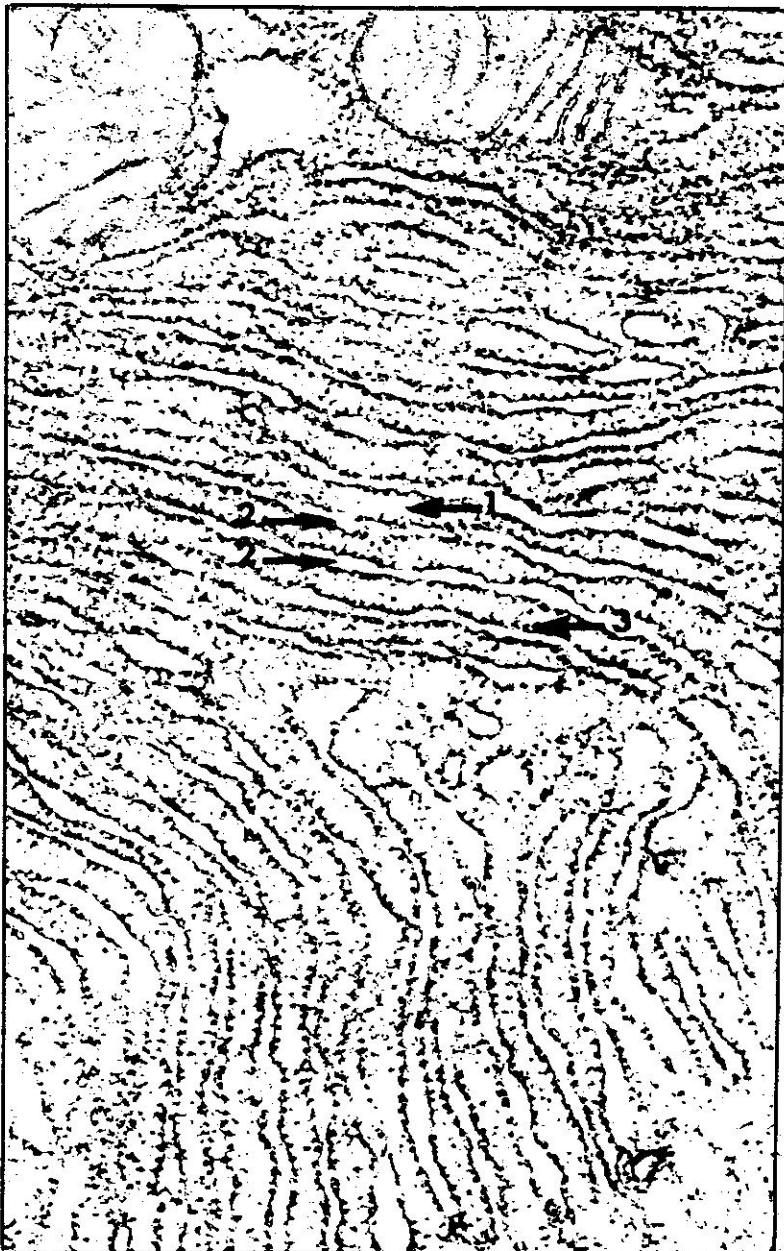


## LE RETICULUM ENDOPLASMIQUE GRANULEUX : R.E.G.



- REG en coupe.

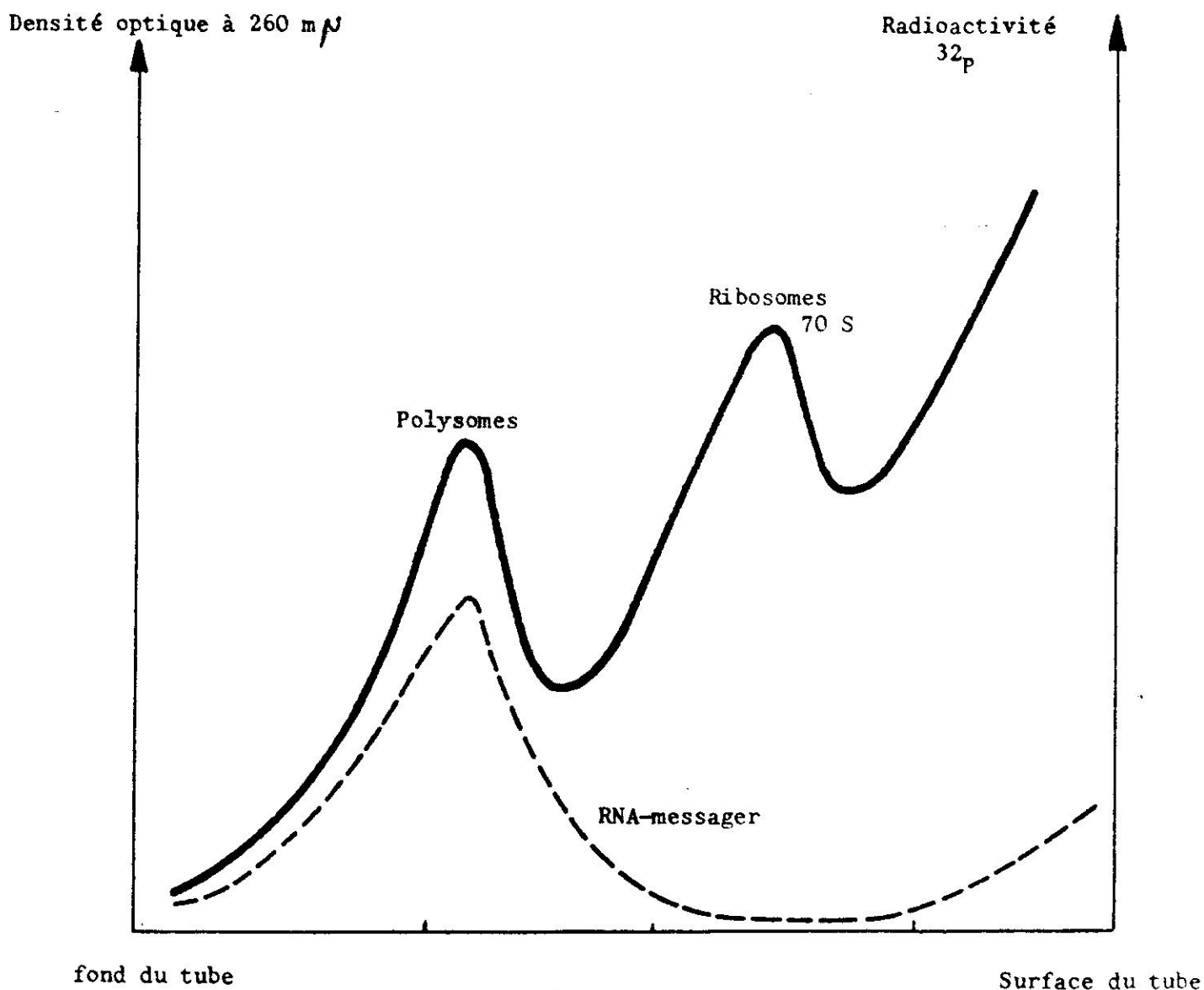
- Reconstruction tridimensionnelle.



Cellule pancréatique (x 48 000)

- 1 : Hyaloplasme
- 2 : Cavités du R.E.G.
- 3 : Ribosome



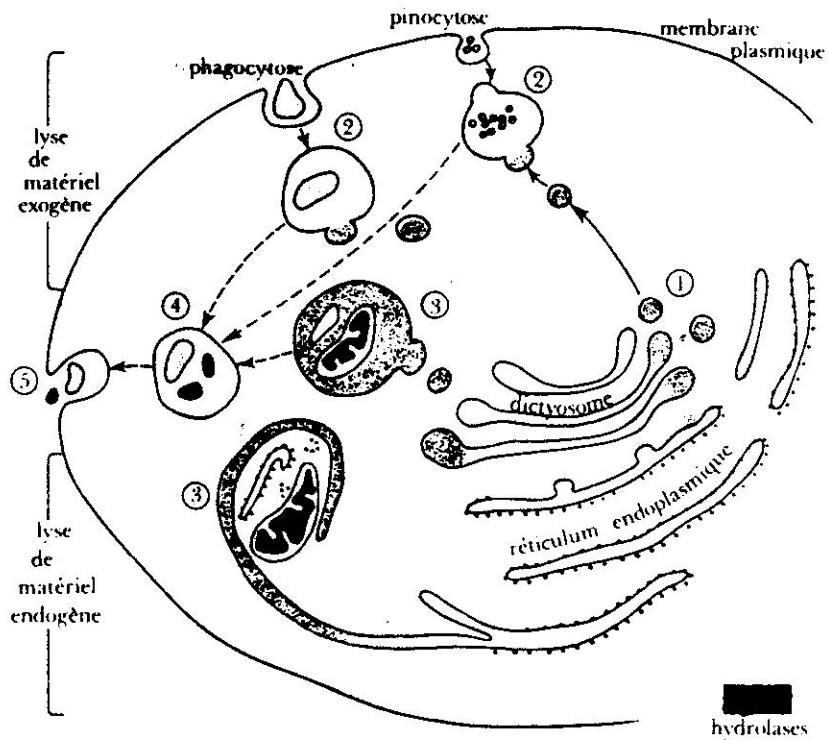


———— Densité optique à 260 m $\mu$

----- Radioactivité en  $^{32}\text{P}$

Séparation des ribosomes 70 S et des polysomes par ultracentrifugation en gradient de saccharose.

## LES LYSOSOMES



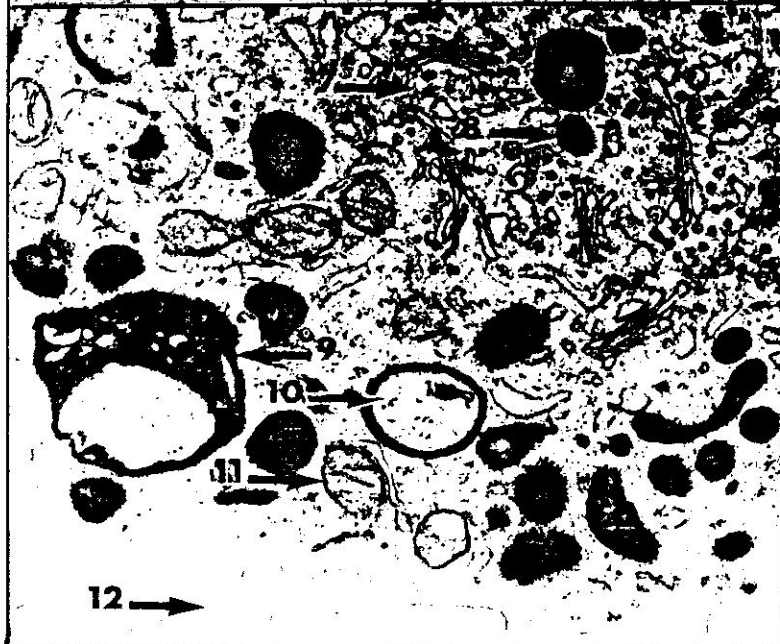
## Système lytique de la cellule.

1. Formation des *lysosomes primaires* (vésicules golgiennes).
2. *Lyse de matériel exogène*. Des vacuoles digestives ou lysosomes secondaires se forment par fusion des lysosomes primaires (apport des hydrolases) et des vésicules de pinocytose et de phagocytose.
3. *Lyse de matériel endogène*. Des portions de cytoplasme sont « séquestrées » par un diverticule de réticulum endoplasmique lisse contenant des hydrolases. Une vacuole autophagique se constitue. Des lysosomes primaires peuvent y déverser leur contenu.
4. Formation de *corps résiduels* par accumulation de produits non digérés.
5. Élimination éventuelle des résidus dans le milieu extracellulaire par *exocytose*.



A) Polynucléaire neutrophile (x 10 000)

- 1 : Lysosome I
- 2 : Lysosome II (ou hétérophagolysome)
- 3 : Dictyosome
- 4 : Lobes nucléaires
- 5 : Phagocytose
- 6 : Pseudopode



B) idem (x 30 000 )

- 7 : Dictyosome
- 8 : Lysosome I
- 9, 10 : Lysosomes II
- 11 : Mitochondrie
- 12 : Pseudopode



C) Macrophage (x 80 000)

- 1 : Particule métallique
- 2 : Membrane du lysosome II
- 3 : Contenu enzymatique
- 4 : Membrane de lysosome I
- 5 : Contenu d'un lysosome I



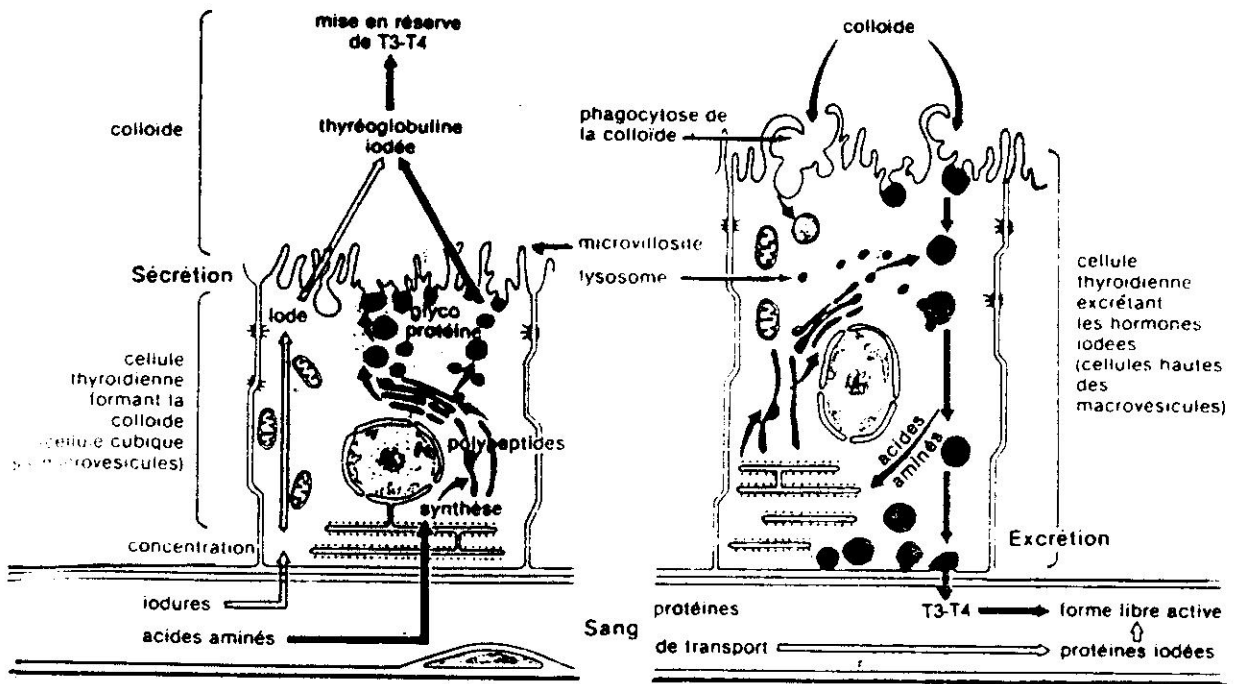
A : 7 000

B : x 15 000

C : x 70 000

- 1 : Lipide
- 2 : Lipofuchsine
- 3 : Membrane du lysosome
- 4 : R.E.G.
- 5 : Dépôt myélinique
- 6 : Dépôt myélinique

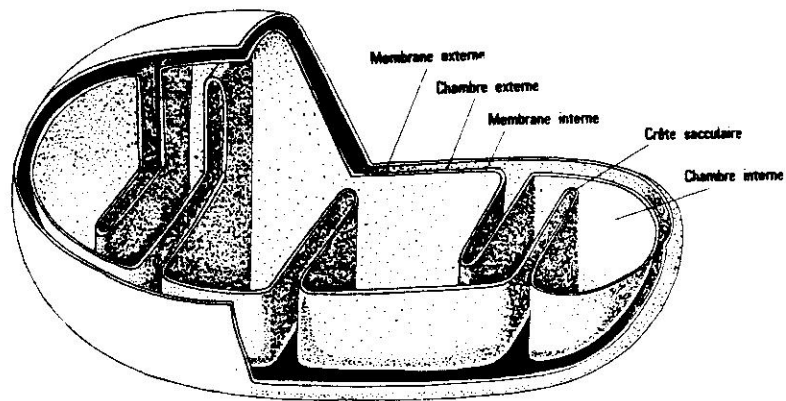
LES LYSOSOMES : Corps résiduels



Synthèse des hormones iodées et rejet dans le sang

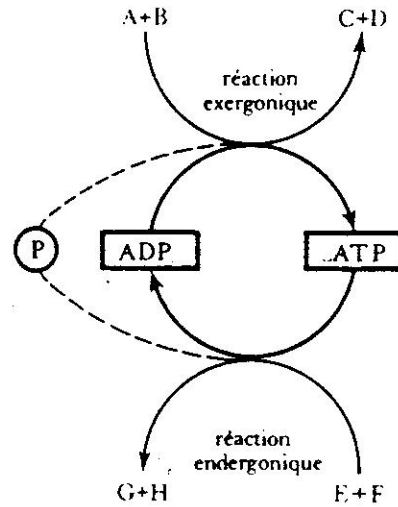
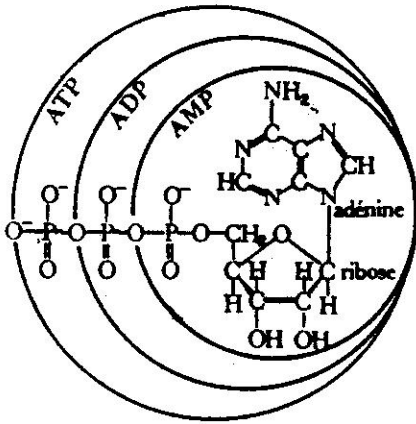
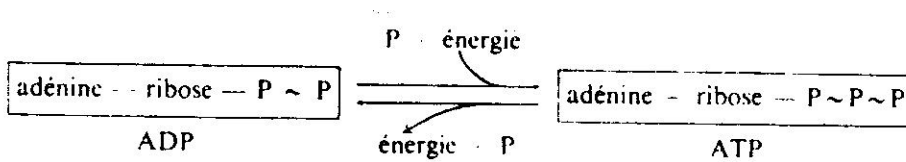
Rôle de l'appareil de Golgi et des lysosomes dans la Biosynthèse des hormones thyroïdiennes

## Mitochondrie à crêtes sacculaires



MITOCHONDRIE ( x 80 000)

- 6 : Membrane mitochondriale externe
- 7 : Espace inter-membranaire
- 8 : Membrane mitochondriale interne
- 9 : Crête mitochondriale
- 10 : Ribosome
- 11 : R.E.G.
- 12 : Inclusion calcique

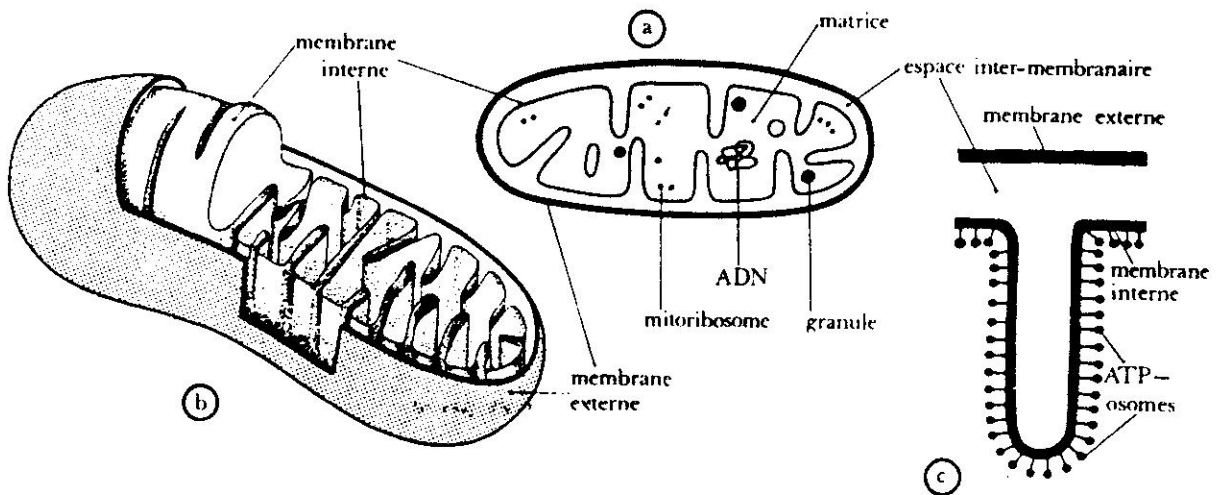


### Structure de l'ATP

Le signe  $\sim$  désigne une liaison riche en énergie.

