

BIO 111

ORGANISATION STRUCTURALE ET FONCTIONNELLE DE LA CELLULE ANIMALE EUCARYOTE

Bibliographie

| | Titre | Auteur(s) | Editeur |
|---|-----------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|
| 1 | Molecular biology of The Cell : | Bruce Alberts | Garland publishing Inc; New York & London |
| 2 | Biologie et Physiologie cellulaires, Tomes 14 | A. Berkaloff | Hermann, Paris |
| 3 | Abrégés-Biologie cellulaire | M. Maillet | Masson; Paris, Milan, Barcelone |
| 4 | Abrégés- Physiologie cellulaire | M. Rieutort | Masson; Paris, Milan, Barcelone |
| 5 | Integrated principles of Zoology | C. P. Hickman Jr | Times Mirror/Mosby College; Sont-Louis, Toronto |
| 6 | BIOLOGY Laboratory manual | Sylvia S. Mader | WCB McGraw-Hill |

1- INTRODUCTION

1-1 La cellule, unité de vie

Les organismes animaux ou végétaux sont des ensembles complexes constitués de plusieurs parties agencées entre elles pour accomplir les fonctions vitales telles que la croissance, la nutrition ou la reproduction. L'écologie permet d'étudier les relations des êtres vivants entre eux et avec leur milieu. Un organisme tel que le nôtre est constitué de plusieurs organes spécialisés chacun dans une fonction qui contribue à la vie de l'ensemble (Exemple : Appareil digestif, Langue, Estomac, Foie, Pancréas etc...). L'anatomie permet d'étudier la disposition, la forme et la structure des organes. Chaque organe est à son tour constitué d'un assemblage de minuscules compartiments délimités chacun par une membrane entourant une suspension aqueuse de macromolécules. Ces compartiments sont des **cellules**.

La cellule (du grec **Kutos**) est l'unité biologique de base de tout organisme (des points de vue structural et fonctionnel). La cellule (et aucune

autre unité plus petite) est donc en mesure de remplir toutes les fonctions d'un organisme vivant.

