La cellule : introduction

FIGURES

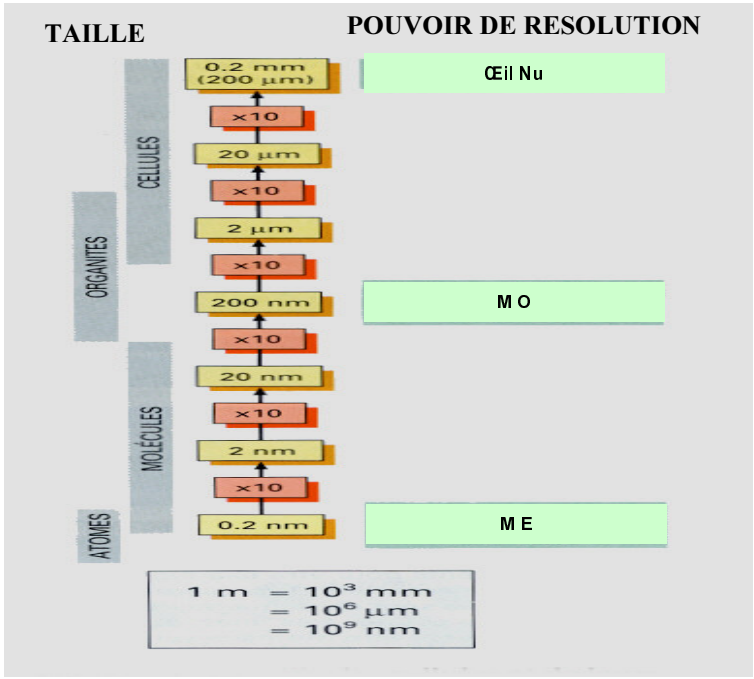
Schémas et figures à partir de :

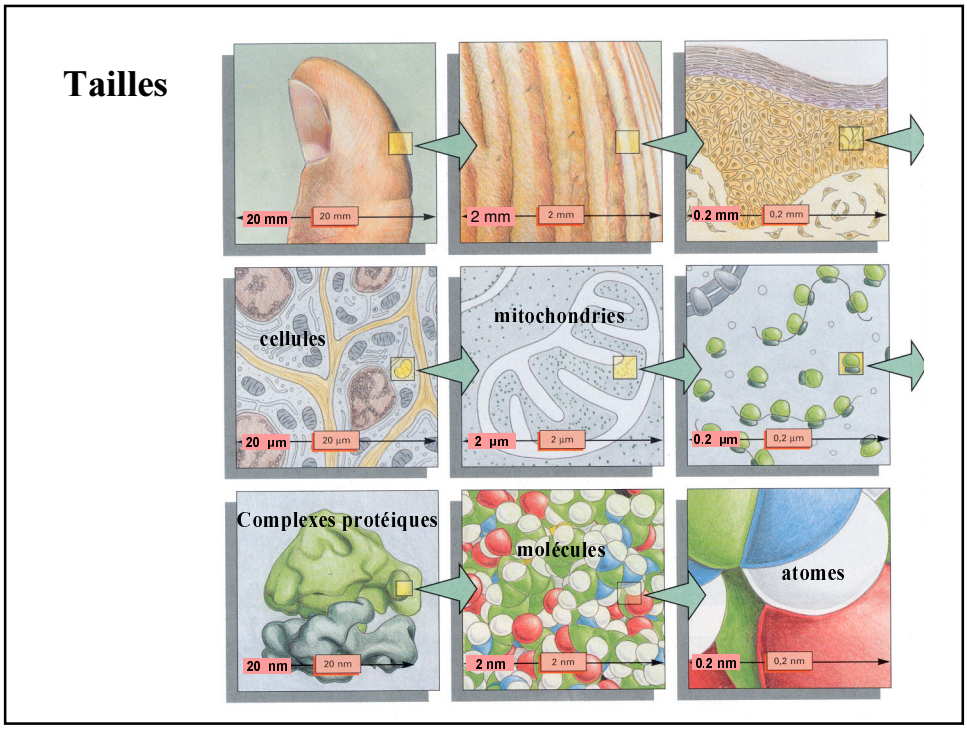
- Cours de Biologie Cellulaire de Cau et Seïté chez Ellipses
- Biologie Cellulaire de Maillet chez Masson
- Biologie Cellulaire de Bassaglia chez Maloine
- La cellule : une approche moléculaire de Cooper (traduction C. François) chez DeBoeck Université

5. L'Essentiel de la Biologie Cellulaire de Alberts et coll. (traduction S. Perelman) chez Médecine-Sciences, Flammarion

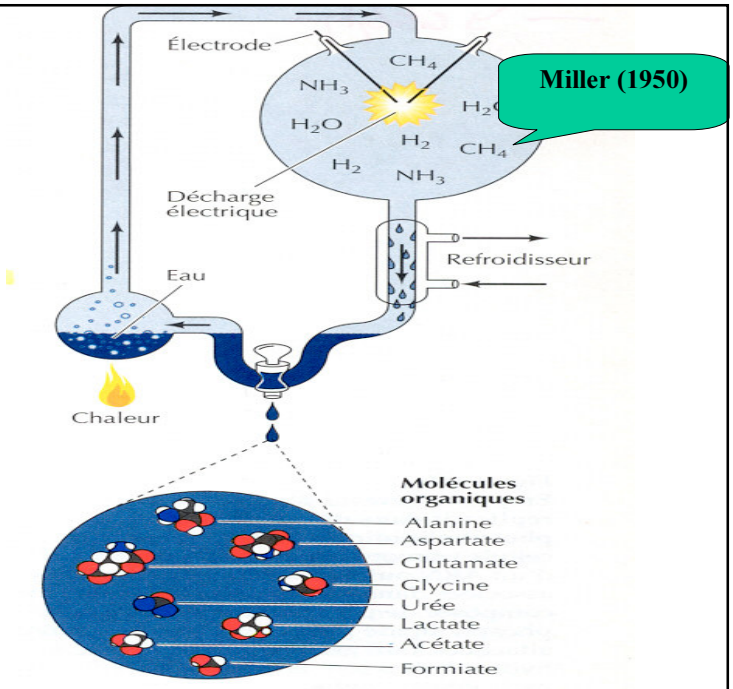
- Biologie Moléculaire de la Cellule de Alberts et coll. (traduction N. Cartier) chez Médecine-Sciences, Flammarion

7. Biologie Moléculaire de la Cellule de Lodish et coll. (traduction C. François) chez DeBoeck Université
8. Molecular Cell Biology 5th de Lodish et coll. chez Freeman
9. Cell Biology de Pollard et Earnshaw chez Saunders