**Transfert d'énergie par l'intermédiaire de l'ATP** entre des réactions productrices d'énergie (exergoniques) et des réactions consommatrices (endergoniques). Ces dernières sont très variées : biosynthèse, contraction musculaire, etc.

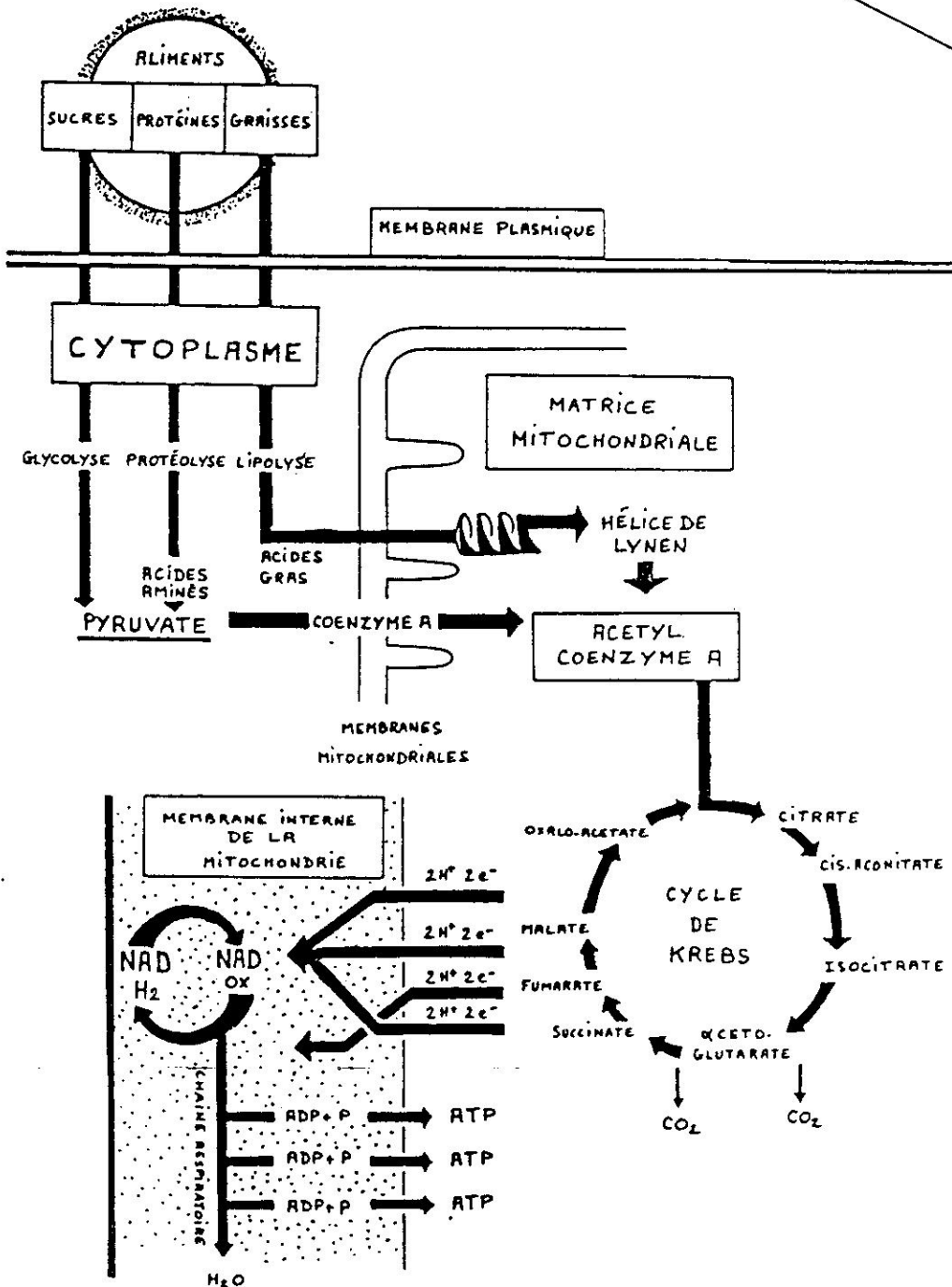
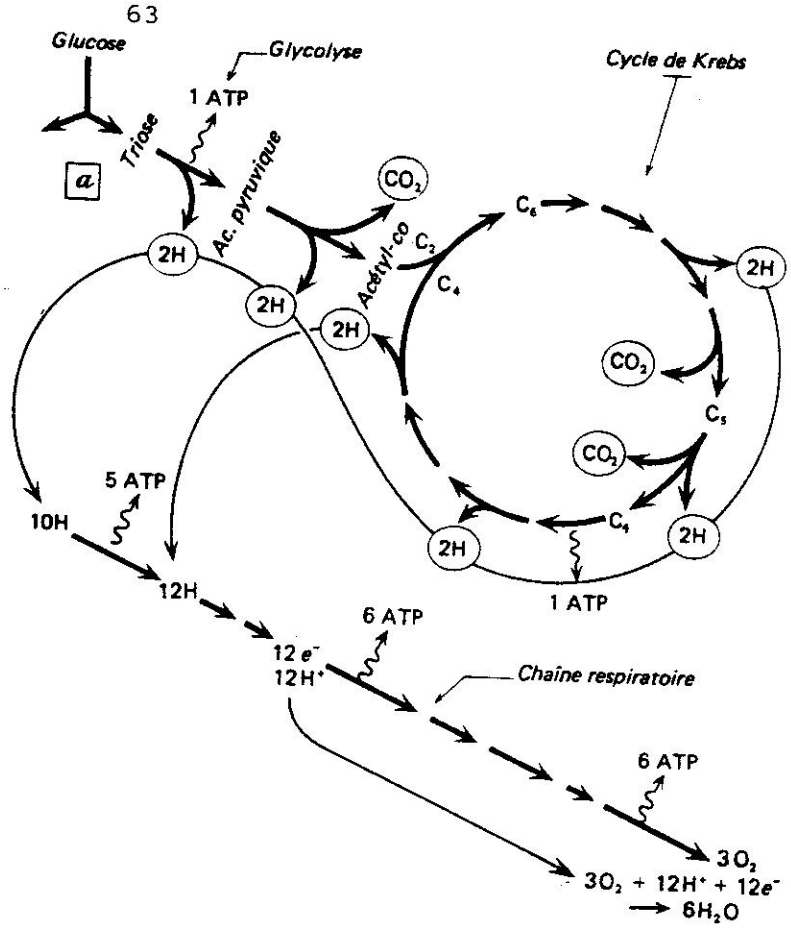
### MITOCHONDRIES • MORPHOLOGIE



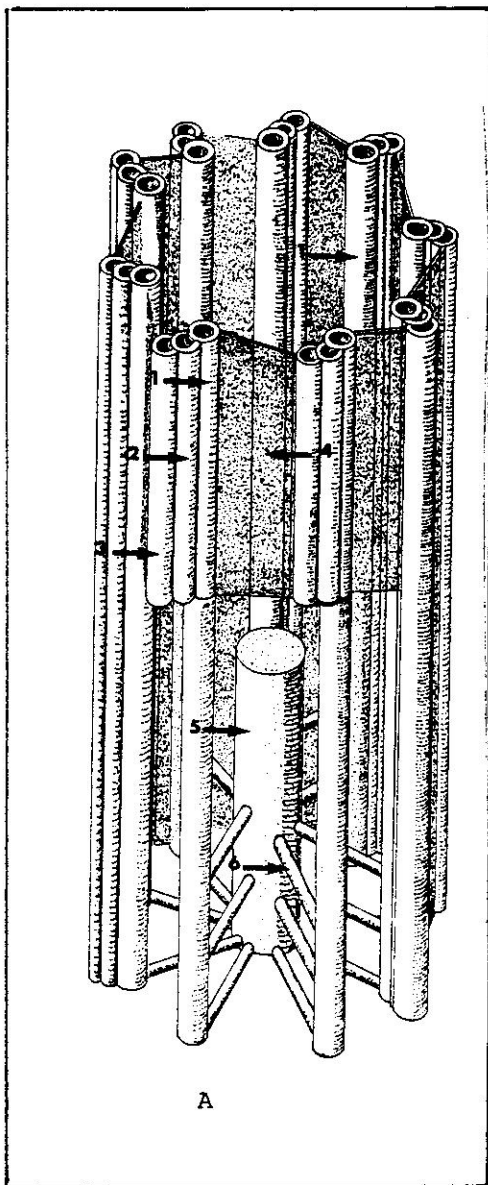
### Organisation d'une mitochondrie.

*a.* Coupe. *b.* Représentation schématique en trois dimensions. *c.* Détail d'une crête montrant les particules pédonculées ("ATPosomes") de la membrane interne.

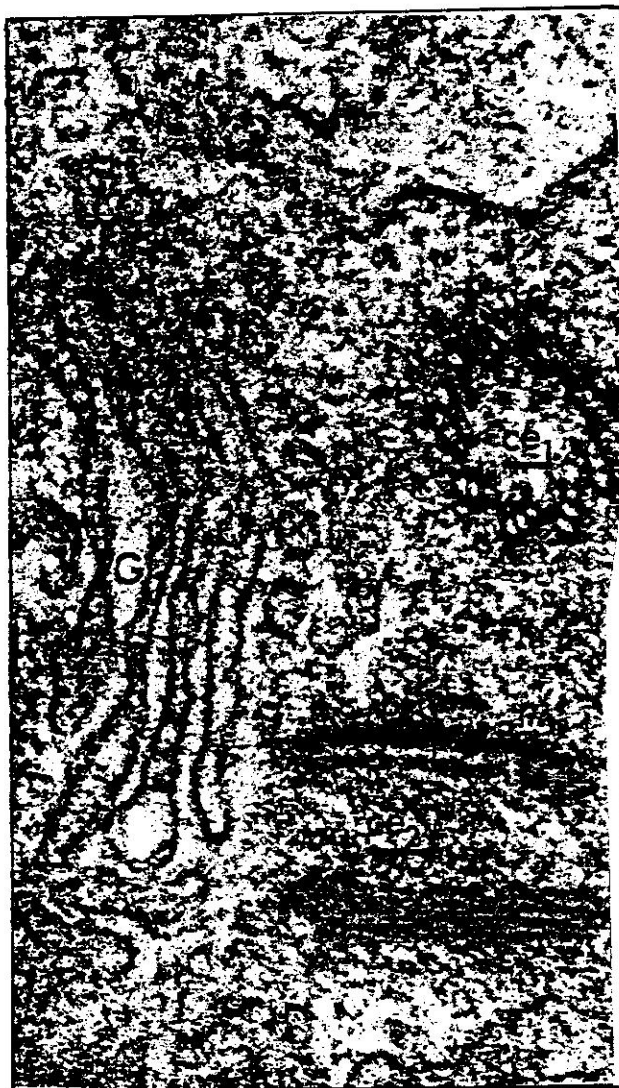
GLYCOLYSE ET CYCLE DE KREBS







A

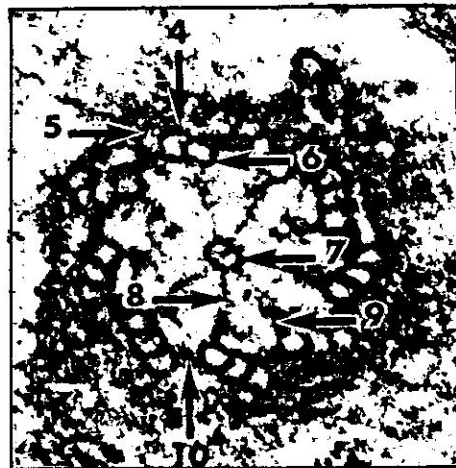


B

- A : 1,2,3 : Triplet de tubules  
 4 : Nexine  
 5 : Centre cylindrique  
 6 : Jonctions du cylindre avec les triplets

### Diplosome

- B : G : Golgi  
 Ce<sub>1</sub> : centriole en C.T.  
 Ce<sub>2</sub> : centriole en C.L



C

- C : x 140 000  
 4,5,6 : triplet de tubules  
 7 : Centre cylindrique  
 8,9 : Jonctions  
 10 : Nexine

x 6 000

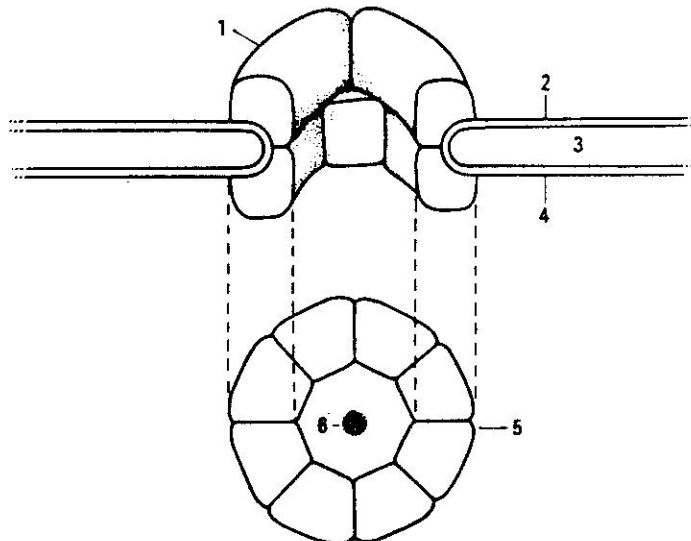
A

- 1 : Enveloppe nucléaire
- 2 : Nucléoplasme et chromatine
- 3 : Nucléole

B x 36 000

- 4 : Enveloppe nucléaire
- 5 : Hétérochromatine
- 6 : Chromatine associée au nucléole
- 8 : Nucléoplasme
- 9 : Nucléole

LE NOYAU



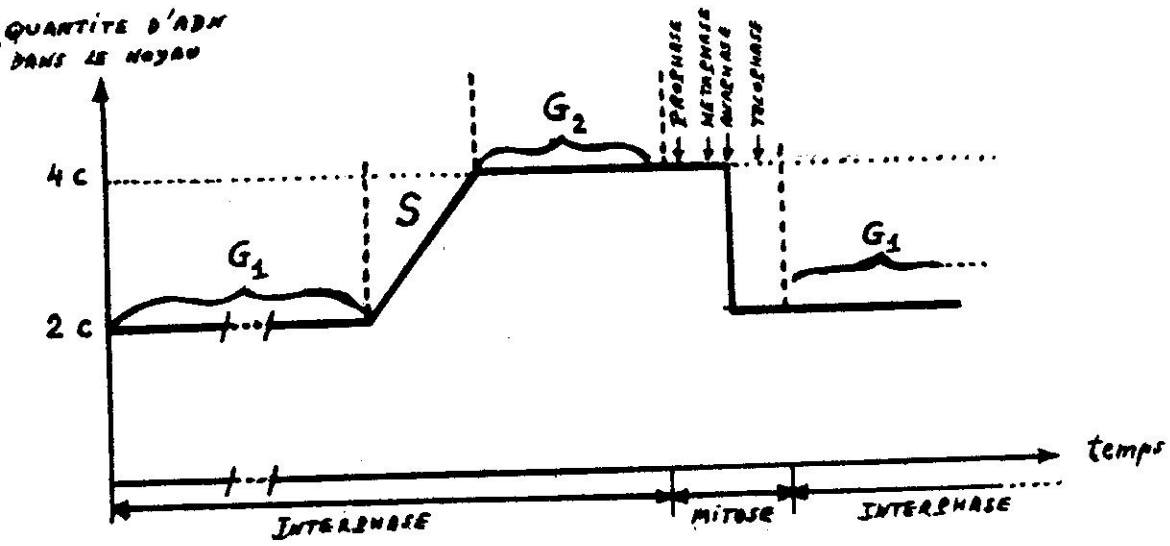
- Reconstitution tridimensionnelle d'un pore.  
 1. complexe du pore, 2. membrane externe du noyau, 3. espace périnucléaire,  
 4. membrane interne du pore, 5. annulus, 6. canal.

