

Introduction à la biologie cellulaire



La cellule représente l'unité structurale et fonctionnelle de tous les être vivants. Toutes les cellules proviennent d'une cellule préexistante. Un être vivant est composé de:

- 10^{14} cellules eucaryotes
- 10^{15} bactéries essentielles à la vie (ex: flore intestinale)

I. Organisation, évolution et programmation d'une cellule eucaryote

A. Organisation

Composition d'une cellule:

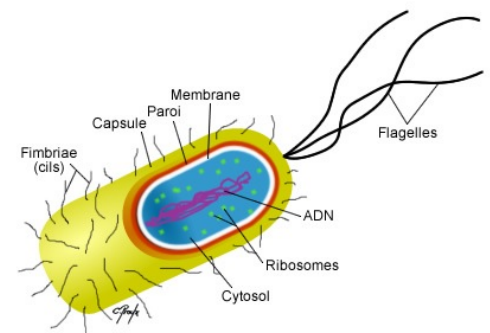
- 70% = eau
- 30% = macromolécules (ADN, ARN, protéines, sucres..) + ions, petites molécules

De cette constitution chimique découle **3 principes**:

- la **sélectivité**: macromolécules contiennent que certains éléments (carbone, hydrogène, oxygène, azote,).
☞ Sauf pour l'oxygène, ces éléments sont moins représentés dans la matière inerte.
- la **catalyse biologique**: les catalyseurs sont des accélérateurs réactionnels. ex: les ribozymes
- les **réseaux d'interaction moléculaire**: cette organisation permet de revenir à la situation initiale si on trouble l'état d'équilibre.

1. La cellule procaryote

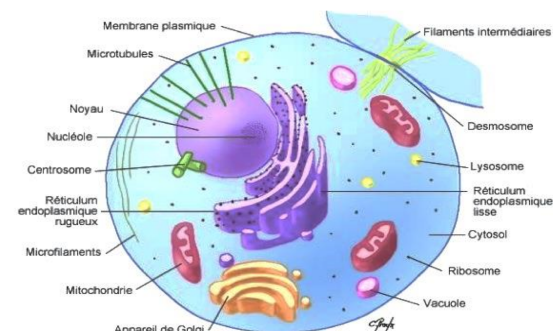
- pas de noyau
- pas d'organites
- ADN libre, non compartimenté, **chromosome unique**.
- cellules de petites tailles
- les cellules procaryotes sont toujours unicellulaires (*bactéries*).



- Traduction et transcription ont lieu en même temps dans le même compartiment (cytoplasme).
☞ **traduction co-transcriptionnelle**

2. La cellule eucaryote

- Noyau délimité par une enveloppe (double membrane) discontinue
☞ *conséquences fonctionnelles et mécaniques importantes*
- Présence d'organites baignant dans le cytosol
- Cellules de grandes tailles
- Découplage entre transcription (ds le noyau) et traduction (cytosolique)
☞ **traduction post-transcriptionnelle**



☞ Une bactérie se divise beaucoup plus rapidement qu'une cellule eucaryote (processus lourd).

❖ Les Organites

Compartiments intracellulaires délimités en deux types de réseaux.

✓ Le système endomembranaire

- **Enveloppe nucléaire**: partie externe de la double membrane nucléaire en continuité avec le RE.
- **Réticulum endoplasmique (RE)**: synthèse et maturation des protéines (REG) synthèse lipides. (REL)
= point de départ du flux sécrétoire
- **Appareil de Golgi**: Glycosylation de lipides et protéines. *Un seul par cellules, composé de plusieurs dictyosomes.*
- **Lysosome**: dégradation des molécules, fournit à la ç de petites molécules permettant la synthèse de plus grosse.
- **Endosome** (précoce, tardif): capte les gros matériaux à l'extérieur et les fait pénétrer dans la cellule pour la nourrir.

Les éléments du système endomembranaire sont reliés entre eux.

Il existe de petites vésicules qui émergent du RE pour aller vers l'appareil de Golgi. Ensuite, l'appareil de Golgi va former d'autres vésicules qui vont aller alimenter les endosomes, qui seront eux en communication avec les lysosomes.

✓ Mitochondries et péroxysomes

Mitochondrie: principal centre oxydatif de la cellule: produit de l'ATP pr la ç.

☞ elle possède: - de l'ADN mitochondrial.