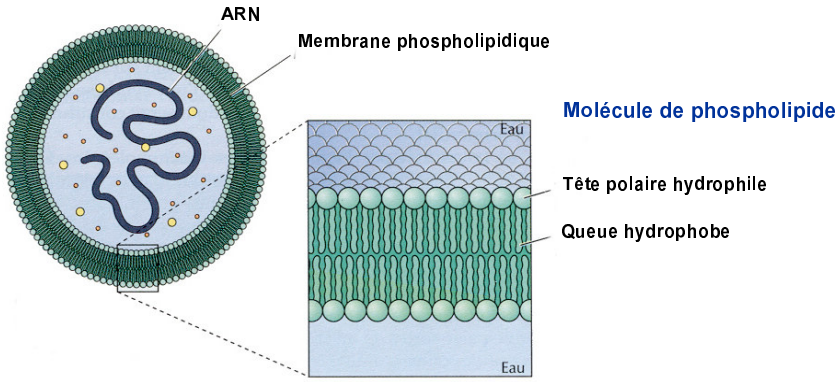

TAILLE
POUVOIR DE RESOLUTION
0.2 mm (200 µm)
Œil Nu
x10
20 µm
x10
2 µm
x10
200 nm
M O
x10
20 nm
x10
2 nm
x10
0.2 nm
M E
CELLULES
ORGANITES
MOLÉCULES
ATOMES
1 m = 10³ mm
= 10⁶ µm
= 10⁹ nm


Tailles
20 mm
2 mm
0.2 mm
cellules
mitochondries
20 µm
2 µm
0.2 µm
Complexes protéiques
molécules
atomes
20 nm
2 nm
0.2 nm

Formation spontanée de molécules organiques dans atmosphère Terre primitive



Cellule « primitive »

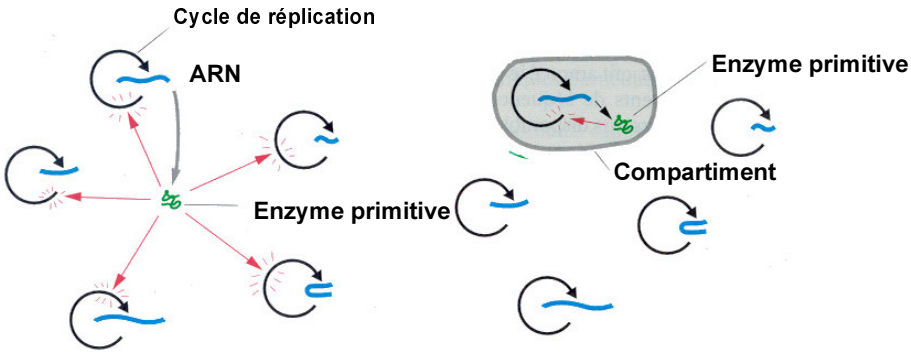


emprisonnement d'un ARN auto-réplicatif dans une membrane phospholipidique (compartimentation)

Compartimentation ? avantage sélectif

SANS COMPARTIMENTATION

AVEC COMPARTIMENTATION



Evolution métabolique : trois étapes
vie anaréobie ? photosynthèse ? vie aérobie

Glycolyse (anaérobiose)

$C_6H_{12}O_6$ → $2\ C_3H_6O_3$ Produit 2 ATP

Glucose — Acide lactique

Photosynthèse

énergie solaire

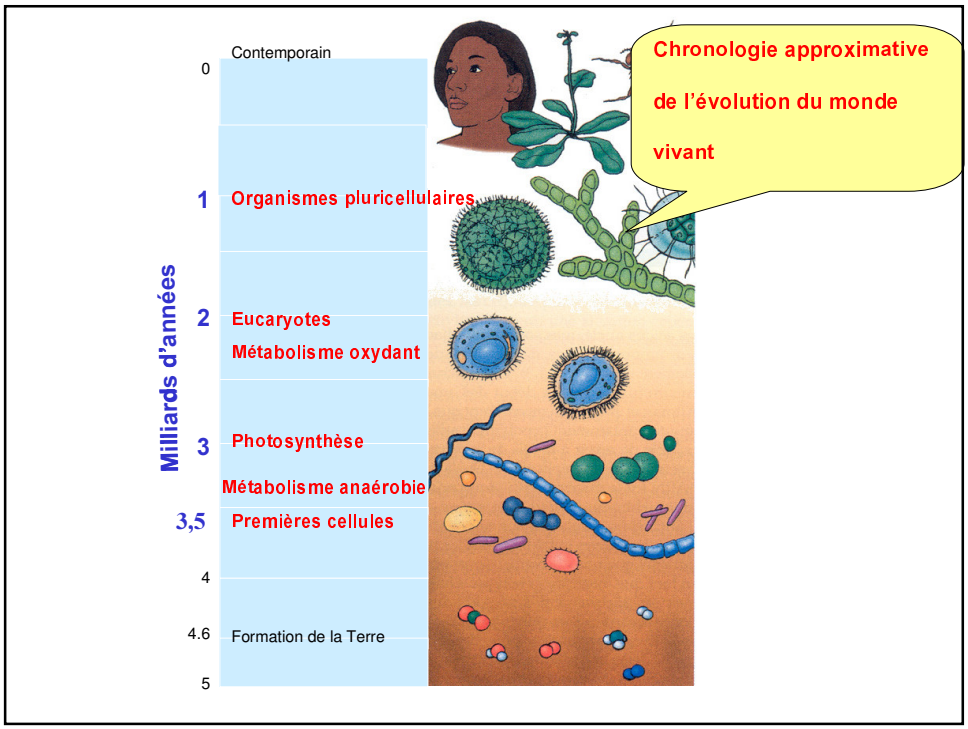
$6\ CO_2 + 6\ H_2O$ → $C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$

Glucose

Métabolisme oxydant (aérobiose)

$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$ → $6\ CO_2 + 6\ H_2O$ Génère 36-38 ATP

Glucose

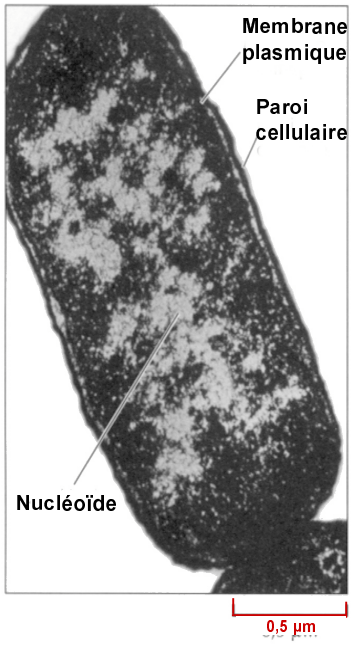


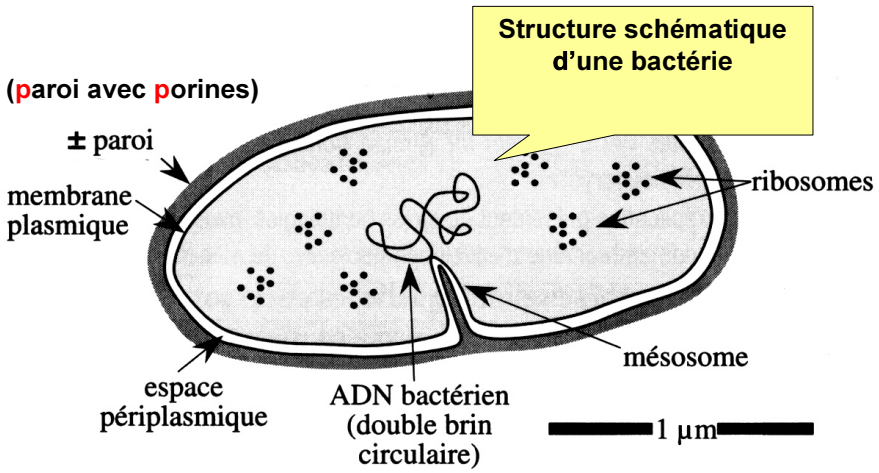
Cellules procaryotes : bactéries

bactérie type :
Escherichia Coli (E. Coli)

