



Chapitre 1

Généralités sur la cellule

Cours de biologie cellulaire — Spécialité SVT



Figure 1 — Représentation schématique d'une cellule eucaryote animale.

Mme Nouzha CHAHBOUNE
Année universitaire 2025-2026

Objectifs du chapitre

- Définir la cellule et présenter les principes de la théorie cellulaire.
- Situer la cellule dans les niveaux d'organisation du vivant.
- Distinguer les cellules procaryotes des cellules eucaryotes.
- Décrire les caractéristiques générales des cellules animales et végétales.
- Expliquer pourquoi les virus ne sont pas considérés comme des cellules.
- Identifier les grandes fonctions assurées par une cellule.

Idée directrice

La cellule est l'unité structurale, fonctionnelle et reproductrice du vivant. Malgré leur diversité, toutes les cellules partagent une organisation fondamentale et utilisent l'ADN comme support de l'information génétique.

1. La cellule : unité fondamentale du vivant

La cellule est la plus petite unité capable d'assurer les fonctions essentielles du vivant. Elle constitue l'unité de base de tous les organismes. Certains êtres vivants sont formés d'une seule cellule, tandis que les organismes pluricellulaires résultent de l'association de cellules spécialisées et coordonnées.

En 1665, Robert Hooke observe, dans une fine coupe de liège, de petites cavités qu'il nomme « cellules ». Au XIX^e siècle, Matthias Schleiden et Theodor Schwann généralisent l'idée que les végétaux et les animaux sont constitués de cellules. Rudolf Virchow complète ensuite la théorie en affirmant que toute cellule provient d'une cellule préexistante.



Figure 2 — Matthias Schleiden, botaniste ayant contribué à l'élaboration de la théorie cellulaire.



Figure 3 — Theodor Schwann, physiologiste ayant étendu la théorie cellulaire au règne animal.

1.1. Principes de la théorie cellulaire

1. Tous les êtres vivants sont constitués d'une ou de plusieurs cellules.
2. La cellule est l'unité structurale et fonctionnelle fondamentale du vivant.
3. Toute cellule provient d'une cellule préexistante par division cellulaire.
4. La cellule contient une information génétique transmise aux cellules filles.
5. Les grandes transformations de matière et d'énergie nécessaires à la vie se déroulent dans les cellules.

À retenir

La théorie cellulaire ne décrit pas seulement la forme des êtres vivants. Elle fournit un cadre pour comprendre leur fonctionnement, leur reproduction et la continuité du vivant.

2. Niveaux d'organisation du monde vivant

Le monde vivant est organisé selon plusieurs niveaux emboîtés. Les atomes s'assemblent en molécules. Les molécules forment des structures subcellulaires et des organites. Les cellules s'associent en tissus, puis en organes et en appareils ou systèmes. L'organisme constitue un ensemble intégré dont les fonctions reposent sur la coordination de ces différents niveaux.

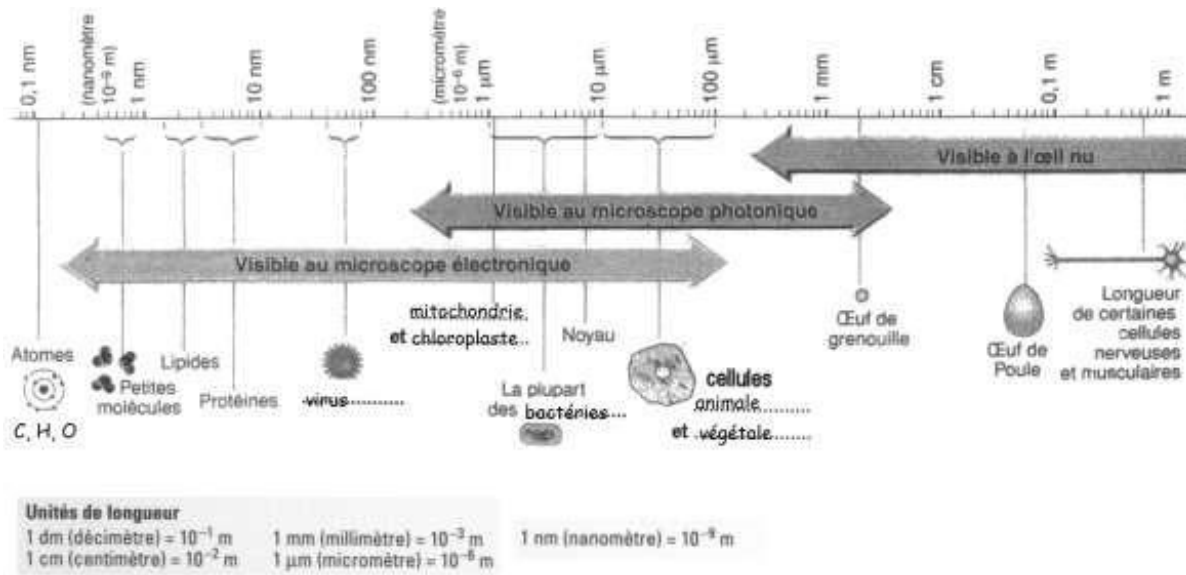


Figure 4 — Niveaux d'organisation du monde vivant, de l'atome à l'organisme.