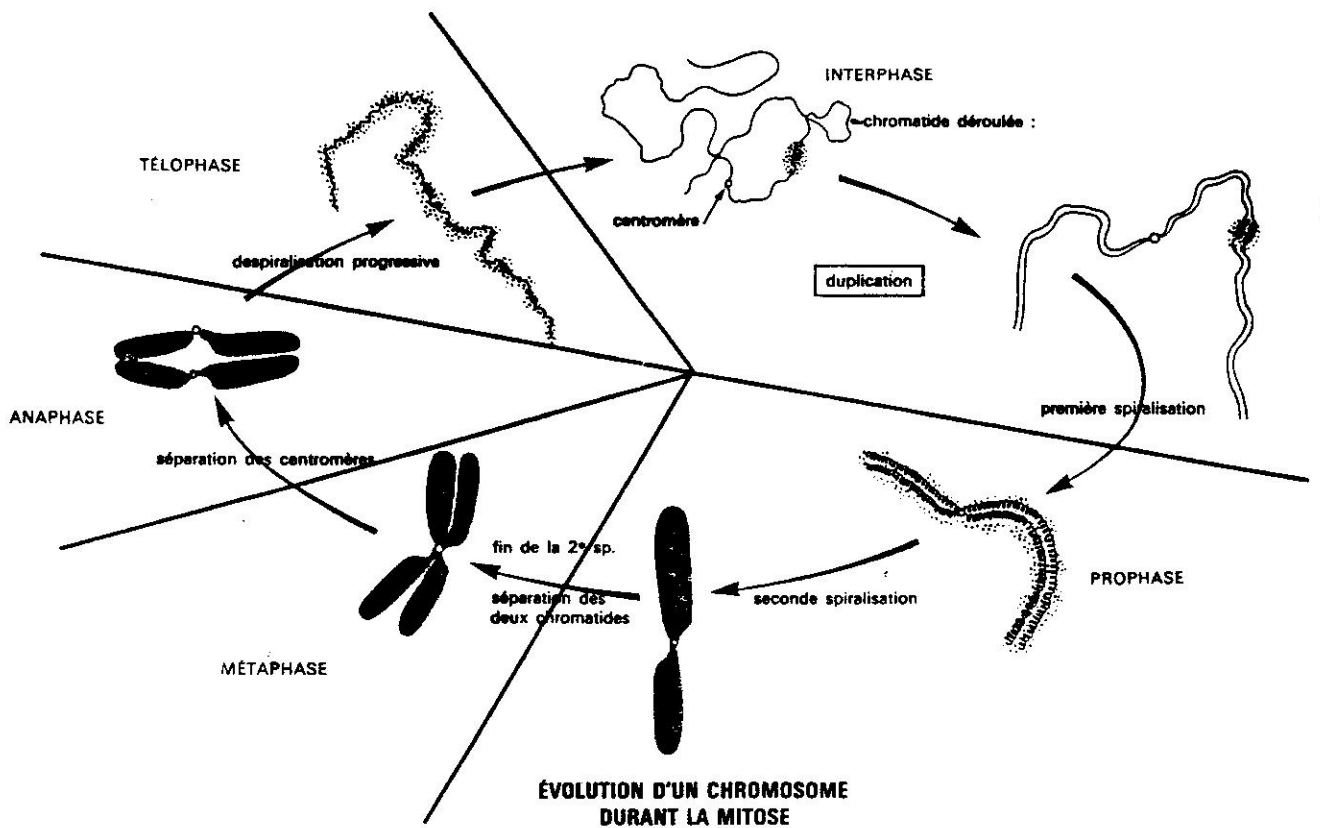


LE NUCLEOLE (x 30.000)

- |                                     |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| 1 : Mitochondrie                    | 9 : Nucléole          |
| 2 : Membrane nucléaire externe      | 10 : Hétérochromatine |
| 3 : Espace intermembranaire         | 11 : Nucléoplasme     |
| 4 : Membrane nucléaire interne      |                       |
| 5 : Chromatine associée au nucléole |                       |
| 6 : Pars amorpha                    |                       |
| 7 : Centre fibrillaire              |                       |
| 8 : Interstice                      |                       |

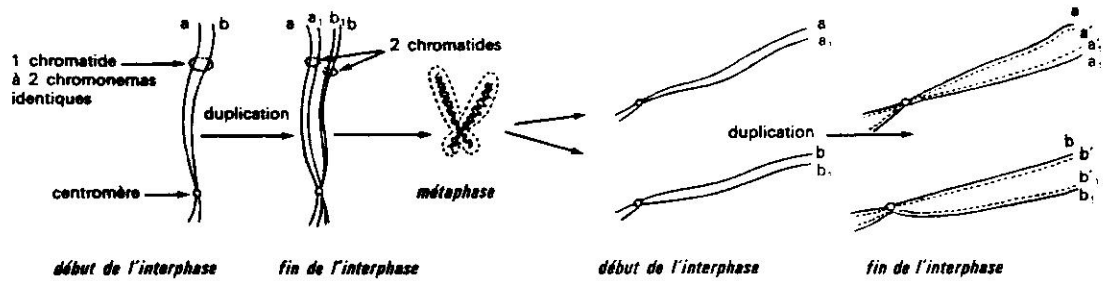
- EVOLUTION DE LA QUANTITE D'ADN AU COURS  
DU CYCLE CELLULAIRE -





**ÉVOLUTION D'UN CHROMOSOME DURANT LA MITOSE**

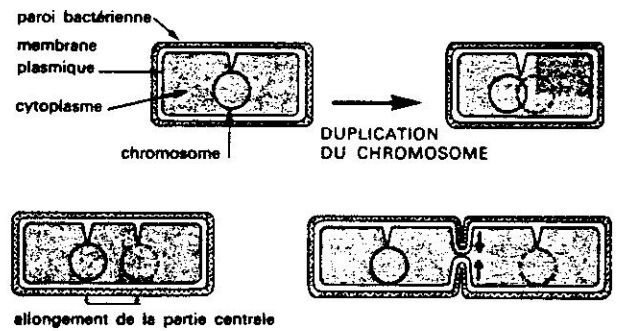
le chromatide est représentée par un filament unique bien qu'elle soit constituée de deux chromonemas

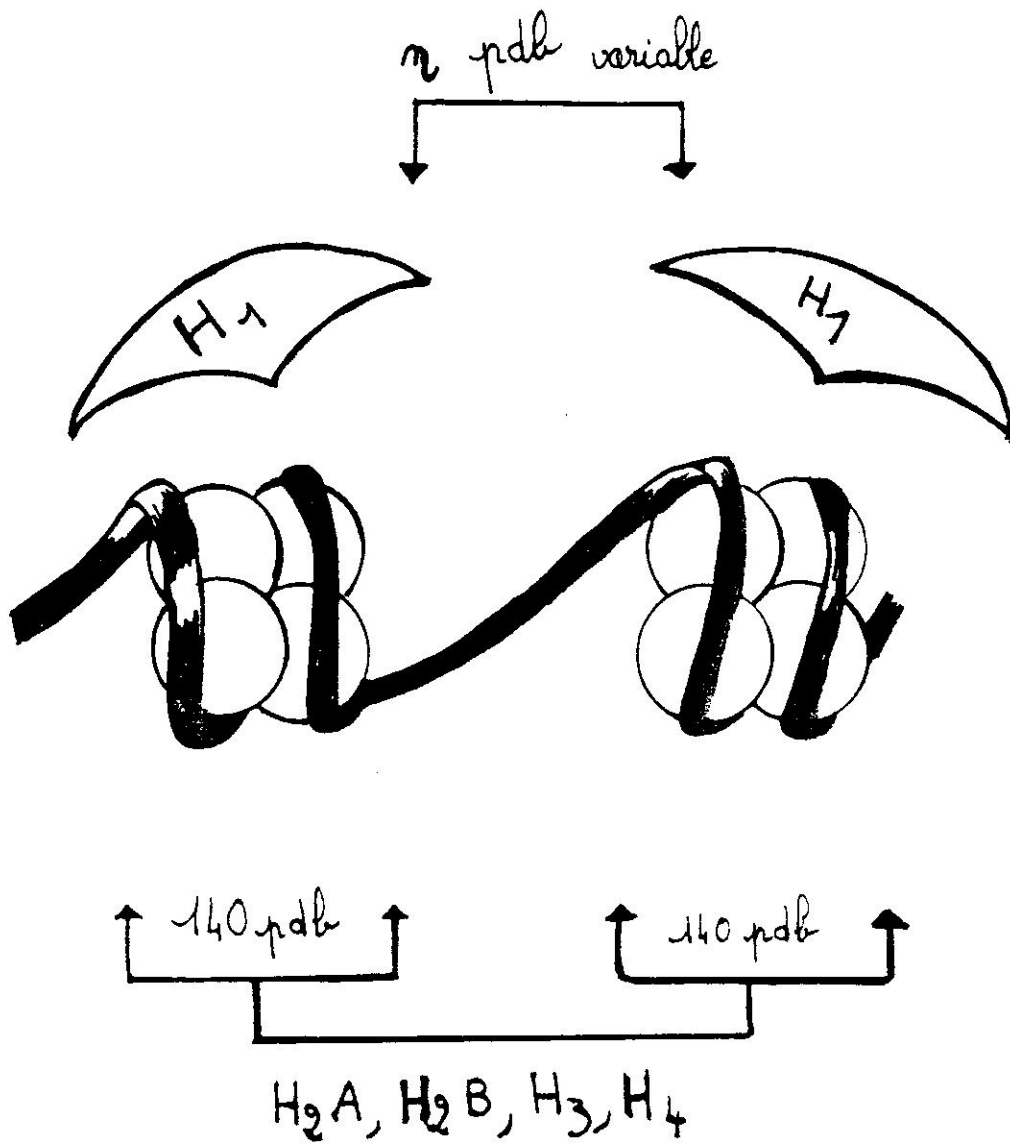


**DUPLICATION DES CHROMONEMAS DE LA CHROMATIDE**

le chromonema initial a sert de modèle pour la formation du chromonema a', b pour b'; chaque chromatide contiendrait ainsi un chromonema néoformé et un chromonema du chromosome original

