



# KOH-LANTUT'





# LA BIOLOGIE CELLULAIRE







- Au concours :
- o 66/200 points !!!!
  - o Une partie cours avec 7/8 qcms
  - o Une expérience avec 7/8 qcms



# Introduction

## 1/ Historique

### A) L'invention du microscope

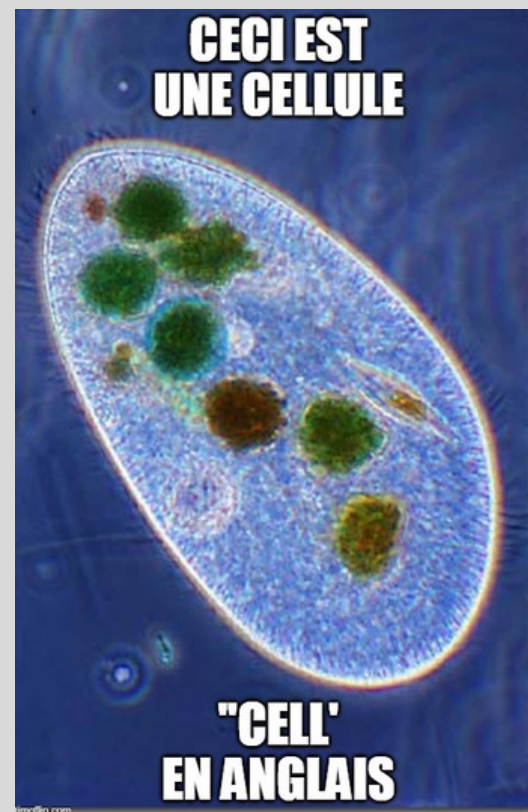
- Hooke au 17ème siècle
- Unité de base du vivant : **La cellule**





## B) La théorie cellulaire

- La cellule représente **l'unité structurale et fonctionnelle** de tous les êtres vivants. (**Schwann**)
- Une cellule provient toujours d'une **cellule préexistante**. (**Virchow**)



- Développement de la biomol : **Unité du vivant**
- Avec le développement des sciences en **-omique** retour à la notion de diversité : **nous sommes tous différents !**
- On parlera de **médecine spécialisé/de précision/moléculaire**



## 1. Complément à la théorie cellulaire

3 caractéristiques qui différencie le vivant de l'inerte :

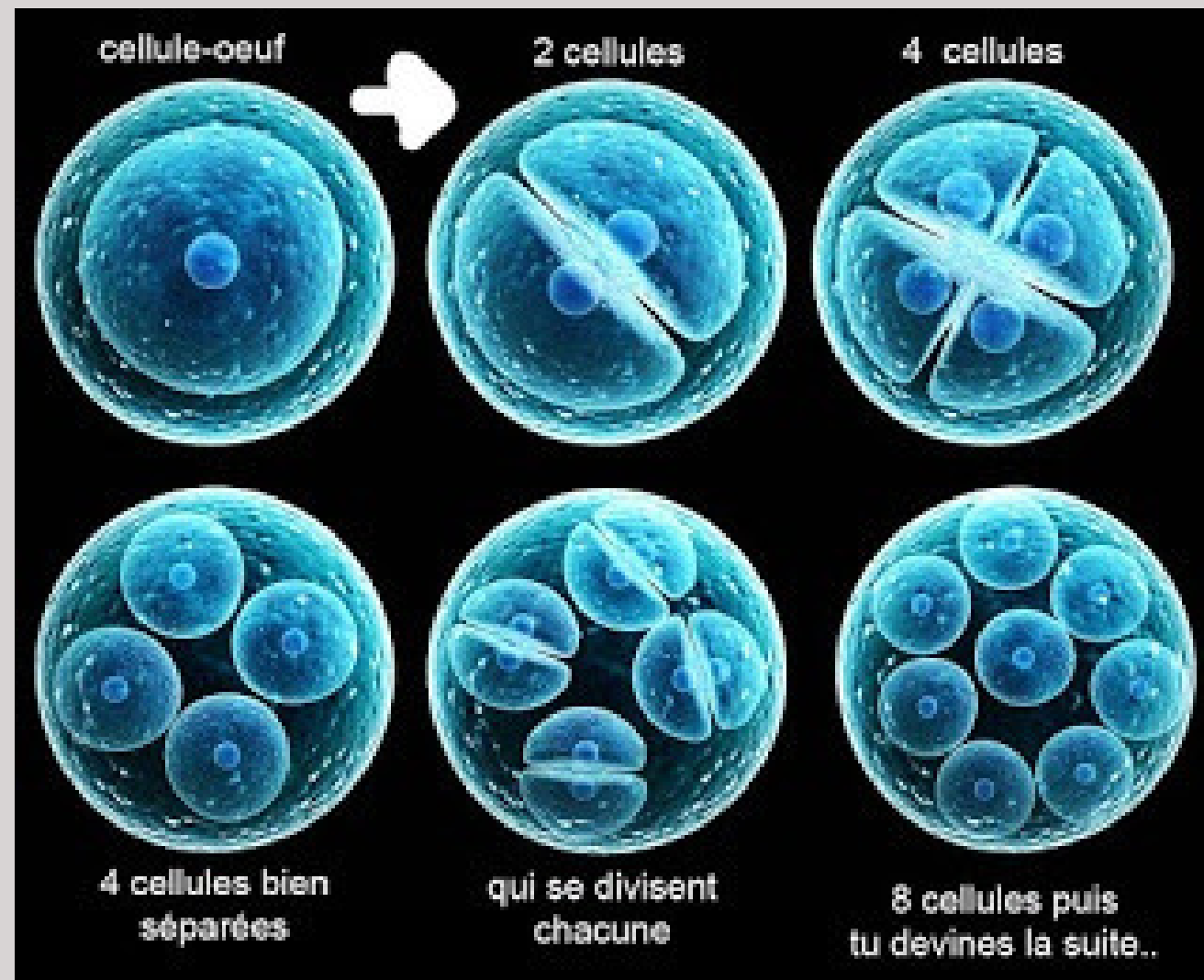
- **La sélectivité** : les éléments chimiques qui compose la matière inerte et vivante ne sont pas présents en même quantité ( vivant : plus de carbon, hydrogène, oxygène et azote ). On parle de **chimie du carbon**.