3. Unité et diversité des cellules

Toutes les cellules possèdent une membrane plasmique, un cytoplasme, du matériel génétique et des ribosomes. Elles assurent des échanges avec leur environnement et réalisent des réactions métaboliques. Elles diffèrent toutefois par leur taille, leur forme, leur niveau de compartimentation et leur spécialisation.

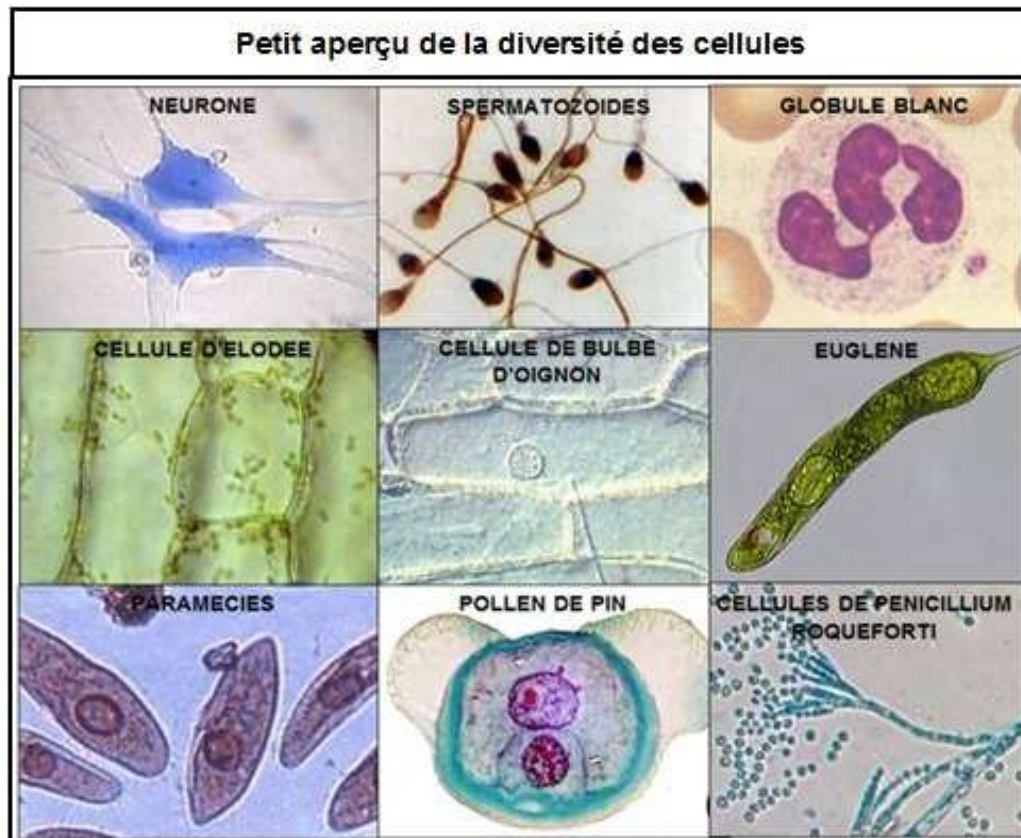


Figure 5 — Diversité morphologique et fonctionnelle des cellules eucaryotes.

3.1. Cellules procaryotes et cellules eucaryotes

Deux grands types d'organisation cellulaire sont distingués : les cellules procaryotes, présentes chez les Bactéries et les Archées, et les cellules eucaryotes, qui constituent les Protistes, les Champignons, les Végétaux et les Animaux.

Critère	Cellule procaryote	Cellule eucaryote
Noyau	Absent ; ADN localisé dans un nucléoïde	Présent ; ADN entouré d'une enveloppe nucléaire
Taille habituelle	En général 0,5 à 5 μm	En général 10 à 100 μm
Organites membranaires	Absents	Présents : mitochondries, réticulum endoplasmique, appareil de Golgi, etc.
Matériel génétique	Le plus souvent un chromosome circulaire ; plasmides possibles	Chromosomes linéaires associés à des protéines
Division	Scissiparité	Mitose ; méiose pour la formation des gamètes
Ribosomes	70S	80S dans le cytosol
Paroi	Fréquente ; composition variable selon les groupes	Absente chez les animaux ; cellulose chez les végétaux ; chitine chez les champignons
Cytosquelette	Présent sous des formes plus simples	Développé : microfilaments, microtubules et filaments intermédiaires