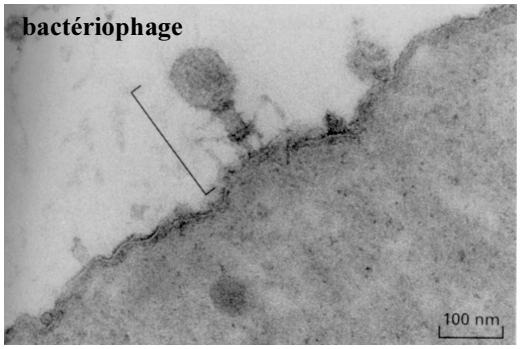
(micrographie électronique)

Nucléoïde = ADN



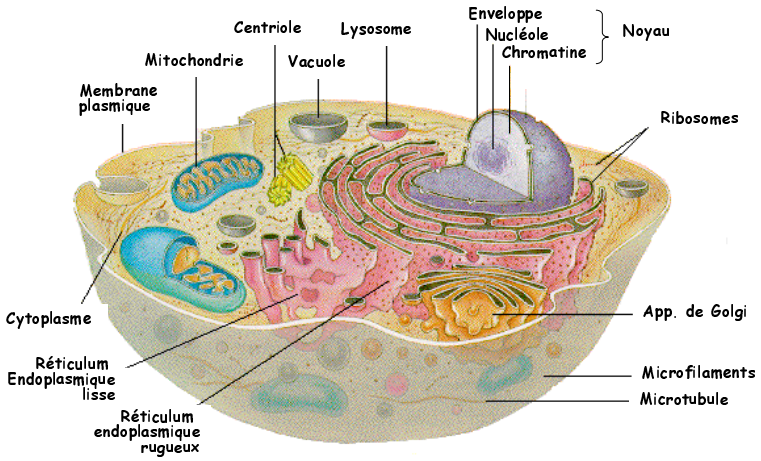


Aux frontières de la vie : les virus (~100 nm)

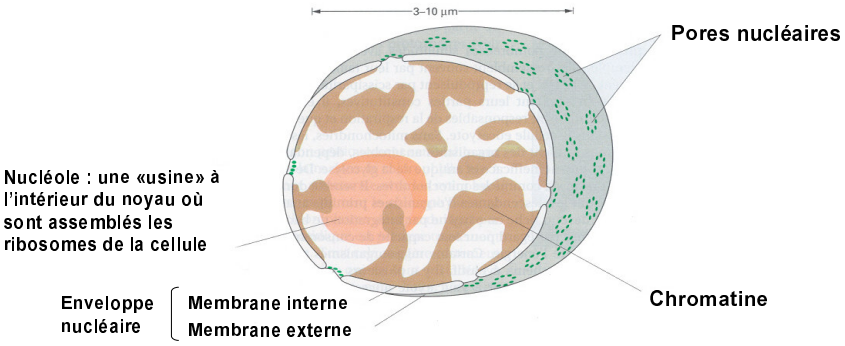


Parasitisme d'une cellule-hôte obligatoire :
- **pas de reproduction à l'état isolé**
- **pas de métabolisme propre**
- **contiennent un seul type d'acide nucléique**
- **transfert du génome viral d'une cellule à une autre**
- **responsables de nombreuses maladies (grippe, SIDA….)**

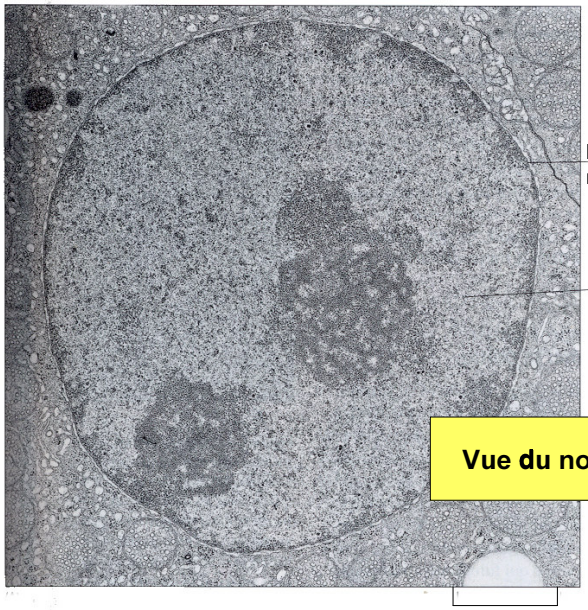
Organisation générale de la cellule eucaryote



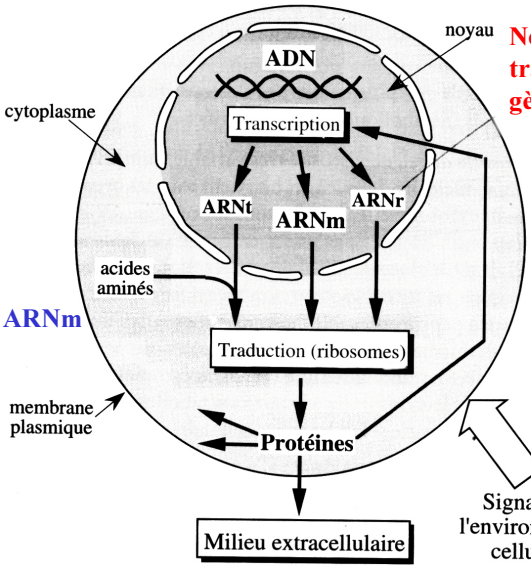
Généralités sur le noyau



- nucléoplasme délimité par enveloppe nucléaire (qui est en continuité avec RE)
- ADN fragmenté en 46 chromosomes (22 paires autosomes + 2 sexuels XX ou XY)
- chromatine (noyau interphasique) : hétérochromatine (dense, inactive, périph.)
  euchromatine (claire, active)
- nucléole : gènes des ARNr et assemblage des ribosomes
- pores nucléaires : échanges nucléo-cytoplasmiques
- noyau disparaît durant mitose où chromosomes deviennent visibles



