

Introduction à la Biologie Cellulaire

I) Introduction

La biologie cellulaire repose sur l'observation du vivant, dont découlent deux postulats fondamentaux :

- **1^{er} postulat** : La cellule représente l'unité fonctionnelle et structurale de base de tous les êtres vivants (chaque être vivant est constitué par des cellules).
- **2^{ème} postulat** : Toute cellule provient d'une cellule préexistante.

II) Théorie cellulaire

a) Composition chimique d'une cellule

Les cellules sont composées à **70% d'eau**, le reste (**30%**) est constitué de molécules inertes (ions) et de macromolécules (phospholipides, ADN, ARN, protéines et polysaccharides).

Il convient de distinguer l'inerte du vivant (ce à quoi on s'intéresse).

- ✚ Les trois choses qui les différencient sont :
- **La sélectivité** : dans le vivant, on aura différents constituants mais dans des **proportions particulières** et surtout **régulées** (atomes : C,H,O,N). Dans l'inerte la matière (différents atomes) est répartie aléatoirement.
- **La catalyse** : molécule n'intervenant pas dans une réaction chimique mais qui l'accélère. Dans le vivant, il existe des catalyseurs permettant certaines réactions qui seraient impossible sans.
- **Réseau d'interactions moléculaires** : permet une capacité d'adaptation au système vivant. Il est en permanente interaction avec l'environnement.

- ✚ Le corps humain possède 10¹⁴ cellules et 10¹⁵ bactéries (soit 10 fois plus).

III) Organisation de la cellule

a) Procaryote/Eucaryote

- ➔ Cellule procaryote : dépourvues d'enveloppe nucléaire ; entraînant **une traduction co-transcriptionnelle** (traduction en même temps que la transcription). Cellule sans organe et avec un ADN libre circulaire. Cellule de petite taille.
- ➔ Cellule eucaryote : grande taille, noyau délimité par une enveloppe (**double membrane**). Présence d'organites, eux-mêmes délimités par des enveloppes. La traduction et la transcription sont **scindées**.

- ♥ **Bactérie** : cellules procaryote,
- ♥ **Animal** : composé de cellules eucaryotes,
- ♥ **Levure** : être unicellulaire eucaryote.

b) Organisation d'une cellule eucaryote

- ✚ La cellule eucaryote se compose de :
 - Un **noyau** : lieu de conservation de l'ADN entouré d'une double membrane discontinue.
 - Du **cytosol** : liquide dans lequel baignent les organites, sièges de nombreuses réactions.
 - Une **membrane plasmique** : bi-couche de phospholipides (*cf biochimie*).
- ✚ On distingue dans le **système endomembranaire** :
 - **Enveloppe nucléaire**,
 - **Réticulum Endoplasmique** (RE) : lieu de la traduction, peut-être de deux types soit granuleux (synthèse de protéines) soit lisse (synthèse de lipides),
 - **Appareil de Golgi** : **un seul** par cellule. Formé par les dictyosomes. Il assure la distribution des protéines du système endomembranaire dans la cellule.
 - **Endosome** : permet la capture de molécules à l'extérieur de la cellule et leur captation pour la nourrir,

- **Lysosome** : lieu où la cellule procède aux dégradations des macromolécules venant de l'extérieur pour former de plus petits éléments plus facilement éliminables

Il existe aussi les **peroxysomes** et les **mitochondries** qui ne font pas partie du système endomembranaire : lieu de détoxification de la cellule.

c) Evolution cellulaire

- ✚ Les organismes cellulaires peuvent être classés en 3 groupes avec un ancêtre hypothétique commun nommé **LUCA**.

♥ **Eubactérie** = procaryote,
 ♥ **Archaeobactéries** : cellules **extrêmophiles** de types procaryote mais se rapprochant de la cellule eucaryote,
 ♥ **Eucaryote**.

- ✚ Les cellules eucaryotes existeraient selon la **Théorie de l'endosymbionte** :

- 1) Une archaeobactérie phagocyte une eubactérie,
- 2) Envahissement de l'ADN génomique de l'archaeobactérie par le génome de l'eubactérie,

- 3) Apparition d'une membrane nucléaire donc d'une segmentation du génome permettant le découplage de la transcription et de la traduction.

