

# Thème 1 : Une longue histoire de la matière

## Chapitre III

### Une structure complexe : la cellule vivante

#### III- Un modèle moléculaire, la membrane plasmique

**Problème :** Comment s'est construit le modèle actuel de la membrane plasmique ?

1ES T1 CIII III

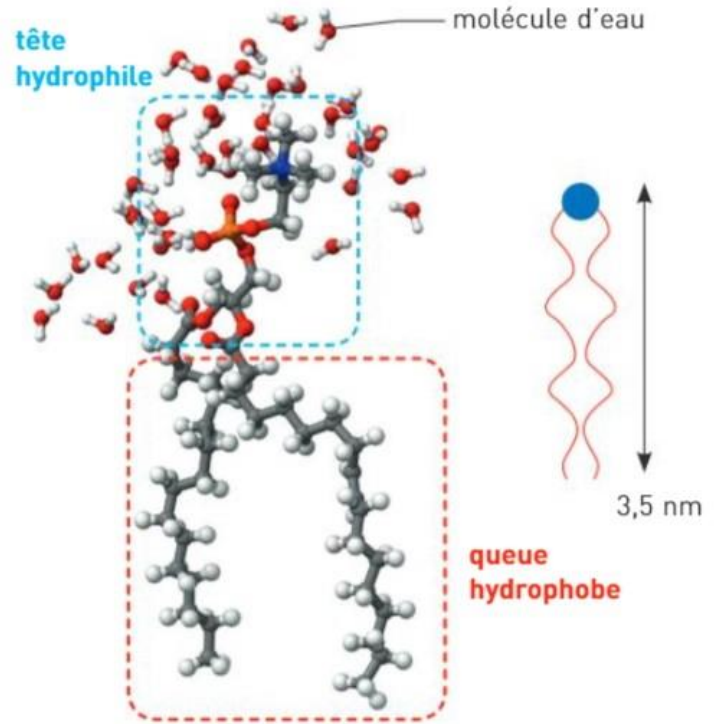
#### La membrane plasmique

Au XIX<sup>e</sup> siècle, on savait déjà qu'il existait des similitudes entre les membranes cellulaires et les lipides, tels que ceux présents dans l'huile d'olive.

Les lipides qui constituent la membrane plasmique sont essentiellement des phospholipides . Ils sont formés d'une « tête » hydrophile, et de deux acides gras formant une « queue » hydrophobe (a).

La tête hydrophile établit avec les molécules d'eau des liaisons électrostatiques , ce qui les attire, alors que la queue hydrophobe a tendance à les repousser.

En 1925, Gorter et Grendel dissolvent dans l'acétone les lipides de globules rouges. Dans ces cellules la seule source de lipides est membranaire, car elles sont pratiquement dépourvues d'organites. Ces lipides dissous sont étalés sur de l'eau. La surface de la couche de lipides ainsi formée est alors mesurée et comparée à la surface totale des globules rouges utilisés pour l'expérience (b) :



**a** Modèle moléculaire d'un phospholipide et interaction avec quelques molécules d'eau. Représentation simplifiée à droite.

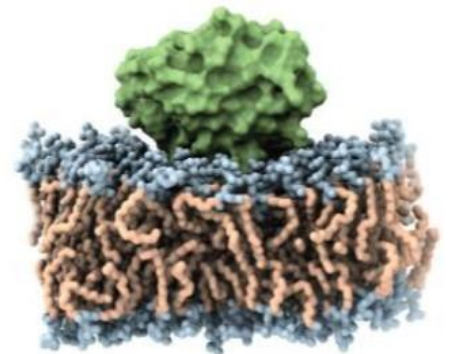
Volume de sang utilisé (en mL)	Nombre de globules rouges par mL de sang	Surface d'un globule rouge (en $\mu\text{m}^2$ )	Surface de lipides mesurée dans la cuve (en $\text{m}^2$ )
1	$4,74 \times 10^9$	99,4	0,89

**b** Résultats de l'expérience de Gorter et Grendel.

#### Doc 1 : Une membrane de nature lipidique

On peut préciser la composition de la membrane plasmique à partir d'une analyse chimique de la membrane des globules rouges. On constate alors qu'elle ne contient en fait que 48 % de lipides. Le reste est composé de protéines, parfois associées à des glucides (glycoprotéines). Ces observations ont conduit Danielli et Davson (1935) à proposer un nouveau modèle de membrane plasmique, dans lequel des protéines attachées les unes aux autres sont présentes sur les deux faces de la membrane.

De nombreuses protéines de la membrane plasmique ont depuis été étudiées. On connaît de mieux en mieux leurs structures tridimensionnelles (image ci-contre), leurs compositions chimiques, leurs propriétés (comme l'hydrophilie ou l'hydrophobie) et leurs rôles biologiques, qui se révèlent très diversifiés.



**■** Modèle moléculaire d'un exemple de protéine membranaire, la sérine protéase.

#### Doc 2 : La membrane comporte des protéines

Au milieu du xx<sup>e</sup> siècle, les observations de microscopie électronique à transmission précisent les modèles précédents.

En 1972, Singer et Nicholson ont l'idée de comparer la surface de vésicules lipidiques artificielles et celles de la surface de véritables cellules .