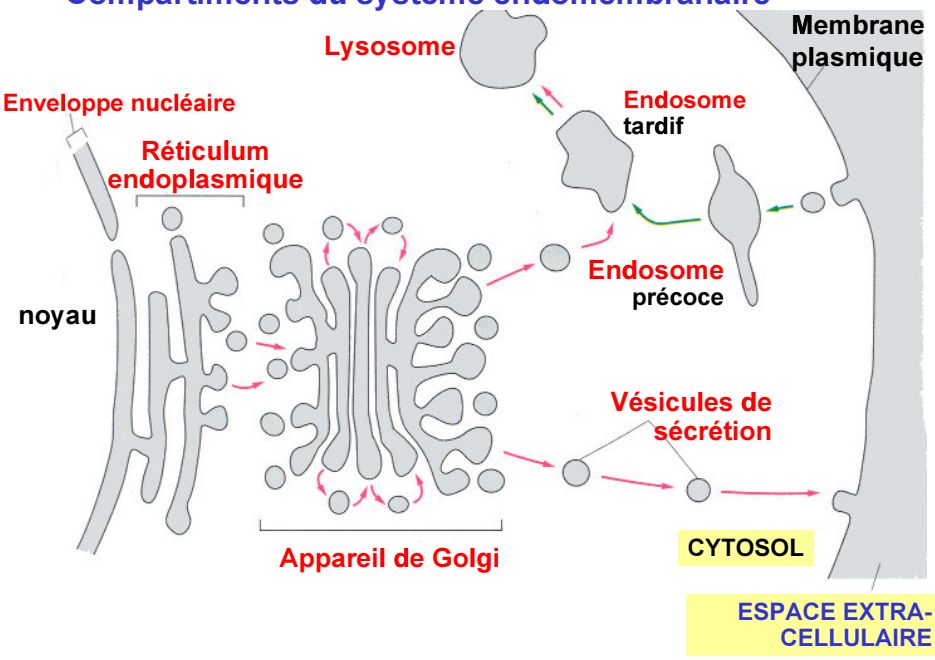
Courant informationnel entre noyau et cytoplasme



Noyau : transcription des gènes

Cytoplasme : traduction des ARNm en protéines

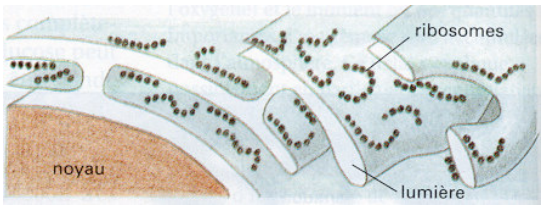
Compartiments du système endomembranaire



Le RE : notions générales

Réticulum endoplasmique rugueux

(granulaire = REG)



Réticulum endoplasmique lisse

(REL)

- le RE est en continuité avec enveloppe nucléaire
- face cytosolique de la mb du REG recouverte de polysomes
- le REG « collecte » les protéines à destinée mb plasmique ou ext.
- le REL = site privilégié des synthèses Lipidiques (PhosphoL, Chol)

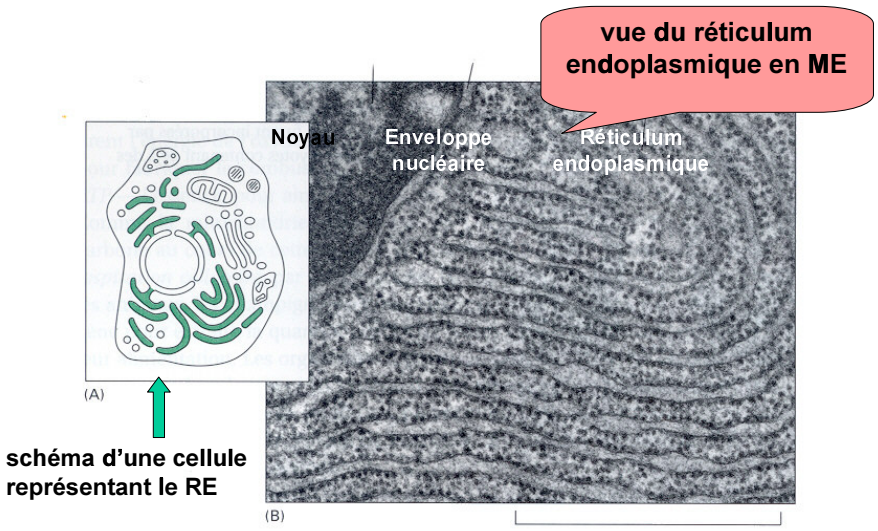
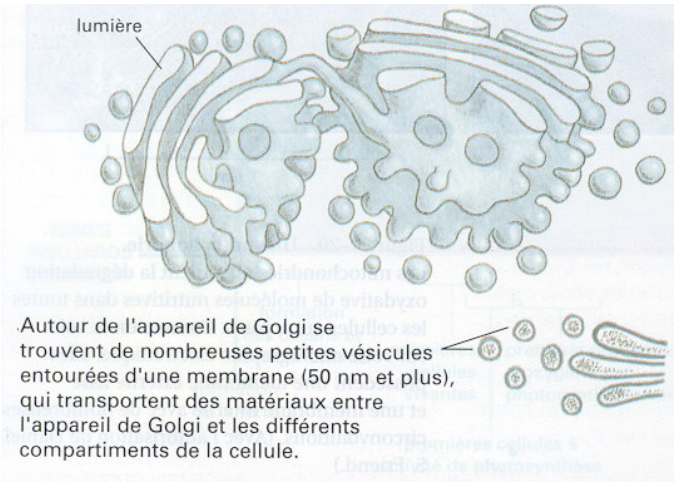


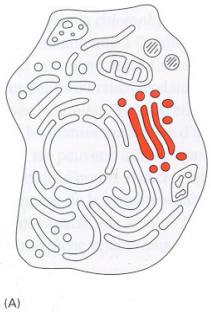
schéma d'une cellule représentant le RE

GOLGI : schéma général



- ensemble de saccules en pile d'assiette = dictyosome
- un dictyosome comporte 3 régions : cis, médian et trans
- site de maturation des protéines (en particulier des glycoprotéines)

Appareil de Golgi

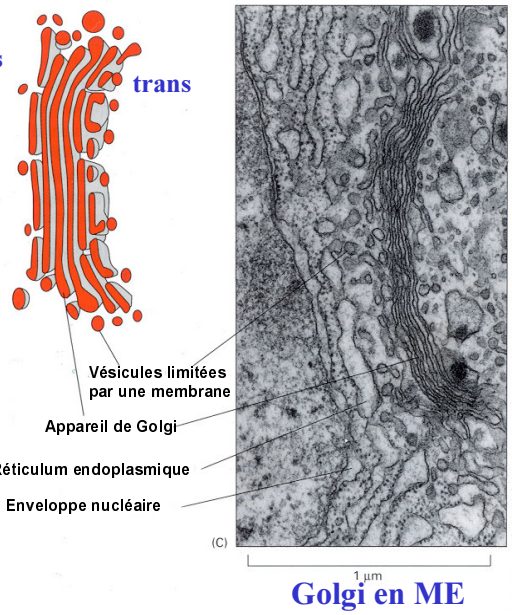


localisation

médian

cis

trans



Golgi en ME

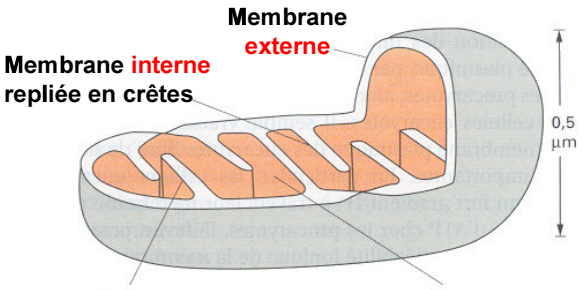
LES LYSOSOMES

vésicules entourées d'une membrane contenant des enzymes hydrolytiques impliquées dans les digestion intracellulaires