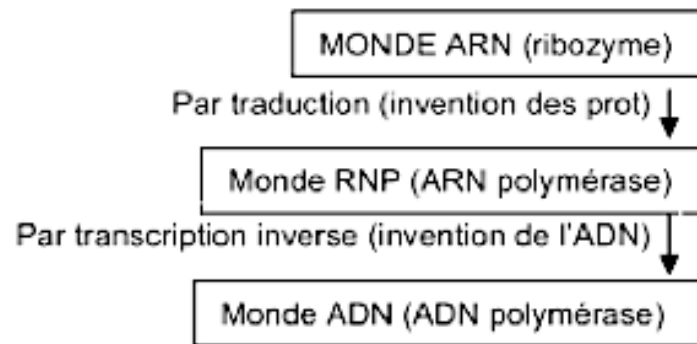
Attention : LUCA (Last Universal Common Ancestor) reste une théorie, nous n'en sommes donc pas certains.

d) Evolution moléculaire

Au début on suppose qu'il n'y avait pas d'ADN mais uniquement des ARN.

Puis sont apparus les ribozymes (= ARN catalyseurs). Ensuite les protéines sont apparues grâce à la traduction.

Pour finir, grâce à des enzymes spéciales (*transcriptase inverse*), l'ADN est apparu. Il est maintenant la forme de stockage du matériel génétique (plus stable que l'ARN).



IV) Cycle cellulaire

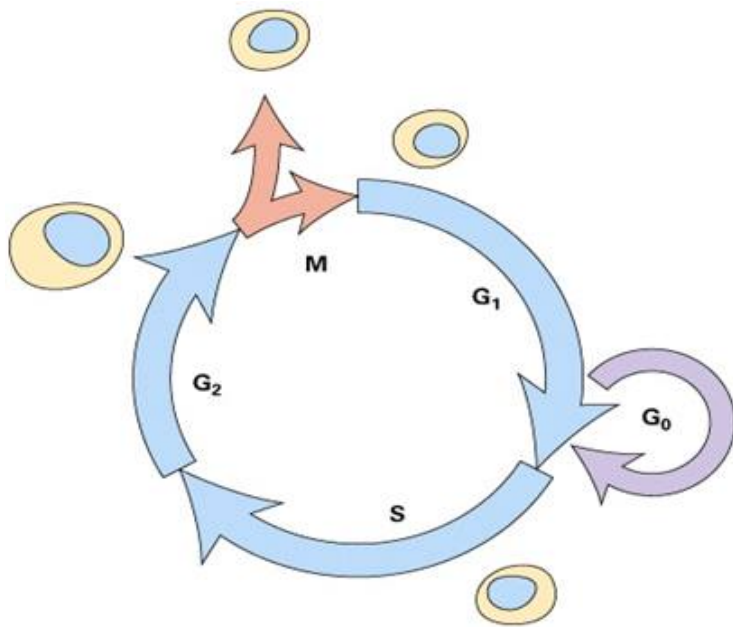
a) Multiplication cellulaire

Toutes les cellules ne se divisent pas, cela reste néanmoins une **étape cruciale** dans la vie de la cellule.

La multiplication cellulaire est la clé de la constitution des tissus et donc de l'organisme vivant. Pour les cellules du stroma, le mécanisme de division se nomme mitose, alors que pour les cellules du germen c'est la méiose. (Cf cours de BDR)

✚ On distingue plusieurs phases, extrêmement contrôlées :

- ▶ **Phase S** : ou réplication, durant cette phase la cellule va synthétiser du matériel génétique pour la phase de division.
- ▶ **Phase M** : ou mitose, phase de division où la cellule va donner deux cellules filles. Au cours de cette phase **le noyau disparaît** et on observe deux phénomènes différents :
 - Caryocinèse : séparation du **matériel génétique (= nucléaire)**.
 - Cytocinèse : lors de la télophase, séparation du cytoplasme (de la membrane plasmique).
- ▶ **Les phases G1 et G2** : sont des phases de check-point. Il existe des contrôles afin d'autoriser la cellule à poursuivre le cycle ou non. Elles sont de durées variables en fonction du type de cellule et du type de cycle cellulaire.



Important : La transcription ne se produit que lors de l'interphase alors que la traduction se produit majoritairement durant l'interphase, mais peut se produire lors de toutes les phases.

Nb : L'interphase se compose des phases **G1-S-G2** (dans cet ordre).

b) Programmation cellulaire

La cellule compte plusieurs destins :

- **Divison** : reproduire des cellules à l'identique.

