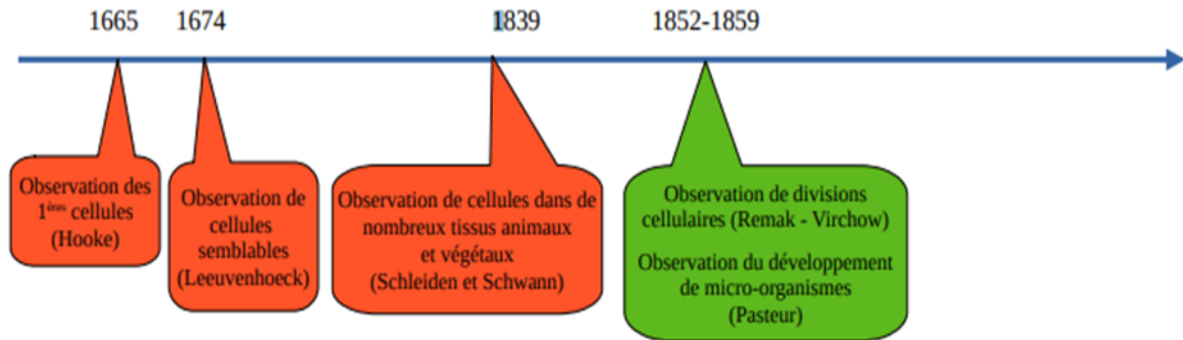


## Chapitre 2

# LES CELLULES, UNITÉS STRUCTURALES, FONCTIONNELLES & HISTORIQUES DU MONDE VIVANT

## 1/ DÉCOUVERTE DES CELLULES (À PARTIR DU XVII È S) ET THÉORIE CELLULAIRE (XIX È S)



La paternité de la découverte descriptive microscopique des cellules est attribuée à l'anglais Robert Hooke dans son livre *Micrographia* de 1665. Il observa du liège (tissu végétal mort) qui lui faisait penser à des chambres de moine semblables à des cellules de monastère d'où le nom *cellula* = cellules.

### La théorie cellulaire repose sur 3 axiomes :

- **tout organisme est constitué d'au moins une cellule (Schwann 1839 et Schleiden)**
- **la cellule est l'unité constitutive fondamentale élémentaire structurale et fonctionnelle du vivant (Virchow)**
- **3<sup>è</sup> axiome : Toute cellule provient d'une autre cellule préexistante (*omnis cellula e cellula*), ce qui réfute la théorie de la génération spontanée du XVIII<sup>è</sup> S, admise, où les cellules apparaîtraient d'un milieu sans cellules. (1855, Robert Remak puis **Rudolf Virchow 1858**). En **1859**, **Pasteur** a donc confirmé la conclusion des deux scientifiques en montrant qu'aucun micro-organisme ne pouvait apparaître dans un milieu de culture stérile et isolé du milieu extérieur. L'hypothèse de la génération spontanée, énoncée initialement par Aristote, était définitivement rejetée**

L'observation diversifiée de types de cellules différentes est aussi l'œuvre du hollandais **Antoni van Leeuwenhoek** (pointe d'aiguille, liège, eau, sperme ...)

Ces 2 artisans de la technique ne sont ni chercheurs biologistes mais ont une contribution historique à l'observation des cellules. Les cellules comme communes à tous les êtres vivants est un argument de l'origine de tous les êtres vivants qui pourrait être la première de la lignée d'où descendent toutes les cellules du vivant à savoir (vu en 2<sup>nd</sup>e) **LUCA (Last Universal Common Ancestor, une bactérie) : c'est un argument de parenté par un caractère dérivé hérité partagé par toutes les cellules depuis LUCA. Toute cellule connue est aussi constituée de cytoplasme, d'information génétique et d'au moins une membrane cellulaire délimitante), ce qui allonge le nombre de caractères dérivés partagés du vivant.**