- **La catalyse** : toutes les réactions chimiques nécessaires à la vie d'une cellule sont **possible**. le problème est la durée trop longue de certaines. Les catalyseurs sont des **enzymes** (protéines ou ARN) capable d'accélérer les réactions.

**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 robuste**. C'est à dire à un système qui même éloigné de son état d'origine est capable d'y revenir, pour cela il va utiliser des voies parallèles.

## 2. La cellule œuf

La cellule œuf est à la base de **toutes** les cellules de l'organisme (**absence** de génération spontanée).



Un individu est composé de ses cellules ( $10^{14}$ ), mais également des bactéries qu'il abrite ( $10^{15}$ ) : le **microbiote**.

Le tout forme **l'holobionte**, qui possède son propre hologénome.



# *2/ Introduction à la biologie cellulaire*

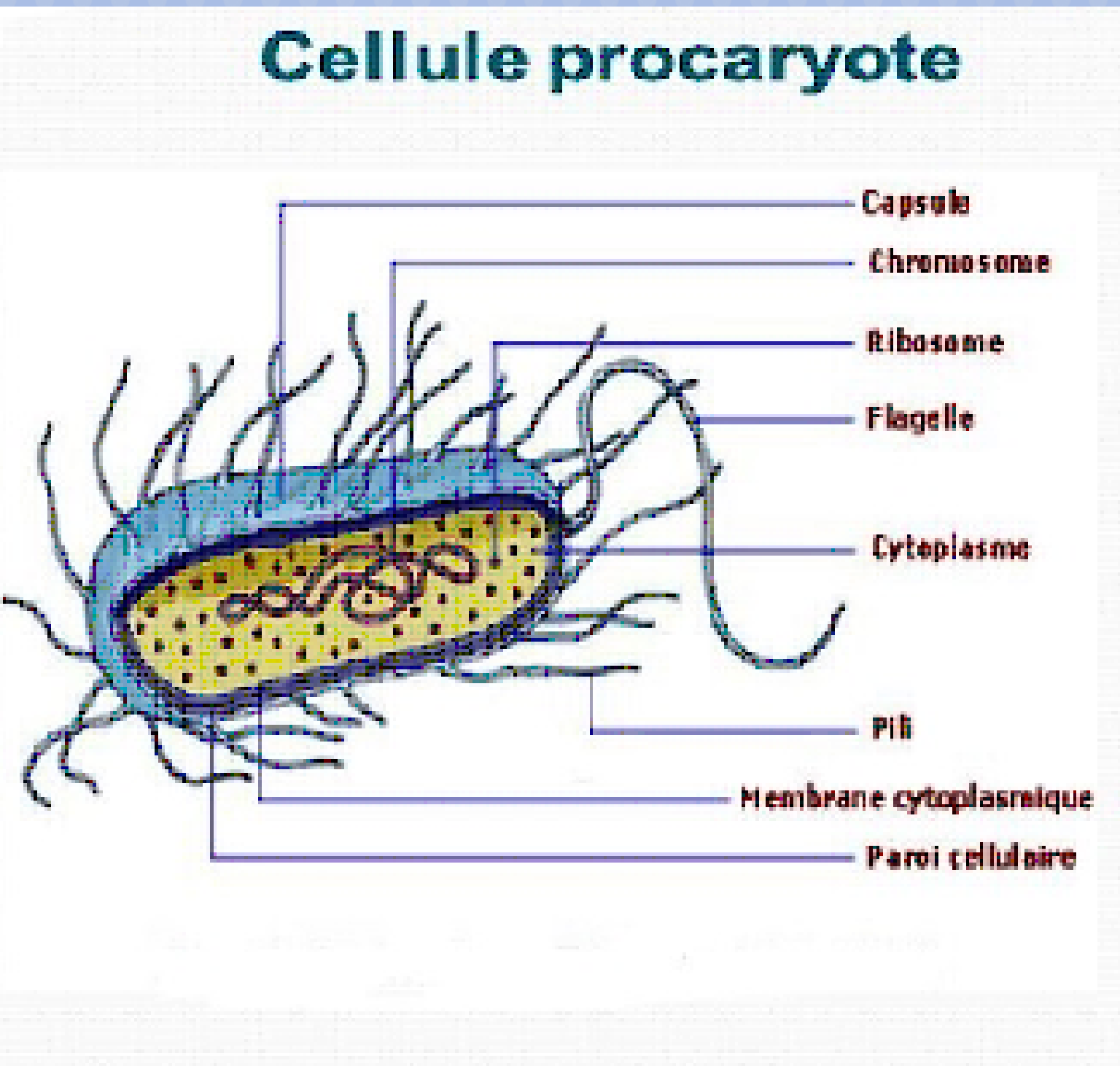
Petite définition :