- une double membrane

Peroxisome: détoxyfication de la cellule mais ne produit pas d'ATP

❖ Le cytosol

Gel intracellulaire très épais dans lequel on retrouve des enzymes du métabolisme, les organites et le cytosquelette.

❖ Le cytosquelette

Armature intracellulaire conférant les propriétés mécaniques de la cellule.

B. L'Evolution

Les organismes peuvent être classés en 3 groupes ayant tous un ancêtre hypothétique commun appelé **LUCA** (*Last universal Common Ancestor*):

- **Les bactéries/ eubactéries** (*procaryotes*)
- **Les archaes** (*procaryotes*):
 - vivent dans des conditons extrêmes
 - se rapprochent le plus des eucaryotes
- **Les eucaryotes**

Il existe différentes hypothèses sur l'origine des cellules:

Théorie du monde ARN:

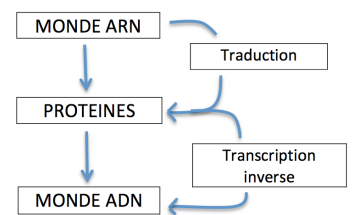
La molécule **d'ARN** aurait été la **première étape à la vie**.

Les **ribozymes** (*ARNs catalyseurs*) ont pu former, par traduction, un autre type de polymères qui sont les **protéines**.

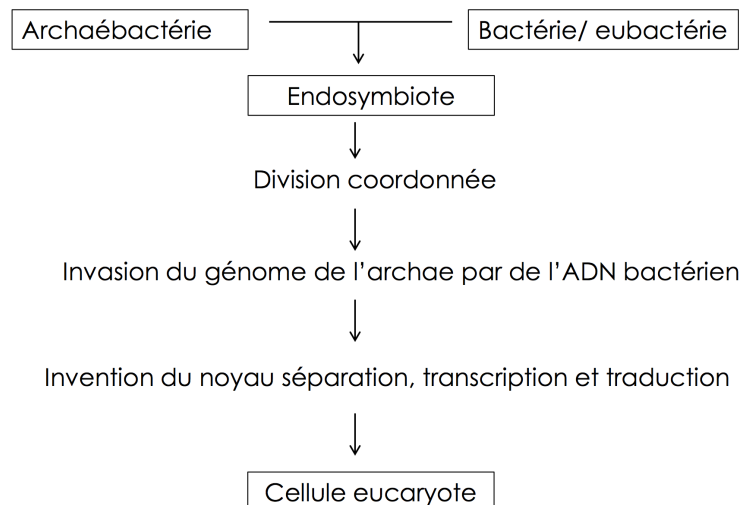
Les systèmes se sont ensuite complexifiés et les protéines se sont mises à interagir avec l'ARN. Parmi les protéines inventées par traduction primitive il y en a certaines qui se sont mises à avoir des propriétés particulières.

Les **polymérase**s, par exemple, sont des enzymes qui vont synthétiser de l'ARN en quantité bien plus importante (amplification du monde ARN).

D'autres enzymes (*reverse transcriptases*) ont pu avoir des caractéristiques différentes qui ont permis non pas de synthétiser de l'ARN mais de **l'ADN**.



Théorie Endosymbiotique:



- ☞ La spécialisation des eubactéries (endocytées par l'archae) seraient à l'origine des **mitochondries**.
- ☞ Ce qui expliquerait la présence d'un **ADN mitochondrial**.

C. La Division cellulaire: moteur de l'évolution

Le **cycle cellulaire** correspond à la durée entre deux divisions successives. On note 2 phases importantes:

▷ L'Interphase :

- **Phase G1** : sensible aux facteurs de croissance et de différenciation.
- ☞ C'est la phase la plus variable.
- **Phase S** : réplication de l'ADN (*cette phase nécessite bcp d'énergie*).
- **Phase G2** : prépare la mitose (croissance, nombre d'organites), contrôle la bonne duplication des K (chromosomes).



▷ La Mitose ou phase M

Phase la plus courte du cycle.

La cellule se divise grâce à 2 phénomènes:

- **Caryocinèse** : division du noyau (prophase, métaphase, anaphase, télophase)
- **Cytocinèse** : division du cytoplasme

◆ La **transcription** se déroule uniquement pendant l'interphase.

◇ La **traduction** a lieu pendant l'interphase et un peu pendant la mitose.

