

ORGANISATION DES MEMBRANES CELLULAIRES
(d'après Biologie et Géologie 1 & 2, Tout-En-Fiches, Dunod, 2019)

SV-C-3 Membranes et échanges membranaires	
Savoirs visés	Capacités exigibles
<p>Les propriétés de fluidité, de perméabilité sélective, de spécificité reposent sur l'organisation de la membrane.</p> <p>Les membranes cellulaires sont des associations non covalentes de protéines et de lipides, parfois glycosylés, assemblés en bicouches.</p> <p>L'eau, les solutés neutres ou chargés et les gaz dissous peuvent traverser les membranes.</p> <p>La perméabilité de la membrane vis-à-vis d'une substance chimique dépend de ses propriétés physicochimiques et de celles de la substance considérée.</p> <p>Ces échanges transmembranaires sont régis par les différences de potentiel électro-chimique.</p> <p>Les flux de solutés s'effectuent dans le sens des potentiels électro-chimique décroissants par transport passif simple ou facilité ou dans le sens inverse par transport actif primaire ou secondaire (couplages énergétiques).</p> <p>Les flux transmembranaires sont une fonction linéaire (diffusion simple) ou une fonction présentant un plateau de saturation (échange assisté par un transporteur) de la concentration en molécule transportée.</p> <p>Des flux transmembranaires d'ions sont à l'origine d'un potentiel électrique appelé potentiel de membrane.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Relier la fluidité membranaire à la composition de la membrane. - Relier la perméabilité membranaire à la composition de la membrane. - Exploiter la notion de potentiel électrochimique pour déterminer le caractère spontané ou non d'un échange. - Exploiter la relation de Nernst pour déterminer le potentiel d'équilibre d'un ion. - Exploiter la loi de Fick pour expliquer les caractéristiques cinétiques de certains échanges transmembranaires. - Exploiter la notion de potentiel hydrique pour déterminer le sens des flux d'eau. - Relier les caractéristiques des protéines membranaires (canal, transporteur) aux modalités d'échange. - Relier les échanges présentés à leurs fonctions biologiques. - Relier l'inégale répartition des ions et les flux transmembranaires à l'existence d'un potentiel de membrane.
<p>Précisions et limites : Les échanges sont étudiés sur l'exemple de l'entérocyte (exemples préconisés : canal ionique, transporteur GLUT, Na⁺/K⁺ ATPase, symport Na⁺/glucose de type SGLT, aquaporine). L'existence de protéines membranaires chez une cellule bactérienne est mentionnée. Pour les cellules végétales, on s'appuie sur l'étude des échanges transmembranaires impliqués dans l'absorption racinaire (SV-B-2-1). Le potentiel de membrane est étudié à partir d'une cellule non excitable, les cellules excitables sont abordées dans la partie communication (SV-I-2).</p>	
<p>Des transferts de matière entre les compartiments et avec le milieu extracellulaire (endocytose et exocytose) sont réalisés par l'intermédiaire de vésicules.</p> <p>Le bourgeonnement et la fusion des vésicules reposent sur les propriétés des membranes et l'implication des protéines.</p> <p>Le transport et le guidage des vésicules mettent en jeu le cytosquelette.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Relier les échanges présentés à leurs fonctions biologiques
<p>Précisions et limites : On ne détaille pas la diversité des protéines associées aux mécanismes d'endo et d'exocytose.</p>	
<p>SV-D-2-1 Lipides</p>	
<p>Les lipides forment un ensemble hétérogène de molécules organiques à caractère hydrophobe et de faible masse moléculaire.</p> <p>Les acides gras constitutifs des lipides membranaires et des triglycérides peuvent être saturés ou insaturés.</p> <p>Des lipides amphiphiles (phospholipide, glycolipide, cholestérol) forment les bicouches lipidiques constitutives des membranes.</p> <p>Les triglycérides sont des molécules de réserve. Ils sont stockés sous forme de gouttelettes dans le cytoplasme des cellules de différents tissus (tissu adipeux des Métazoaires, tissus de réserve des graines oléagineuses des Angiospermes).</p> <p>Des dérivés du cholestérol sont des molécules informationnelles (hormones stéroïdes).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Exploiter la formule chimique d'un acide gras pour identifier son caractère hydrophobe, saturé ou insaturé. - Représenter un triglycéride et un phospholipide, les formules des constituants de base étant fournies. - Décrire et reconnaître les groupements hydrophobes et hydrophiles d'un phospholipide, d'un glycolipide et du cholestérol.
<p>Précisions et limites : Les représentations attendues permettent seulement de montrer l'organisation fonctionnelle des lipides présentés. Pour les raisonnements, un formulaire regroupant les formules des principaux constituants (acide gras saturé, acide gras insaturé, glycérol, choline, sérine, éthanolamine, cholestérol) est fourni aux étudiants. Pour les hormones stéroïdes, on se limite aux seules hormones sexuelles connues des élèves depuis le lycée. Les cérides, les sphingolipides et les terpénoïdes ne sont pas attendus.</p>	

