

Introduction à la Biologie Cellulaire

I. Généralités

La découverte de la cellule a mis en place la conceptualisation de **2 principes fondamentaux**

1. *La cellule représente l'unité structurale et fonctionnelle de tous les êtres vivants*
2. *Toute cellule provient d'une cellule préexistante*

II. Théorie cellulaire

A. Nature chimique du vivant



Composition d'une cellule :

- 70% Eau
- 30% Macromolécules (ADN, ARN, Sucres, Protéines) + ions + petites molécules

De cette composition découle **3 principes** séparant le vivant de l'inerte

1. **Sélectivité** : les mêmes éléments composent la matière vivante de l'inerte (C H O N) mais dans des proportions différentes
2. **Catalyse biologique** : vitesse de réaction enzymatique augmentée grâce aux catalyseurs
3. **Réseaux d'interaction moléculaire** : mise en place de boucle de régulation pour permettre de maintenir un équilibre (homéostasie)

B. Différentes cellules

Le corps humain est composé de 10^{14} cellules et 10^{15} bactéries nécessaires à la vie (flore intestinale, peau ...)

Cellule procaryote	Cellule eucaryote
<ul style="list-style-type: none">• Absence de noyau• Absence d'organites• ADN libre circulaire• Cellule de petite taille <p>Traduction et transcription ont lieu dans le même compartiment (cytoplasme)</p> <p>➤ Traduction co-transcriptionnelle</p>	<ul style="list-style-type: none">• Noyau délimité par une double membrane discontinue• Présence d'organites baignant dans le cytosol• Cellule de grande taille <p>Traduction et transcription découplées par la présence de l'enveloppe nucléaire</p> <p>➤ Traduction post-transcriptionnelle</p>

NB : Les bactéries sont des êtres unicellulaires procaryotes

NB 2 : Un organisme animal est composé de cellules eucaryotes

NB 3 : La levure est un être unicellulaire eucaryote

C. Organisation cellulaire

✓ **Système endomembranaire**

- Enveloppe nucléaire
- Réticulum endoplasmique (RE):
 - Réticulum endoplasmique granuleux (REG) : synthèse et maturation des protéines
 - Réticulum endoplasmique lisse (REL) : synthèse des lipides

NB : Effectue la première modification des protéines et lipides

- Appareil de Golgi : au nombre de 1 dans chaque cellule composé de plusieurs dictyosomes, joue un rôle dans la maturation des lipides et protéines
- Endosome : permet la capture de molécule à l'extérieur de la cellule et les faire pénétrer à l'intérieur pour la nourrir
- Lysosome : permet la dégradation de molécules et fournit de petites molécules pour permettre la synthèse de plus grosse

NB : Les éléments du système endomembranaire sont reliés entre eux par un système de vésicule

✓ **Mitochondrie**

Principal centre oxydatif de la cellule, produit de l'énergie sous forme d'ATP, possède une partie de l'information génétique

NB : L'ADN mitochondrial provient toujours de la mère

NB : ATP = Adénosine TriPhosphate

✓ **Peroxisome**

Système de détoxification de la cellule

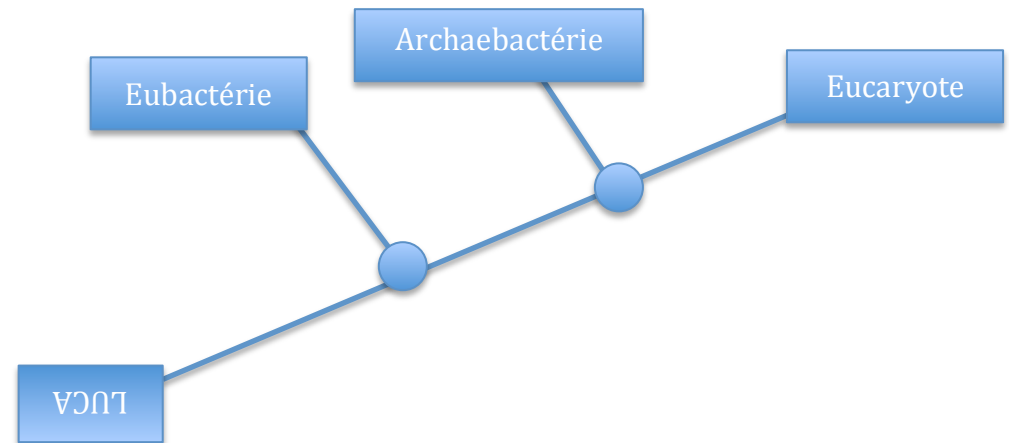
✓ **Cytosquelette**

Armature intracellulaire conférant l'architecture et les propriétés mécaniques à la cellule

