

L'ESSENTIEL SUR LA MEMBRANE PLASMIQUE

Description

La membrane plasmique délimitant chaque cellule est composée de deux catégories de molécules : les lipides et les protéines. On cherche à montrer comment ces deux types de molécules s'organisent au sein de la membrane afin de former une structure stable entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire.

Mots-clés

Cellule, membrane plasmique, lipides, protéines, hydrophile, lipophile.

Références au programme

Thème 1 : Une longue histoire de la matière

1.3- Une structure complexe : la cellule vivante

Savoirs

La cellule est un espace séparé de l'extérieur par une membrane plasmique.

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.

Savoir-faire

Relier l'échelle de la cellule et celle de la molécule (exemple de la membrane plasmique).

Schématiser la membrane plasmique à partir de molécules dont les parties hydrophile/lipophile sont identifiées.

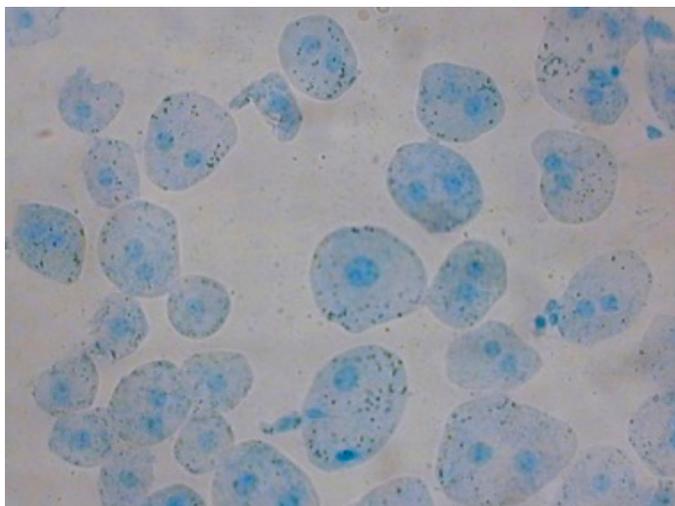
Introduction

La cellule est l'unité structurale et fonctionnelle de tous les êtres vivants. Les bactéries (archéobactéries et eubactéries), les végétaux, les animaux et les champignons possèdent tous des cellules limitées par une membrane plasmique. Cette membrane correspond à une séparation entre l'intérieur de la cellule et son environnement. Il existe des membranes cellulaires autres que la membrane plasmique, ce sont les membranes des organites cellulaires (les mitochondries dont la fonction est la respiration cellulaire, les chloroplastes dont la fonction est la photosynthèse dans les cellules chlorophylliennes ou encore le noyau des cellules eucaryotes entouré d'une membrane nucléaire). L'origine des organites (plastides et mitochondries) seraient d'anciennes cellules bactériennes qui auraient été incorporées par des cellules eucaryotes primitives (voir « pour aller plus loin »).

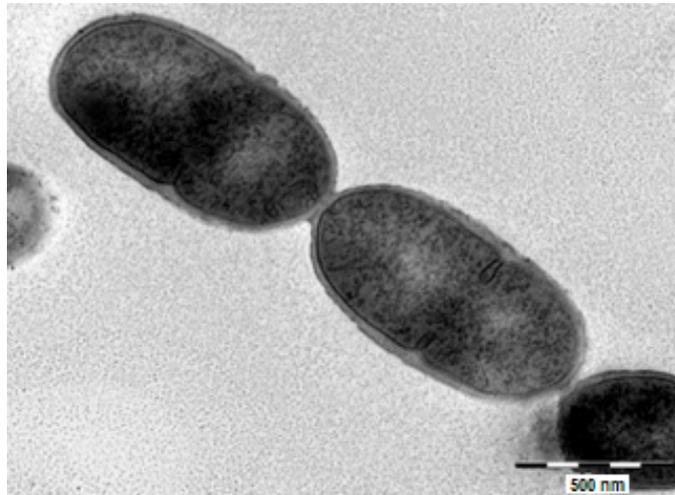
Les techniques de microscopie ont permis l'observation directe des structures cellulaires comme la membrane plasmique : la microscopie optique, la microscopie électronique à transmission (MET) et la microscopie électronique à balayage (MEB). La technique de cryofracture permet d'observer au microscope électronique à balayage une coupe cellulaire à partir d'un échantillon congelé. Cette technique donne ainsi accès à l'intérieur de la membrane plasmique.