La biologie cellulaire étudie les processus qui se déroulent dans les cellules ainsi que les mécanismes généraux permettant leurs division, différenciation, survie, sénescence et mort. Le plus souvent, ces processus sont décrits en termes moléculaires.

Ils existent 2 grands types de cellules en fonction de leurs organisations : les Cellules eucaryotes et les cellules procaryote



# a. Cellule procaryote :



★ Un chromosome bactérien **circulaire**

★ Le matériel génétique s'organise en une structure : **le nucléoïde**

♥ Attention ce n'est pas un noyau !! ♥

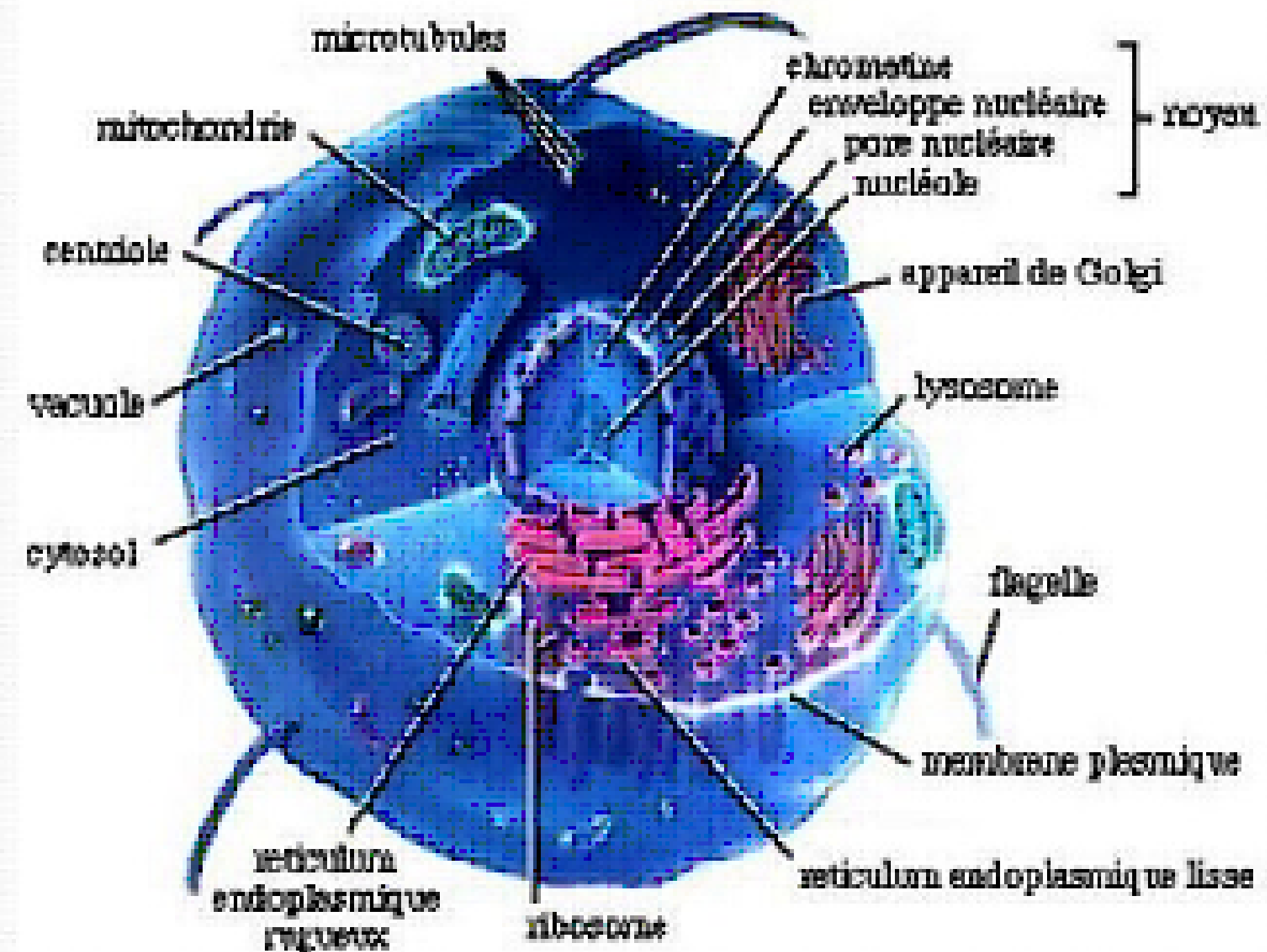
★ La traduction est **co-transcriptionnelle**

La transcription et la traduction se font au même moment et au même endroit : **Le cytosol.**



## b. Cellule eucaryote :

### Cellule eucaryote



♥ Organisme uni/multicellulaire

♥ Il y a **plusieurs** chromosomes **linéaires**

♥ Le matériel génétique est entouré d'une double membrane : **l'enveloppe nucléaire**.