D. Evolution cellulaire

Les organismes peuvent être classés en 3 groupes avec un ancêtre hypothétique commun LUCA (Last Universal Common Ancestor)

- Eubactéries = *procaryote*
- *Archaeobactéries* : cellules extrêmophile se rapprochant le plus de la cellule eucaryote
- *Eucaryote*



Les cellules eucaryotes existeraient d'après la théorie de l'endosymbionte :

1. Une archaeobactérie phagocyte une eubactérie
2. l'ADN génomique de l'eubactérie envahie le génome de l'archaeobactérie
3. Apparition de la membrane nucléaire permettant un découplage de la transcription et de la traduction

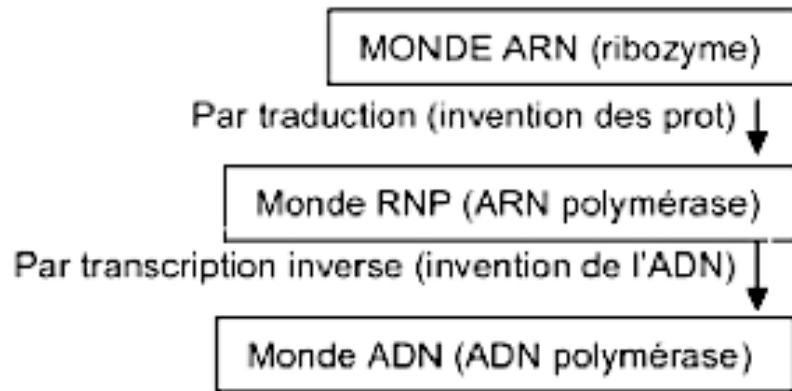
NB : dans les cellules eucaryotes, l'ADN génomique possède une ressemblance à l'ADN des archaebactéries tandis que

l'ADN mitochondrial ressemble à celui de bactéries

NB 2 : les archaebactéries sont des procaryotes

E. Evolution moléculaire

Théorie du monde ARN :



1. Apparition des ARN puis apparition des premières ribozymes (= ARN catalyseur)
 - ✓ les ribozymes traduisent les ARN et protéines
2. Apparition des protéines puis des reverse transcriptases (= protéines créant de l'ADN)
 - ✓ les reverse transcriptases forment de l'ADN à partir des protéines
3. Apparition de l'ADN

➔ L'ADN ne serait apparu que tardivement

III. Multiplication cellulaire

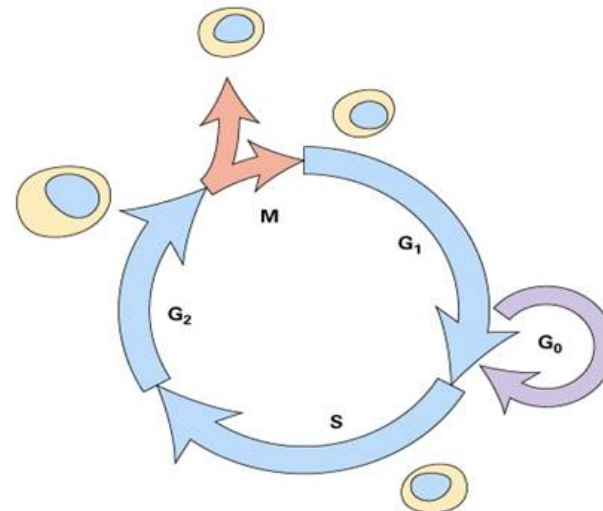
Le moteur de l'évolution est la multiplication, au niveau cellulaire elle est nommée mitose ou méiose (pour les cellules sexuelles = gonades)

La mitose est un processus extrêmement contrôlé et régulé se faisant en plusieurs phases

- ❖ phase S : synthèse de l'ADN génomique, permet de préparer une copie du génome pour les cellules filles
- ❖ phase M : phase de division donnant les cellules filles, comprend 2 stades, la caryocinèse (division du noyau) et la cytokinèse (division du cytoplasme) qui terminera la méiose
- ❖ phase G1, G2 : servent de check-point pour vérifier que la cellule peut subir une méiose

NB : les phases G1/S/G2 forment l'interphase

NB 2 : la transcription a lieu uniquement lors de l'interphase, et majoritairement durant l'interphase pour la traduction



IV. Programmation cellulaire

Une cellule va se spécialiser pour former un tissu, un organe, elle va changer sa programmation en fonction des signaux intra/extracellulaire

La signalisation permet à la cellule de :

- ❖ Se diviser
- ❖ Se différencier
- ❖ Se mettre au repos :
 - ✓ Quiescence : la cellule est mise en réserve, elle se met en phase G0 et pourra reprendre le cycle cellulaire si les signaux en sont favorables
 - ✓ Senescence : correspond au vieillissement cellulaire, elle ne pourra pas reprendre le cycle cellulaire même si les signaux sont favorables