Quelques photographies issues de différentes techniques de microscopie et montrant à la fois la diversité et l'unité cellulaire du vivant :

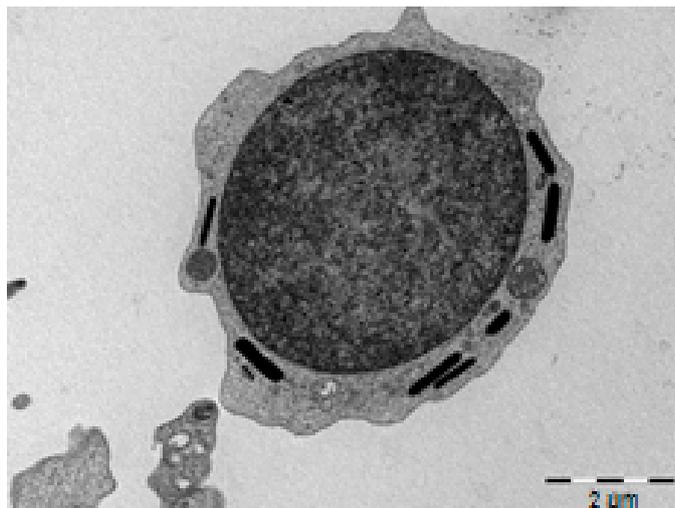
Cellules de foie de lapin observées au microscope optique (x400, après coloration au bleu de méthylène)



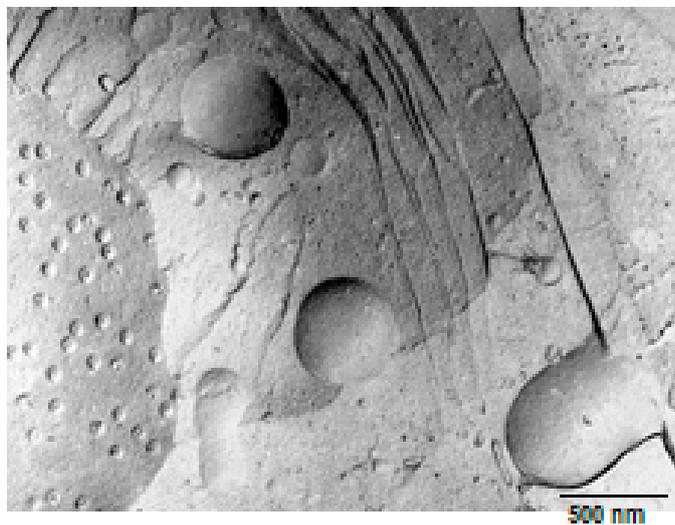
Source : snv.jussieu.fr

Bactérie observée en MET

Source : scm.univ-lorraine.fr

Cellule sanguine observée au MET

Source : scm.univ-lorraine.fr

Cellule de racine de pois observée en MEB après cryofracture

Source : planet-vie.ens.fr

Retrouvez éduscol sur



Fonctions de la membrane

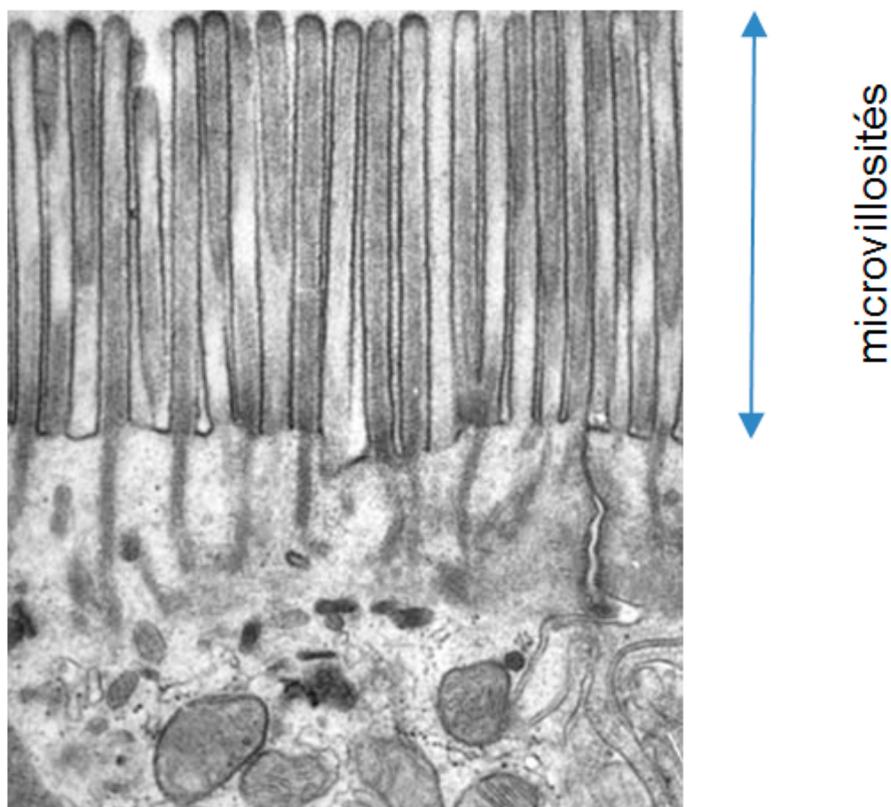
La membrane plasmique a pour rôle essentiel de séparer le contenu cellulaire de l'extérieur, tout en maintenant des échanges et des communications, de façon contrôlée.