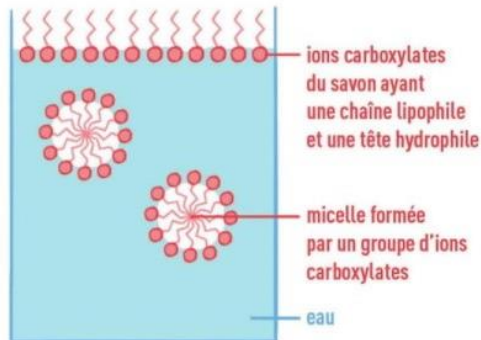
Grâce à leurs observations réalisées au microscope électronique à balayage, ils proposent alors un nouveau modèle, dans lequel les protéines sont dispersées et insérées dans la membrane plasmique.

Certaines protéines traverseraient la membrane, alors que d'autres y sont simplement incluses, d'un côté ou de l'autre.

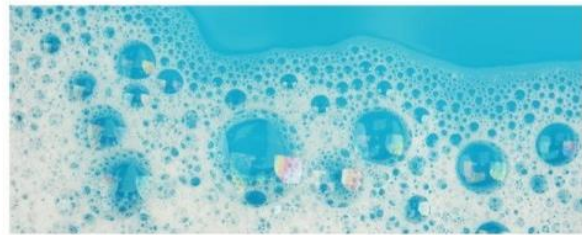
### Doc 3 : Les apports de la microscopie électronique

#### **Expérimenter : comprendre le comportement des phospholipides en milieu aqueux.**

Un être vivant est essentiellement constitué d'eau : chaque côté de la membrane plasmique est en contact avec un milieu aqueux. On cherche à comprendre comment les phospholipides de la membrane sont capables de former une frontière entre deux milieux (intra et extracellulaires) constitués essentiellement d'eau. On utilise pour cela un modèle employant du savon, composé d'ions au comportement identique à celui des phospholipides.



Mélangés à l'eau, les ions du savon adoptent spontanément plusieurs conformations : ils forment un film savonneux à l'interface air-eau, ou des sphères.



#### **Doc 4 : Un modèle analogique, le savon**

#### **Questions :**

**1) Proposer un modèle de la membrane plasmique en vous appuyant sur les données expérimentales de Gorter et Grendel (des calculs sont attendus ainsi que des phrases d'explications).**

Réaliser alors un schéma de la membrane, au crayon gris, en prenant comme base la représentation simplifiée d'un phospholipide du document 1 (si besoin, vous aider du document 4) en gardant en tête que la membrane plasmique est face à un cytoplasme et un milieu extracellulaire composés majoritairement d'eau

Aide :  $1\text{m}^2 = 1\,000\,000\,000\,000\,000\,\mu\text{m}^2$   
 $1\,\mu\text{m}^2 = 1 \times 10^{-12}\text{m}^2$

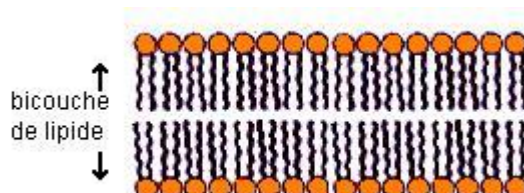
#### **Calculs :**

Surface externe des GR de l'échantillon :  
 $4.74 \times 10^9 \times 99.4 = 471\,156\,000\,000\,\mu\text{m}^2$

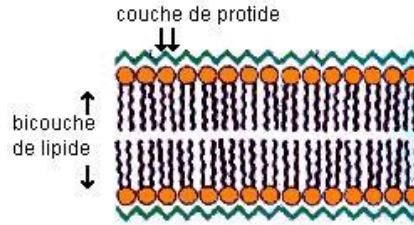
Surface de lipide dans la cuve :  
 $0.89\text{m}^2 = 890\,000\,000\,000\,\mu\text{m}^2$

Il y a donc deux fois plus de surface de lipide dans la cuve que de surface de GR.

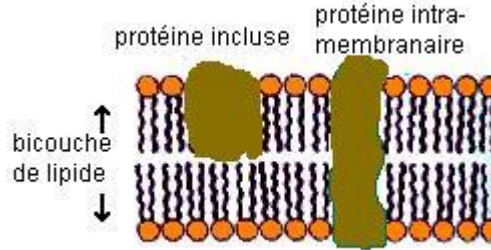
On peut supposer que la membrane est donc faite de deux couches de phospholipides.



2) Compléter votre modèle à l'aide des données de Danielli et Davson.



3) Représenter le modèle actuel de la membrane en vous appuyant sur les idées de Singer et Nicholson.



### Conclusion :

La **membrane plasmique** sépare le cytoplasme de la cellule du milieu extracellulaire. Elle est constituée de **lipides**, majoritairement des **phospholipides**, et de **protéines**. Les phospholipides sont des molécules possédant une partie **hydrophile** et une partie **hydrophobe** (= lipophile). En milieu hydraté (avec de l'eau), elles s'assemblent spontanément et une bicouche lipidique stable, en regroupant leur partie lipophiles au cœur de la bicouche. Des travaux et observations ont permis sa modélisation.