- **ensemble polymorphe de vacuoles**
- **contenant des enzymes lytiques fonctionnant à pH acide (~5)**
- **formant un véritable « système digestif cellulaire »**

LA MITOCHONDRIE : généralités

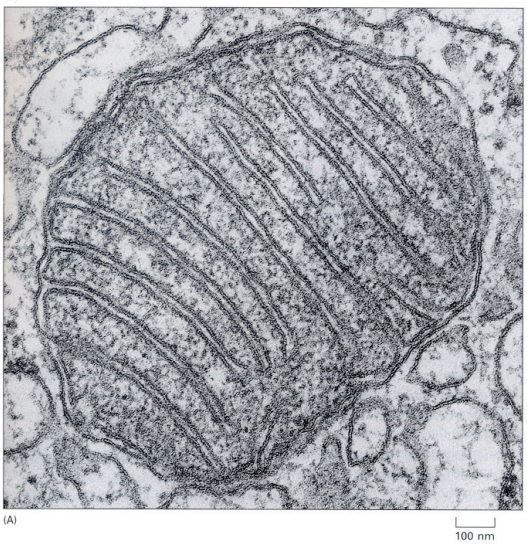
2 membranes :



Les complexes de la chaîne respiratoire sont insérés dans la membrane interne

La matrice mitochondriale contient de très nombreux systèmes enzymatiques

- chondriome = ensemble des mitochondries d'une cellule
- site de la phosphorylation oxydative ? production d'ATP riche en énergie
- véritable « centrale énergétique » de la cellule
- génome propre et reproduction propre à partir de mt préexistantes
- rôle majeur dans apoptose (mort cellulaire programmée)



mitochondrie vue en ME

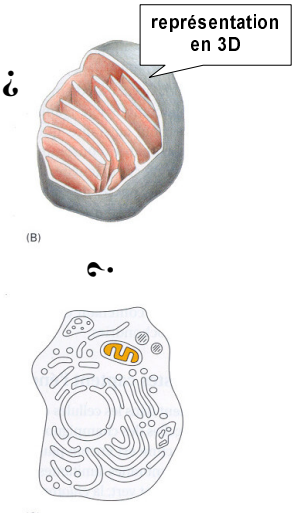
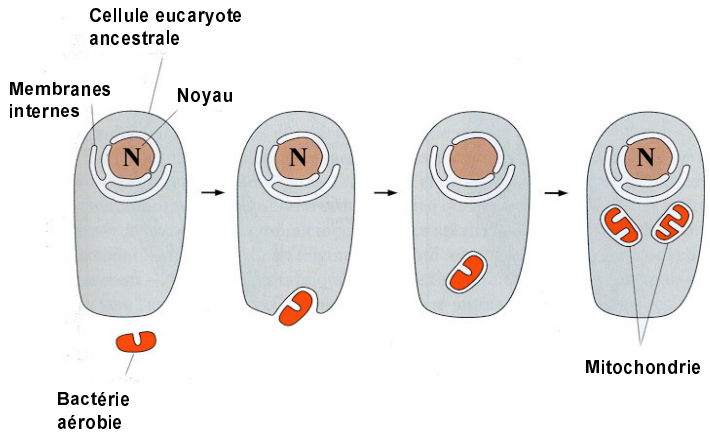


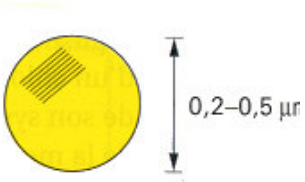
Schéma d'une cellule avec mitochondrie colorée

Origine des mitochondries : théorie endosymbiotique



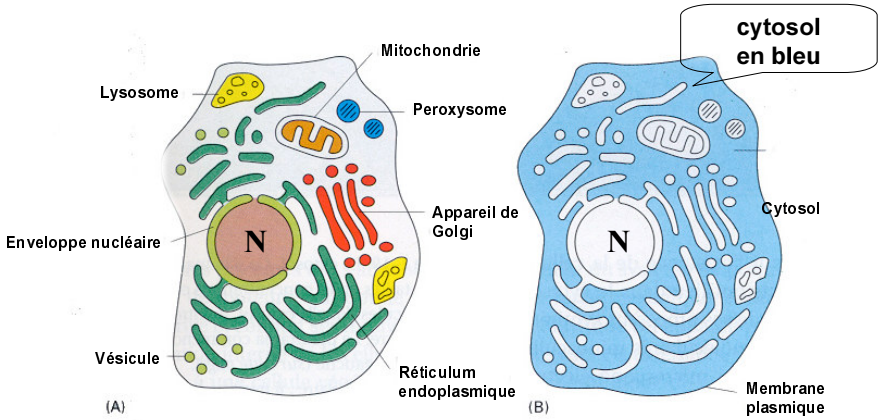
- mt ont ressemblances avec bactéries (ADN propre, circulaire)
- ? origine : bactérie aérobie incorporée dans cellule ancestrale et qui y a survécu en association endosymbiotique

Les peroxysomes



- organites ovalaires délimités par une seule membrane d'enveloppe
- ne font pas partie du SEM
- siège de réactions d'oxydoréduction et de détoxification des métabolites cellulaires :
  - les oxydases peroxysomales dégradent les métabolites avec production d'eau oxygénée H_2O_2
  - la catalase (enzyme caractéristique) utilise H_2O_2 pour oxyder d'autres molécules à des fins de détoxification

le cytosol



- gel aqueux (pH7, viscosité variable)
- dans lequel baignent les organites, les ribosomes et le cytosquelette
- siège de très nombreuses réactions biochimiques
- en particulier, lieu de début de toutes les synthèses protéiques
- véritable carrefour métabolique (anabolisme = voies de synthèse, catabolisme = dégradation)

Cytosquelette : 3 types de fibres

diamètres :

1.- Microtubules MT (tubuline)

25 nm

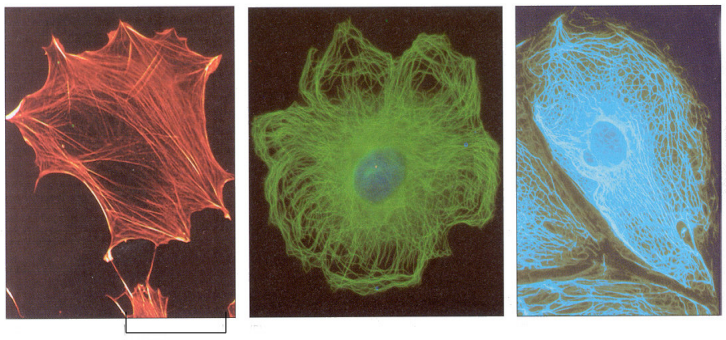
2.- Microfilaments MF (actine)