La membrane plasmique permet le passage de certaines substances chimiques tout en assurant la stabilité de la composition du milieu intracellulaire. Elle autorise ou non le passage de certaines molécules et ions et en contrôle les flux entrants et sortants.

Les passages à travers la membrane se font soit par diffusion passive soit par transport actif (qui nécessite un transporteur protéique et de l'énergie). La membrane plasmique participe aussi à la reconnaissance de signaux et de molécules comme les neurotransmetteurs ou des hormones provenant du milieu extracellulaire, par le biais de récepteurs moléculaires spécifiques qu'elle contient.

Les membranes plasmiques peuvent présenter des différenciations selon la fonction de la cellule. Le pôle apical des cellules peut présenter des microvillosités (bordures en brosses) qui permettent d'augmenter la surface d'échanges (cas des cellules épithéliales intestinales pour augmenter la surface d'absorption intestinale par exemple). D'autres cellules peuvent présenter sur le pôle basal des replis membranaires (intra-digitations), c'est le cas par exemple de cellules épithéliales rénales pour des échanges d'eau et de solutés.

Cellules épithéliales du duodénum (MET) : vue du pôle apical



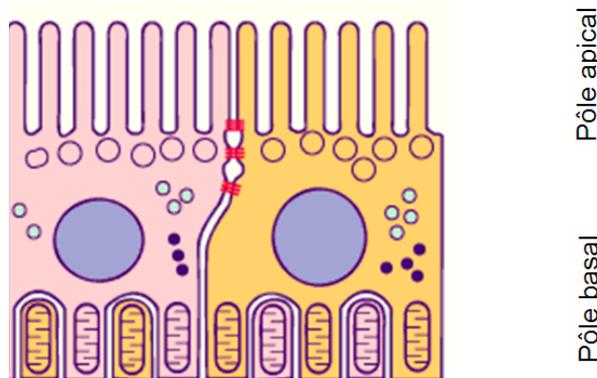
Les microvillosités ont la même hauteur (environ 0.5 - 1 μm) et un diamètre de 800 à 1000 \AA . Il y a environ 200 à 300 microvillosités sur chaque entérocyte.

Source : [médecine Sorbonne Université](#)

Retrouvez éduscol sur



Cellules épithéliales rénales (schéma)



La membrane plasmique du pôle basal de certaines cellules s'invagine en formant plusieurs cavités occupées par des prolongements de cellules voisines. C'est le cas des cellules du tube contourné proximal du néphron (rein).

Source : [Département de Médecine, Unité d'Anatomie; Université de Fribourg](#)

Caractéristiques des composants de la membrane plasmique

La membrane plasmique se compose principalement de lipides, particulièrement de phospholipides et de cholestérol, entre lesquels des protéines peuvent s'insérer comme le décrit le modèle de la mosaïque fluide établi en 1972.