Les membranes cellulaires, des interfaces

- Entre les milieux intracellulaire et extracellulaire (**membrane plasmique**).
- Entre le contenu d'un compartiment et le cytosol pour les **endomembranes**.

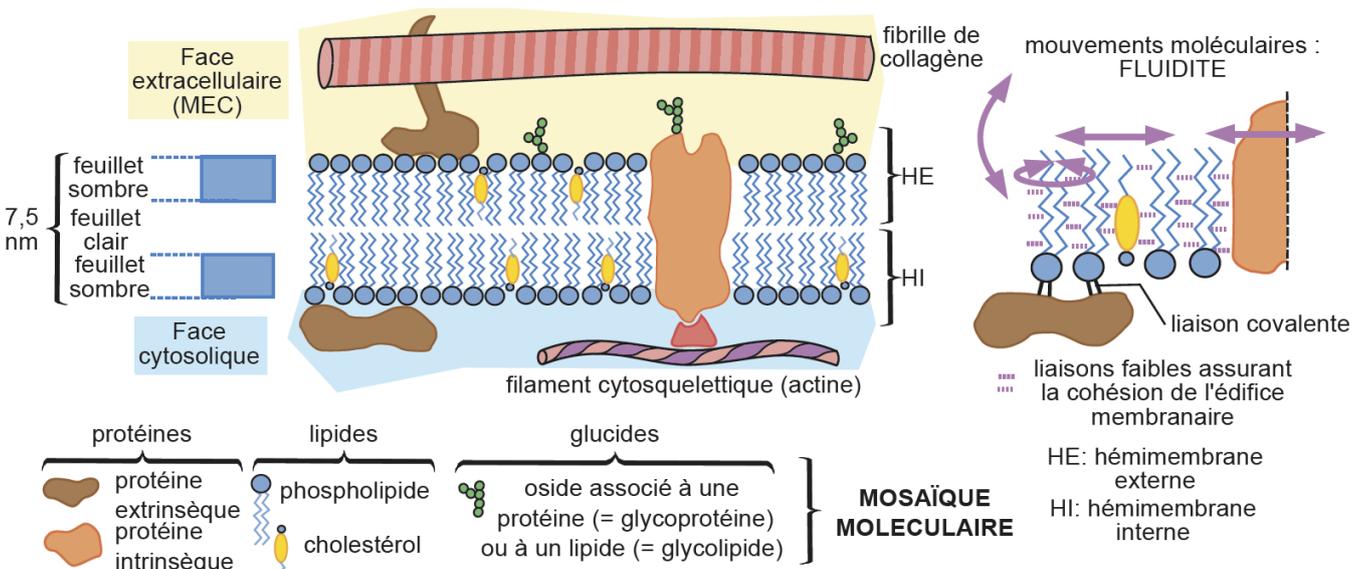
La membrane plasmique est une structure essentielle de l'état cellulaire.