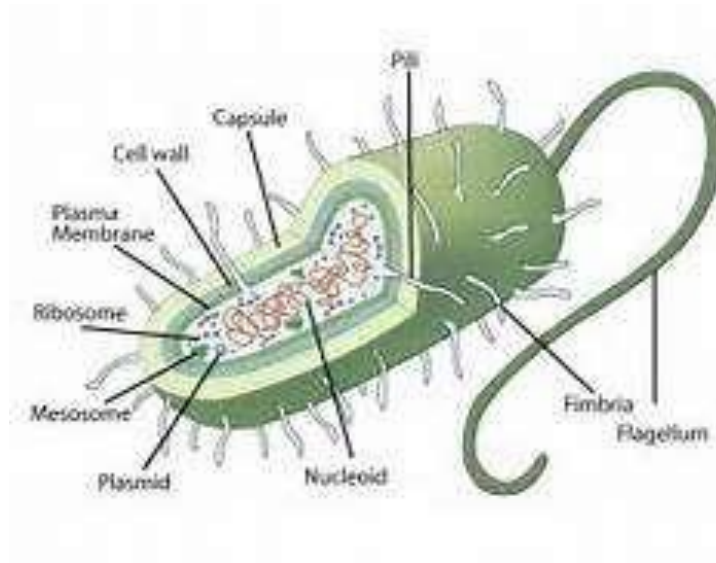


Figure 6 — Organisation générale d'une cellule procaryote.

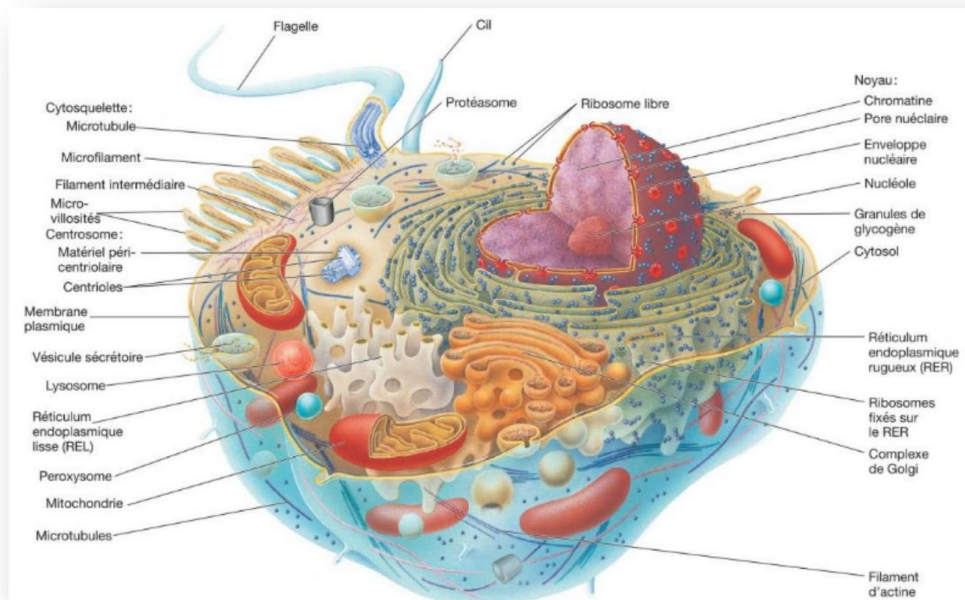


Figure 7 — Organisation générale d'une cellule eucaryote animale.

3.2. Différenciation cellulaire

Dans un organisme pluricellulaire, les cellules possèdent généralement le même génome, mais n'expriment pas les mêmes ensembles de gènes. Cette expression différentielle explique leur spécialisation structurale et fonctionnelle. Un neurone, une cellule musculaire et un globule blanc possèdent ainsi des formes et des fonctions distinctes tout en partageant, à quelques exceptions près, la même information génétique.

Exemple

La cellule méristématique végétale conserve une forte capacité de division et de différenciation. Cette propriété contribue à la croissance continue des végétaux et illustre la plasticité du développement cellulaire.

4. Organisation générale d'une cellule animale

La cellule animale est limitée par une membrane plasmique. Son cytoplasme comprend le cytosol, le cytosquelette et plusieurs organites. Le noyau contient l'essentiel de l'information génétique. Les mitochondries participent à la production d'ATP, le réticulum endoplasmique et l'appareil de Golgi interviennent dans la synthèse et le traitement des molécules, tandis que les lysosomes assurent une partie de la dégradation intracellulaire.

Certaines cellules possèdent des spécialisations de surface. Les microvillosités augmentent la surface d'échange. Les cils et les flagelles participent au déplacement de la cellule ou au mouvement de substances à sa surface.