♥ La transcription et la traduction ne peuvent pas se faire en même temps à cause de la séparation.

La transcription a lieu dans le noyau et la traduction dans le cytoplasme.

**La traduction de l'ARN est post-transcriptionnelle ++**





# Petit qcm tout mimi <3

Parmi les propositions suivantes concernant ce qu'on vient de voir, indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A) Dans les cellules procaryotes, la traduction est post traductionnelle.
- B) Les cellules eucaryotes sont exclusivement unicellulaire.
- C) La cellule oeuf permet de donner toutes les cellules de l'organisme.
- D) La catalyse, les réseaux d'interaction et la sélectivité sont les 3 caractéristiques qui différencie le vivant de l'inerte.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.





**Oh les bâtards, ils  
m'ont bien bolossé.**

**TOI QUAND TU VA DÉCOUVRIR LES RÉPONSES**



## Réponse : C et D

A) Dans les cellules procaryotes, la traduction est post traductionnelle.

B) Les cellules eucaryotes sont exclusivement unicellulaire.

C) La cellule oeuf permet de donner toutes les cellules de l'organisme.

D) La catalyse, les réseaux d'interaction et la sélectivité sont les 3 caractéristiques qui différencie le vivant de l'inerte.

E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

# A) Notion d'organisation, d'évolution, de programmation de la cellule eucaryote

## 1. Organisation de la cellule eucaryote

- ★ Les compartiments sont entourés d'une membrane, on distingue :
  - Le noyau : entouré par une double membrane, **l'enveloppe nucléaire**
  - Le reticulum endoplasmique (rugueux puis lisse),
  - L'appareil de golgi (constitué de plusieurs saccules)
  - Les endosomes
  - les lysosomes qui sont une sorte d'intestin membranaire

Tout cela forme **le système endomembranaire.**





Indépendamment du système endomembranaire, on retrouve :

- Les mitochondries qui sont les centrales énergétiques de la cellule
- Les péroxysomes important dans certains métabolisme.

La cellule va être capable d'interagir avec le milieu extérieur, notamment par :

♥ **Exocytose** : Mécanisme qui permet à une cellule de déverser des molécules dans le milieu extérieur .

♥ **Endocytose** : récupération de molécules de l'extérieur vers l'intérieur de la cellule.

Attention : cytosol  $\neq$  cytoplasme : le cytoplasme = cytosol + les organites

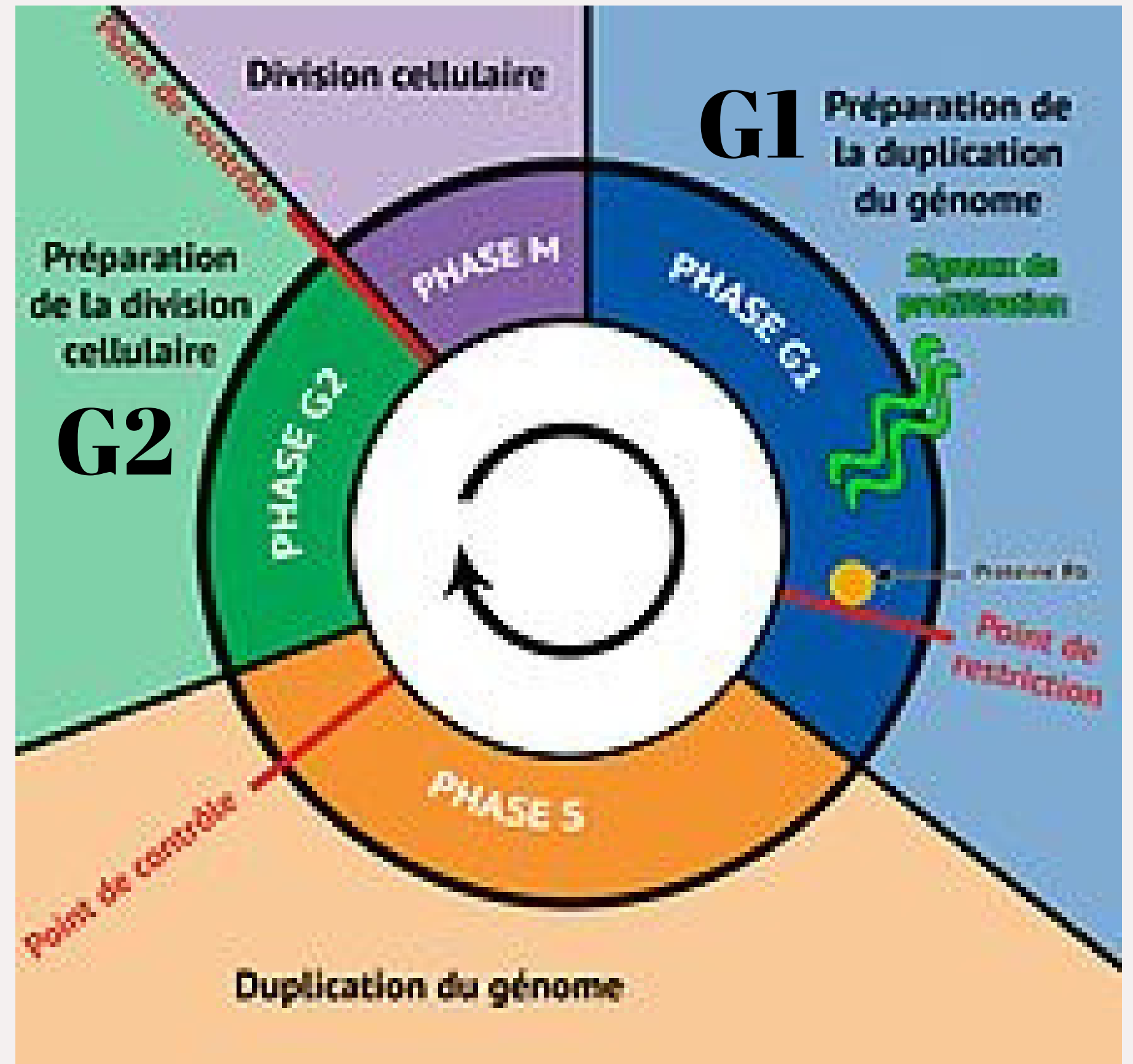
## 2. Le cycle cellulaire et ses phases :