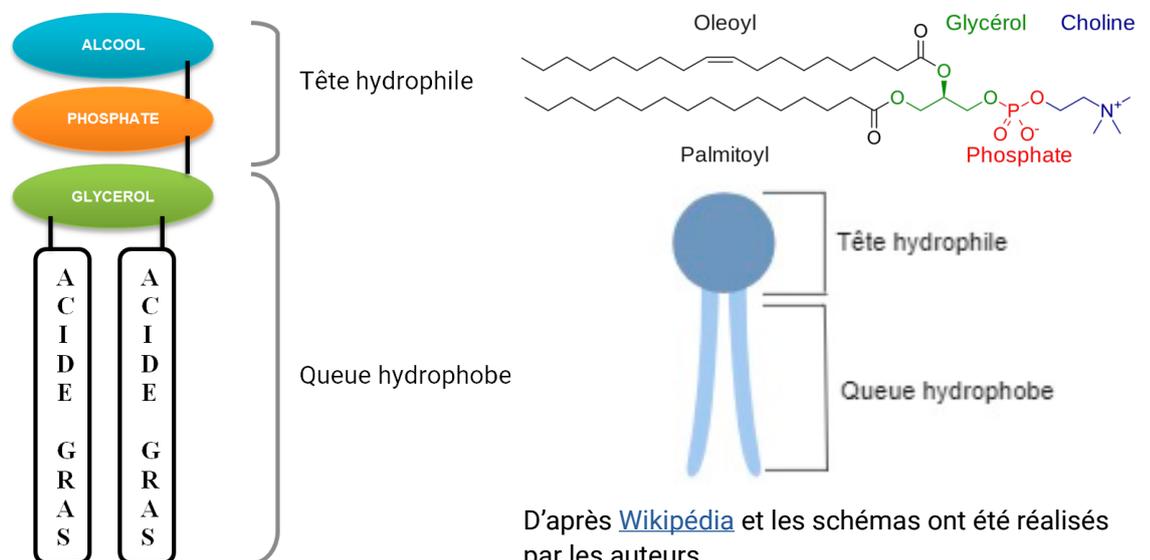
Les lipides

- **Les phospholipides** sont des molécules amphipathiques ou amphiphiles, c'est-à-dire qu'elles manifestent un comportement ambivalent à l'égard de l'eau. En effet leurs queues, formées de glycérol et d'acides gras, sont hydrophobes. Par contre, le groupement phosphate et les molécules qui s'y rattachent forment une tête hydrophile.

Parmi les phospholipides, on trouve une famille de composés appelés « lécithines » ou « phosphatidylcholines », lipides de la classe des phosphoglycérides.

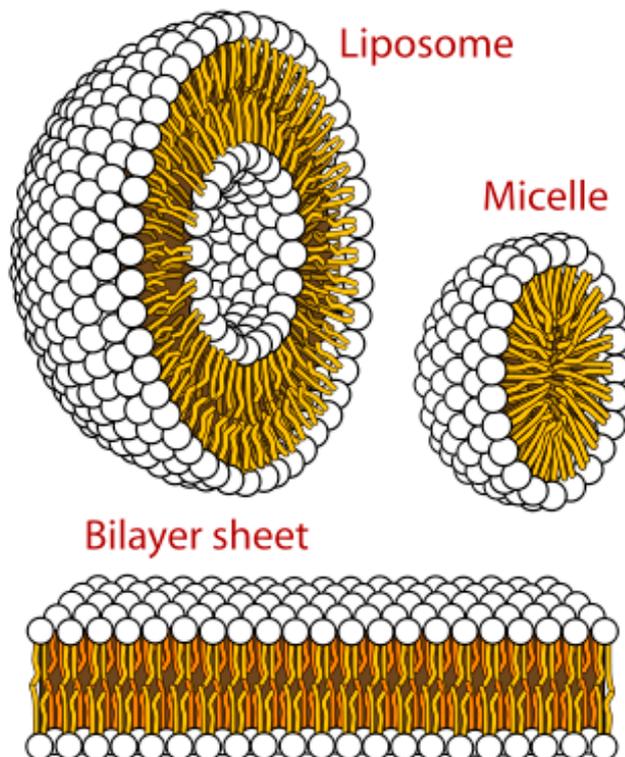
Exemple :

Représentations schématiques de la molécule d'un phosphoglycéride



D'après [Wikipédia](#) et les schémas ont été réalisés par les auteurs

Dans l'eau, les phospholipides s'agglomèrent en cachant leurs parties hydrophobes. Selon la forme des parties hydrophobes, il se forme des micelles ou des liposomes (association en bicouche que l'on retrouve dans la membrane plasmique).



Source : Mariana RUIZ (LadyofHats)

De la même façon, le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire sont deux milieux aqueux. Les phospholipides à la surface d'une cellule vont alors s'organiser en une double couche. Cette double couche de phospholipides forme une frontière entre la cellule et son environnement externe.

- **Le cholestérol** est un lipide de la famille des stérols qui joue un rôle central dans de nombreux processus biochimiques. La molécule de cholestérol est constituée d'un squelette carboné à quatre cycles rigides et plans ayant un groupe hydroxyle – OH qui constitue la partie polaire donc hydrophile de la molécule. Cette caractéristique permet également d'avoir une molécule avec un caractère amphiphile.