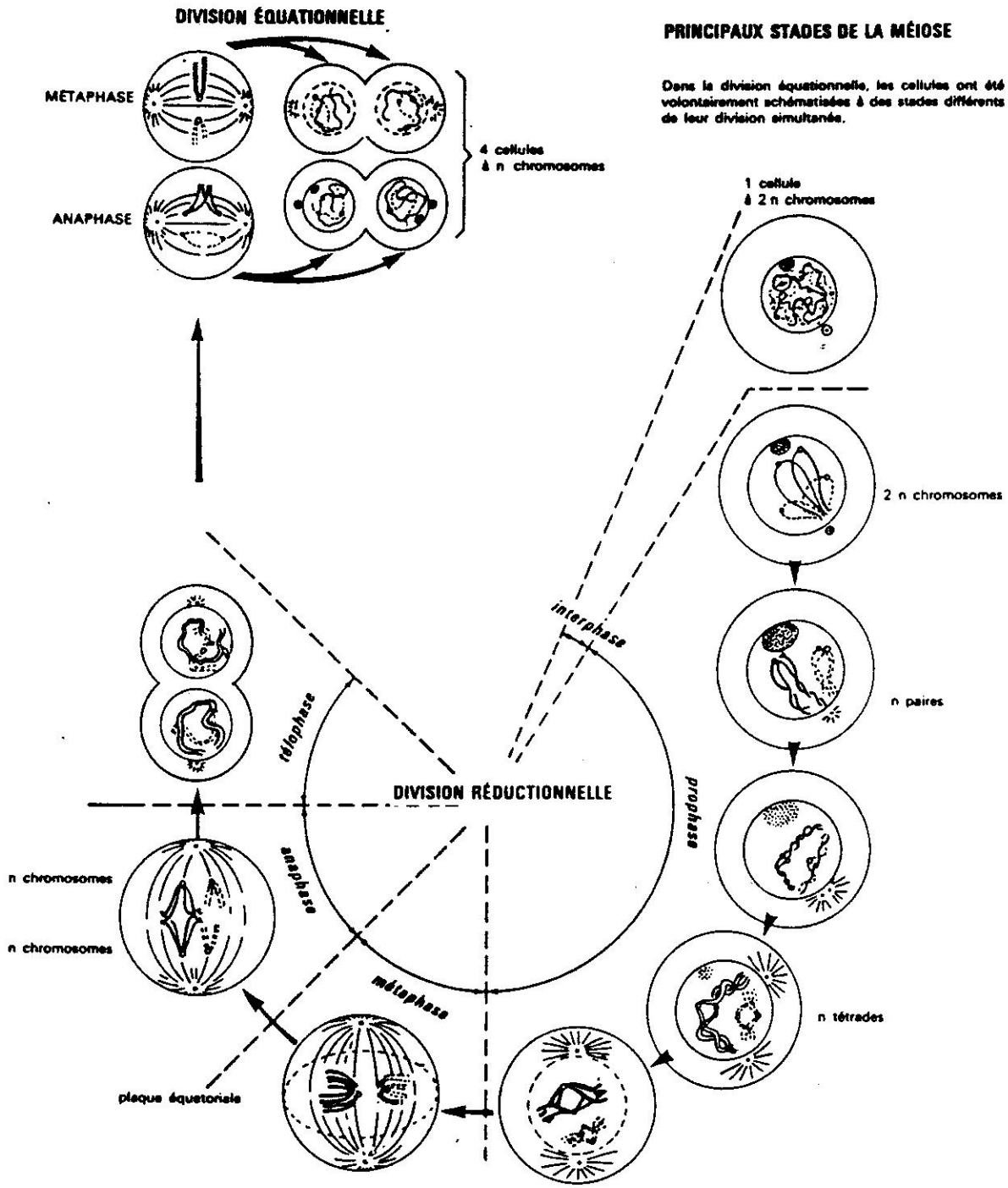
**DIVISION D'UNE BACTÉRIE**





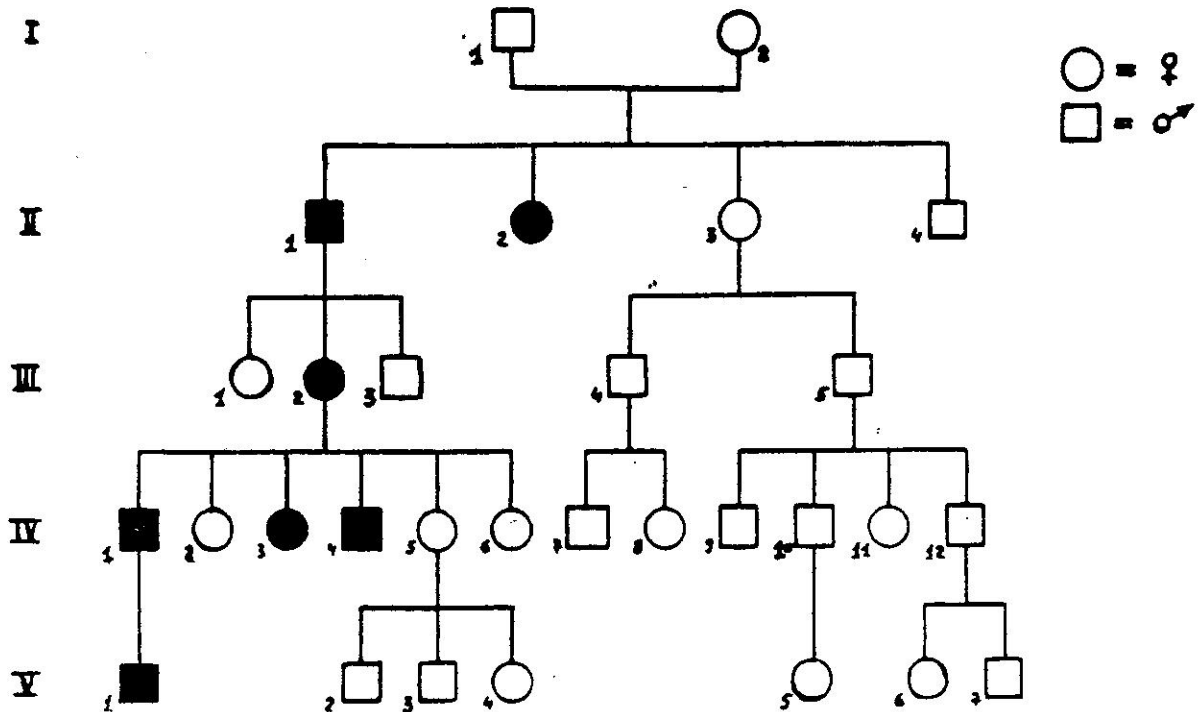
## NUCLEOSOMES

GENETIQUE

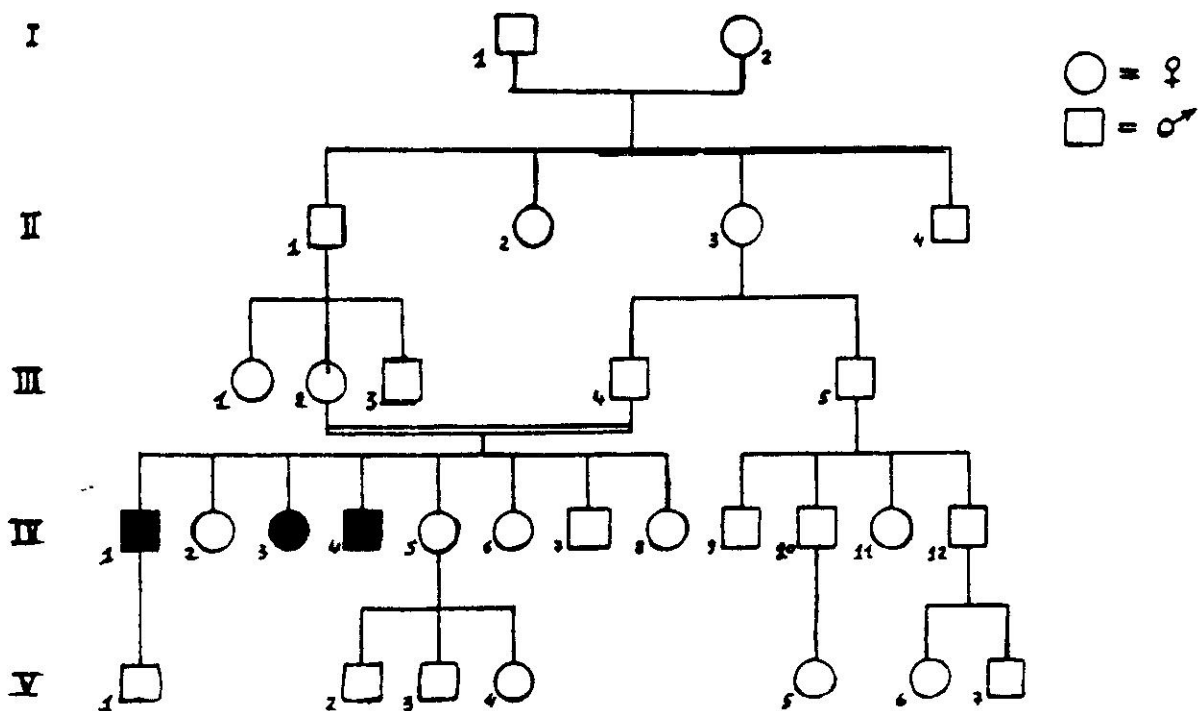




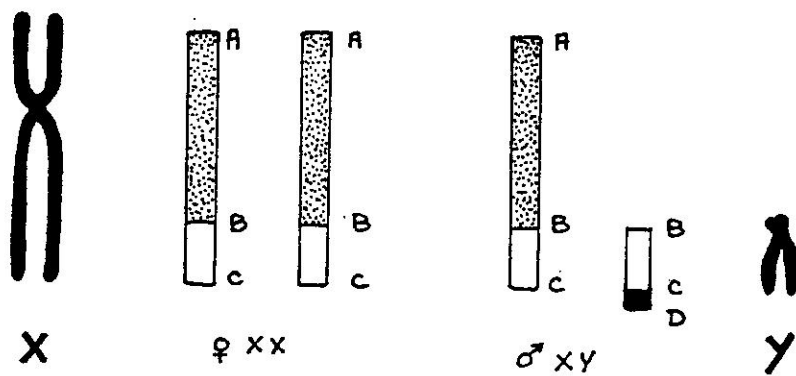
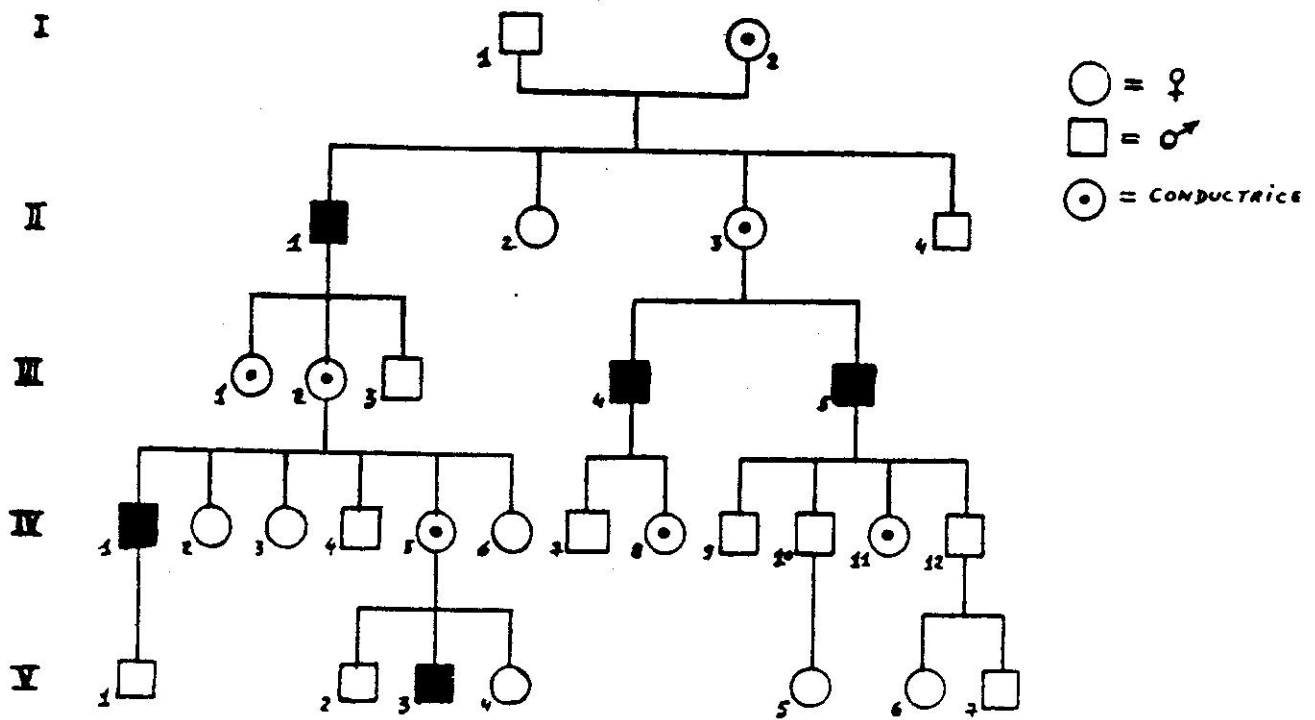
- ARBRE GENEALOGIQUE D'UNE AFFECTION AUTOSOMIQUE DOMINANTE -



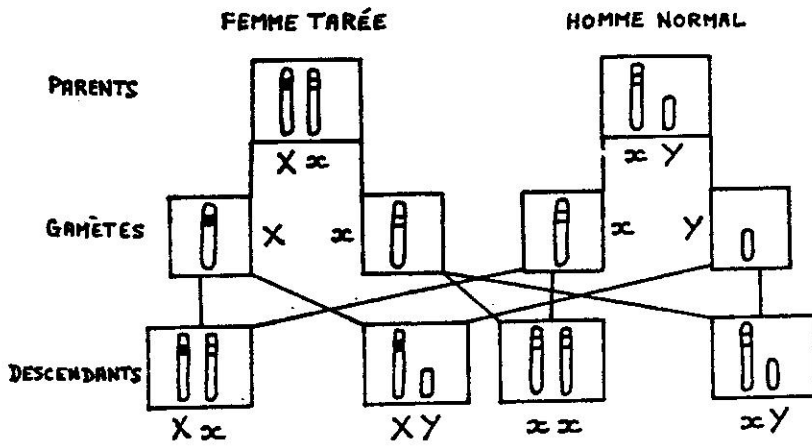
- ARBRE GENEALOGIQUE D'UNE AFFECTION AUTOSOMIQUE RECESSIVE -



- ARBRE GENEALOGIQUE D'UNE AFFECTION RECESSIVE LIEE AU SEXE -

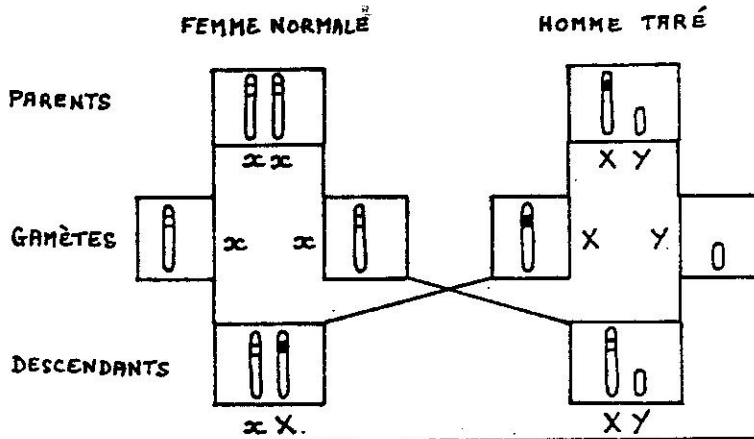


GENES HOMOLOGUES ET NON HOMOLOGUES DANS LES GONOSOMES X et Y



CROISEMENT ENTRE  
UNE FEMME  
HÉTÉROZYGOTE  
POUR UN GÈNE  
DOMINANT PORTÉ  
PAR L'X ET UN  
HOMME NORMAL.

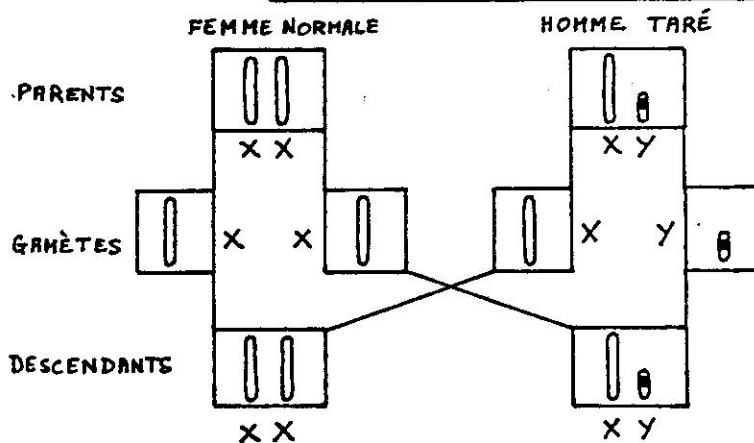
25% FILLES TARÉES  
25% GARÇONS TARÉS  
25% FILLES NORMALES  
25% GARÇONS NORMAUX



CROISEMENT ENTRE  
UNE FEMME NORMALE  
ET UN HOMME  
POSSÉDANT UN GÈNE  
DOMINANT PORTÉ  
PAR L'X.

50% FILLES TARÉES  
50% GARÇONS NORMAUX

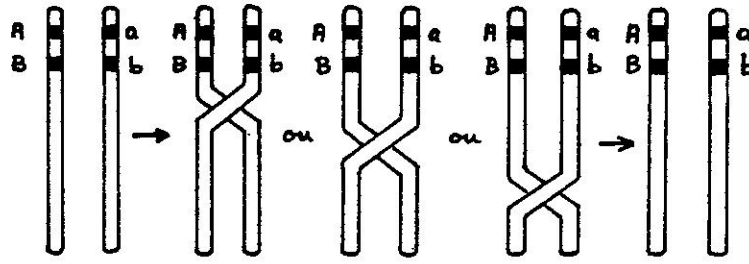
TRANSMISSION D'UNE TARE DOMINANTE PORTÉE PAR L'X



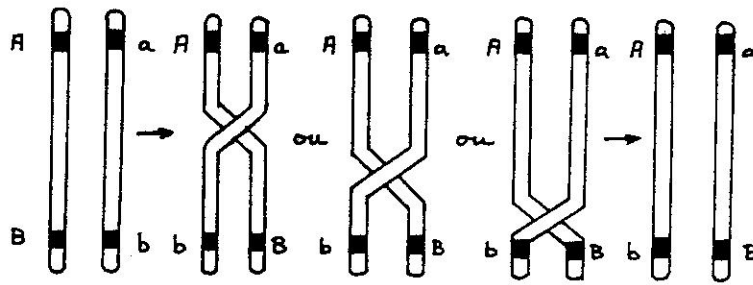
CROISEMENT ENTRE  
UNE FEMME NORMALE  
ET UN HOMME  
POSSÉDANT UN  
GÈNE TARÉ PORTÉ  
PAR L'Y.

50% FILLES NORMALES  
50% GARÇONS TARÉS

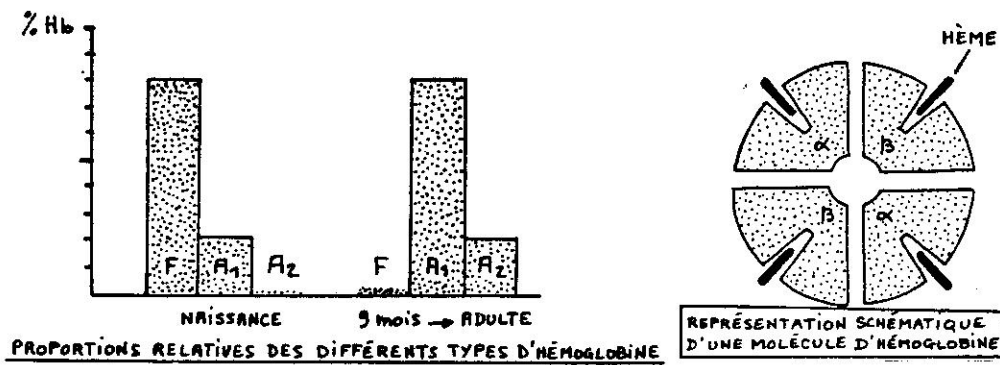
TRANSMISSION D'UN GÈNE PORTÉ PAR L'Y



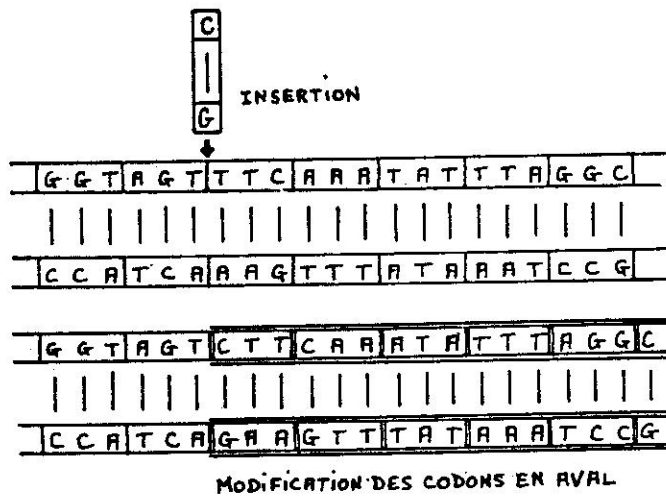
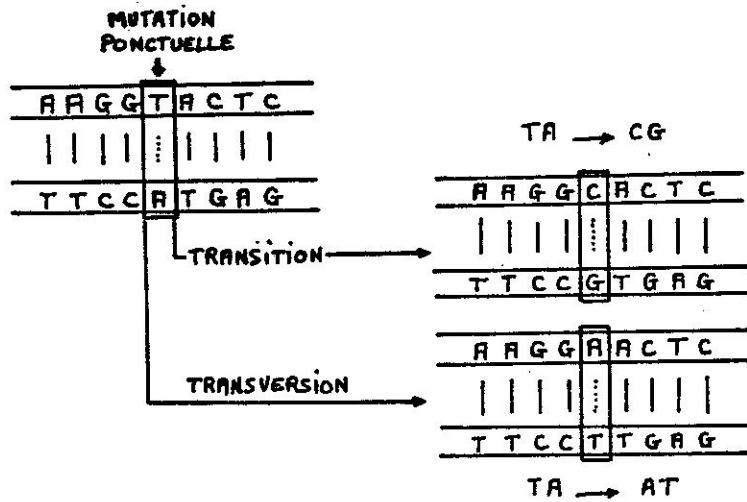
CROSSING-OVER GÈNES VOISINS TAUX DE RECOMBINAISON FAIBLE



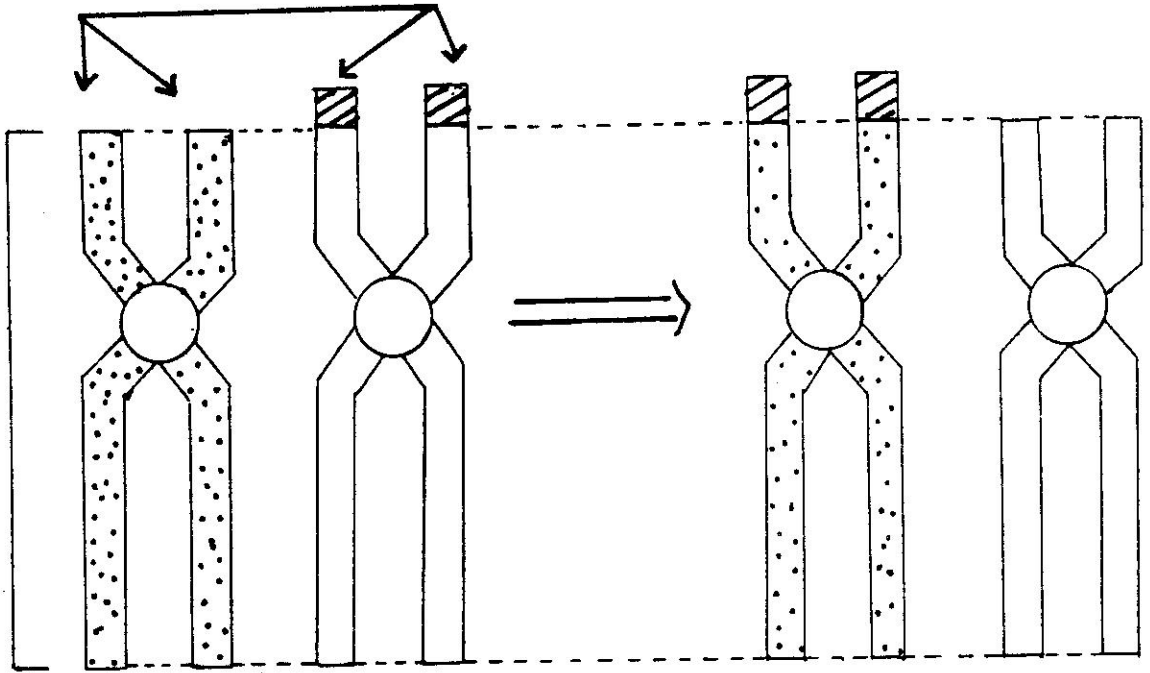
CROSSING-OVER GÈNES ÉLOIGNÉS TAUX DE RECOMBINAISON ÉLEVÉ



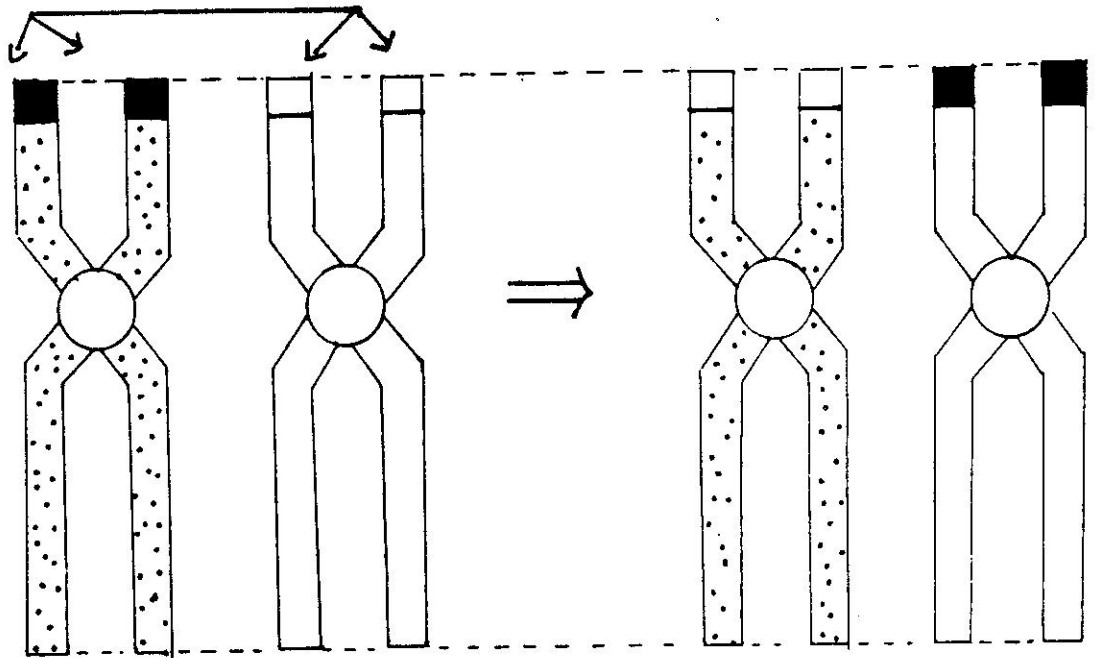
LES MUTATIONS



<b>A.A</b>	VAL	HIS	LEU	THR	PRO	GLU	GLU	LYS	SER
<b>mARN</b>	G U U C A U U U A R C U C C C G A G G A G A A G U C U								
<b>ADN</b>	C A A G T A A A T T G A G G G C T C C T C T T C A G A								
<b>ADN</b>	G T T C A T T T A A C T C C C G A G G A G A A G T C T								
<b>MUTATION</b>	AT → GC			TA → AT			TA → AT		
<b>CODONS de mARN</b>	CAU → CAC			GAG → GUG			AAG → UAG		
<b>R.A.</b>	HIS → HIS			GLU → VAL			LYS → NON SENS		
<b>PHÉNOTYPE</b>	AUCUN EFFET			POLYPEPTIDE MODIFIÉ			POLYPEPTIDE INCOMPLET		