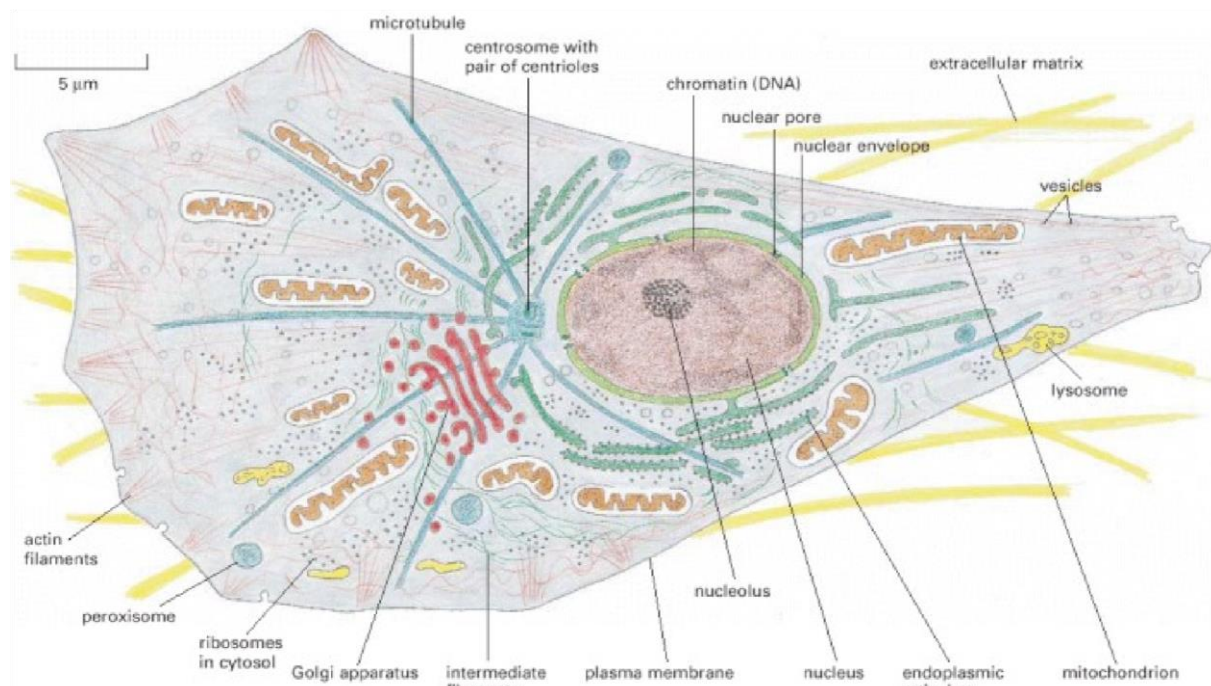


FIGURE 1: STRUCTURE D'UNE CELLULE ANIMALE

1-2 Techniques d'étude des cellules

Des microscopes optiques de bonne qualité furent disponibles dès le début du 19^{ème} siècle. Matthias Schleiden : botaniste allemand annonçait en 1838 que toutes les plantes sont constituées de cellules. En 1839, **Theodor Schwann** décrit les cellules animales comme semblables aux cellules végétales. C'est ainsi que naquit la **cytologie** avec la "cell doctrine" de Schleiden & Schwann qui stipule que toutes les plantes et les tissus animaux sont des agrégats de cellules individuelles.

L'organisme humain compte environ 10^{18} cellules (= un trillion). La cellule animale typique mesure 10 à 20µm de diamètre (environ 5 fois plus petite que la plus petite particule visible). En général, la taille d'une cellule varie de 0,2µm à 100µm.

La **cytologie** est la partie de la biologie qui étudie la structure et les fonctions de la cellule (= biologie cellulaire).

1.2.1 Microscopie

Le microscope optique permet d'observer les cellules qui sont généralement des corpuscules incolores et translucides. L'unité de mesure communément utilisée en microscopie est le micron ou le micromètre = 10^{-6} m, le nanomètre $1 \text{ nm} = 10^{-9}$ m = 10 Angström.

Après fixation d'un réactif sur une structure cellulaire donnée, une coloration spécifique est obtenue, facilitant ainsi l'observation. La cellule se présente comme constituée d'un noyau, et d'un cytoplasme enveloppés d'une membrane.

Dans le cytoplasme, baignent des éléments appelés organites ou organelles (le 1^{er} organite décrit fut l'appareil de Golgi, par Golgi en 1898 grâce à une coloration des cellules au nitrate d'argent).

1.2.2 Fractionnement cellulaire et centrifugation différentielle

Les organites peuvent être étudiés après un tri par la technique de **fractionnement cellulaire (FC)**. Pour l'obtention de fractions pures d'organites, la **centrifugation différentielle** est effectuée contre un gradient (variation progressivement décroissante à partir d'un point maximal, de la concentration d'une substance dans un biotope, un organisme ou une cellule. ici Max= fond du tube). Plus tard au milieu du XX^{ème} siècle, le microscope électronique permit de décrire de façon plus précise les organites.

En microscopie électronique, la coloration consiste en la fixation d'un métal lourd opaque aux électrons (Exemple **tetroxyde d'osmium OsO₄**) sur certaines molécules de la cellule. Les électrons sont ainsi arrêtés par les structures cellulaires ayant fixé l'osmium (structures osmiophiles). L'image obtenue sur l'écran est en définitive celle des atomes de métal absorbés. (Exemple : grains **osmiophiles** des mitochondries).

Avec les progrès plus récents des méthodes biophysiques et biochimiques, il est possible d'étudier les mécanismes biologiques en fonction des structures et des interactions des constituants moléculaires de la cellule. C'est le domaine de la biologie moléculaire.

Pour les techniques d'autoradiographie, des isotopes radioactifs sont absorbés par des molécules de la cellule. Le rayonnement émis par ces éléments radioactifs peut être suivi, permettant ainsi leur localisation.

Chaque cellule est une entité vivante constituée d'un matériel génétique sous forme **d'acide désoxyribonucléique (ADN ou DNA) et d'acide ribonucléique (ARN)** qui peuvent être extraits et étudiés.