Retrouvez éduscol sur



Les protéines

- **Les protéines** possèdent aussi une partie hydrophobe et une autre partie hydrophile. Les protéines membranaires sont dispersées et insérées individuellement dans la bicouche de phospholipides. Selon leur disposition on distingue :
 - **les protéines transmembranaires** qui possèdent deux parties hydrophiles (une à l'extérieur de la cellule et l'autre à l'intérieur) et une partie hydrophobe enchâssée dans la bicouche de phospholipides ;
 - **les protéines extra membranaires** qui sont entièrement situées en dehors de la bicouche lipidique, mais unies par des liaisons faibles à un lipide qui fait partie de la bicouche.

Les protéines membranaires ont des rôles bien spécifiques au sein de la double couche phospholipidique : récepteurs de stimuli chimiques, transporteurs de substances, adhérence cellulaire, activité enzymatique, reconnaissance intercellulaire, et fixation au cytosquelette et à la matrice extracellulaire.

Le type de protéines varie selon le type de cellule et ses fonctions.

Type membranaire	% de protéines dans la membrane	Fonction de la membrane
Membrane plasmique des cellules des gaines de myéline (cellules qui recouvrent les axones des neurones)	18	Isoler
Autres membranes plasmiques	50	Échanges membranaires
Membranes internes des Mitochondries, Chloroplastes	75	Transductions d'énergies

(Stryer, 1992)

Fluidité de la membrane

Le terme de mosaïque fluide est utilisé pour qualifier la membrane plasmique montrant ainsi que ses constituants ne sont pas maintenus ensemble de façon rigide, mais qu'ils sont en mouvement perpétuel. En effet les phospholipides peuvent se mouvoir de différentes manières au sein de la membrane : rotation, diffusion latérale et flip flop (passage d'un feuillet à l'autre). La mobilité latérale des protéines est plus rare, car elles peuvent être bloquées par des structures intracellulaires ou extracellulaires, par des interactions protéines-protéines ou des interactions avec le cytosquelette.

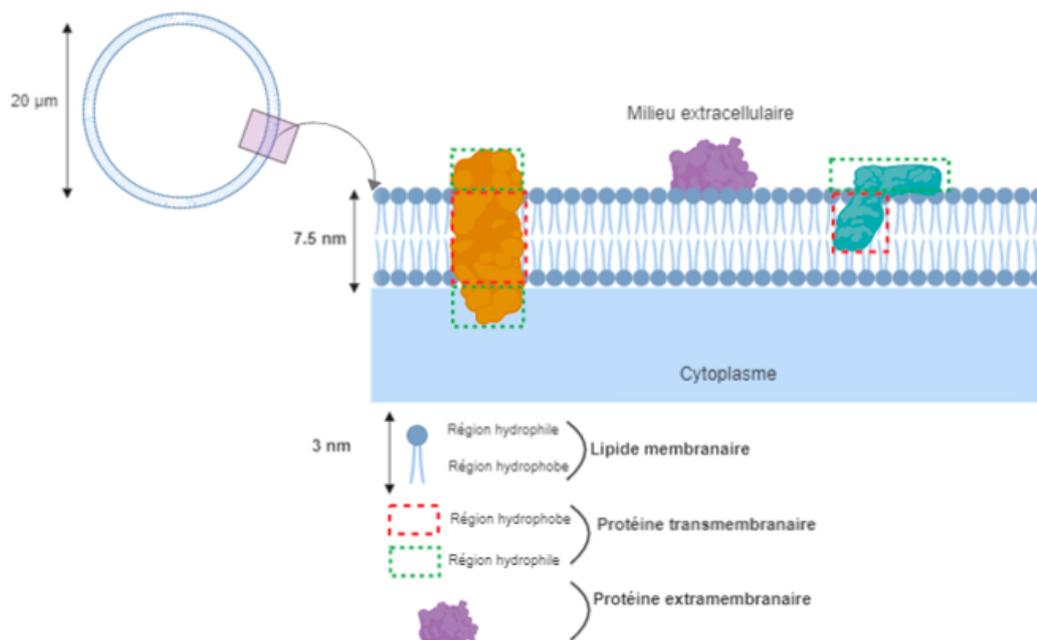
La fluidité membranaire intervient dans différentes fonctions cellulaires : absorption, sécrétion, protection, adhérence, communication, interaction avec la matrice, etc. La fluidité est influencée par différents facteurs externes comme la température (une augmentation de la température entraîne la fluidification de la membrane) et internes tels que la composition en acides-gras, la proportion de cholestérol ou le nombre de protéines.