5 - 8 nm

3.- Filaments intermédiaires FI

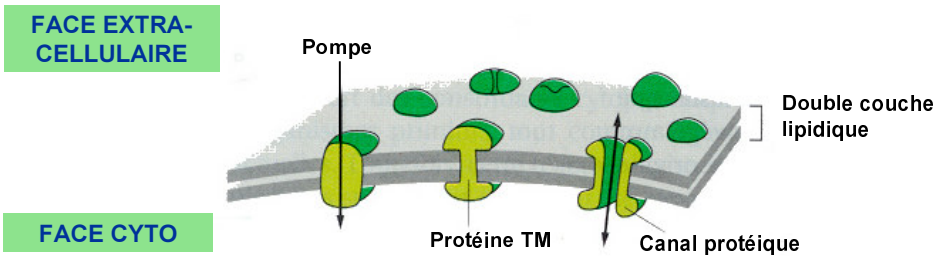
8 - 10 nm

Divers types de filaments du cytosquelette révélés avec des colorants fluorescents différents

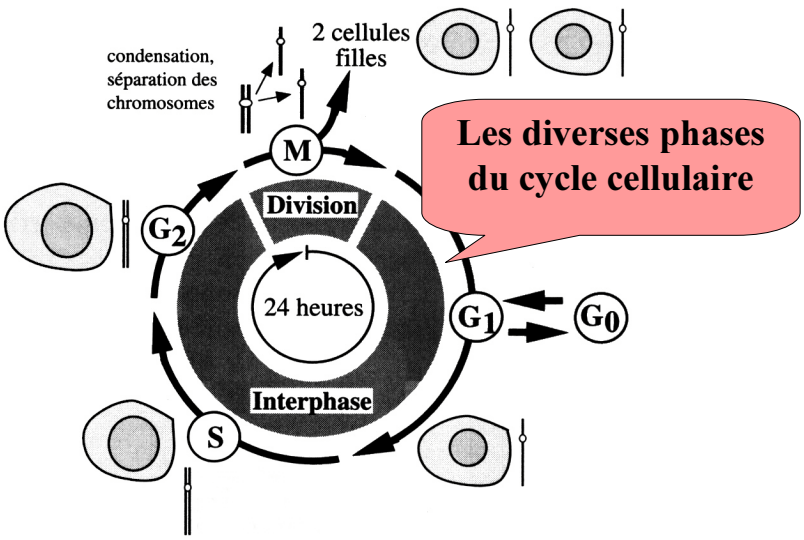


Microfilaments MF | **Microtubules MT** | **Filaments intermédiaires FI**

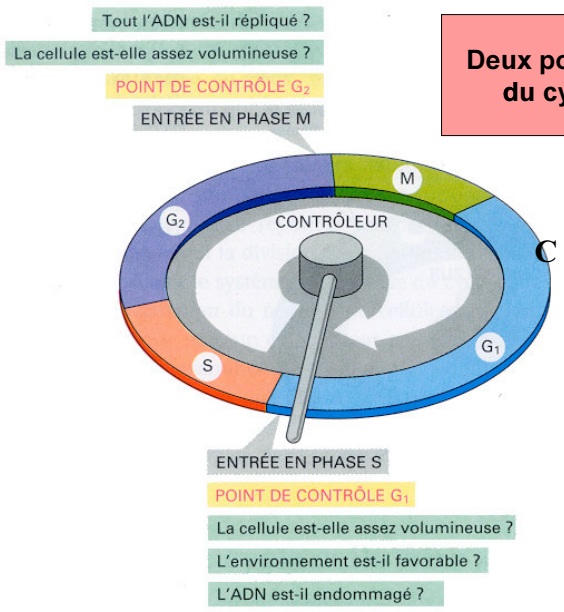
La Membrane Plasmique



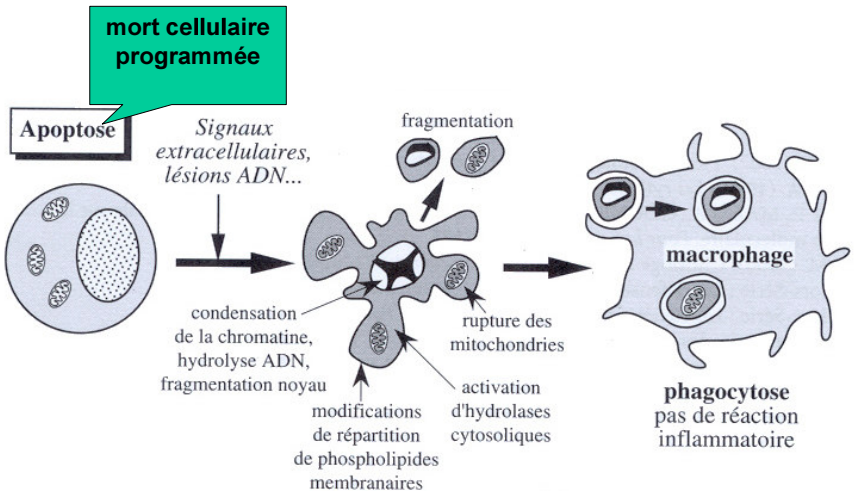
- bicouche lipidique + protéines + glycocalyx (sur face externe)
- frontière séparant milieux extra et intracellulaires (différents)
- aussi lieu d'interaction : adhérence (aux cellules voisines, MEC)
  transduction de signaux
  phénomènes de transport de matériel