L'architecture membranaire, une mosaïque fluide, lipo-protéique et asymétrique

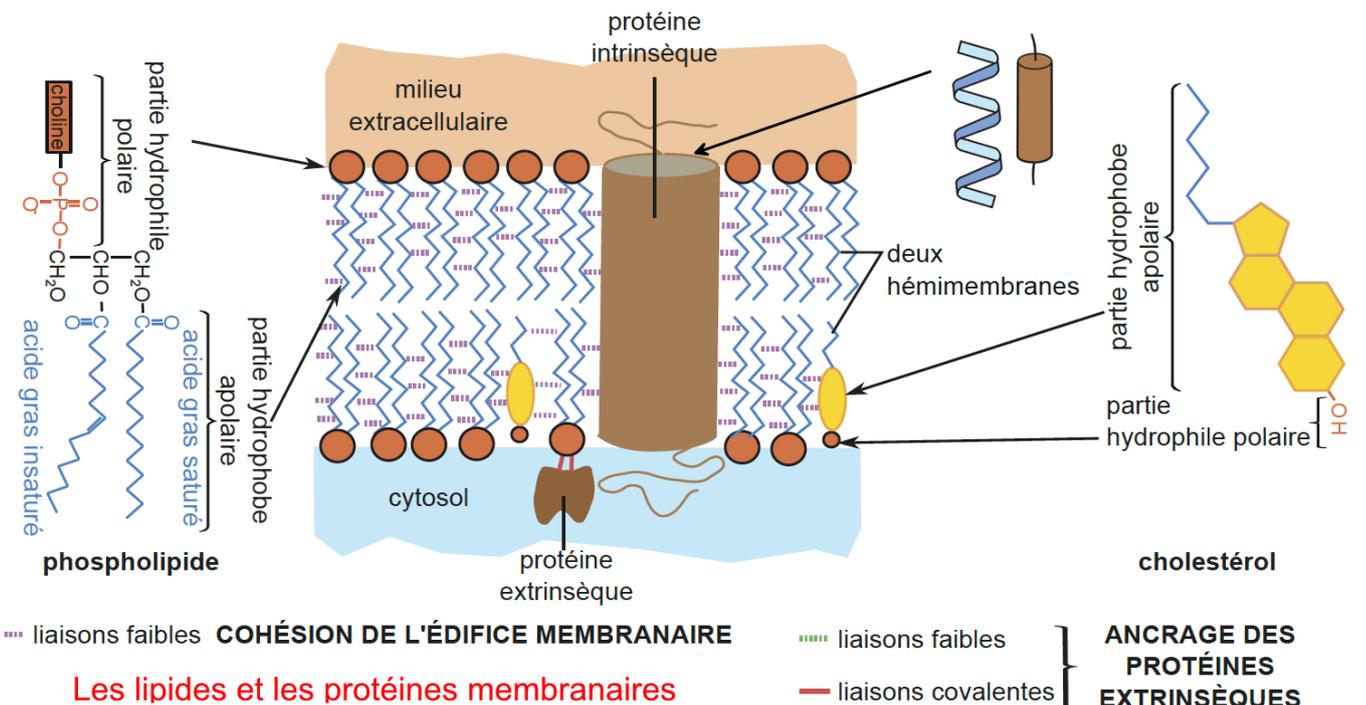
- Une structure **tripartite** (microscopie électronique à transmission) d'épaisseur de 5 à 8 nm.

- Une **bicouche de glycérophospholipides amphiphiles** orientés par l'environnement aqueux et des **protéines** intégrées ou périphériques (**mosaïque moléculaire**).
- Deux hémimembranes de composition différente : **asymétrie** membranaire.
- Un revêtement glucidique sur la face extracellulaire des membranes animales : le **glycocalyx**.
- Une cohésion moléculaire assurée par des **liaisons faibles**.
- Des déplacements transversaux et latéraux des molécules membranaires : **fluidité** membranaire.