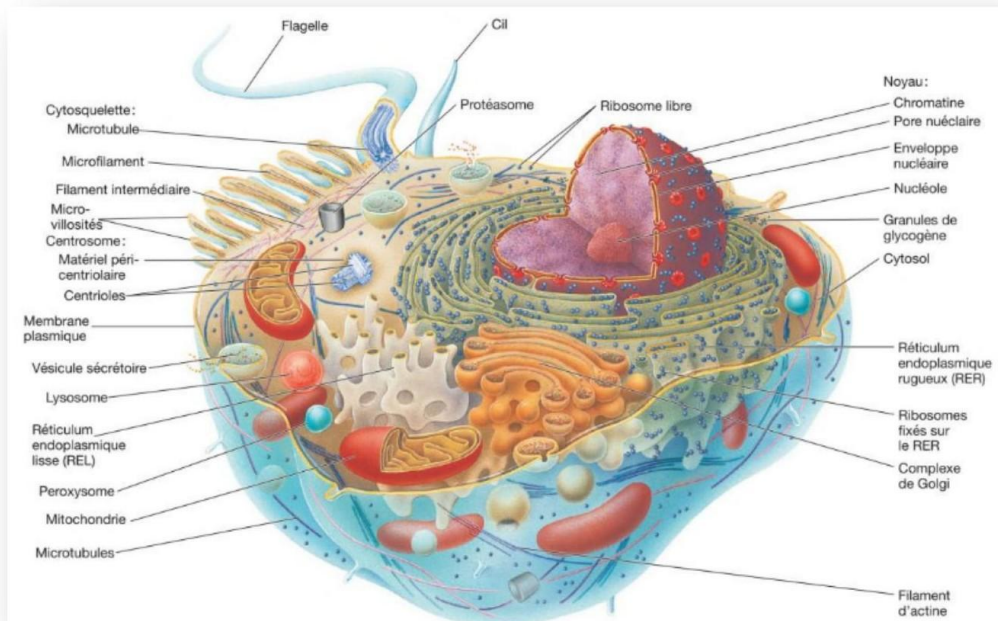


Figure 8 — Principaux constituants d'une cellule animale eucaryote.

5. Organisation générale d'une cellule végétale

La cellule végétale présente l'organisation fondamentale d'une cellule eucaryote, mais elle se distingue par plusieurs structures : une paroi pectocellulosique externe, une grande vacuole centrale et, dans les tissus photosynthétiques, des chloroplastes. La vacuole participe au stockage, à l'équilibre hydrique et au maintien de la turgescence. Les chloroplastes assurent la photosynthèse. Les plasmodesmes établissent une continuité entre les cytoplasmes de cellules voisines.

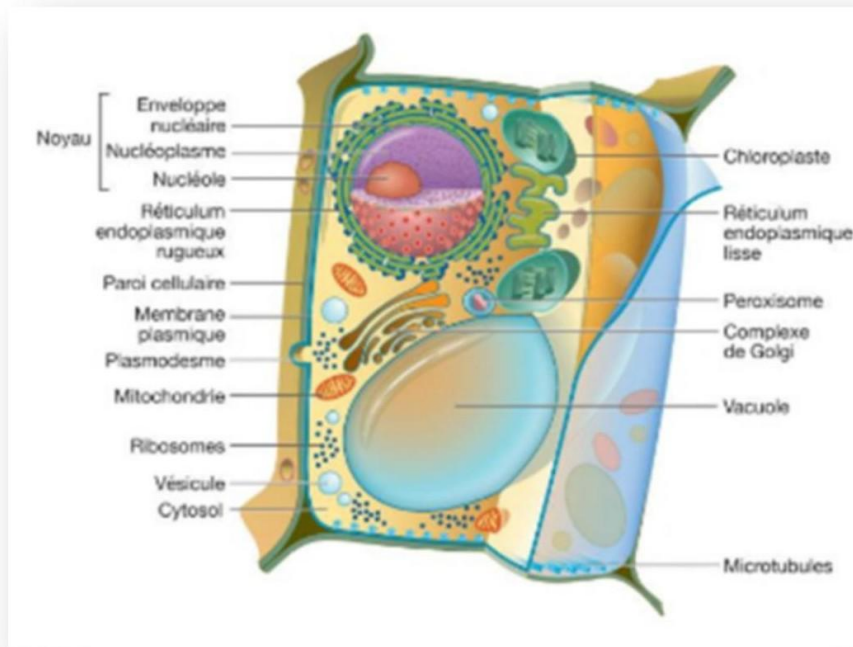


Figure 9 — Principaux constituants d'une cellule végétale eucaryote.