- **Différenciation** : changement de programme cellulaire qui pousse la cellule à modifier ses structures afin d'accomplir un rôle nouveau.
- **Motilité** : cellule se déplace grâce à son cytosquelette (différent de mobilité qui signifie qu'on peut la déplacer).
- **Quiescence** : les signaux cellulaires imposent la mise au repos de la cellule, qui reprendra ses fonctions lorsque les signaux lui seront favorables. **Phase réversible**.
- **Sénescence** : vieillissement cellulaire. La cellule est vivante et métaboliquement active. Elle ne se divisera cependant plus. **Phase irréversible**.
- **Mort cellulaire** : de deux types :
 - **Nécrose** : mort anarchique de la cellule.
 - **Apoptose** : suicide programmé, régulé.

Il faut savoir que les cellules sont en interaction complète avec leur milieu et que leur destin dépend des différents signaux cellulaires

V) Cellule souche et Homéostasie

a) Cellule souche

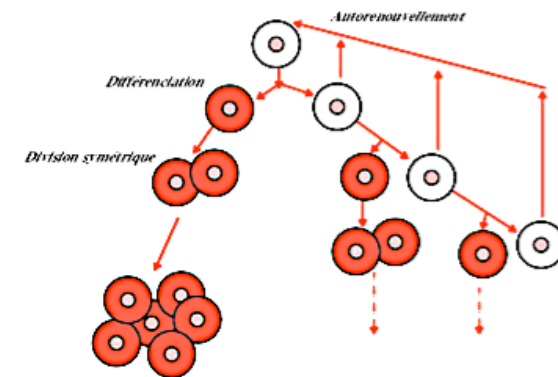
✚ Les cellules souches possèdent 4 caractéristiques fondamentales :

- non différenciées,
- capables de se diviser,
- capables d'auto renouvellement,
- capables de se différencier à la demande.

✚ Il existe différents types de cellule souche : (*cf cours d'histologie*)

- **Totipotente** : cellule capable de donner un **organisme entier** (cellule œuf),
- **Pluripotente** : capable de donner quasiment tous les types cellulaires mais pas un organisme entier (*ex* : cellules souches embryonnaires),
- **Multipotente** : capable de se différencier en un large spectre de cellules (dans un même tissu).
- **Unipotente** : ne donne qu'un **seul** type cellulaire.

On retrouve des cellules multipotentes et unipotentes à l'âge adulte.



b) Les Cellules Souches Embryonnaires (CSE)

Définition : ce sont des cellules isolées à partir de la masse interne d'un embryon au stade blastocyste. Ce sont des cellules souches **pluripotentes**.

✚ L'avantage des CSE est que, grâce à elle, nous pourrions réimplanter des cellules souches afin de remplacer un tissu lésé voire détruit, grâce à un transfert nucléaire :

- 1) On prend un ovocyte énucléé.
- 2) On prend le noyau d'une cellule somatique du patient.

- 3) On transfert le noyau de la cellule somatique dans le cytoplasme de l'ovocyte.
- 4) On cultive sur boîte de Pétri et on obtient une lignée de cellules souches ayant le même code génétique que le patient (**pas de problématique de rejet**).

Il existe cependant des obstacles éthiques (embryon=humain?) mais aussi techniques (stabilité et cancérisation).

Suite aux travaux du professeur Yamanaka, il est apparu de nouvelles cellules souches (cellules pluripotentes induites = iPS) qui régleraient le problème éthique car il n'y a plus besoin d'embryon.

- ✚ Technique : en prenant des cellules totalement différenciées comme des fibroblastes et en y ajoutant 4 gènes acteurs de la pluripotence, les cellules redeviennent indifférenciées et acquièrent les propriétés de pluripotence. Cette découverte laisse présager de bons résultats en médecine régénérative.

c) Notion d'homéostasie

Définition : ce terme désigne la capacité d'un organisme vivant à revenir à un **état originel** (avec ses valeurs de référence) à la suite d'une perturbation.

Ex : la glycémie.

Chaque grandeur physiologique contrôlée et sera surveillée et ramenée à la normale lors d'une perturbation.

Une anomalie liée à l'homéostasie peut être très néfaste ; comme par exemple la **régulation du nombre de cellule dans le corps** qui lorsqu'elle est altérée peut amener à un processus tumoral ou au contraire à une accumulation de cellules qui ne sont plus assez détruites (certaines leucémies).