1.3 – CATEGORISATION DES SYSTEMES BIOLOGIQUES

L'ensemble des systèmes biologiques peut se diviser en deux catégories:

1.3.1 – Les virus

Ils ne sont pas des cellules au vrai sens du terme car ils ne possèdent que le matériel génétique (acaryotes). De ce fait, ils n'ont pas un métabolisme propre et dépendent obligatoirement d'une cellule qu'ils utilisent pour la fabrication de leur matériel génétique.

1.3.2 – Les organismes cellulaires

Les organismes cellulaires peuvent être constitués d'une seule cellule. Ils sont alors dits unicellulaires. Exemple: bactéries, amibes, plasmodies. Ils vivent alors isolés ou en colonies.

Les organismes pluricellulaires sont constitués de plusieurs cellules spécialisées fonctionnant de façon cohérente. Ils se divisent en 2 groupes:

1.3.2.1 – **Les organismes cellulaires procaryotes (bactéries)**

Ce sont des unicellulaires caractérisés essentiellement par l'absence d'une enveloppe nucléaire. Le matériel génétique est représenté par un seul chromosome qui baigne dans le cytoplasme.

1.3.2.2 - Les organismes cellulaires eucaryotes

Ce sont, contrairement aux procaryotes, des organismes chez lesquels le nucléoplasme est bien défini et séparé du cytoplasme par une membrane nucléaire double. Les eucaryotes regroupent deux grands ensembles:

- a. Les **protozoaires** constitués d'une seule cellule isolée (amibes, paramécies, plasmodies) ou associés dans un agrégat appelé colonie (Gonium, volvox).
- b. Les **métazoaires** dont les cellules sont groupés en tissus (conjonctifs, épithéliaux, musculaires, nerveux, de soutien [osseux, cartilagineux]).

| Caractéristiques | Cellule procaryote | Cellule eucaryote |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Taille | Généralement petite (1-10µm) | Généralement grande (10-100µm) |
| Système génétique | DNA avec quelques protéines nonhistones; simple, chromosome circulaire dans les nucléoïdes Nucléoïde non rattaché à la membrane | DNA complexe avec des protéines histones et protéines non-histones dans un noyau entouré d'une membrane nucléaire |
| Division cellulaire | Directe par fission binaire ou bourgeonnement Pas de mitose | Certaines formes de mitose, Centrioles présents chez la +part fuseau mitotique présent |
| Système reproducteur | Généralement absent ou très modifié | Présent chez la plupart des partenaires mâle et femelle |
| Nutrition | Absorption pour la plupart et photosynthèse chez d'autres | Absorption, ingestion, photosynthèse chez certains |
| Métabolisme énergétique | Pas de mitochondries, enzymes oxydatives liées à la membrane cellulaire et non enveloppées séparément | Mitochondrie présente avec enzymes oxydatives empaquetées à l'intérieur. |
| Mouvements intracellulaires | Aucun | Phagocytose, pinocytose |

1.4 – LES NIVEAUX D'ORGANISATION

Les niveaux d'organisation du corps humain sont, du plus simple au plus complexe : chimique, cellulaire, tissulaire, organique, systémique et enfin le niveau de l'organisme.

Chaque niveau représente l'association d'unités du niveau inférieur. Les niveaux chimique (atome, molécules, composés) et cellulaire sont les niveaux de base.

Un **tissu** est un groupe de cellules semblables qui assurent la même fonction spécialisée.

Un **organe** est composé de plusieurs types de tissus qui assurent, de façon coordonnée, une fonction déterminée.

Un **système** est composé de 2 organes ou plus et de tissus, qui constituent une unité assurant la même fonction ou un ensemble de fonctions. Les systèmes du corps sont : musculaire, squelettique, endocrinien, nerveux, digestif, respiratoire, circulatoire, lymphatique, urinaire, tégumentaire, reproducteur ou génital.