La cellule va être amené à se diviser de manière très contrôlée et séquencée.

Il existe deux phases cruciales et dissociées au sein du cycle cellulaire :

♥ **Phase S (synthèse)** : phase de synthèse/duplication des chromosomes/réplication de l'ADN

♥ **Phase M (mitosis)** : phase de division, d'abord du noyau (**caryocinèse** : prophase, métaphase, anaphase, télophase) puis celle du cytoplasme (**cytocynèse**).





### 3. Notion d'évolution :

Il n'existe pas uniquement le royaume des eucaryotes et des procaryotes, une 3ème branche a été découverte dans les années 60, **les archaebactéries** :

★ Découverte dans les sources **chaudes** hydrothermales au fond des océans, elles sont **extrêmophiles**.

★ Bien que procaryote, **les archaebactéries ont plus de point commun avec les eucaryotes** qu'avec les bactéries.

On a donc 3 royaumes : les eucaryotes, les procaryotes et les archaebactéries

Le problème étant de trouver l'ancêtre commun (la cellule originelle) nommé **LUCA**

Il y a 2 parallèles d'évolution : l'évolution moléculaire et l'évolution cellulaire



# L'évolution moléculaire :

La première molécule apparue sur terre serait la molécule d'ARN, constituant le **monde ARN**.

Ensuite avec l'apparition des **ribozymes** (dont les ribosomes), on serait passé de l'ARN aux protéines par traduction : donnant ainsi le **monde ribonucléoprotéique**.

Le vivant est caractérisé par la **capacité de se reproduire**, une première molécule d'ARN se serait ainsi multipliée puis propagée de proche en proche. L'acquisition de capacités nouvelles auraient été sélectionnées car elles permettaient d'obtenir encore plus de molécules (les ARN polymérases par exemple).

Par la suite d'autres polymérases seraient apparues avec des caractéristiques différentes, comme la **synthèse d'ADN au lieu d'ARN**, avec la transcriptase inverse. On serait ainsi passé à un **monde ADN**.



# L'évolution cellulaire : la théorie endosymbiotique

Cette théorie concerne l'apparition des premières cellules eucaryotes, qui proviendraient de la fusion de deux organismes simples (comme les archaées et les bactéries).

Une optimisation de la division des 2 génomes et une invasion du génome de la bactérie sur celui de l'archaée aurait entraîné la formation de la membrane nucléaire donnant naissance à un noyau séparant les 2 génomes.

(Désolé pour ces 2 diapos bof bof, tiens cadeau une photo de moi dans ma piscine)





## 4. La programmation cellulaire

Une cellule a plusieurs destinées, c'est ce qu'on appelle la **programmation cellulaire** :

- ★ En fonction des informations/signaux (**endogène** ou **exogène**) qu'elle reçoit et qu'elle intègre.  
La cellule peut recevoir pleins d'informations, même **contradictaires** !



**Il y a une hiérarchisation de l'information.**  
(je pense que t'as compris mais c'est important)

L'aboutissement de l'intégration de ces informations  
peut être : suspens.....

(J'ai un peu de place, j'en profite pour dire que mes co-tut' sont les  
meilleurs... et si vous êtes pas content c'est pareil ahaha )







La division : qui ne sera **pas infini**, mais ira jusqu'à une différenciation terminale, selon la **limite de Hayflick** (50 divisions).

→ les cellules différenciées ne se divisent plus.



Acquisition de nouvelles propriétés : ex la différenciation



La motilité : capacité à se **déplacer** dans l'espace, selon son cytosquelette (que nous reverrons ultérieurement.)



La mort :

→ Suicide cellulaire/**apoptose** : mort programmée, **autodestruction**

→ **nécrose** : mort **accidentelle** due à une agression (des cas de nécroses programmées existent. )



La quiescence : mise au repos transitoire, réversible.