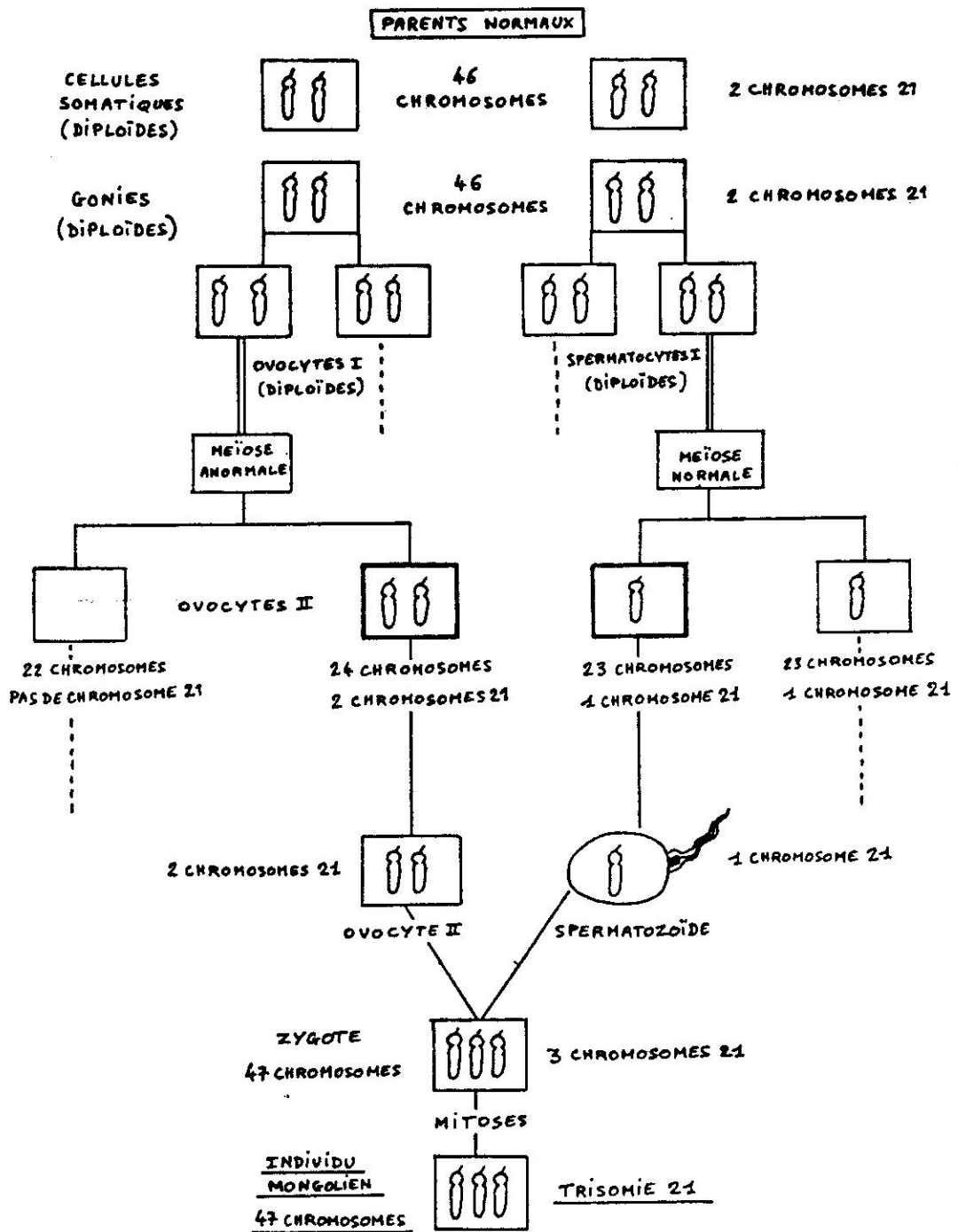


Translocation simple



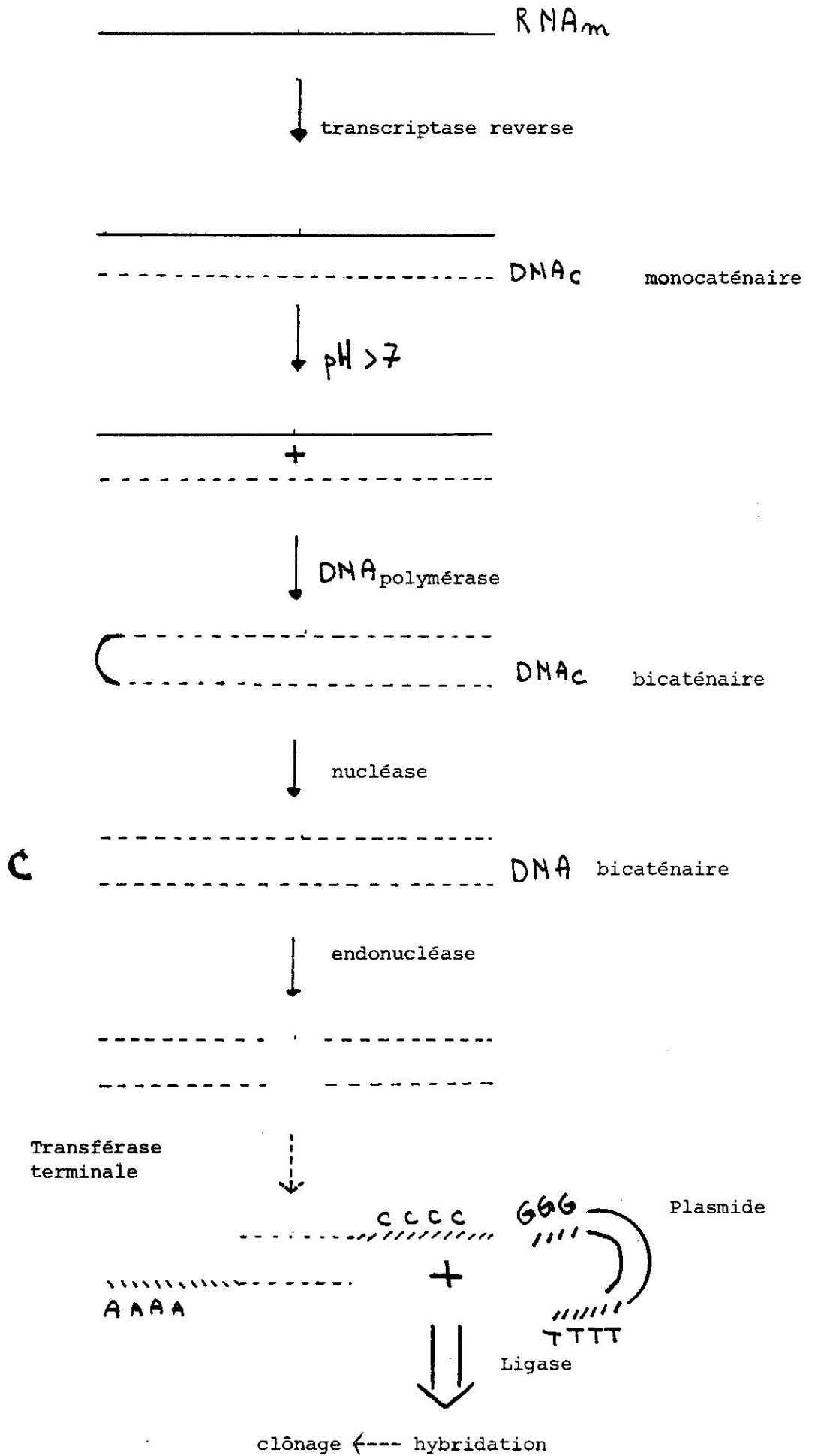
Translocation réciproque (équilibrée le plus souvent)

TRANSLOCATION

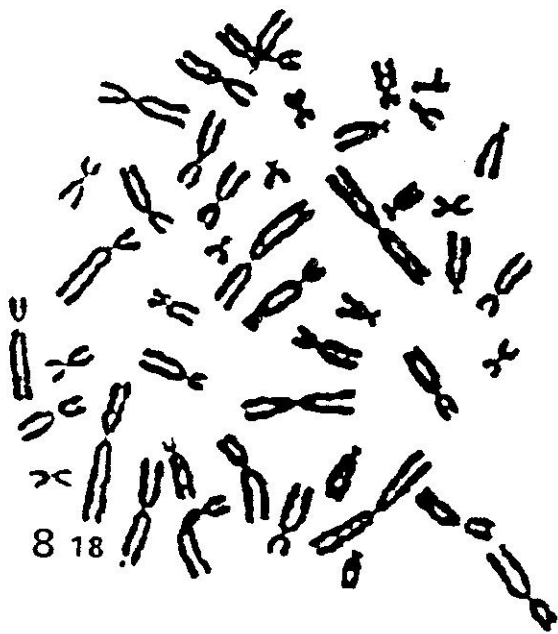


RÉALISATION D'UNE TRISOMIE 21 A LA SUITE D'UN ACCIDENT SURVENANT LORS DE LA GAMÉTOGÈSE (MEÏOSE) D'UN PARENT

GENIE GENETIQUE



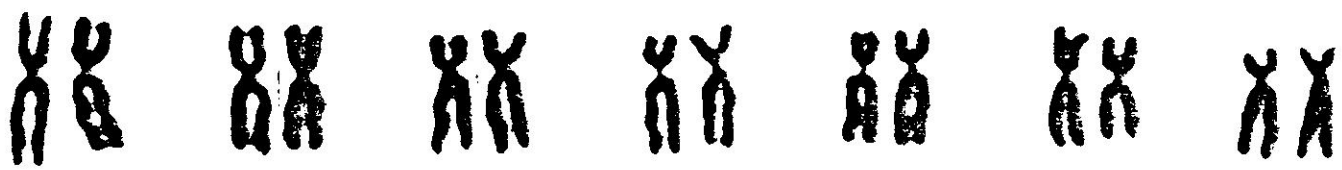




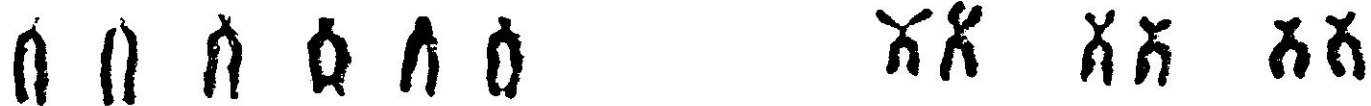
Caryotype normal



1                      2                      3                      4                      5  
----- A -----



6                      12  
----- C -----



13                      15                      16                      17                      18  
----- D -----                      ----- E -----



