

Introduction à la Biologie cellulaire

I/ Histoire de la merveilleuse matière qu'est la Biocell

A) Découverte du microscope

Le microscope a été inventé par **Robert Hooke** au **XVII^{ème}** siècle.

Cette découverte représente un progrès immense car permettant pour la première fois la visualisation des cellules végétales et par la même occasion, de se pencher sur **l'unité de base du vivant** que cette technique a permis de découvrir, la **cellule**.



B) La théorie cellulaire

Suite à la découverte du microscope, des biologistes ont conceptualisé cette unicité du vivant, avec 2 principes majeurs :

- ⇒ **1^{er}** (1^{ère} moitié du 19^{ème} siècle) : la cellule représente l'unité de structurale et fonctionnelle de tous les êtres vivants (Schawn et Schleiden) ;
- ⇒ **2^{ème}** (2^{ème} moitié du 19^{ème} siècle) : toutes cellules proviennent d'une cellule préexistante (Virchow). Chez l'Homme, cette cellule préexistante est la cellule-œuf.

Au XX^{ème} siècle, on décrit la structure de l'ADN et comment cette structure permet d'expliquer les lois de l'hérédité par Mendel. On parle alors d'unicité moléculaire du vivant.

La biologie cellulaire permet d'étudier **au cas par cas** les patients et donc de pouvoir donner un traitement plus adapté à la pathologie. On parle de **médecine personnalisée/moléculaire/de précision**.

Au XXI^{ème} siècle, avec le développement de la **science des -omique** (génomique, protéomique...) on réintroduit la **diversité** : nous sommes tous différents.

C) Complément à la théorie cellulaire

1- 3 principes de la chimie du vivant

Trois caractéristiques différencient le vivant de l'inerte : la **sélectivité**, la **catalyse** et les **réseaux d'interaction**.

Mémno : C'est carré (SéCaRé)

- ⇒ La sélectivité : les éléments chimiques qui compose la matière inerte et vivante **ne sont pas présent en même quantité**. Effectivement, le vivant est composé de plus de carbone, hydrogène, oxygène et azote (**CHON**), bien moins représentés dans l'inerte (sauf en ce qui concerne l'oxygène).
- ⇒ La catalyse : notre survie est due à des **réactions chimiques** possibles d'un point de vue thermodynamique (on a suffisamment d'énergie pour les réaliser) mais elles peuvent être trop

longues. On fait donc intervenir des **catalyseurs** (enzymes) qui accélèrent les réactions sans y participer.

⇒ Les réseaux d'interaction : pour qu'une cellule fonctionne (et pour qu'elle puisse s'adapter à l'environnement), les fonctions biologiques doivent correspondre à des systèmes extrêmement robustes. C'est à dire qu'un système, même éloigné de son état d'origine, est capable d'y revenir en utilisant des voies parallèles. C'est la notion d'**homéostasie**.

Par ailleurs, le corps humain est approximativement composé comme suit :

- 70% eau
- 30% autre.

2- Cellule-œuf

Une cellule œuf (formée par l'union d'un spermatozoïde et d'un ovule dans le cas de notre reproduction sexuée) va progressivement se diviser pour former **TOUTES** les cellules d'un organisme.

⇒ On ne parle donc pas de génération spontanée puisque tout provient de cette cellule œuf.

On peut obtenir cette cellule-œuf par deux moyens :

- La fécondation entre un ovocyte et un spermatozoïde
- Par le transfert nucléaire

Une cellule est **une unité d'organisation du vivant**, séparée de son environnement par une membrane.

Dans le cas de l'Homme, on retrouve plus de **10^{14} cellules** qui vont pouvoir former **plus de 200 tissus**. On compte également dans l'organisme des bactéries, essentielles à notre survie, 10 fois plus nombreuses que les cellules issues de l'œuf.

On appelle microbiote l'ensemble de micro-organismes vivants dans un milieu donné.

On distingue différents types de cellules selon leurs organisations.

II/ Deux types de cellules

A) *Cellule procaryote et eucaryote*

Cellules procaryotes

Procaryote	
<p>⇒ PAS DE NOYAU</p> <p>⇒ Présentes uniquement dans les cellules unicellulaires.</p> <p>⇒ La transcription (ADN→ARN) se déroule en même temps que la traduction (ARN→Prot) dans le cytoplasme, on parle donc de traduction co-transcriptionnelle</p> <p>⇒ Petites cellules</p> <p>Ex : bactérie</p>	