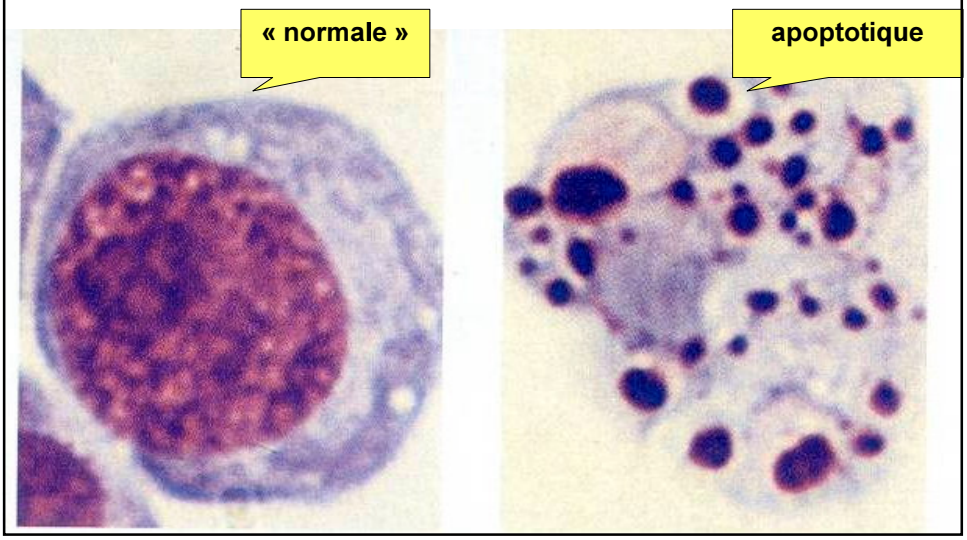
Les diverses phases du cycle cellulaire



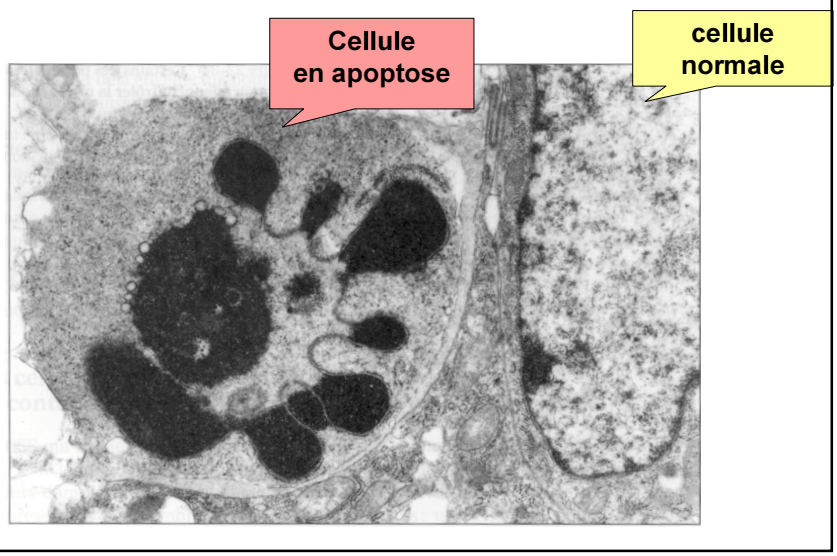
Deux points de contrôle du cycle cellulaire

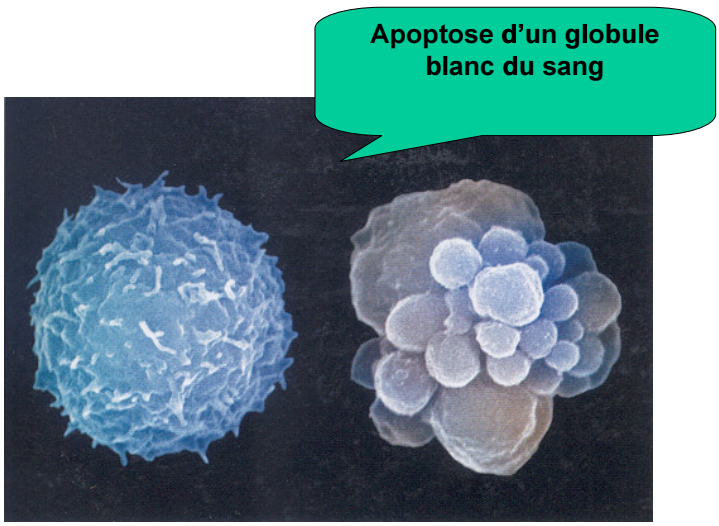


Cellules leucémiques humaines
(en microscopie optique)

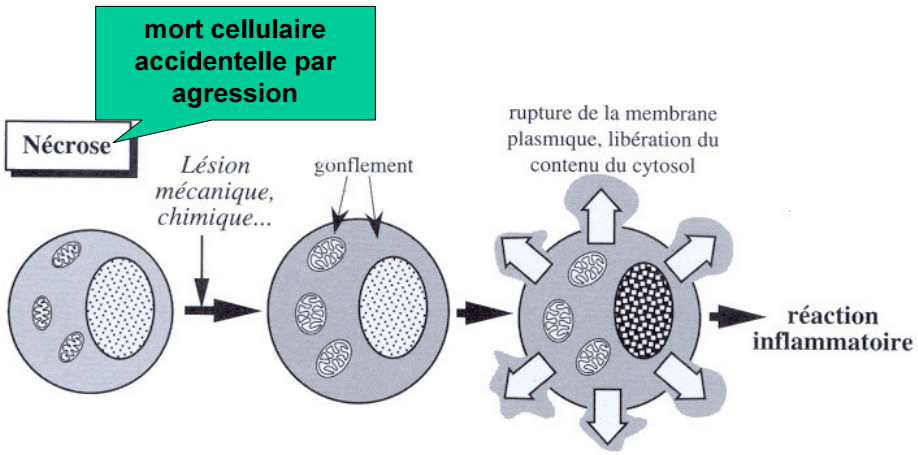


Apoptose en microscopie électronique





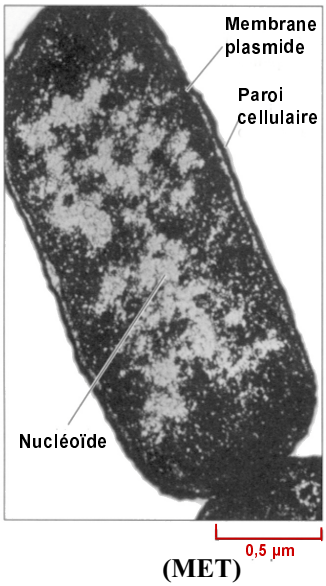
cellule normale cellule apoptotique



Escherichia coli

- **bactérie Gram négative**
- **procaryote**
- **petite cellule « simple »**
- **reproduction rapide (20 mn)**
- **nombreux mutants**

- **modèle pour études moléculaires des mécanismes de base de la vie**
(métabolisme, réplication de l'ADN…)

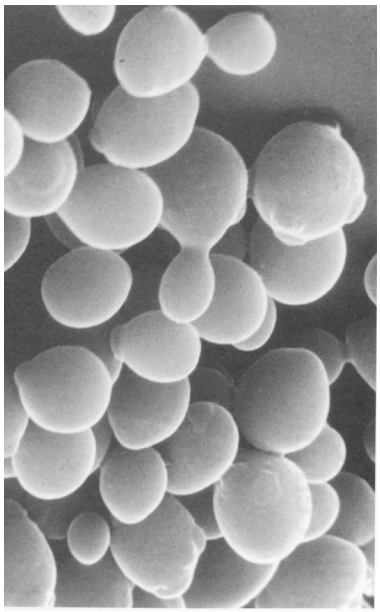


(MET)

Saccharomyces cerevisiae

- levure de bière
- champignon monocellulaire
- eucaryote simple et robuste
- reproduction rapide (~ 2 h)

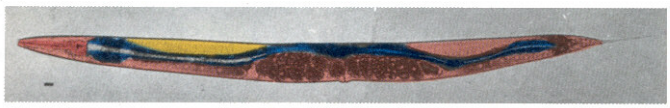
- modèle pour mécanismes de base des cellules eucaryotes (cycle cellulaire, cancer..)