L'apport technique de la découverte du ME (**Microscope Electronique**) à la fin des années 40 a permis l'observation de **l'ultrastructure cellulaire** (l'intérieur des cellules, notamment eucaryote et de leurs organites, compartiments

intracellulaires délimités par au moins une membrane plasmique et souvent 2 (enveloppe) : noyau, mitochondrie, chloroplaste... **mais aussi des virus, bactéries et champignons et animaux ou végétaux unicellulaires.**

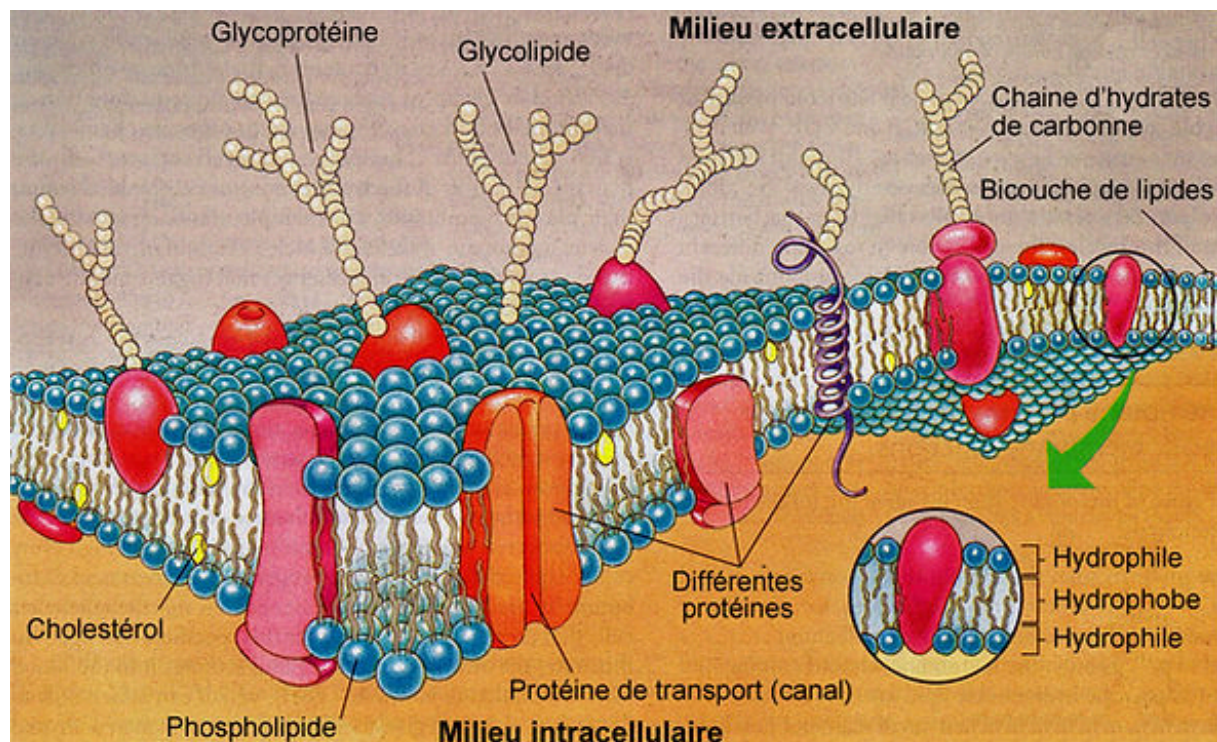
En raison d'une meilleure **résolution (grossissement, zoom, lié à un pouvoir discriminant séparateur de 2 points pour être distingués de plus en plus petit)**. Là où le MO (**M**icroscope **O**ptique) est une méthode facile (temps de mise au point courte des échantillons préparés) d'observation, de cellules vivantes ou mortes et en couleurs.

La MET (Microscopie Electronique à Transmission) permet quant à elle une meilleure résolution que le MO et la MEB (à balayage, cette dernière étant préconisée pour visualiser la 3D donc les reliefs (yeux d'insectes, ...) : elle sert donc à l'observatio ndétaillée de l'ultrastructure.