Levels of Organization

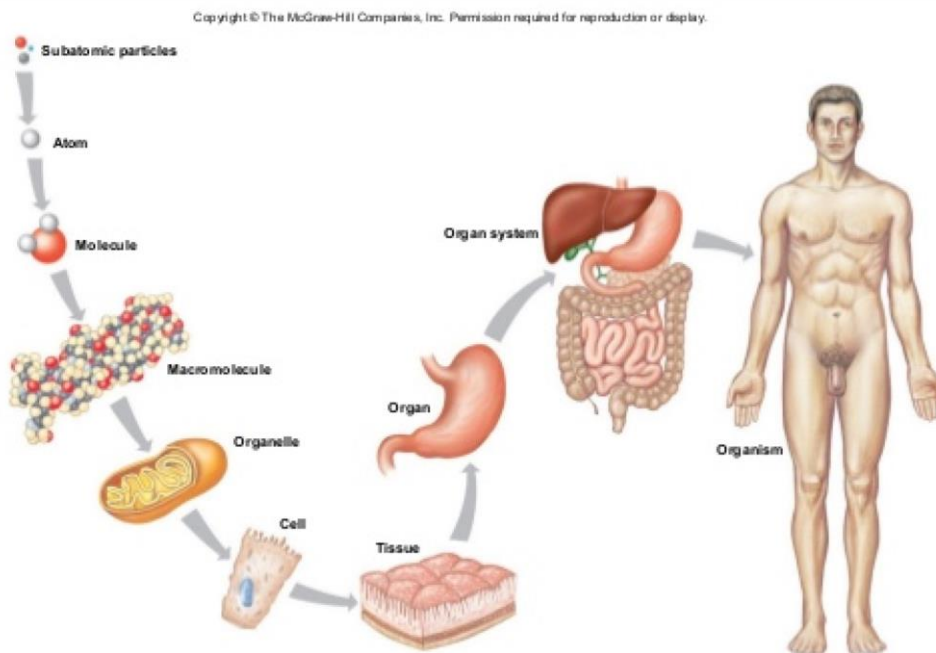


FIGURE 2 : NIVEAUX D'ORGANISATION

1.5 – ETUDE STRUCTURALE ET FONCTIONNELLE DES CONSTITUANTS DE LA CELLULE ANIMALE EUCARYOTE

Les organites classiques qui constituent toutes les cellules eucaryotes animales sauf quelques rares exceptions (hématies) sont les suivants:

| | Organites | Fonctions principales |
|----|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Membrane cellulaire | protection, communication, transport des substances |
| 2 | Appareil de Golgi | changements post-traductionnel terminaux, emballage, transport |
| 3 | Réticulum endoplasmique granulaire | synthèse et ségrégation des protéines, transport |
| 4 | Réticulum endoplasmique lisse | détoxification, synthèse des stéroïdes |
| 5 | Mitochondries | synthèse d'ATP et des stéroïdes Transformation d'énergie |
| 6 | Enveloppe nucléaire | séparation de la chromatine du cytoplasmique |
| 7 | Nucléole | synthèse de rRNA |
| 8 | Lysosomes | digestion intracellulaire |
| 9 | Peroxisomes | synthèse + dégradation du peroxyde d'Hydrogène (H ₂ O ₂) |
| 10 | gouttelettes lipidiques | stockage des réserves |
| 11 | Grains de sécrétion | stockage des produits de sécrétion |
| 12 | Centrioles | centre de polymérisation des microtubules |

1.5.1 Le **noyau** est le site des synthèses d'ADN. Il porte l'information génétique de la cellule

1.5.2 Le **cytoplasme** est le terme qui regroupe dans la cellule eucaryote, tous les compartiments cellulaires à l'exception du noyau. Le cytoplasme comprend:

1.5.2.1 Le **cytosol**: (= hydroplasma = hyaloplasma) est la partie visqueuse où baignent les organites limités par une membrane. (1/2 du volume total de la cellule)

1.5.2.2 Le cytosquelette composé de microtubules, de microfilaments et de filaments intermédiaires est responsable du maintien de la forme et des mouvements cellulaires

1.5.2.1 Autres constituants

Dans le cytoplasme, baignent également des ARN (acide ribonucléique), des protéines de structure, des enzymes et des inclusions lipidiques.

2 - LA MEMBRANE PLASMIQUE

La membrane plasmique ou plasmalemme ou membrane cytoplasmique est une des membranes cellulaires. La membrane cellulaire est une structure existant à de nombreux niveaux dans la cellule.