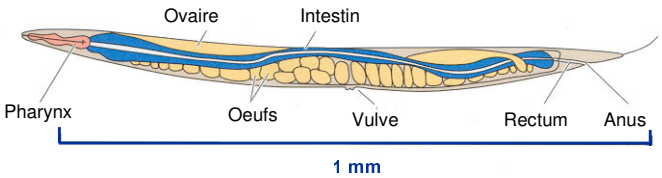


(ME à balayage)

Caenorhabditis elegans

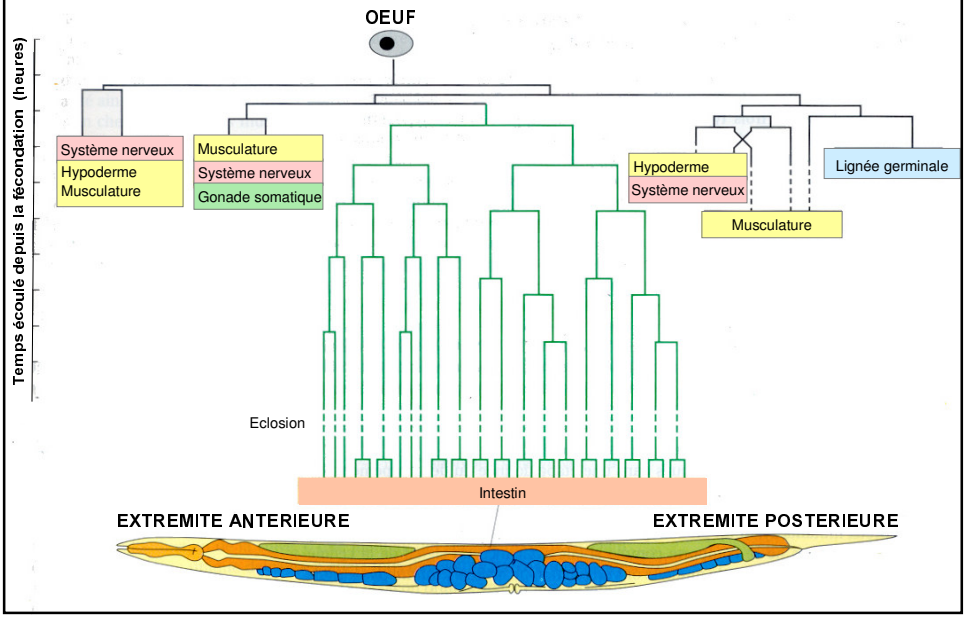
- nématode (petit ver de terre)
- origine connue pour chacune des 959 cellules somatiques de l'adulte
- modèle pour différenciation cellulaire et développement embryonnaire
- le programme de développement comporte la mort programmée de cellules (apoptose)



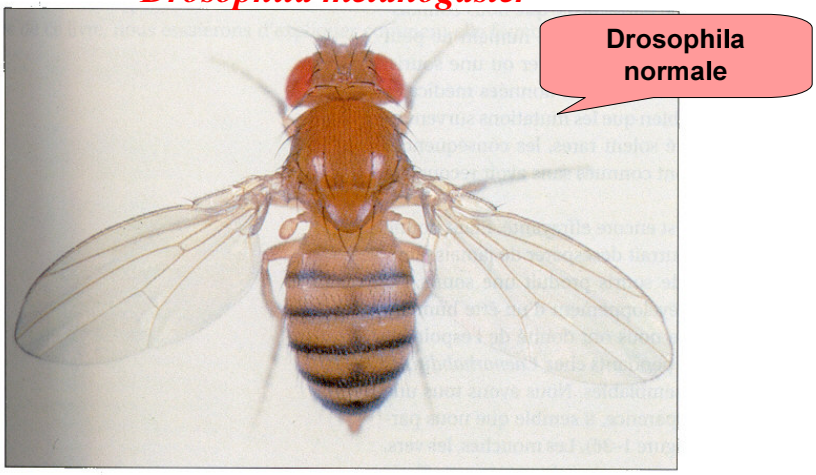


Caenorhabditis elegans :

arbre généalogique de toutes les cellules depuis l'œuf fertilisé

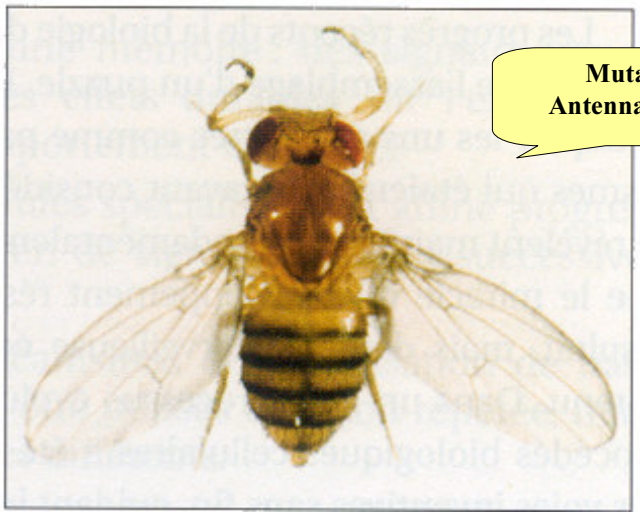


Drosophila melanogaster



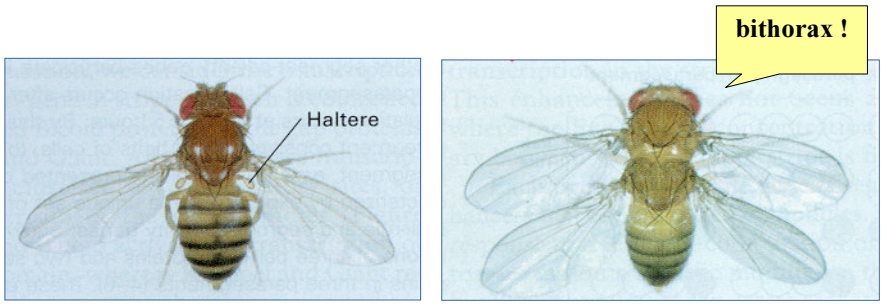
- mouche du vinaigre, insecte multicellulaire
- reproduction en 2 semaines
- modèle pour la génétique moléculaire du développement
- études des gènes contrôlant l'organisation des parties du corps (gènes du profil corporel)

Drosophila melanogaster



mutant du gène homéotique (Hox) *Antennapedia*
(pattes à la place des antennes)

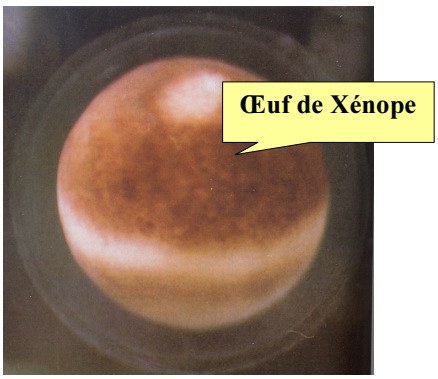
Drosophila melanogaster



Normal **_Ubx_ mutant**

Mutant du gène Hox *Ultrabithorax*

Xenopus laevis



- grenouille (vertébré) : nombreux oeufs très volumineux (près de 1 mm)
- étude de l'embryogenèse très précoce des vertébrés
- mécanismes moléculaires de la différenciation et division des cellules embryonnaires (cycle cellulaire)

Mus musculus

albinisme partiel
(mutation du gène *kit* du développement des mélanocytes)

- souris = mammifère très étudié en génétique moléculaire
- modèle pour développement (SNC, système immunitaire, cancer)
- souris transgéniques (gène en plus), souris « KO » (gène invalidé)
- nombreux modèles de maladies humaines utiles pour mise au point de thérapies innovantes