## 2/ OÙ QUI DIT CELLULE DIT AU MOINS UNE MEMBRANE DÉLIMITANTE. CARACTÈRE DÉRIVÉ PARTAGÉ PAR TOUTES LES CELLULES

**Les propriétés membranaires sont la conséquence des propriétés de ses constituants : une majorité de lipides (les phospholipides et le cholestérol), les protéines, et certains résidus de sucres (glucides) portés par les têtes hydrophiles des lipides ou les protéines côté extracellulaire.**

Les phospholipides possèdent des têtes polaires hydrophiles (qui « aiment » l'eau) et des queues hydrophobes (qui « fuient » l'eau) apolaires : ainsi, en milieu aqueux, ils s'assemblent spontanément en bicouche avec les têtes polaires tournées vers les molécules d'eau et les queues vers l'intérieur. Dans l'interface eau-air, la structure des têtes se dirige vers l'eau et les queues vers l'air. Ces lipides sont dits **amphiphiles (ayant cette double propriété hydrophobicité/hydrophilie)**.



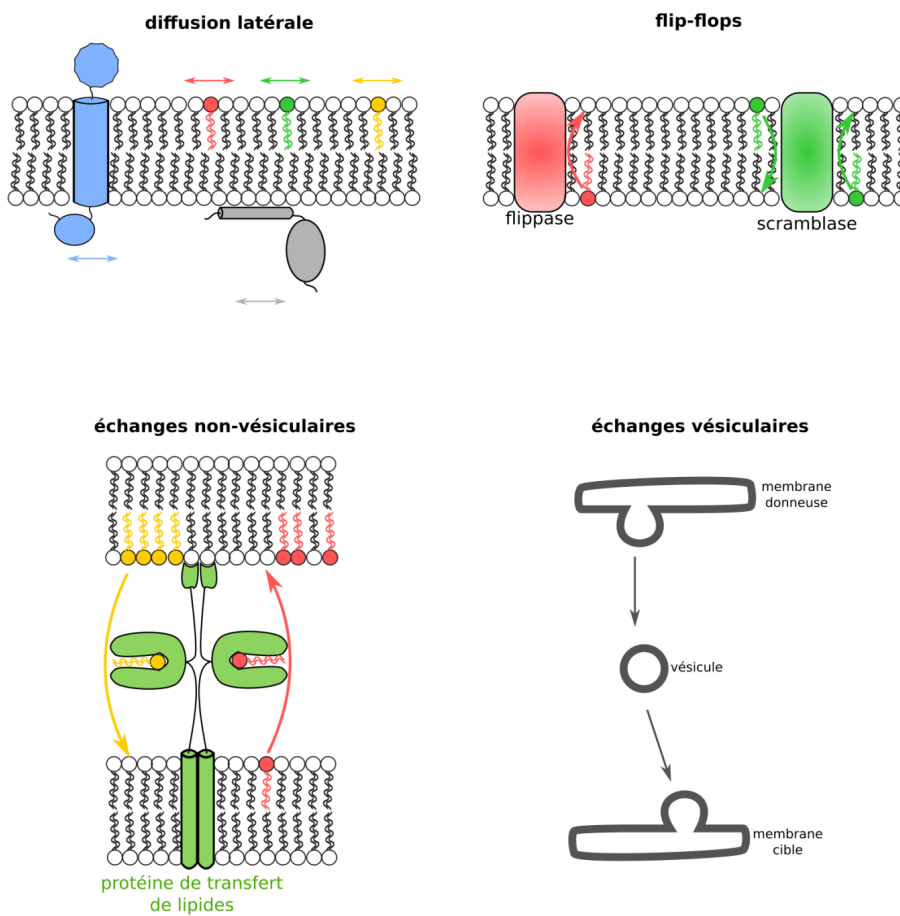
Modèle de la mosaïque fluide de Singer et Nicholson (1972) de la membrane cytoplasmique cellulaire, interface semi-perméable entre milieu extracellulaire et intracellulaire (celle du globule rouge est le modèle)

La microscopie électronique (ME) montre que 2 lignes noires délimitent la membrane plasmique (de 7 nm d'épaisseur) : les têtes denses aux électrons sont les lignes noires et les queues moins denses au niveau des lignes claires. **La propriété d'hydrophobicité des queues rend le passage de l'eau transmembranaire très peu favorable et**

confère une **imperméabilité cellulaire** mais l'existence de protéines comme les canaux transmembranaires appelés aquaporines permettant le passage facilité de l'eau sans contact avec ses queues permet une locale et sélective perméabilité. : ainsi la membrane biologique est elle qualifiée de 1/2 perméable.