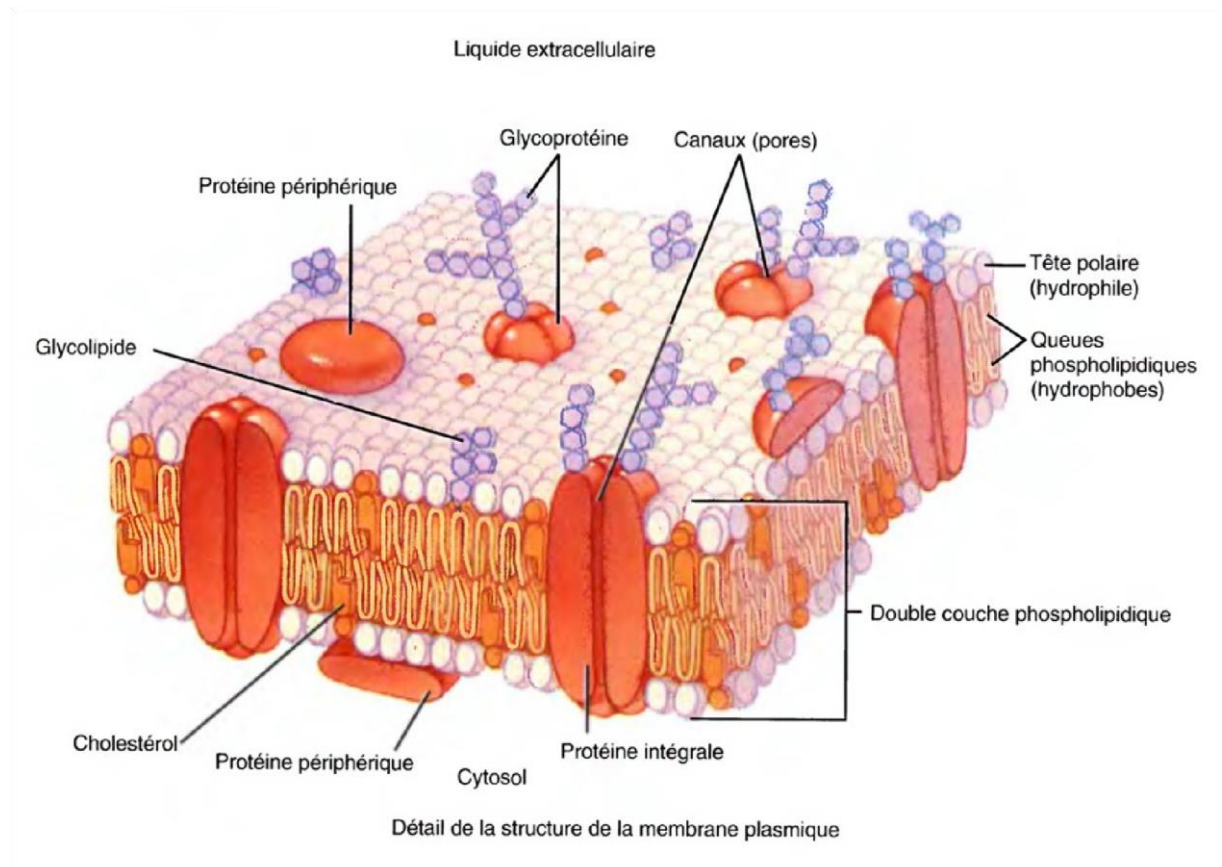


FIGURE 3: LA MEMBRANE PLASMIQUE

Les membranes des organites intracellulaires, Mitochondrie, Réticulum Endoplasmique Lisse, Réticulum Endoplasmique Granulaire, Enveloppe nucléaire, Appareil de Golgi, Lysosomes et vacuoles sont des membranes cellulaires.

2.1. COMPOSITION CHIMIQUE ET STRUCTURE

Toutes les membranes biologiques (membrane plasmique et membranes internes des cellules eucaryotes) sont formées de lipides et de protéines associés ou non aux polysaccharides. En microscopie électronique, elle se présente sous la forme de 2 lames sombres osmiophiles de 2nm chacune encadrant une lame claire de 3,5 nm environ.