5.1. Comparaison entre cellule animale et cellule végétale

Caractéristique	Cellule animale	Cellule végétale
Paroi	Absente	Présente, principalement constituée de cellulose
Chloroplastes	Absents	Présents dans les cellules photosynthétiques
Vacuole	Petites vacuoles possibles	Grande vacuole centrale fréquente
Centrosome avec centrioles	Fréquent	Généralement absent chez les plantes supérieures
Forme générale	Souvent variable et souple	Souvent plus régulière en raison de la paroi

6. Les virus sont-ils des cellules ?

Les virus ne sont ni des cellules procaryotes ni des cellules eucaryotes. Ils ne possèdent pas de cytoplasme, de ribosomes ni de métabolisme autonome. Ils sont constitués d'un génome, formé d'ADN ou d'ARN, entouré d'une capsidie protéique et, pour certains, d'une enveloppe lipidique.

Un virus ne peut se multiplier qu'en infectant une cellule hôte et en détournant sa machinerie moléculaire. Il est donc qualifié de parasite intracellulaire obligatoire. Pour cette raison, les virus sont considérés comme des entités biologiques acellulaires.

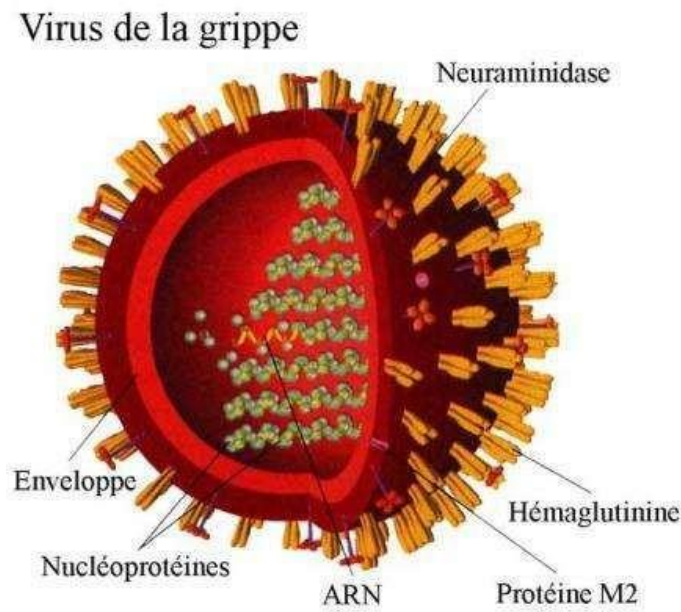


Figure 10 — Organisation schématique du virus de la grippe, exemple d'entité acellulaire enveloppée.

Point de vigilance

L'expression « état acaryote » est parfois utilisée dans des supports anciens. Le terme « acellulaire » est plus précis : un virus n'est pas une cellule dépourvue de noyau, mais une entité biologique dont l'organisation diffère fondamentalement de celle d'une cellule.

7. Fonctions essentielles de la cellule

La cellule assure plusieurs fonctions interdépendantes qui permettent le maintien de la vie et, dans les organismes pluricellulaires, le fonctionnement de l'ensemble de l'organisme.

Fonction	Description
Métabolisme	Transformation de la matière et de l'énergie par des réactions de catabolisme et d'anabolisme.
Production d'énergie	Synthèse d'ATP, notamment par la respiration

	cellulaire et, chez les végétaux, conversion de l'énergie lumineuse par la photosynthèse.
Synthèse moléculaire	Production de protéines, de lipides, de glucides complexes et d'acides nucléiques.
Échanges et transport	Entrée de nutriments, sortie de déchets et déplacement de molécules à travers la membrane ou dans le cytoplasme.
Communication	Réception, transmission et émission de signaux permettant la coordination des activités cellulaires.
Croissance et renouvellement	Augmentation de la masse cellulaire, réparation des structures et renouvellement de constituants.
Division et reproduction	Formation de nouvelles cellules par division ; participation à la reproduction des organismes.
Homéostasie	Maintien d'un milieu intracellulaire compatible avec le fonctionnement des enzymes et des structures cellulaires.
Réponse aux stimuli	Adaptation aux variations physiques, chimiques ou biologiques de l'environnement.
Défense et détoxification	Neutralisation ou élimination de molécules toxiques, de déchets et, dans certaines cellules, d'agents pathogènes.

Synthèse du chapitre

- La cellule constitue l'unité fondamentale de structure, de fonctionnement et de reproduction du vivant.
- La théorie cellulaire établit que tous les êtres vivants sont constitués de cellules et que toute cellule provient d'une cellule préexistante.
- Les cellules procaryotes et eucaryotes partagent une organisation de base mais diffèrent par leur compartimentation et leur complexité.
- Les cellules animales et végétales possèdent des organites communs, mais la cellule végétale se distingue notamment par sa paroi, sa grande vacuole et ses chloroplastes.
- Les virus sont des entités acellulaires dépendantes d'une cellule hôte pour leur multiplication.