L'**amphiphilie** explique la **délimitation entre le milieu intracellulaire et extracellulaire** avec des zones d'échanges via les protéines plus ou moins enchâssées dans cette bicouche de phospholipides : ces protéines transmembranaires s'insèrent dans la bicouche si la partie qui traverse la membrane présente des propriétés lipophiles par ses acides aminés (unités constitutives reliées des longues chaînes de protéines). La partie la moins hydrophobe est enchâssée dans la bicouche : l'enchâssement est prédictible sur la base de la quantification des propriétés plus ou moins hydrophobes des acides aminés de la dite protéine.

Les membranes semi-perméables sont aussi fluides localement (les composants lipidiques peuvent bouger au sein de la membrane) : elles sont en dynamique (flips-flops, radeau lipidiques appelés rafts)



### 3/ CONTRIBUTION À LA THÉORIE CELLULAIRE DES MEMBRANES

La mitochondrie des cellules eucaryotes (organite de la respiration cellulaire, vu en 2<sup>nde</sup>) a 2 membranes délimitantes distinctes de composition proche de celle de bactéries particulières actuelles. L'hypothèse de la théorie de l'endosymbiose bactérienne (théorie endosymbiotique) est de penser que dans le passé nos ancêtres cellulaires ont endocyté (absorbé) une bactérie ancêtre de ses bactéries actuelles et qu'elle a été maintenue, transmise, dupliquée et a évolué dans ses cellules en parallèle jusqu'à devenir un compartiment de nos cellules aptes à la respiration.

Même hypothèse pour les chloroplastes des cellules végétales par exemple.

Lynn Margulis et d'autres ont postulé cette hypothèse avant et autour des années 70 car la composition des phospholipides et protéines de ces bactéries ressemble à celle de ses organites eucaryotes (des cellules à noyau dont les nôtres humaines). De plus, l'information génétique de ces bactéries ressemble à celle plus courte des mitochondries. Les ancêtres de ces bactéries sont donc encore plus bonnes candidates à avoir été endocytées (internalisées) par nos ancêtres cellulaires.

## BILAN

**Interface barrière semi-perméable sélective fluide, la membrane biologique dont le modèle « mosaïque fluide » date de 1972 échange avec son environnement et sa composition dépend du type cellulaire. Elle contient surtout des lipides, quelques protéines extrinsèques, intrinsèques et/ou transmembranaires (enchâssées dans la membrane) et des sucres. Ces composés membranaires aux proportions et rôles divers expliquent les propriétés et fonctions cellulaires. Ils expliquent aussi la formation des organites et contribuent à la théorie de l'évolution comme argument de caractère dérivé hérité partagé par tout le monde vivant actuel depuis LUCA, une des lignées ancestrales de l'origine cellulaire actuelle il y a plus de 3,5 Ga, avec le cytoplasme et l'information génétique partagés également par toutes les cellules formées depuis. La découverte historique de l'unité cellulaire est quant à elle liée au perfectionnement technique par des artisans du microscope au XVIII<sup>e</sup> à S. L'observation de structures semblables dans de très nombreux organismes a conduit à énoncer le concept général de cellule et à construire la théorie cellulaire au XIX<sup>e</sup> à S. Plus récemment, courant XX<sup>e</sup> à S, l'invention du microscope électronique (ME) a permis l'exploration de l'intérieur de la cellule et la compréhension du lien entre échelle moléculaire et cellulaire. La cellule est un espace séparé de l'extérieur par au moins une membrane cytoplasmique. Cette membrane est constituée d'une bicouche lipidique et de protéines. La structure membranaire est stabilisée par le caractère hydrophile ou lipophile de certaines parties des molécules constitutives.**