Mémo : Procaryote = Pas de noyau

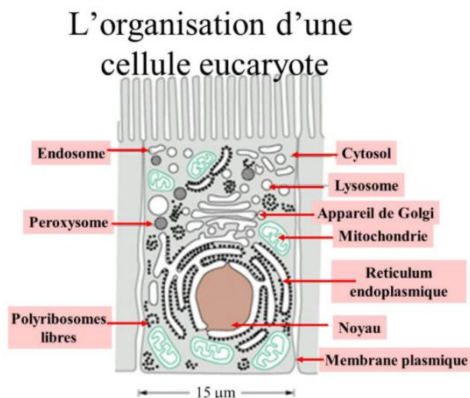
Cellules eucaryotes

Eucaryote	
<p>⇒ Présence de NOYAU avec une membrane nucléaire double protégeant le programme génétique</p> <p>⇒ Transcription et traduction découplées car présence de la membrane nucléaire</p> <p>⇒ Transcription dans le noyau</p> <p>⇒ Traduction dans cytoplasme</p> <p>⇒ D'autres membranes internes délimitent les organites</p> <p>Ex : nos cellules somatiques</p>	

B) Organisation des cellules eucaryotes

Les compartiments de la cellule eucaryote sont entourés de membranes. De ce fait, on parlera de système membranaire qui est à la base du fonctionnement cellulaire.

On retrouve dans la cellule :



- ✓ Le noyau entouré par sa double membrane qui contient le matériel génétique
- ✓ Le cytoplasme/cytosol
- ✓ Le réticulum endoplasmique (rugueux puis lisse)
- ✓ L'appareil de Golgi
- ✓ Les endosomes
- ✓ Les mitochondries (usine à énergie de la cellule)
- ✓ Les peroxyzomes (usine métabolique et de détoxification de la cellule)
- ✓ Les lysosomes (l'estomac de la cellule)

C) Système endomembranaire

= système membranaire composé de plusieurs compartiments.

Il part de l'enveloppe nucléaire et est composé :

- Du réticulum endoplasmique lisse et granuleux
- De l'appareil de Golgi
- Des endosomes

Ce SEM permet la synthèse et la maturation des protéines essentielles pour la cellule. Le SEM suit ce trajet bien précis :

RE (lisse et granuleux) => Golgi => Endosomes

D) Notion d'évolution

Il a été montré il y a peu que les **procaryotes** pouvaient être divisés en deux catégories : **les bactéries** et **les archae**.

Ces archae :

- Sont considérées comme des cellules procaryotes mais **leur physiologie moléculaire est très proche des cellules eucaryotes**. Ces archae n'ont cependant pas de noyau.
- Ont été découvertes dans des sources chaudes hydrothermales au fond des océans, ce sont donc des organismes dits **extremophiles**.

On retrouve trois catégories d'archae : les bactéries hyperthermophiles, hyper-allophyles ou acidophile.

Les biologistes tentent de trouver l'origine de ces trois types de cellules.

Pour cela, ils ont appelé **LUCA** (Last Universal Common Ancestor) la cellule qui serait à l'origine de toutes les autres.

III/ Division cellulaire

La **division cellulaire** est une étape très complexe permettant à la cellule de se « reproduire ».

On parle de **cycle cellulaire** à propos du phénomène qui nous permet de passer d'une cellule mère à deux cellules filles.

Voici les différentes **phases** du cycle cellulaire.

Phase	
Phase M	C'est la phase de division (mitose). Elle permet à la cellule de se diviser en deux entités grâce aux étapes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - caryocinèse : division du noyau qui se passe en quatre phases : prophase, métaphase, anaphase et télophase. - cytocinèse : division du cytoplasme.
Phase S	Cette phase permet de synthétiser l'ADN. On parle aussi de réplication.
Phase G	La phase G (=gap) permet aux cellules de croître entre les différentes étapes de division/synthèse. On en retrouve deux : <ul style="list-style-type: none"> - G1 : située entre la phase M et la phase S. - G2 : située entre la phase S et la phase M.

Mémno : 4 phases de caryocinèse = ProMétAnaTélo

Mémno : phase **S** = Synthèse

Attention, toutes les molécules de la cellule sont dupliquées, pas seulement l'ADN, notamment en phase G2.

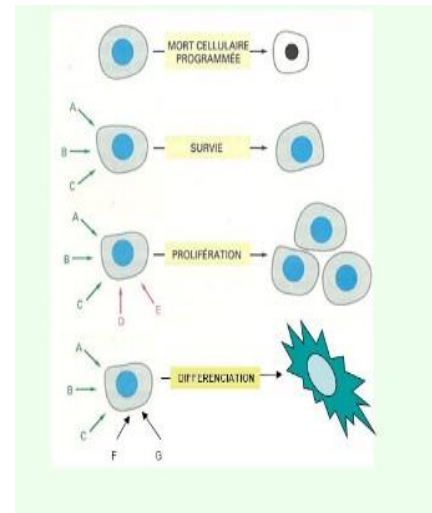
Arrêt G0 : arrêt avant la synthèse d'ADN de la cellule. Dans cet arrêt, elle se met en mode économie d'énergie (rentre en hibernation) et se situe lors de la transition G1/S.