Elles sont considérées comme une mosaïque fluide, une variété de protéines globulaires étant suspendues et mobiles dans une bicouche de lipides insaturés. C'est le modèle de SINGER ET NICHOLSON.

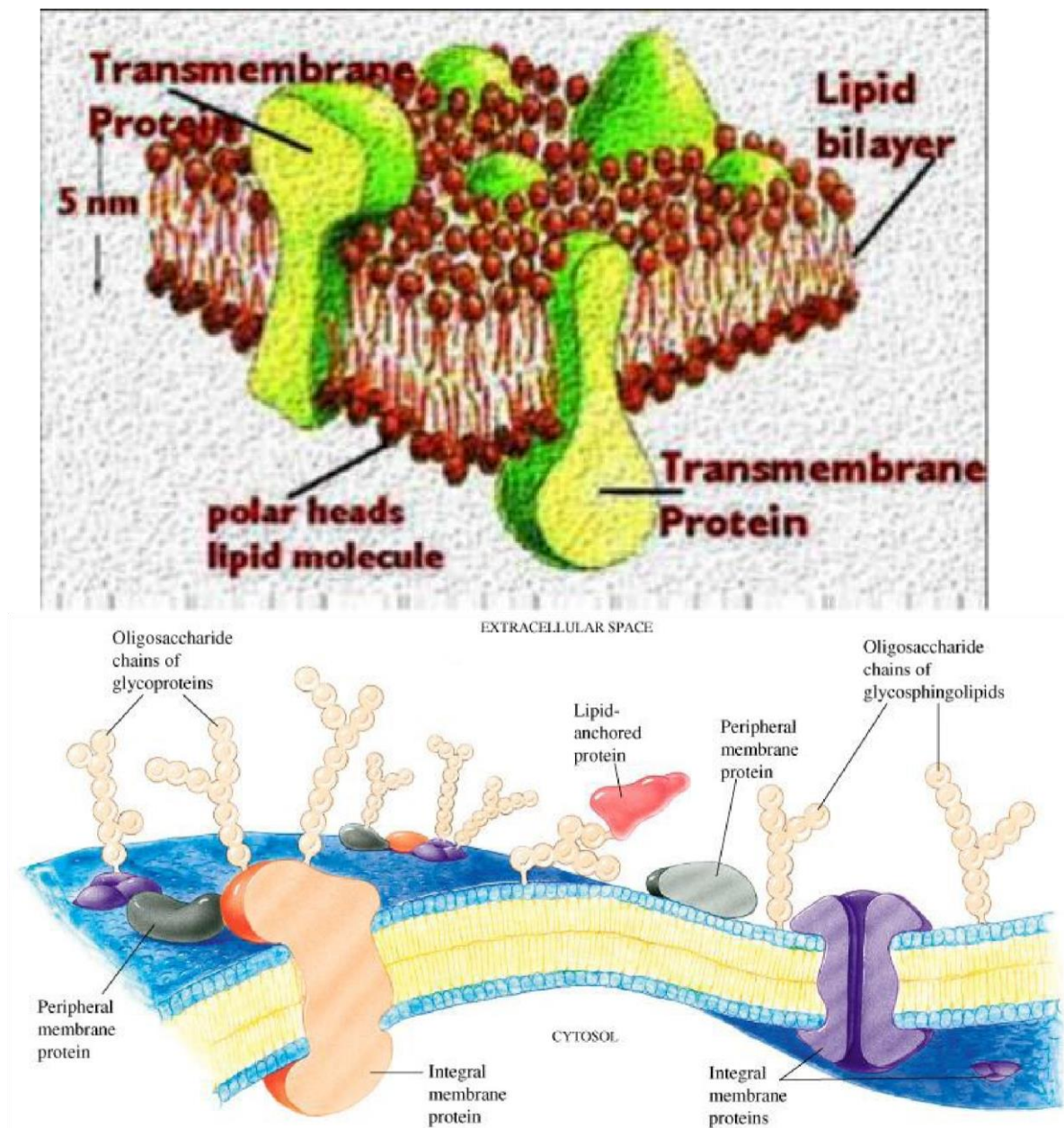


FIGURE 4 : MODELE DE LA MOSAÏQUE FLUIDE DE SINGER ET NICHOLSON