- Les fonctions cellulaires reposent sur l'intégration du métabolisme, des échanges, de la communication, de la croissance, de la division et du maintien de l'homéostasie.

Question de révision

Quels critères permettent de distinguer une cellule procaryote, une cellule animale, une cellule végétale et un virus ?

Liste des figures du chapitre

Figure 1 — Représentation schématique d'une cellule eucaryote animale.

Figure 2 — Matthias Schleiden, botaniste ayant contribué à l'élaboration de la théorie cellulaire.

Figure 3 — Theodor Schwann, physiologiste ayant étendu la théorie cellulaire au règne animal.

Figure 4 — Niveaux d'organisation du monde vivant, de l'atome à l'organisme.

Figure 5 — Diversité morphologique et fonctionnelle des cellules eucaryotes.

Figure 6 — Organisation générale d'une cellule procaryote.

Figure 7 — Organisation générale d'une cellule eucaryote animale.

Figure 8 — Principaux constituants d'une cellule animale eucaryote.

Figure 9 — Principaux constituants d'une cellule végétale eucaryote.

Figure 10 — Organisation schématique du virus de la grippe, exemple d'entité acellulaire enveloppée.

CHAPITRE 2

Méthodes d'étude de la cellule

Microscopie photonique, microscopie électronique et préparation des échantillons

Objectifs du chapitre

- Distinguer les principes de la microscopie photonique et de la microscopie électronique.
- Définir le grossissement et le pouvoir de résolution.
- Décrire les principales étapes de préparation d'un échantillon biologique.
- Choisir une méthode d'observation adaptée à la question scientifique.
- Comprendre l'intérêt de quelques techniques complémentaires de microscopie électronique.

1. Pourquoi observer la cellule ?

La plupart des structures cellulaires sont trop petites pour être distinguées à l'œil nu. Leur étude repose donc sur des instruments qui agrandissent l'image et, surtout, séparent deux points très proches. Le choix de la méthode dépend de la taille de l'objet, de la nature de l'échantillon et du niveau de détail recherché.

Notion	Définition
Grossissement	Rapport entre la taille de l'image observée et la taille réelle de l'objet.
Pouvoir de résolution	Distance minimale permettant de distinguer deux points comme séparés.

Microscopie photonique

- Source : lumière visible
- Lentilles en verre
- Résolution $\approx 0,2 \mu\text{m}$
- Cellules vivantes possibles
- Image souvent colorée

Microscopie électronique

- Source : faisceau d'électrons
- Lentilles électromagnétiques
- Résolution nanométrique
- Échantillon sous vide
- Image en niveaux de gris



Pouvoir de résolution croissant

Figure 1 - Comparaison des principes et des performances de la microscopie photonique et de la microscopie électronique.

2. La microscopie photonique

2.1. Principe

La microscopie photonique, ou microscopie optique, utilise la lumière visible et un système de lentilles en verre. La lumière traverse ou éclaire l'échantillon, puis l'objectif forme une image agrandie. Avec un

microscope optique classique, la résolution est d'environ 0,2 μm et le grossissement utile atteint généralement 1 000 à 1 500 fois.

2.2. Observation de cellules vivantes

L'un des principaux avantages de la microscopie photonique est la possibilité d'observer des cellules vivantes. L'échantillon peut être placé entre lame et lamelle, sans coloration, ou être traité par un colorant vital peu toxique. Cette approche permet de suivre des phénomènes dynamiques : mouvements cellulaires, cyclose, contractions vacuolaires ou division cellulaire.

2.3. Observation de cellules fixées et colorées

Pour obtenir des préparations durables et mieux différencier les structures, les cellules ou les tissus sont fixés, inclus, coupés puis colorés. La fixation arrête les processus biologiques et préserve autant que possible l'architecture de l'échantillon. L'inclusion dans la paraffine fournit un bloc suffisamment rigide pour être découpé au microtome en coupes minces, ensuite déposées sur une lame.

Préparation générale d'un échantillon biologique

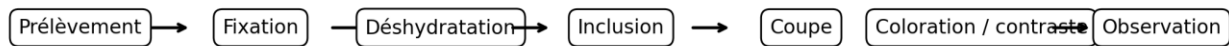


Figure 2 - Principales étapes de préparation d'un échantillon destiné à l'observation microscopique.

2.4. Étapes de préparation en microscopie photonique

Fixation : Elle préserve les structures en limitant leur dégradation. Les fixateurs chimiques sont les plus utilisés en histologie.

Déshydratation : L'eau est progressivement remplacée par des solvants compatibles avec le milieu d'inclusion.