Apprentissages à construire (niveau des élèves)

- Seule la membrane plasmique est traitée dans le programme.
- L'observation de cellules au microscope optique permet de montrer que toute cellule est entourée d'une membrane plasmique qui la sépare du milieu extérieur.
- Cette membrane plasmique est constituée d'un assemblage de lipides et de protéines.
- Les lipides membranaires sont composés d'une partie **hydrophobe** qui fuit le contact avec l'eau et se trouve à l'intérieur de la membrane et d'une partie **hydrophile qui reste en contact de l'eau**. Ces lipides membranaires vont donc s'organiser en une double couche lipidique.
- Les protéines s'insèrent dans la bicouche lipidique ou sont en interaction avec celle-ci. En effet elles possèdent des parties hydrophobes qui vont se mettre en contact avec les lipides.

Il est possible alors d'amener les élèves à construire **un schéma simplifié de la membrane plasmique (cf. schéma ci-dessous)** sur laquelle on identifie les parties hydrophiles et hydrophobes des différents constituants. On peut y associer la taille des différentes molécules afin de travailler sur le lien entre l'échelle de la cellule, de la membrane et de la molécule.

Schéma représentant la structure de la membrane plasmique vue en coupe (aspect 2D) – construit à l'aide du logiciel [biorender](#)



Retrouvez éduscol sur



Histoire des sciences ; construction d'un modèle

(Cf. la ressource « Histoire du modèle de la membrane » dans les documents pour la classe)
L'élaboration du modèle de la membrane plasmique est un bon exemple illustrant le fait qu'un savoir scientifique résulte d'une construction collective, sur plusieurs décennies.

En effet, les chercheurs ont proposé des modèles permettant d'expliquer les données existantes. Un modèle est accepté ou rejeté selon sa capacité à correspondre aux faits observés et à expliquer les résultats expérimentaux.

Il doit permettre de réaliser des prédictions qui orienteront les recherches ultérieures. Les modèles rendus désuets par de nouvelles données ne sont pas nécessairement mis à l'écart : ils peuvent être révisés de façon à inclure les nouvelles données.

Le modèle de la mosaïque fluide se raffine continuellement.

Aspects interdisciplinaires concernant le vocabulaire

Le vocabulaire employé dans les deux disciplines (physique-chimie et SVT) peut parfois légèrement varier.

Ainsi, en physique-chimie, on peut être amené à parler de molécule tensioactive ou de surfactant. Une molécule tensioactive est une molécule qui modifie la tension superficielle entre deux surfaces. Les composés tensioactifs sont des molécules amphiphiles, elles présentent deux parties avec des caractères différents, l'une lipophile (qui retient les matières grasses, ce qui est équivalent au terme hydrophobe) est apolaire, l'autre hydrophile (miscible dans l'eau) est polaire. Elles permettent ainsi de solubiliser deux phases non miscibles. On peut trouver selon la littérature les termes amphiphile, amphipathique ou amphotère.

Il peut être également important de souligner la différence de définition dans le terme « lipide » en biologie et dans le langage courant.

En biologie, le terme « lipide » désigne une molécule amphiphile ayant la particularité de posséder les propriétés hydrophile et hydrophobe au sein du même composé. Ce classement en biologie ne dépend que de la fonction de la molécule au sein de son milieu.

Dans le langage courant, le terme « lipide » désigne les matières grasses essentielles au bon fonctionnement des organismes vivants (comme les acides gras) dont la dégradation permet aux cellules d'obtenir l'énergie nécessaire à leur survie. Certains acides gras peuvent être synthétisés par l'organisme alors que d'autres doivent être obligatoirement apportés par l'alimentation (acides gras essentiels).

Pour aller plus loin

- Biologie, Campbell, 2^{ème} édition, édition De Boeck
- Cours universitaires traitant de la [membrane plasmique](#)
- Vidéos de l'INSERM « [MOOC côté cours : La membrane de la cellule](#) »
- [Logiciel biorender](#) pour construire un schéma de la membrane plasmique
- [Librairie de Molécules](#) pour une visualisation 3D de la bicouche de phospholipides avec un logiciel de modélisation moléculaire
- [Théorie endosymbiotique](#) sur le site snv.jussieu.fr