19                      20  
----- F -----

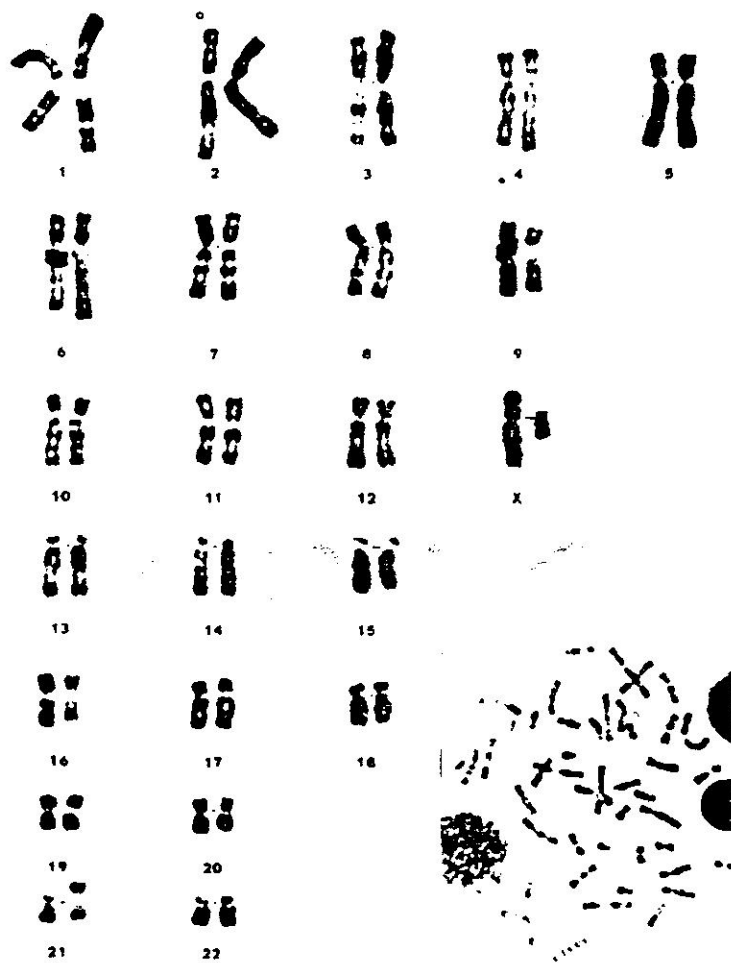


21                      22  
----- G -----

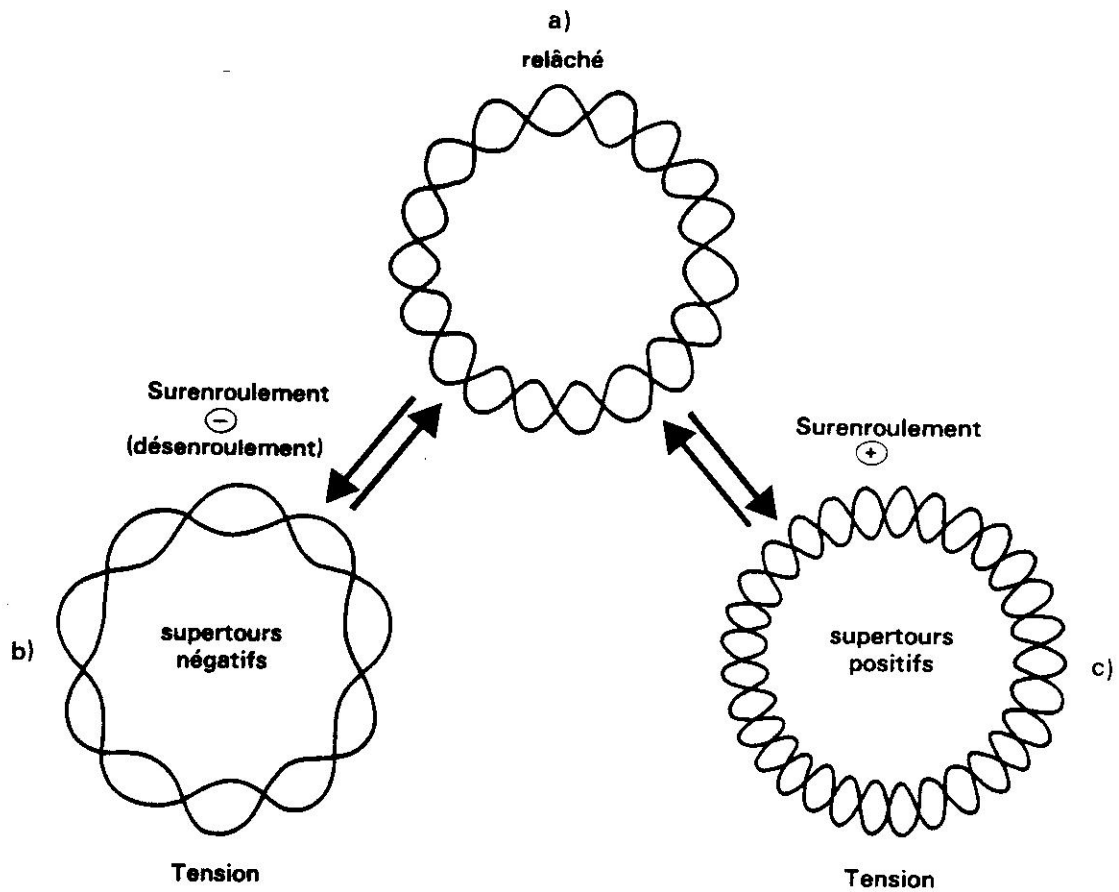
10 μm



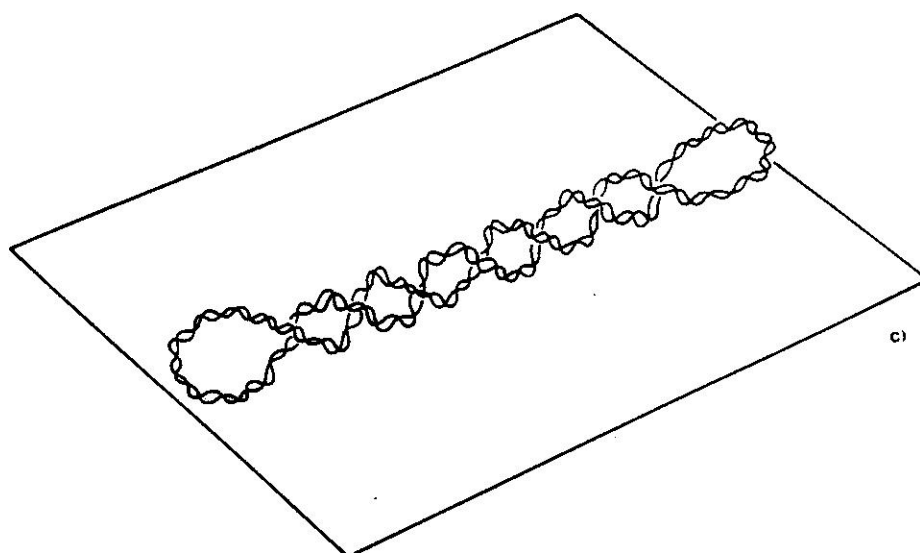
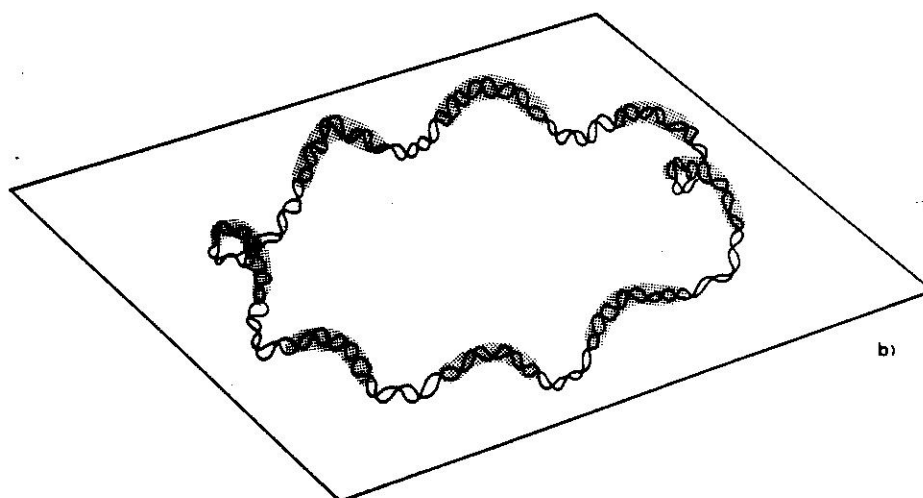
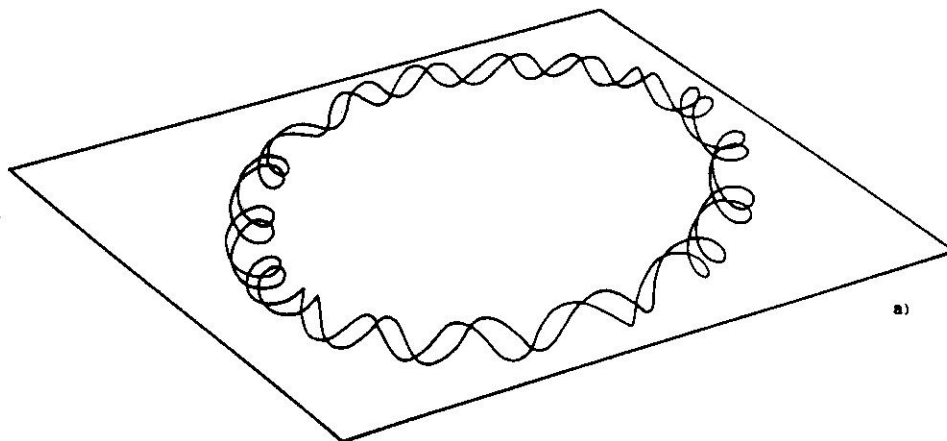
Trisomie 21 libre : 47, XY, 21



Trisomie 21 par translocation t (21:21)



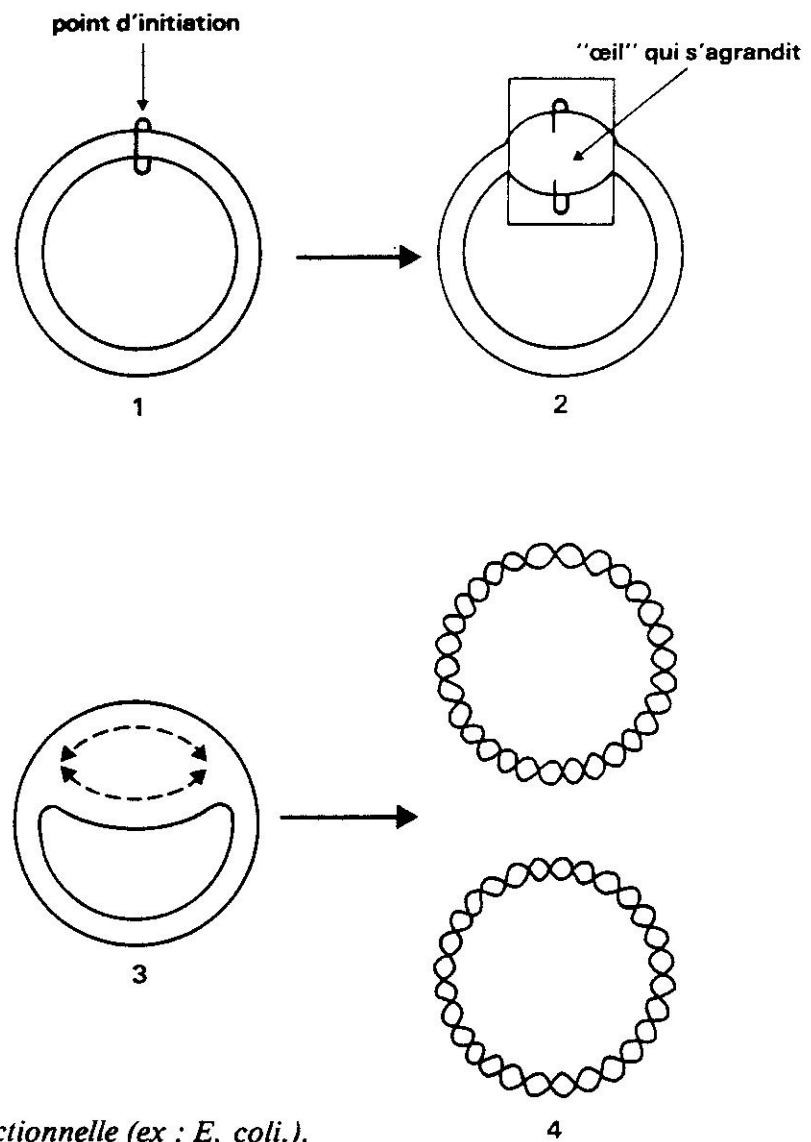
- Les topoisomères du DNA :
- a) forme relâchée,
  - b) forme surenroulée négativement,
  - c) forme surenroulée positivement.



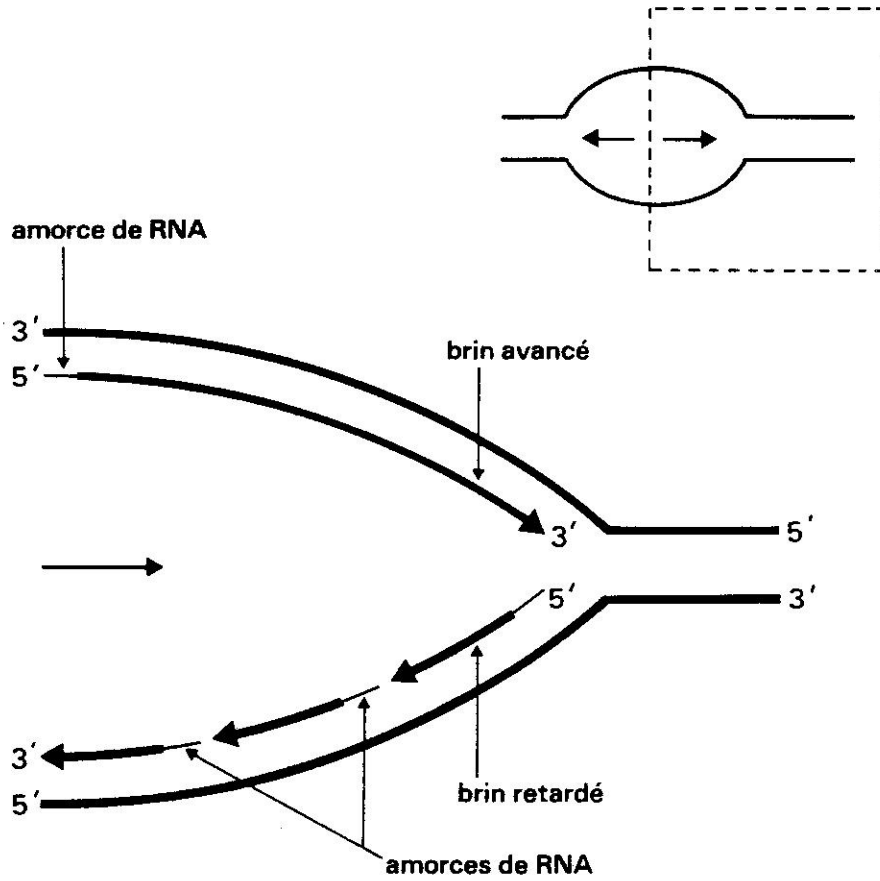
**Topoisomères du DNA :**

**a) forme relâchée,**

**b et c) formes surenroulées négativement (b : le squelette de l'hélice ne peut rester dans un plan ; c : formation d'une superhélice : « forme vrillée »).**



*La réplication est bi-directionnelle (ex : E. coli.).*



- La réplication est discontinue pour l'un des 2 brins.

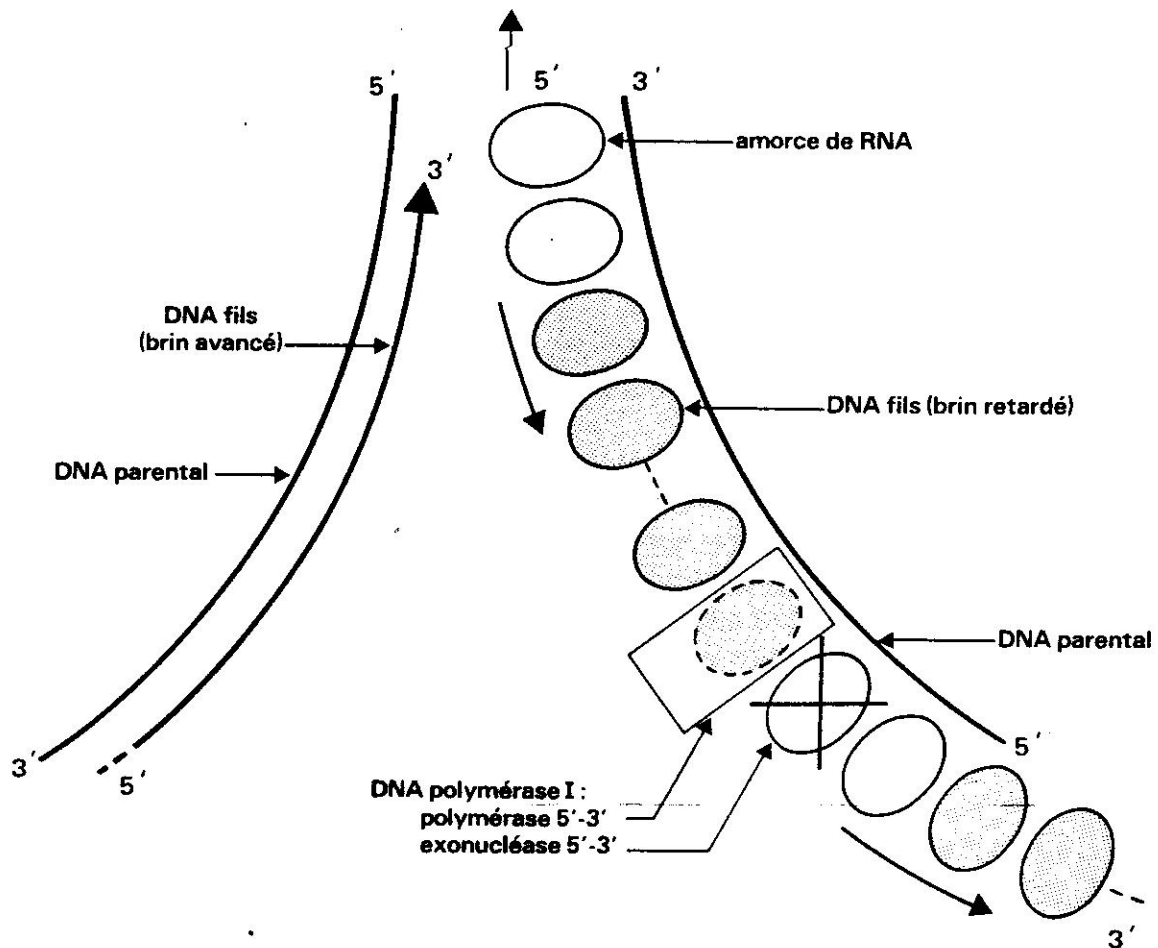
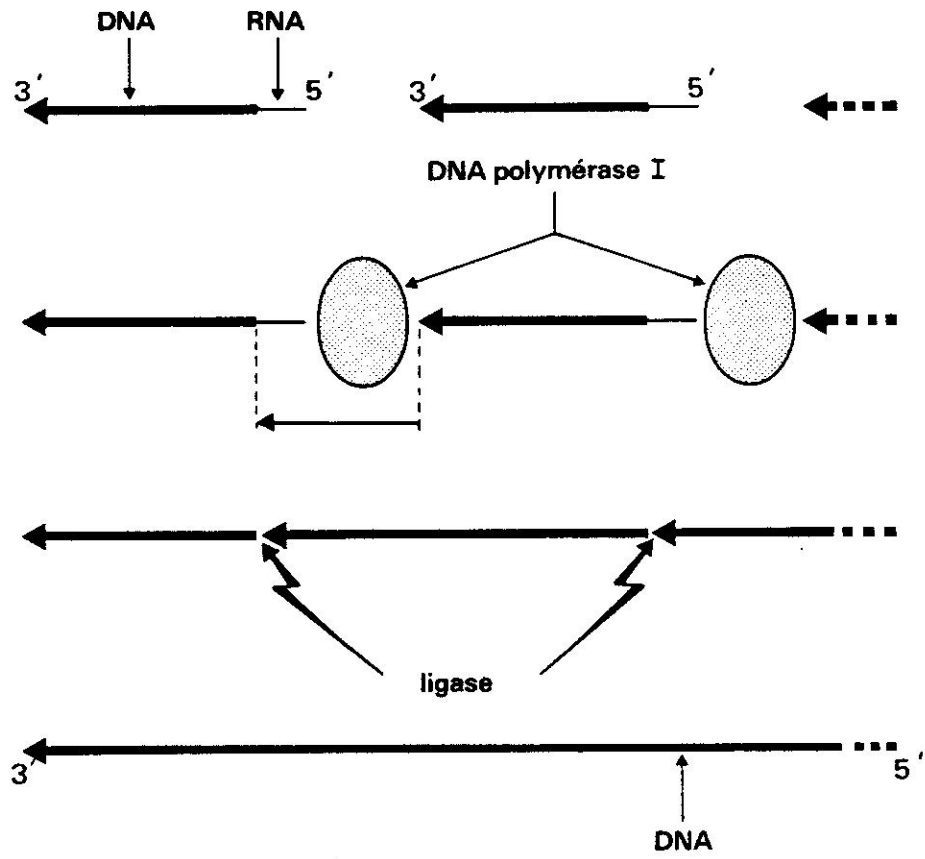


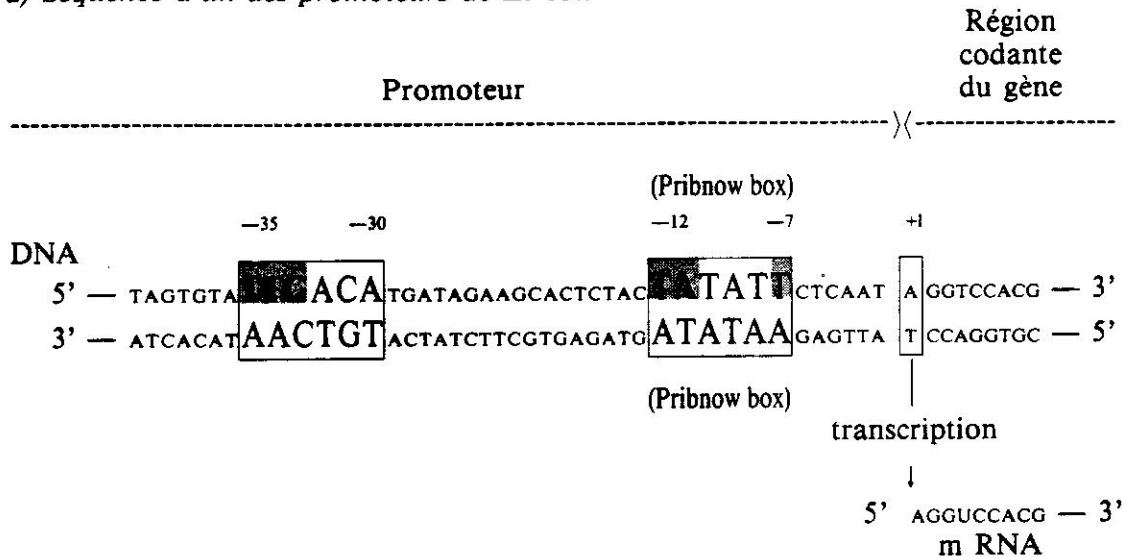
Schéma résumant le rôle des principaux enzymes intervenant dans la réplication du DNA.