Inclusion : L'échantillon est imprégné de paraffine puis solidifié en bloc.

Coupe : Le microtome produit des coupes généralement comprises entre quelques micromètres.

Coloration et montage : Les coupes sont déparaffinées, réhydratées, colorées puis protégées sous une lamelle.

3. La microscopie électronique

3.1. Principe général

La microscopie électronique utilise un faisceau d'électrons dont la longueur d'onde est beaucoup plus courte que celle de la lumière visible. Des lentilles électromagnétiques assurent la focalisation du faisceau. La résolution obtenue est bien supérieure à celle de la microscopie photonique et permet d'étudier l'ultrastructure cellulaire.

L'observation nécessite un vide poussé. Les cellules vivantes ne peuvent donc pas être examinées directement. Les échantillons doivent être fixés, déshydratés et contrastés avec des composés électron-denses.

3.2. Microscopie électronique en transmission (MET)

En MET, les électrons traversent une coupe ultrafine de l'échantillon. Les zones qui diffusent ou absorbent fortement les électrons apparaissent plus sombres. Cette méthode révèle l'organisation interne des cellules et des organites.

3.3. Microscopie électronique à balayage (MEB)

En MEB, un faisceau d'électrons balaie la surface de l'échantillon. Les électrons émis ou réfléchis sont détectés afin de produire une image donnant une impression de relief. Cette technique convient à l'étude de la topographie cellulaire et de la surface des organismes microscopiques.

Critère	Microscopie photonique	MET	MEB
Source	Lumière visible	Électrons transmis	Électrons balayant la surface
Information principale	Organisation générale et dynamique	Ultrastructure interne	Relief et surface
Échantillon vivant	Possible	Non	Non

3.4. Préparation des échantillons pour le MET

La préparation suit une logique proche de l'histologie, mais exige des coupes beaucoup plus fines et des milieux adaptés. L'échantillon est fixé, souvent avec du glutaraldéhyde puis du tétroxyde d'osmium, déshydraté et inclus dans une résine. L'ultramicrotome produit des coupes ultrafines recueillies sur des grilles métalliques. Des sels de métaux lourds améliorent le contraste électronique.

4. Techniques complémentaires

4.1. Ombrage métallique

Une couche très fine de métal est déposée obliquement sur l'échantillon. Les zones exposées reçoivent davantage de métal que les zones protégées, ce qui accentue le relief.

4.2. Coloration négative

L'échantillon est entouré par une substance électron-dense. Le fond apparaît sombre tandis que l'objet, moins contrasté, se détache en clair. Cette méthode est adaptée aux virus, aux macromolécules et aux petites particules.

4.3. Cryofracture et cryodécapage

L'échantillon est rapidement congelé puis fracturé sous vide. Le plan de fracture traverse souvent les membranes et révèle leur organisation interne. Une réplique métallique peut ensuite être observée au microscope électronique.

Techniques complémentaires en microscopie électronique

Ombfrage métallique

Mettre en évidence le relief
et les dimensions

Coloration négative

Visualiser des particules fines
sur un fond électron-dense

Cryofracture

Explorer l'organisation
des membranes

Figure 3 - Principales techniques complémentaires utilisées pour améliorer l'observation en microscopie électronique.

5. Choisir une méthode d'étude

Question scientifique	Méthode conseillée	Justification
Observer une cellule vivante en division	Microscopie photonique	Permet le suivi temporel d'un phénomène vivant.
Décrire la structure interne d'une mitochondrie	MET	Révèle l'ultrastructure interne.
Étudier la surface d'un pollen	MEB	Restitue la topographie de surface.
Visualiser rapidement un tissu coloré	Microscopie photonique	Méthode courante, accessible et adaptée à l'histologie.
Observer la morphologie d'un virus	MET avec coloration négative	Contraste adapté aux petites particules.

À retenir

- Le grossissement ne suffit pas : la qualité d'une observation dépend surtout du pouvoir de résolution.
- La microscopie photonique permet l'observation de cellules vivantes et des préparations histologiques.
- La microscopie électronique offre une résolution supérieure, mais impose le vide et une préparation plus lourde.
- Le MET renseigne principalement sur l'intérieur de l'échantillon, tandis que le MEB renseigne sur sa surface.
- Toute préparation peut introduire des artefacts ; une image microscopique doit donc être interprétée avec prudence.

Questions de révision

1. Quelle différence existe-t-il entre grossissement et pouvoir de résolution ?
2. Pourquoi la microscopie électronique ne permet-elle pas l'observation directe de cellules vivantes ?
3. Quelles sont les principales étapes de préparation d'une coupe histologique ?
4. Dans quel cas choisit-on le MET plutôt que le MEB ?
5. Quel est l'intérêt de la coloration négative ?