La sénescence : la cellule reste **métaboliquement active**, elle **résiste mieux à l'apoptose**, mais ne se divise plus.

Il s'agit d'un état de vieillesse cellulaire **irréversible**.

**ET VOILA JEUNES P1**

**LA BIOCELL VOUS ABANDONNE**

**LES TUT' QUE TU ADMIRE**

**EN PAUSE APRÈS L'AMPHI**

**THE END**

**ON EN VEUT ENCORE**

**J'AI FINIS MON COURS**

**JE T'AI DIT QU'ON EN VEUT ENCORE**

**M'OBLIGE PAS À LE RÉPÉTER**

**ON CONTINU !**



Bon bah on continue...

## B) Cellule souche et homéostasie cellulaire

### 1. La cellule souche (CS)

- Catégorie particulière de cellule que l'on possède tout au long de notre vie ( 1ère: cellule oeuf)
- Cellules souches adultes (le plus souvent à l'état **quiescent**) : assure un **renouvellement** de nos tissus.

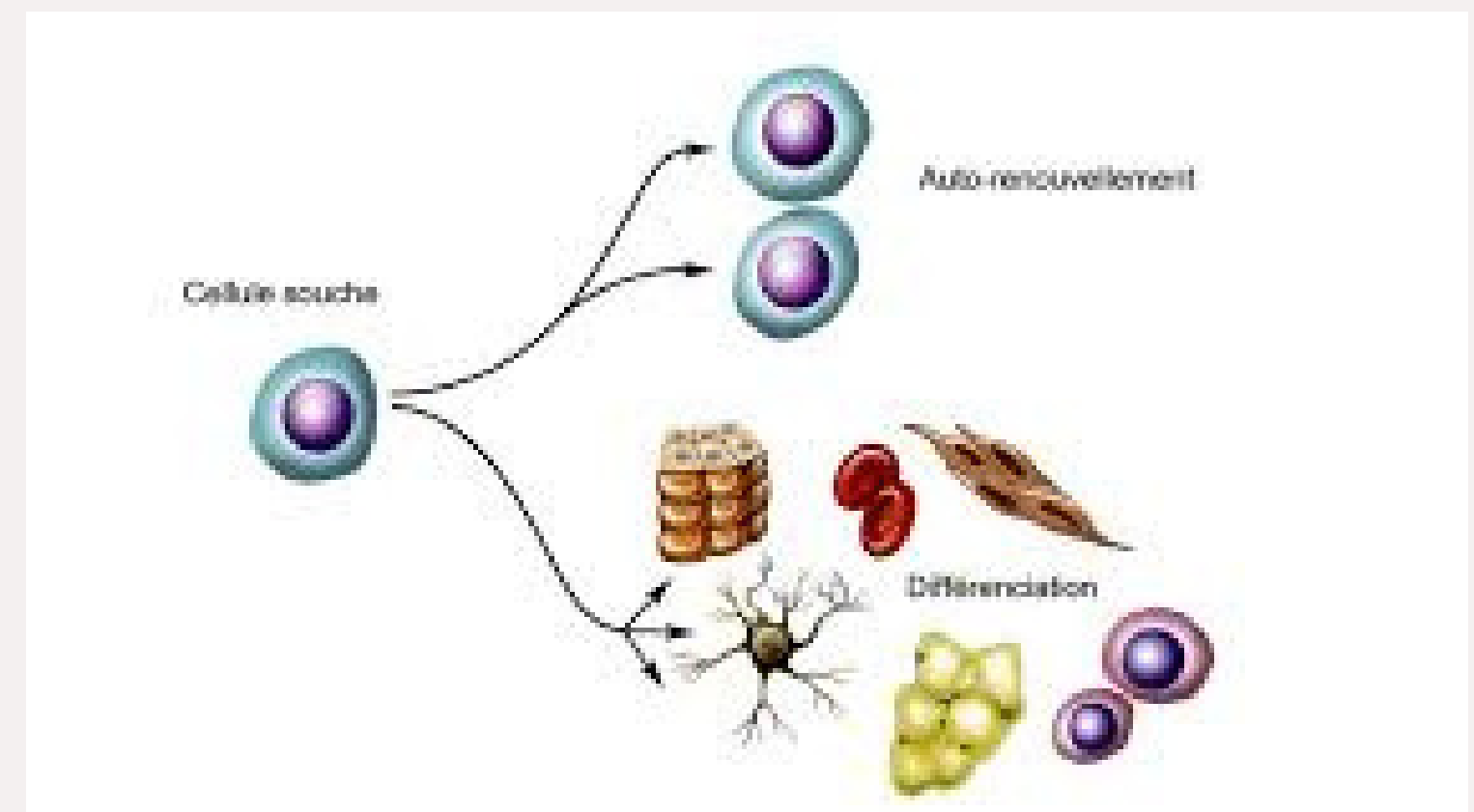
En effet nous sommes soumis à des **dommages moléculaires constamment**.

♥ **Indifférenciées**

♥ Division **asymétrique**

♥ Capable **d'auto-renouvellement**

Lors de la division asymétrique, une CS va se diviser en deux cellules filles, dont l'une va maintenir la réserve de CS, et l'autre va se différencier.