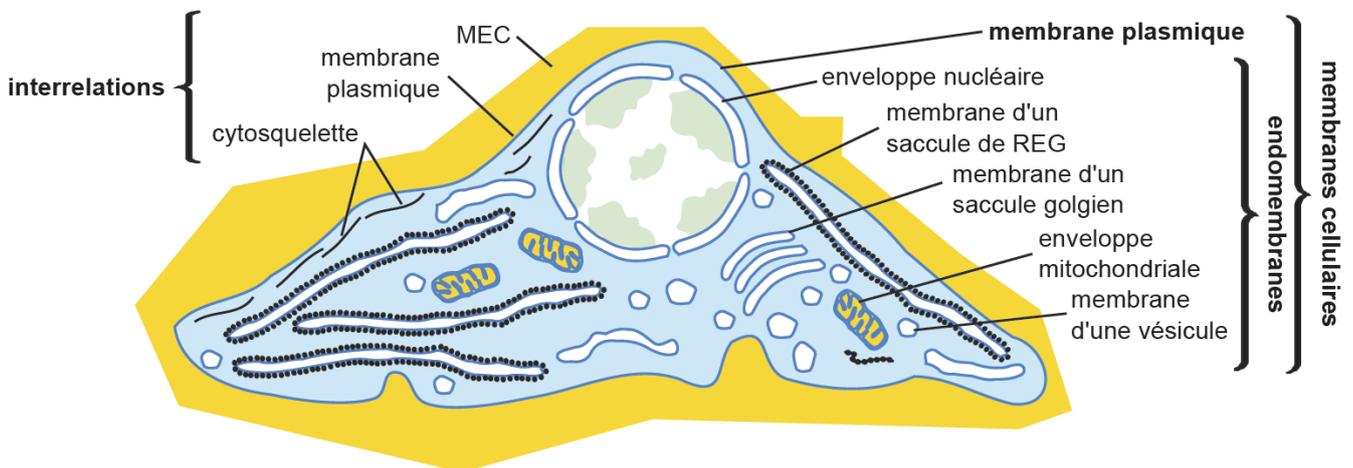
De cette organisation dépendent les propriétés de perméabilité, spécificité et communication