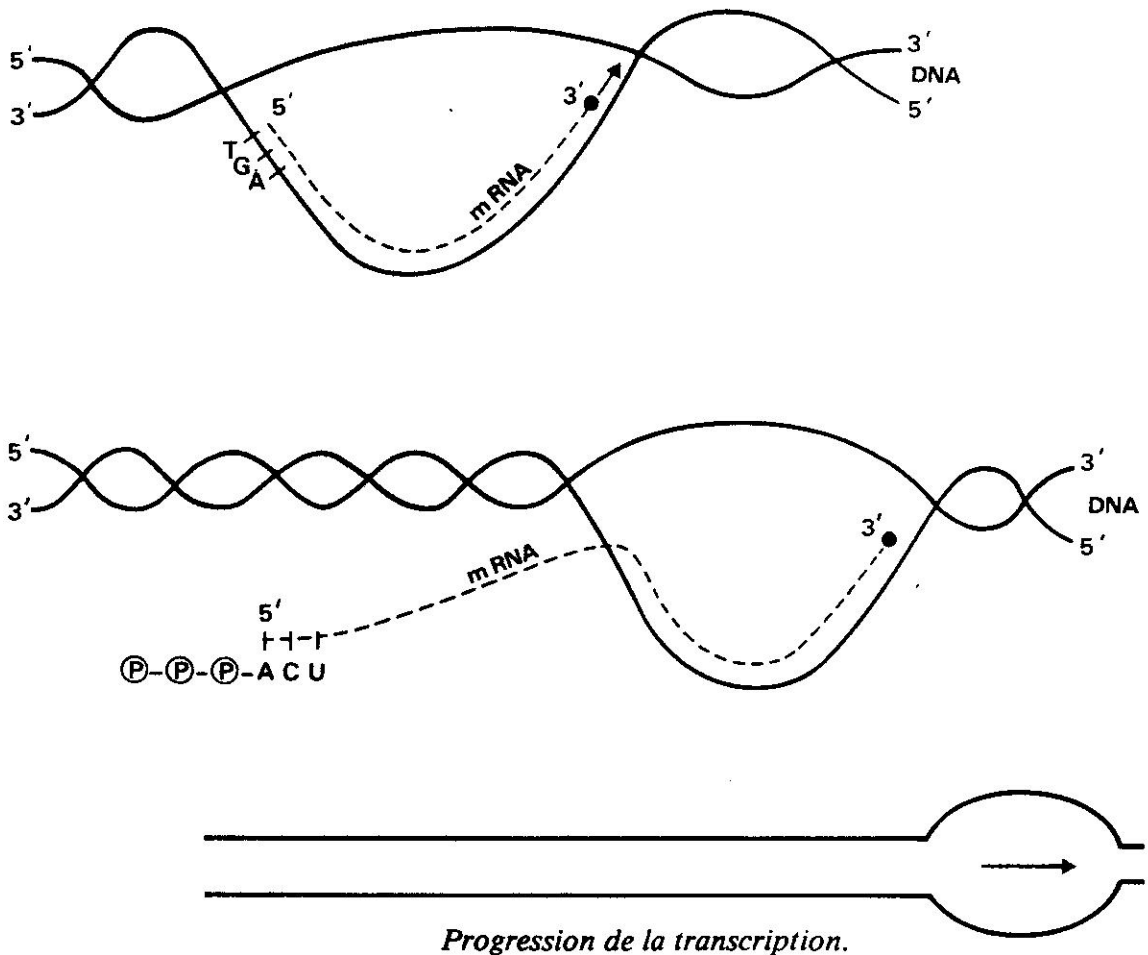
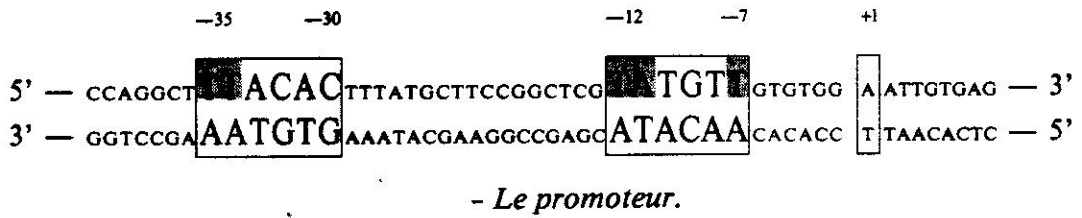
*Hydrolyse et remplacement des amorces de RNA.*



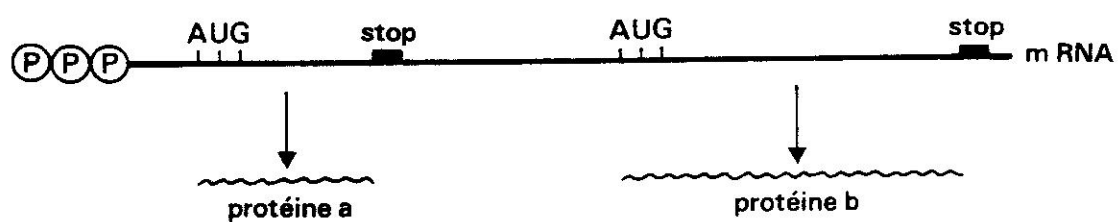
a) Séquence d'un des promoteurs de *E. coli*



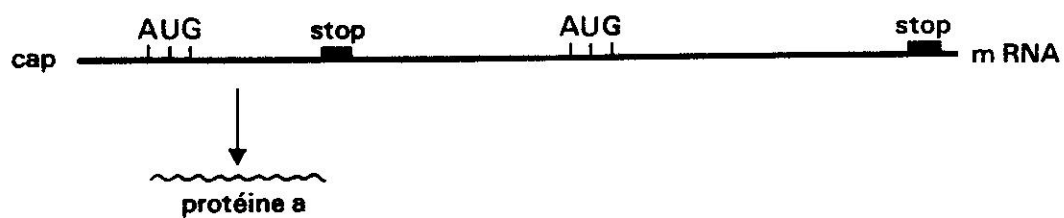
b) Séquence du promoteur de l'opéron lac de *E. coli*



— Traduction chez les procaryotes :

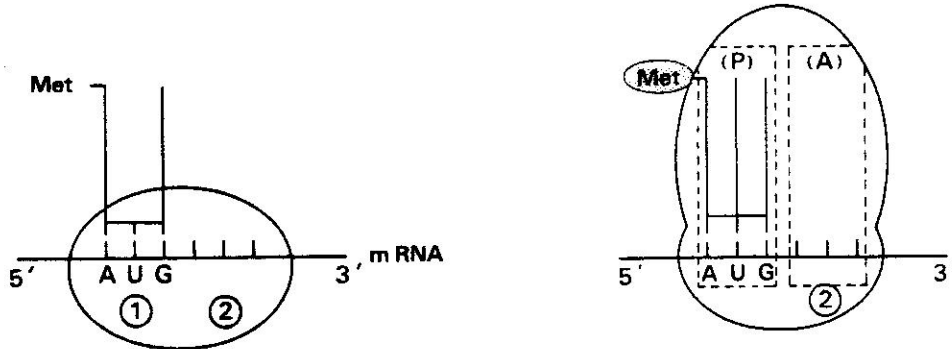


— Traduction chez les eucaryotes :

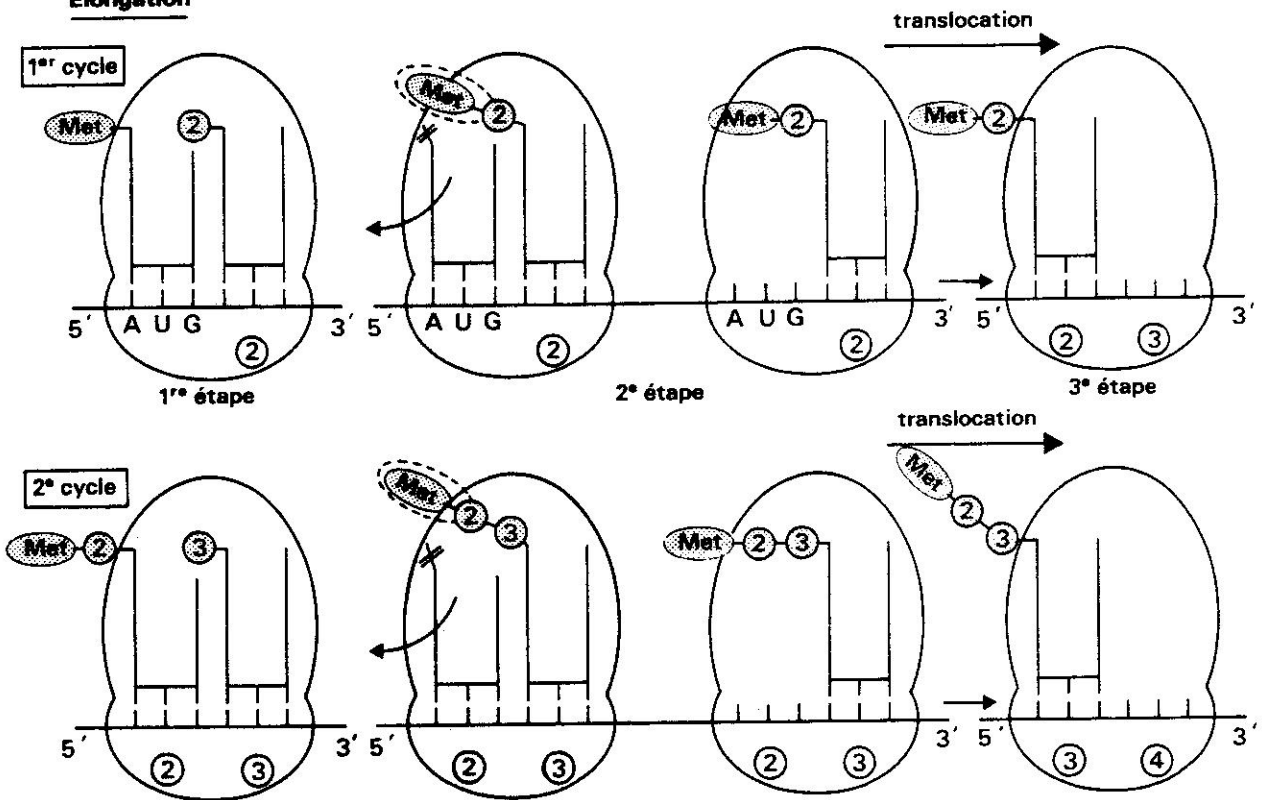


- mRNA polycistronique ou monocistronique.

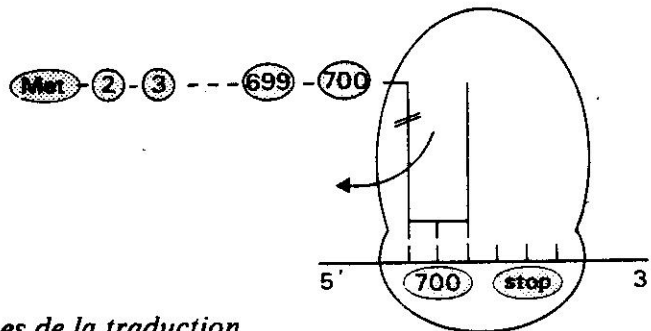
**Initiation**



**Élongation**

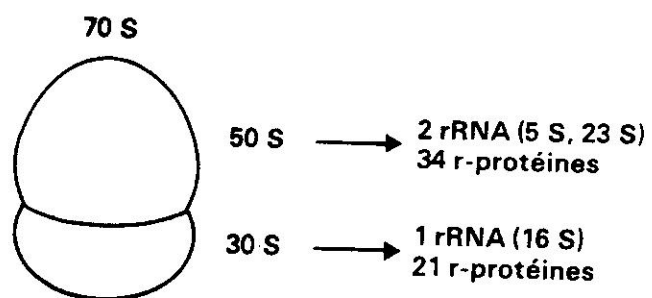


**Terminaison**

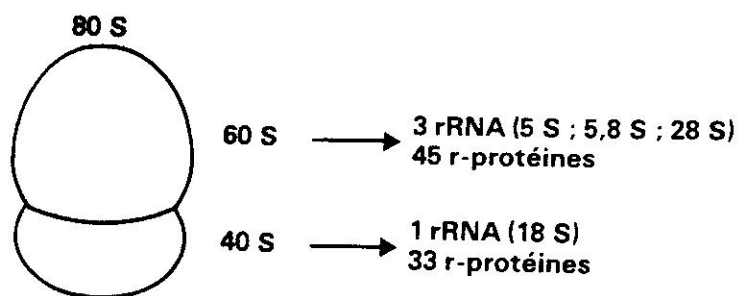


*Les différentes étapes de la traduction.*

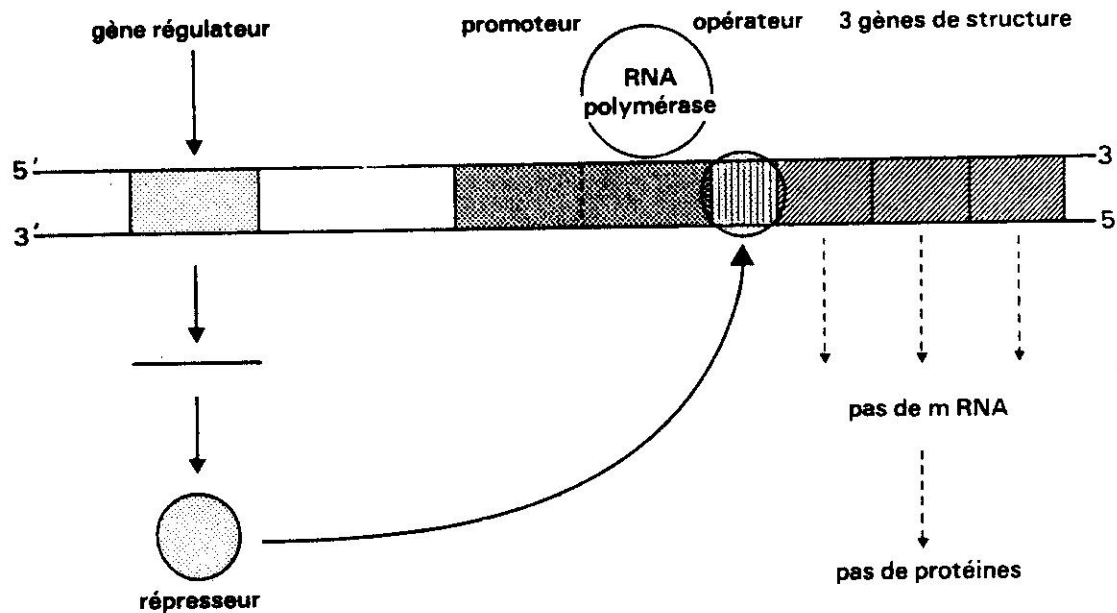
## Procarvotes



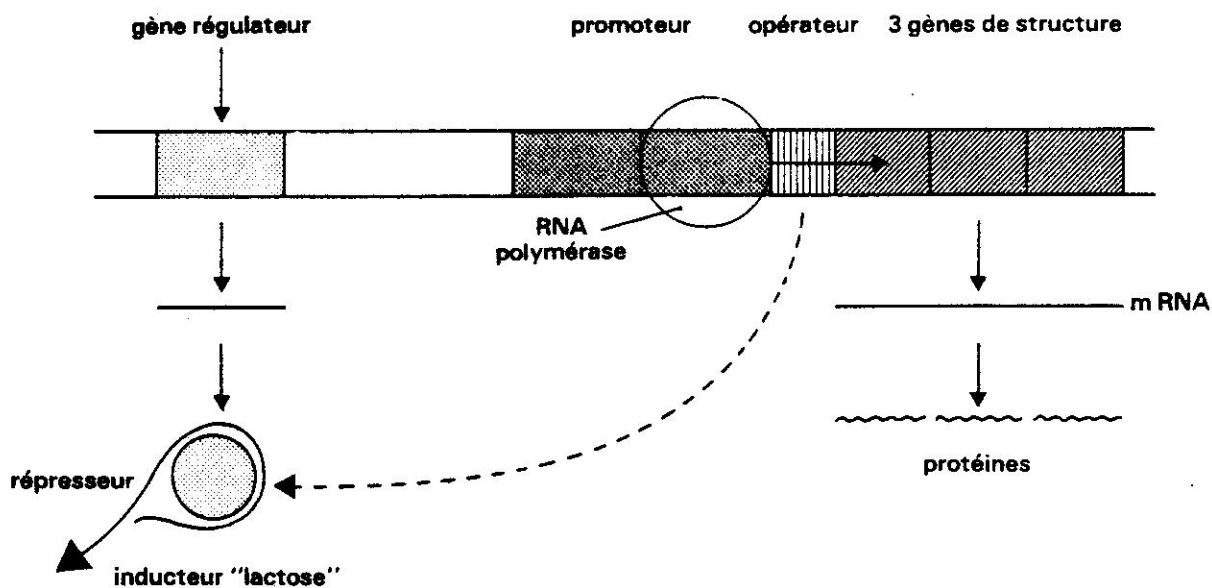
## Eucaryotes



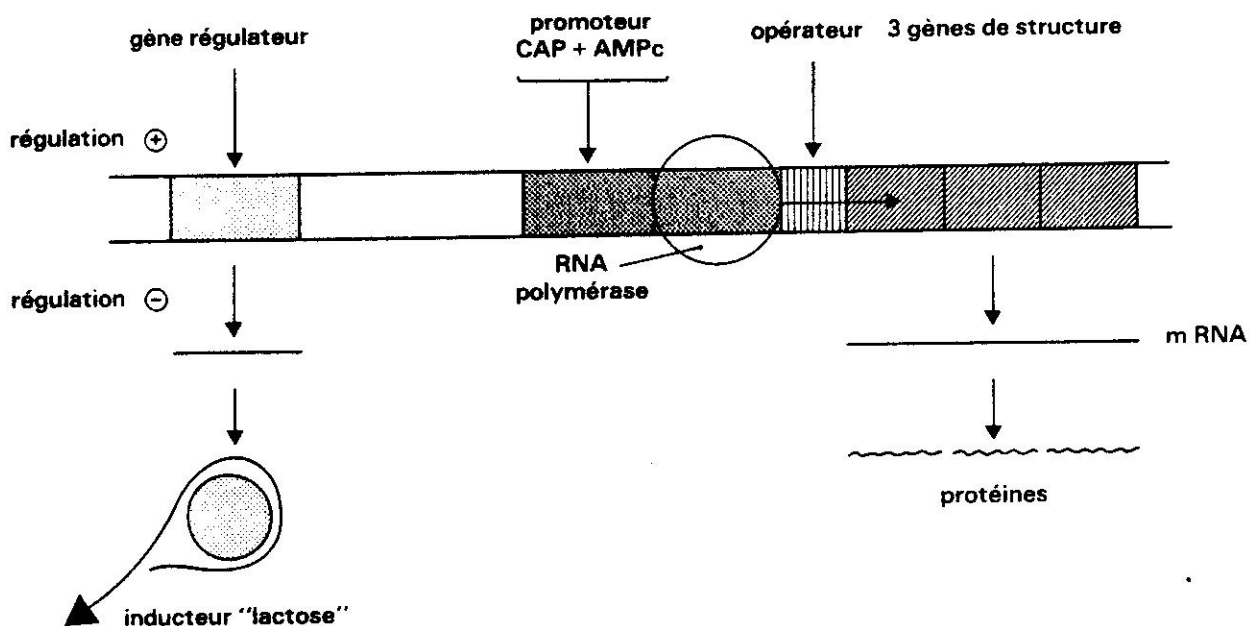
*Les rRNA et r-protéines.*



Fonctionnement de l'opéron lactose en présence de glucose.