Ils existent 4 types de CS (vous le reverrez plus en détails en embryo no stress) :

★ **Totipotente** : l'oeuf, capable de donner tous les tissus humains jusqu'au stade morula (au début de l'embryogénèse).

★ **Pluripotente** : retrouvé au stade de blastocyste, elles sont capables de donner tout les tissus, mais pas un organisme entier contrairement aux totipotentes. Les cellules souches embryonnaires sont pluripotentes (CSE).

★ **Multipotente** : donne un large spectre de tissus, par exemple les CS hématopoïétiques.

★ **Unipotente** : donne un seul type de tissus, par exemple les CS de la peau qui donnent les kératinocytes.



## 2. Les CSE

- A la base de la formation d'animaux **transgéniques**, du développement agronomique
- Scrupuleusement contrôlée en France

Leur obtention peut être effectuée par transfert nucléaire ou bien par la technique des iP<sub>s</sub> .

### Transfert nucléaire :



On transfère dans un ovocyte **énucléé**, le noyau d'un patient



On le cultive pour obtenir un **blastocyte**, puis on prélève les CSE qu'on réimplante chez le sujet



Risque de rejet infime



Risque de **cancérisation**

## Les iP (induced pluripotent stem cells) :



Développés par le Pr. [Yamanaka](#)



4 gènes reprogrammant une CS adulte en une **CS pluripotente induite**.



Limites : modification du patrimoine génétique

Outre les CSE, les CS lambda (généralement quiescentes) ont une localisation **variable** dans l'organisme. Exemple :

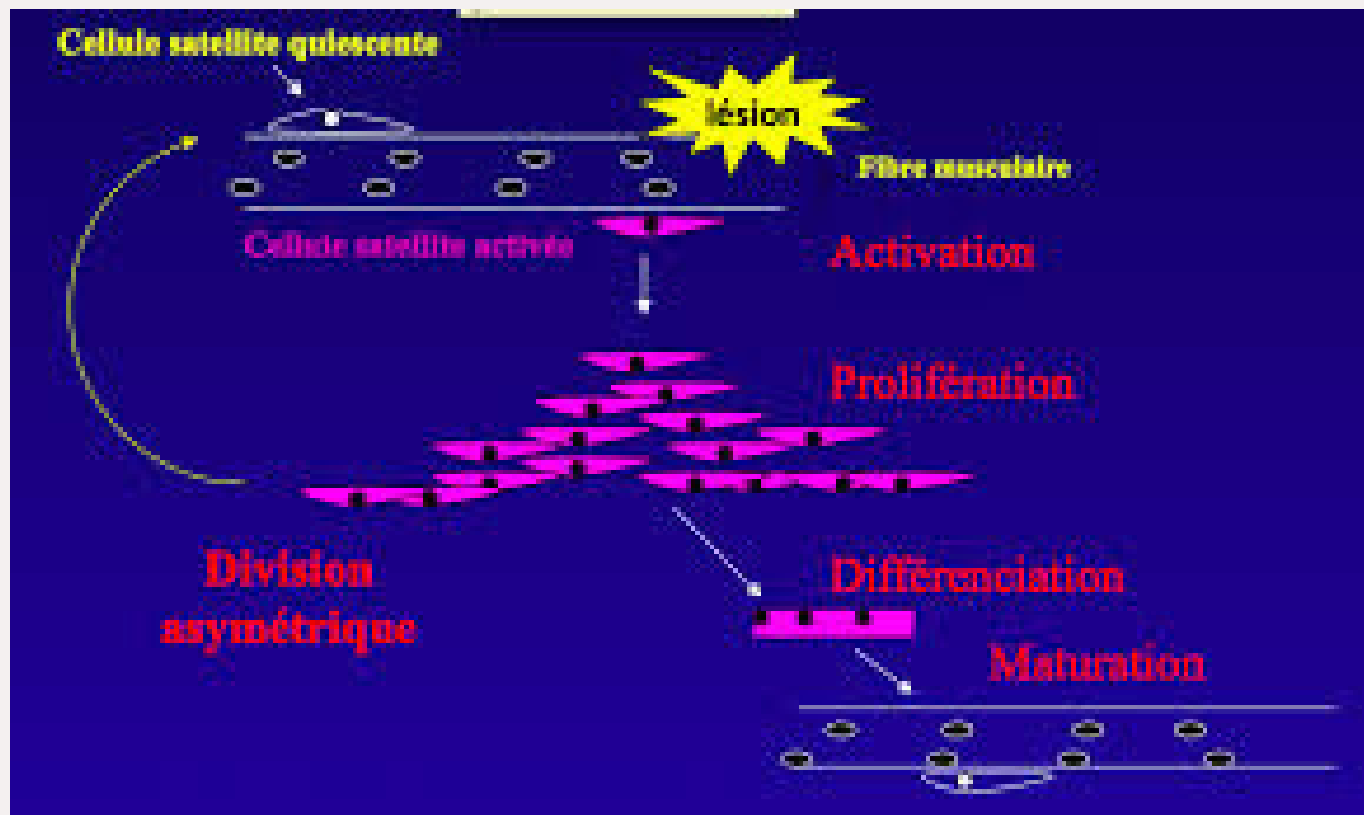
→ Les kératinocytes, au niveau des poils