Ultrastructure et architecture moléculaire de la membrane plasmique

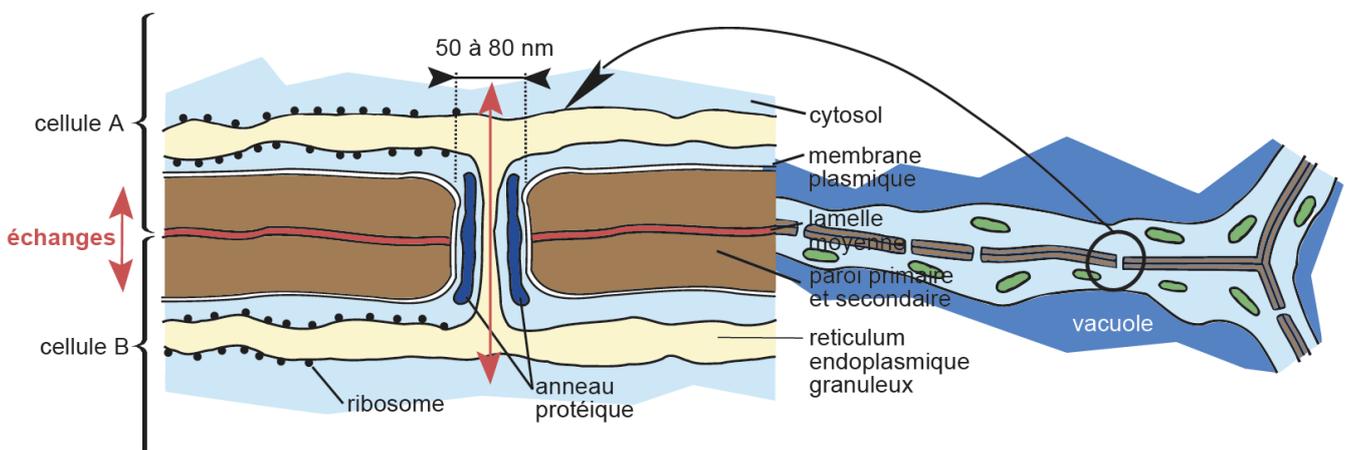


- Des lipides **amphiphiles** forment des bicouches associant deux **hémimembranes** avec :
 - des **phospholipides** : glycérophospholipides, sphingolipides ;
 - des **glycolipides** : fixation d'oses (pôle hydrophile) sur la sphingosine, estérifiée par un acide gras (chaîne hydrophobe) ;
 - du **cholestérol** : membrane plasmique des cellules animales.
- **Liaisons hydrophobes** entre acides gras assurant la cohésion de la bicouche.
- **Liaisons avec des protéines** permettant l'ancrage de ces dernières :
 - **protéines intrinsèques** : par interactions hydrophobes entre un ou plusieurs secteurs transmembranaires (hélice α et les chaînes d'acides gras ;
 - **protéines extrinsèques** : par liaison covalente à un lipide membranaire ou liaison faible à une protéine intrinsèque.
- Constitution d'une barrière hydrophobe sélective entre deux compartiments aqueux : perméable aux petites molécules liposolubles (O_2 , CO_2 , glycérol) ; moyennement perméable aux petites molécules hydrophiles (eau, urée, voire glucose) ; imperméable aux ions.
- Fusion possible de deux bicouches lipidiques permettant les **transports par cytose**.
- **Asymétrie membranaire** liée à la différence de composition lipidique des deux hémimembranes.
- Contrôle de la **fluidité membranaire** par la teneur en **acides gras insaturés** et en cholestérol .