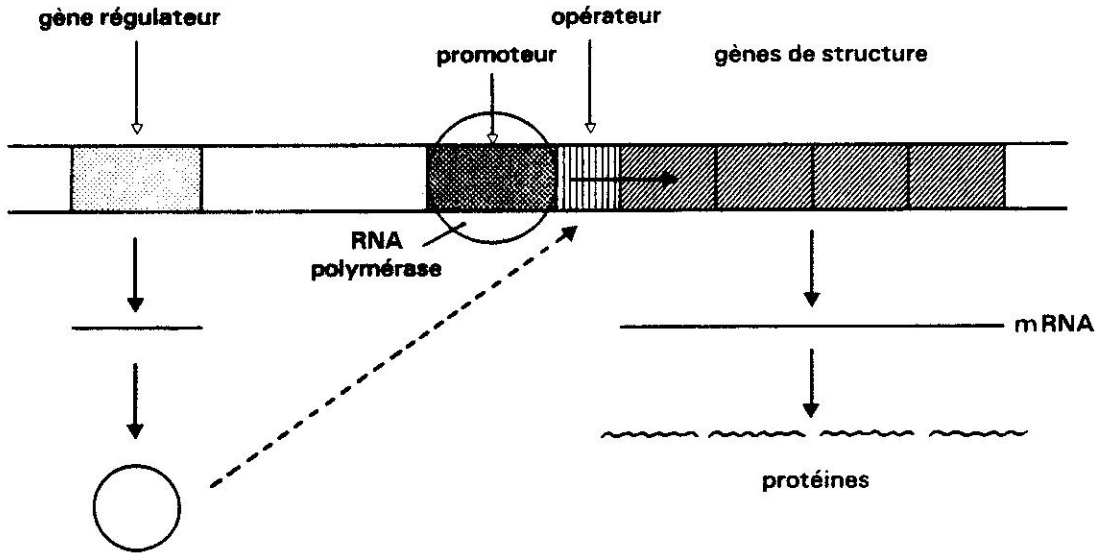


Fonctionnement de l'opéron lactose en présence de lactose.



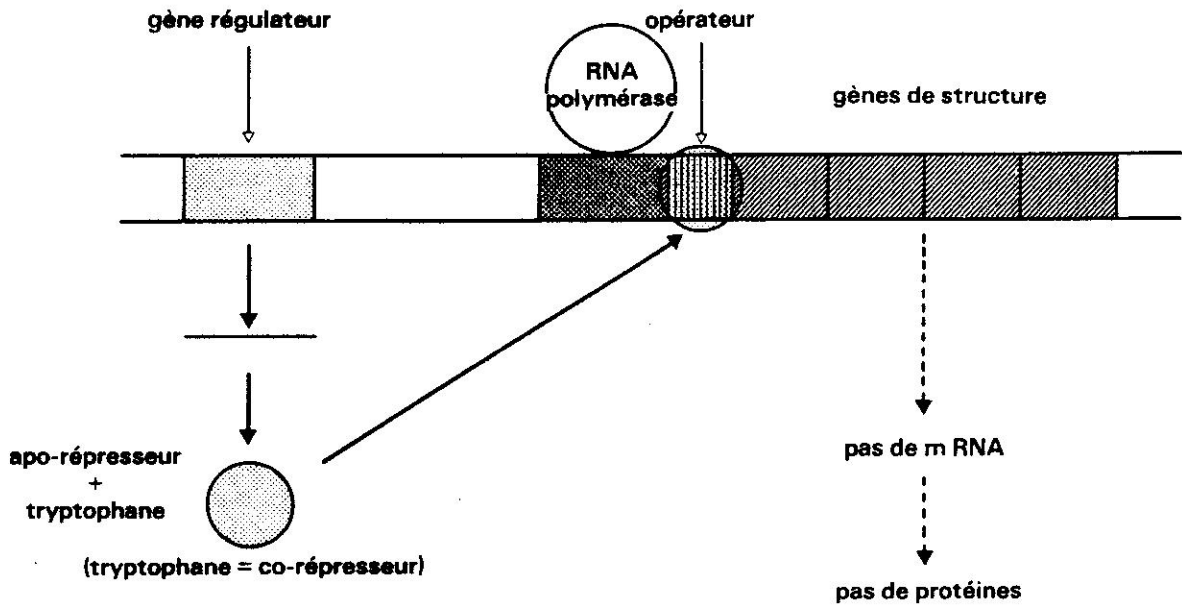
Fonctionnement de l'opéron lactose en présence d'un mélange glucose + lactose.

1. En l'absence de tryptophane :

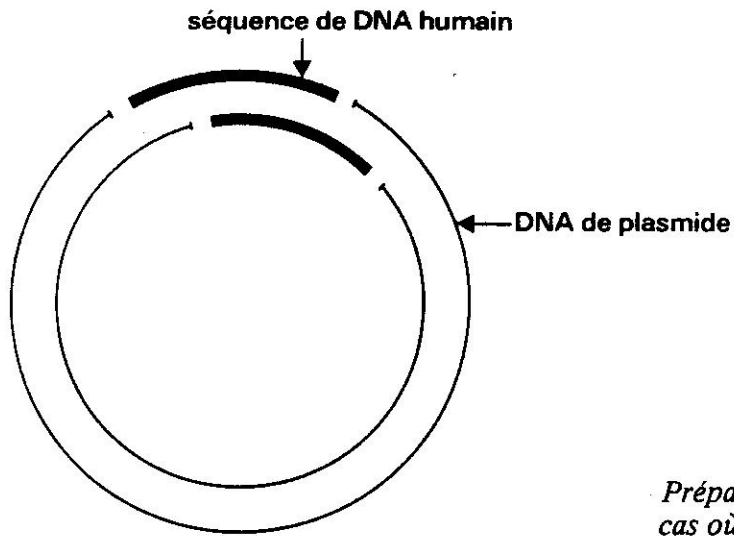


répresseur inactif = apo-répresseur

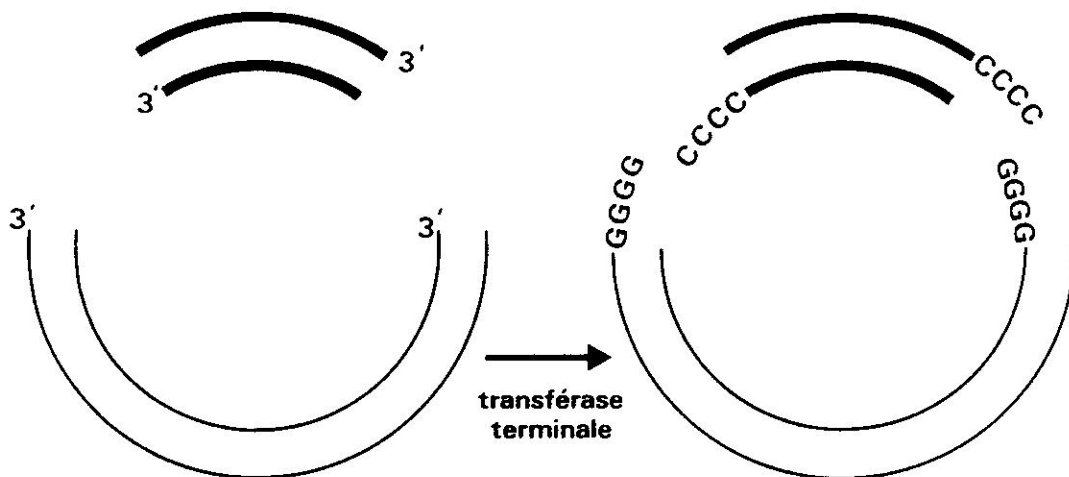
2. En présence de tryptophane :



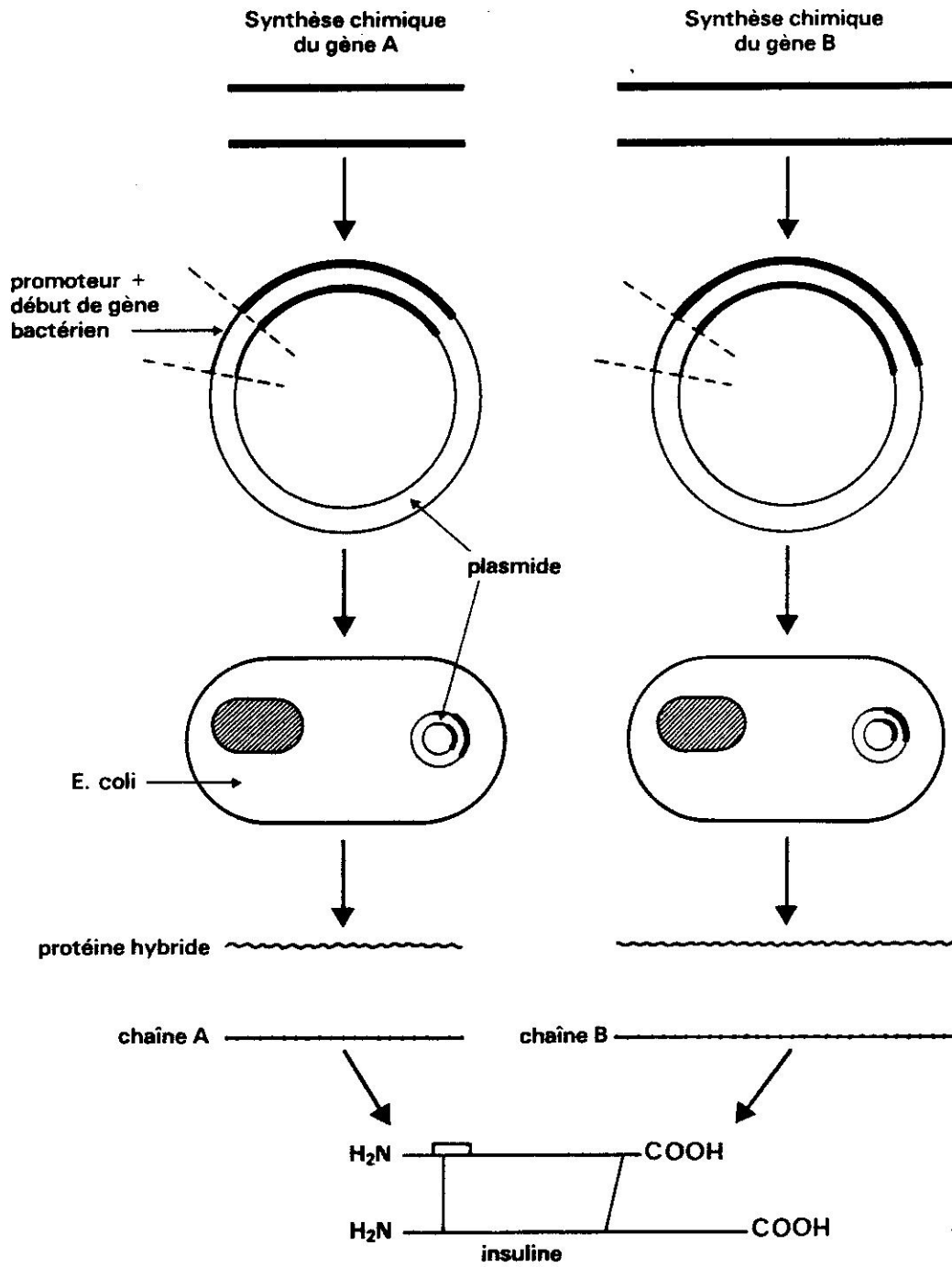
L'opéron tryptophane.



*Préparation d'un DNA recombiné : cas où les extrémités sont adhésives.*

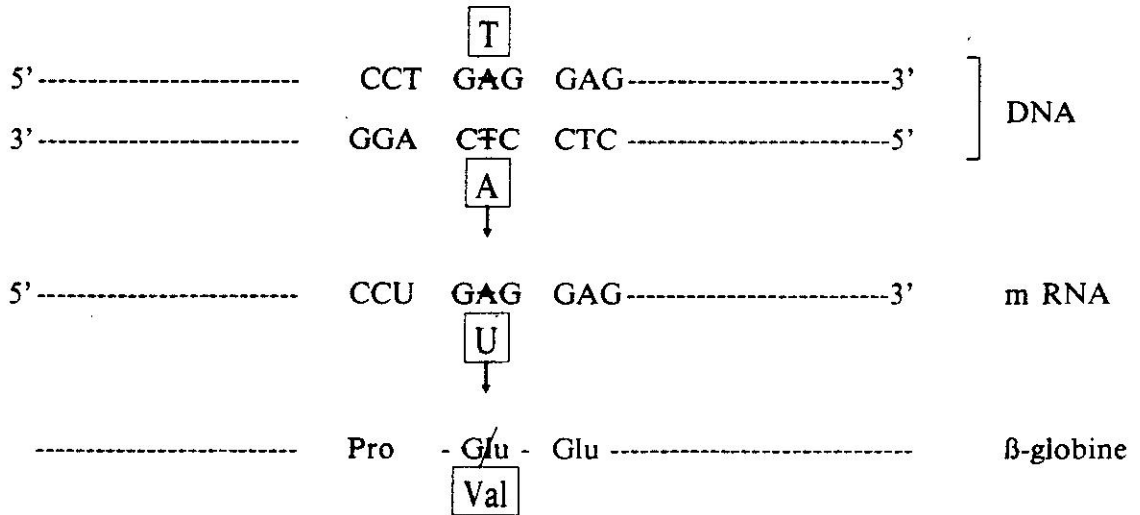


*Préparation d'un DNA recombiné : cas où les extrémités sont franches.  
(Dans cet exemple une transférase terminale a été utilisée pour transformer les extrémités franches en extrémités adhésives.)*

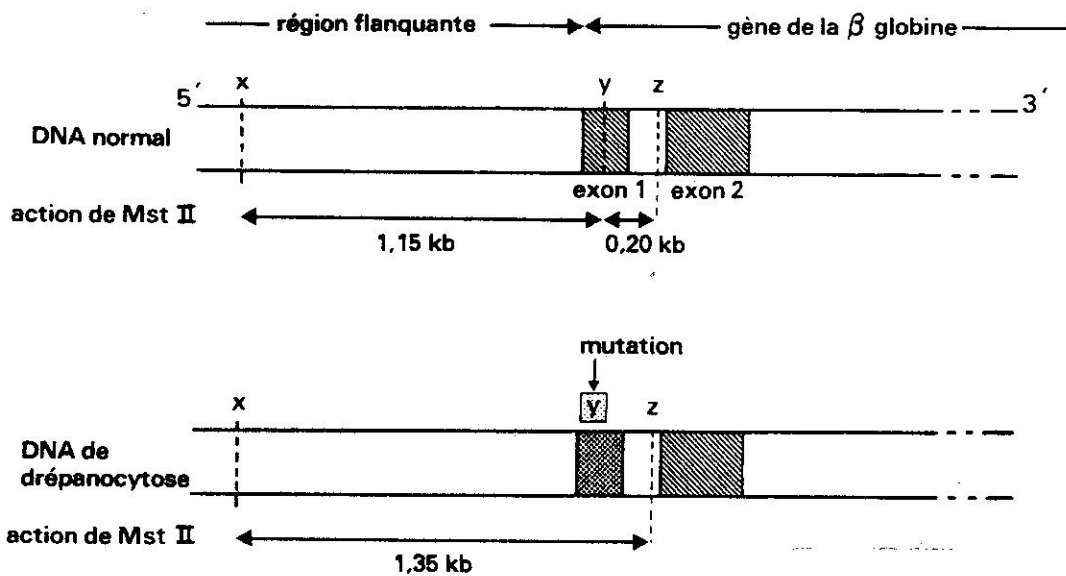
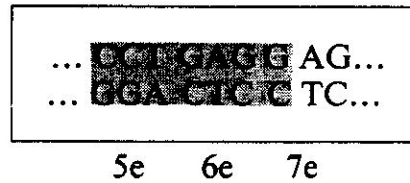


*Synthèse de l'insuline humaine par les techniques du génie génétique.*





- La drépanocytose : anomalies observées au niveau du gène, du mRNA et de la protéine exprimée ( $\beta$ -globine).



*Diagnostic de la drépanocytose par les techniques du génie génétique : l'enzyme de restriction MstII ne reconnaît plus le site situé dans l'exon 1 du gène de la  $\beta$ -globine. Un fragment de 1,35 kb (au lieu de 1,15 kb) est donc produit.*