→ Les entérocytes, au fond de la crypte intestinale

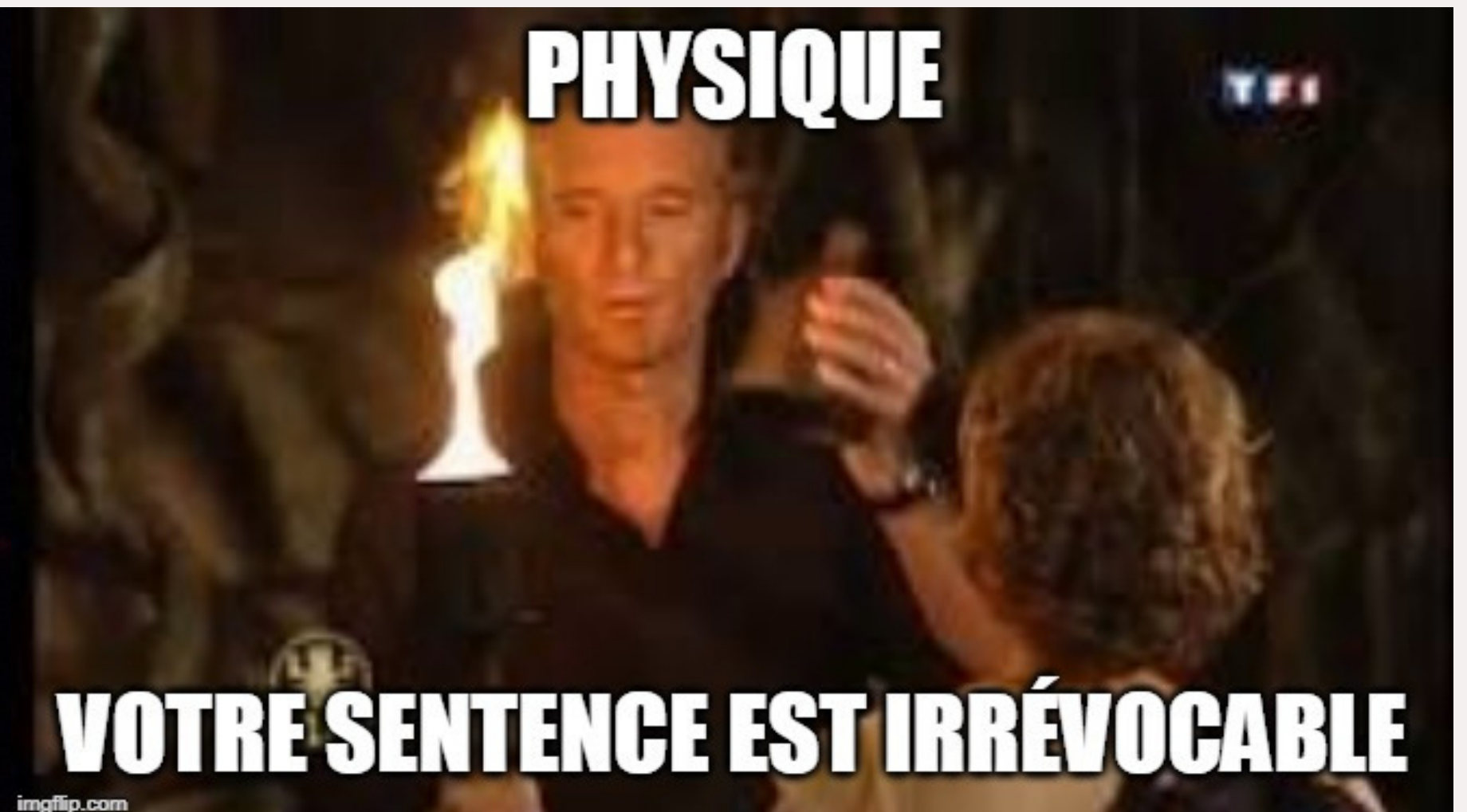
→ Les cellules souches hématopoïétiques, au niveau de la moelle osseuse

En médecine, leur utilisation est avérée pour : les greffes de peau (CS unipotentes), les phénomènes d'arthrose (CS mésenchymateuses)...





Ou encore les CS présent au niveau de nos muscles, qui sont les **cellules satellites** pouvant rester **quiescentes** tout au long de notre vie, jusqu'à l'arrivée d'une lésion.



# C) L'homéostasie



Notion d'équilibre cellulaire



Définie par le physiologiste **Canon** comme " la capacité d'un organisme à restaurer son état originel suite à une perturbation"



Equilibre dynamique



Les cellules sont aussi régulés par l'homéostasie : **homéostasie cellulaire**



Dans **les cancers**, l'homéostasie est souvent **déréglée**, et à l'origine d'un nombre **anormalement élevé de cellule** qui peut être du à :

Des divisions trop nombreuses par rapport aux cas d'apoptose/sénescence.

Des inhibition d'apoptose/sénescence/différenciation, donc les cellules se divisent sans pour autant être éliminés.



**C'ESTTTT**



**TERMINÉÉÉ**