NB : Les cellules sénescents sont **métaboliquement actives** mais ne peuvent plus se diviser

- ❖ Mourir : par apoptose ou nécrose
- ❖ Se déplacer : grâce au cytosquelette

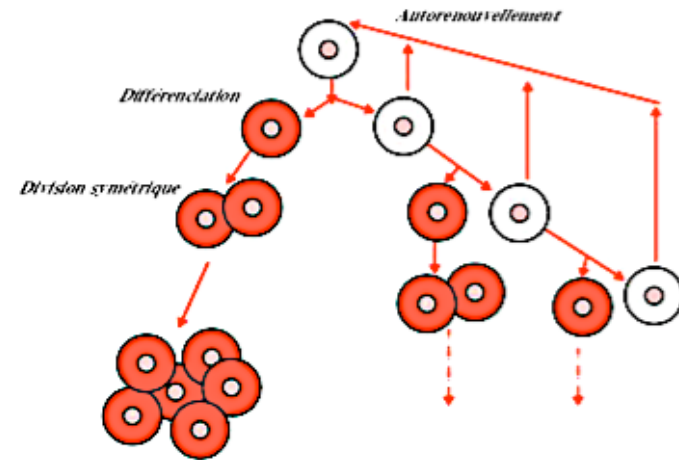
Important : la cellule qui arrête de se diviser s'arrête en phase G0 qui est une phase de transition entre G1/S

V. Cellules souches

A. Les cellules souches

Les cellules souches sont des cellules :

- ❖ Non différencié
- ❖ Division de manière asymétrique



- ❖ Auto-renouvellement
- ❖ Différenciation à la demande

NB : à l'âge adulte nous possédons encore des cellules souches dans notre organisme

Il existe différents stades de maturité des cellules souches :

- ❖ Cellule souche totipotente : a la capacité de se différencier en tous les types cellulaires de l'organisme
- ❖ Cellule souche pluripotente : a la capacité de donner tous les tissus mais est incapable de donner un organisme complet
- ❖ Cellule souche multipotente : a la capacité de se différencier en un large spectre de cellule dans un tissu
- ❖ Cellule souche unipotente : a la capacité de ne former qu'un seul type cellulaire

Mnémono : **T**'es au **PMU**

B. Cellules souches embryonnaires

Ont pour origine le blastocyste et sont utilisées pour les modèles transgénique, l'intérêt de ces cellules est qu'en laboratoire on est capable de reformer n'importe quelle tissus

donc nous sommes théoriquement aussi capable de remplacer des tissus trop vieux ou lésés

NB : les CSE ont un potentiel d'utilisation médicales énorme mais pose des problèmes techniques (apparition possible de cancer) et éthique (le blastocyste est-il un être vivant ?)

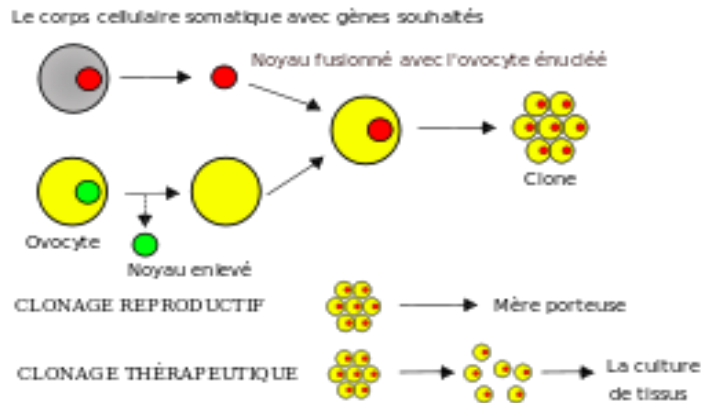
❖ Transfert nucléaire :

1. On prend un ovocyte
2. On prend une cellule somatique d'un patient
3. On transfère le noyau de la cellule somatique dans le cytoplasme de l'ovocyte
4. On cultive sur boîte de pétri pour obtenir un blastocyste

NB : les cellules issues de ce blastocyste (CSE) auront exactement le même code génétique et seront donc totalement compatibles avec le patient

2. On y ajoute un cocktail de 4 gènes « magiques »
3. Ces gènes induisent la reprogrammation de la cellule adulte en cellule souche

NB : les iP ont toutes les propriétés des CS, et ne pose plus de questionnement éthique car on n'utilise aucun embryon



❖ Cellules souches pluripotentes induites (iPs) :

Face aux questionnements éthiques et techniques que le transfert nucléaire pose, les iP sont une nouvelle technique pleine d'espoir, elles ont été découvertes par le Pr.Yamanaka

1. On prend des cellules adultes