Les cellules, selon leur PG, peuvent avoir des destinées très différentes. Ils sont soumis à des signaux **endogènes** et **exogènes** parfois contradictoires qui peuvent les pousser à faire différentes choses.

Les cellules ont besoin de hiérarchiser l'information.

Elles peuvent par exemple faire ses actions suivantes :

- Division : **pour donner deux cellules filles.**
- Motilité : **déplacement** de cellules (avec cytosquelette par exemple).
- Différenciation : spécialisation des cellules
- Quiescence(=sieste) : état de **repos transitoire, cellule métaboliquement active.**
- Sénescence : état **irréversible** différent de la mort cellulaire, la cellule résiste mieux à l'apoptose, ne peut plus se différencier et est **métaboliquement active.**
- Mort cellulaire : deux cas sont possibles
 - **l'apoptose** = mort programmée, autodestruction.
 - **la nécrose** = mort **accidentelle** dans le cas d'une brûlure par exemple.



IV/ Cellules souches

Les cellules souches sont des cellules :

- **Indifférenciées ou pas complètement différenciées;**
- **Capable de se diviser**
- **Capable d'auto-renouvellement** car une des deux cellules filles garde la mémoire de la cellule souche.
- **Se renouvelant à la demande**

La division est dite **asymétrique**. En effet, pour une cellule mère, on aura deux cellules filles, une qui sera IDENTIQUE à la cellule mère pour refaire un stock (elle pourra entrer en quiescence pour se diviser si besoin est) et une autre qui se différenciera.

A) Différents types de cellules

Stade	Quand ?	
Totipotente	Cellule-œuf jusqu'à Morula	⇒ permet de donner toutes les cellules constituant un organisme (par exemple la cellule-œuf) et donc de donner un individu au complet.
Pluripotente	Blastocyste	⇒ permet de donner tous types de tissus mais incapable de donner un organisme entier.
Multipotente	Adulte	⇒ permet de donner un large spectre de tissus.

Unipotente	Adulte	⇒ permet de donner un seul type de cellules.
------------	--------	--

Mémo : Totipotente = **Tous types** de cellule.

B) CSE = cellules souches embryonnaires

Les CSE sont obtenues à partir du **stade blastocyte** (donc avec des cellules **pluripotentes**).

Elles peuvent se différencier à façon, peuvent être cultivées en laboratoire.

L'utilisation des CSE régies par la loi de la Bioéthique en France donc assez compliqué de s'en servir.

L'un des marqueurs des CSE est la phosphatase alcaline.

C) Cellules souches adultes

A chaque minute qui passent, certaines cellules de notre corps meurent et sont remplacés par d'autres. Ces cellules qui remplacent les anciennes proviennent de cellules souches et permettent donc le renouvellement des tissus.

On retrouve ce genre de cellule dans les tissus **à renouvellement rapide** (comme les muscles) mais également dans les tissus **peu renouvelés** (comme le cerveau) en bien moins grande quantité.

Exemples de cellules souches adultes :

⇒ **Épiderme** : renouvellement fréquent (tous les trente jours environ), CS présentes près du follicule pileux, division asymétrique avec migration vers épithélium ou vers base du poil avec sécrétion kératine.

⇒ **Intestin** : CS dans les cryptes intestinales, renouvellement très fréquent (10^8 par jour), division asymétrique avec migration vers le haut de la villosité intestinale, formation entérocyte mature.

⇒ **Sang** : CS dans moelle osseuse, renouvellement très fréquent (10^{13} cellules par jour).

L'utilisation des cellules souches est cependant source de problèmes (source, problèmes éthiques, quantité, rejet de greffe, cancérisation, etc...).

D) Notion d'homéostasie

L'homéostasie est définie par le physiologiste américain *Canon* comme "*la capacité d'un organisme à restaurer son état originel suite à une perturbation*".

Il s'agit d'un équilibre dynamique et non statique, qui surveille les grandeurs physiologiques de l'organisme.

Tous les jours notre corps subit des changements (que ce soit de pression, d'acidité, ou même en fonction du nombre de cellules présentes) et parvient (sauf pathologies) à réguler ces constantes.

L'homéostasie est donc ce qui nous permet de revenir à un état stable après avoir subi un changement.

On parle également d'homéostasie cellulaire qui permet de réguler le nombre de cellules présentes dans l'organisme. En effet, le nombre de cellules qui sont formées doit être équivalent au nombre de cellule qui vont mourir.

On peut voir une dérégulation de l'homéostasie dans le cas de **cancer**, qui peut s'accompagner :

- D'un problème de division cellulaire qui n'est plus contrôlé
- D'une incapacité à mourir des cellules cancéreuses.