Les points de contrôle

Le cycle cellulaire est un processus extrêmement contrôlé et régulé. Les points de contrôle sont déterminants pour le passage d'une phase à l'autre.

On en note deux:

- **G1/S** = vérifier que l'ADN ne contient pas de dommages et que la cellule possède assez d'énergie pour passer en phase S.
- **G2/M** = vérifier que l'ADN ne contient pas de dommages et que ts les chromosomes sont bien dupliqués.

D. La programmation cellulaire

La programmation cellulaire est déterminée par une combinaison de signaux exogènes et endogènes. A l'inverse des cellules animales, les bactéries n'ont pas besoin de signaux pour se diviser

La cellule a plusieurs possibilités:

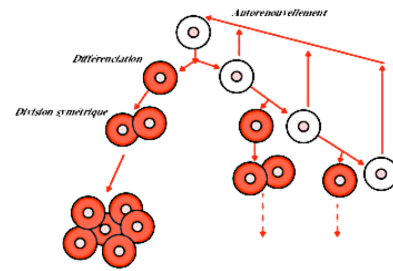
- **Motilité**
- **Différenciation**: processus de spécialisation
- **Division**
- **Quiescence**: la cellule se met en pause et pourra reprendre le cycle si elle a les facteurs de croissance nécessaire.
- **Sénescence**: la cellule ne se divisera plus, cela peut-être physiologique ou pathologique.
- ☞ *La sénescence est ≠ de la mort cellulaire, la cellule reste métaboliquement active et répond aux signaux.*
- **Mort cellulaire**:
 - Apoptose = suicide cellulaire programmé
 - Nécrose = mort accidentelle

II. Notions de cellules souches et d'homéostasie cellulaire

A. Les différentes cellules souches

- Non différencié
- Se divise de façon asymétrique
- Auto renouvellement
- Se différencie à la demande

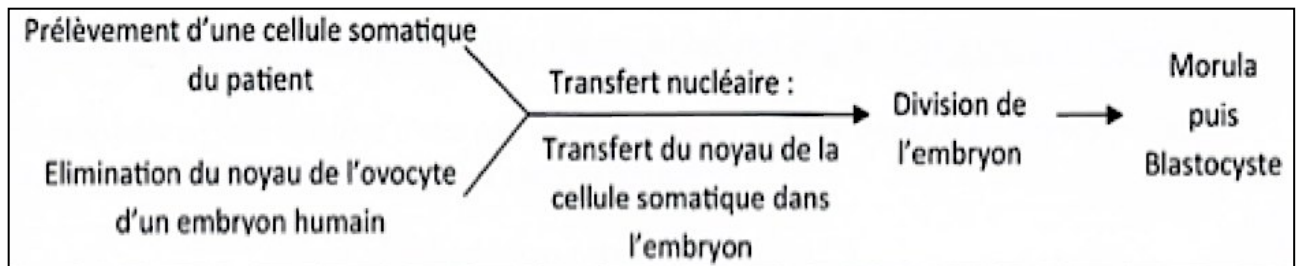
Rmq: la phase G1 est très courte chez les cellules souches



On distingue 4 catégories de CS :

- **Totipotente** {de l'oeuf au stade morula}: capable d'engendrer un organisme en entier.
- **Pluripotente** {blastocyste}: peut donner tous les types cellulaires sauf les annexes.
- **Multipotente** : capable de se différencier en un large spectre de cellule.
- **Unipotente** : ne peut donner qu'un seul type cellulaire.

B. Les cellules souches embryonnaires



- ▷ **Avantages**: - spécifique au patient. Les ç possèdent le même patrimoine génétique.
- pas de rejet.
- ▷ **Inconvénients**: - création d'un embryon + origine des ovules = problème éthique majeur
- Problèmes d'homogénéité/stabilité des processus de différenciation (cancer)

C. Les iPs: CS pluripotentes induites

- Solution alternative évitant les problèmes éthiques.
- Reprogrammation de ç adultes en ç qui ont des propriétés de CS (pas d'embryon créé)
- Malheureusement la ç reprogrammée n'est pas tout à fait normal et peut induire la formation de cancers.

D. L'homéostasie

L'homéostasie est la capacité d'un organisme à restaurer son état originel suite à une perturbation ou un stress.

Un dérèglement de ce système peut donner un nombre anormal de cellules.