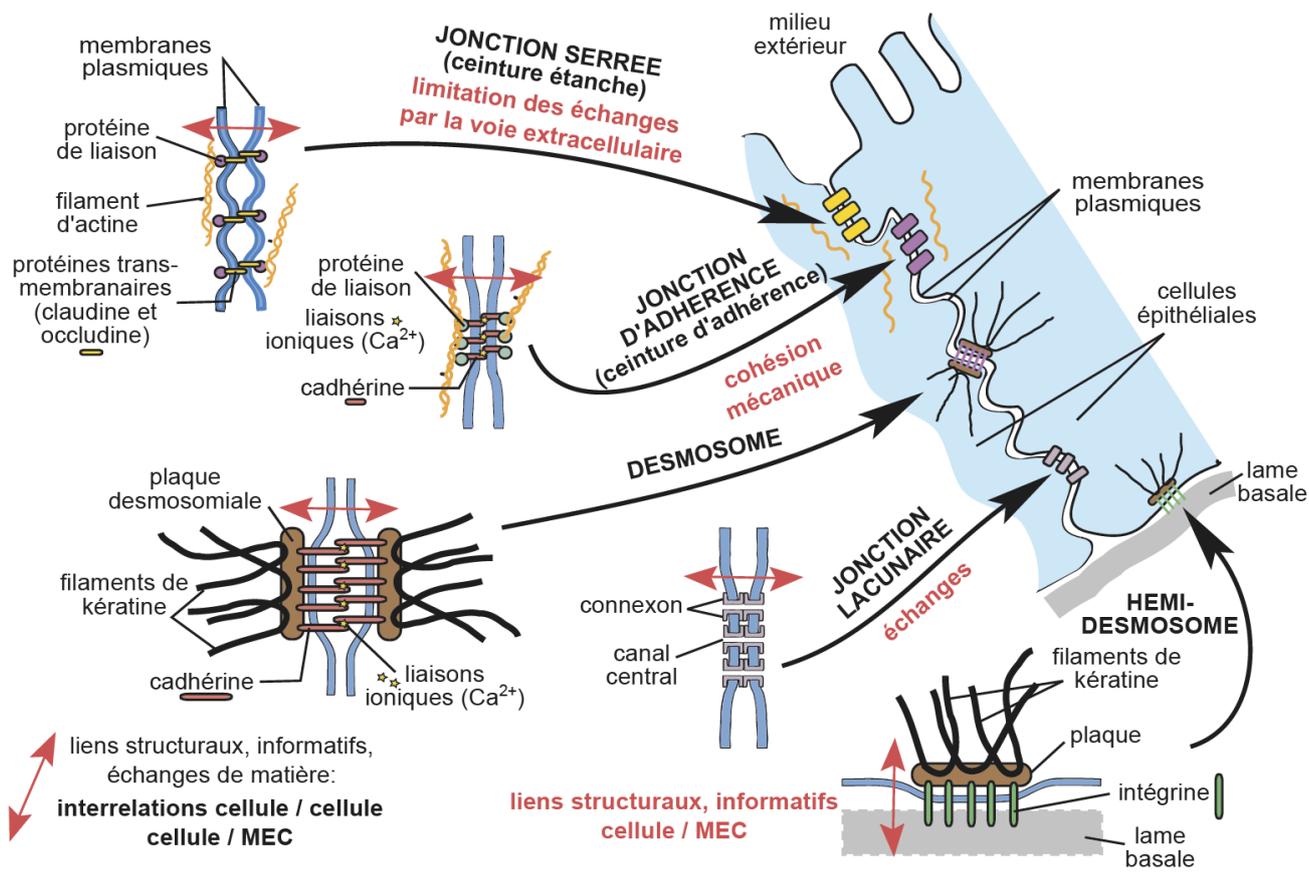


Membrane plasmique et endomembranes d'un fibroblaste

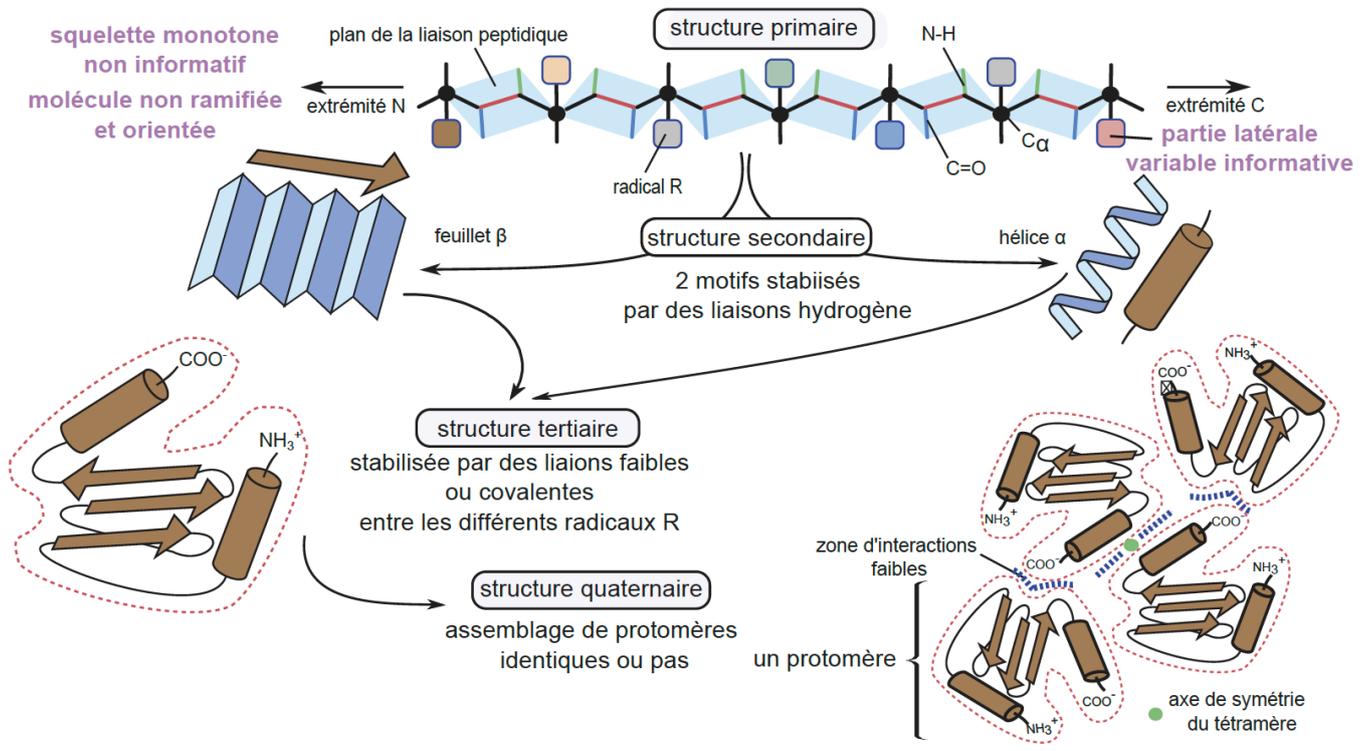
Dans les cellules végétales, les plasmodesmes constituent de jonctions lacunaires. Les membranes plasmiques de chaque cellule sont en continuité contrairement aux jonctions Gap animales où les membranes sont juxtaposées au niveau des connexons, mettant les cytoplastes en continuité symplasmique. Dans les 2 cas, les cellules forment un syncytium fonctionnel.



Ultrastructure d'un plasmodesme



Architecture moléculaire de diverses jonctions et interrelations cellule/cellule et cellule/MEC



Les quatre niveaux d'architecture des protéines