Liste des figures du chapitre

Figure 1 - Comparaison des principes et des performances de la microscopie photonique et de la microscopie électronique.

Figure 2 - Principales étapes de préparation d'un échantillon destiné à l'observation microscopique.

Figure 3 - Principales techniques complémentaires utilisées pour améliorer l'observation en microscopie électronique.

Chapitre 3

La membrane plasmique

Structure, composition et transports membranaires

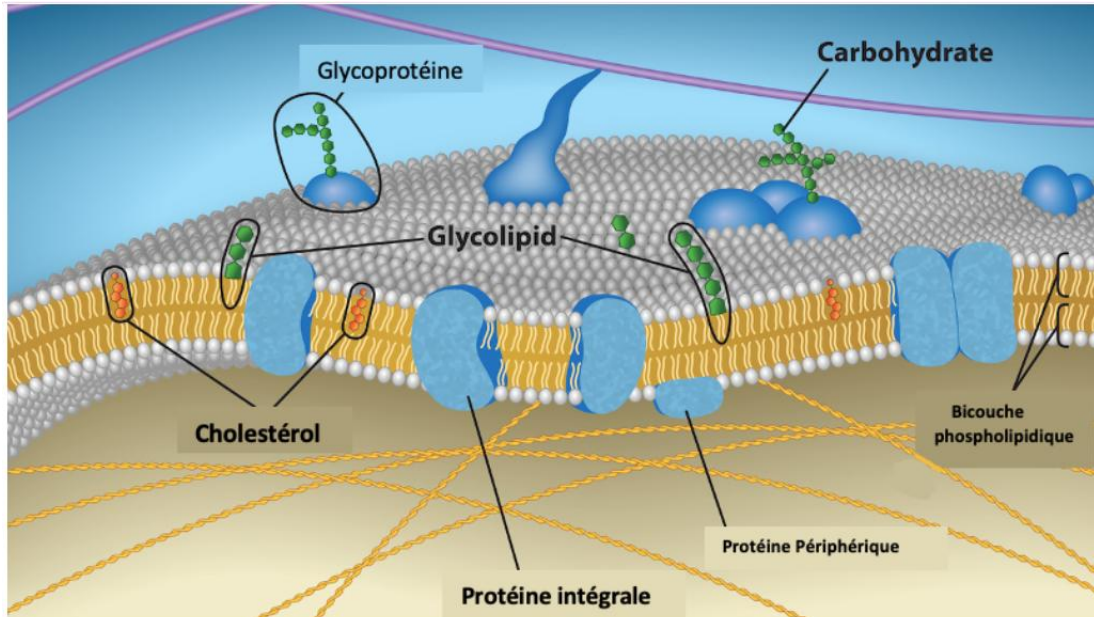


Figure 1 — Organisation générale de la membrane plasmique selon le modèle de la mosaïque fluide.

Objectifs du chapitre

- Définir la membrane plasmique et préciser ses fonctions générales.
- Décrire l'organisation de la bicouche lipidique selon le modèle de la mosaïque fluide.
- Identifier les principaux constituants membranaires : phospholipides, stérols, protéines et glucides.
- Relier la structure des constituants membranaires à leurs fonctions.
- Distinguer les transports passifs, les transports actifs et les transports vésiculaires.
- Expliquer les principes de diffusion, d'osmose, d'endocytose et d'exocytose.

Idée directrice

La membrane plasmique n'est pas une simple enveloppe. C'est une interface dynamique qui délimite la cellule, contrôle les échanges, reçoit des signaux et participe à l'adhérence, à la reconnaissance et au maintien de l'homéostasie.

1. Généralités sur la membrane plasmique

La membrane plasmique sépare le milieu intracellulaire du milieu extracellulaire. Elle entoure le cytoplasme et permet à la cellule de maintenir une composition interne différente de celle de son environnement. Elle présente une perméabilité sélective : certaines substances la traversent librement, tandis que d'autres nécessitent des protéines de transport ou des mécanismes vésiculaires.

Les membranes des organites eucaryotes reposent sur la même organisation générale. Elles forment des compartiments spécialisés dans lesquels se déroulent des réactions particulières. La membrane plasmique et les membranes internes assurent ainsi une compartimentation indispensable au fonctionnement cellulaire.

À retenir

Une membrane biologique associe une bicouche lipidique à des protéines et à des glucides. Sa composition varie selon le type cellulaire et selon la fonction du compartiment considéré.

2. Le modèle de la mosaïque fluide

Le modèle de la mosaïque fluide, proposé par Singer et Nicolson en 1972, décrit la membrane comme une bicouche lipidique fluide dans laquelle sont insérées des protéines. Les lipides et de nombreuses protéines peuvent se déplacer latéralement. Cette mobilité confère à la membrane une capacité de déformation, de fusion et de réorganisation.

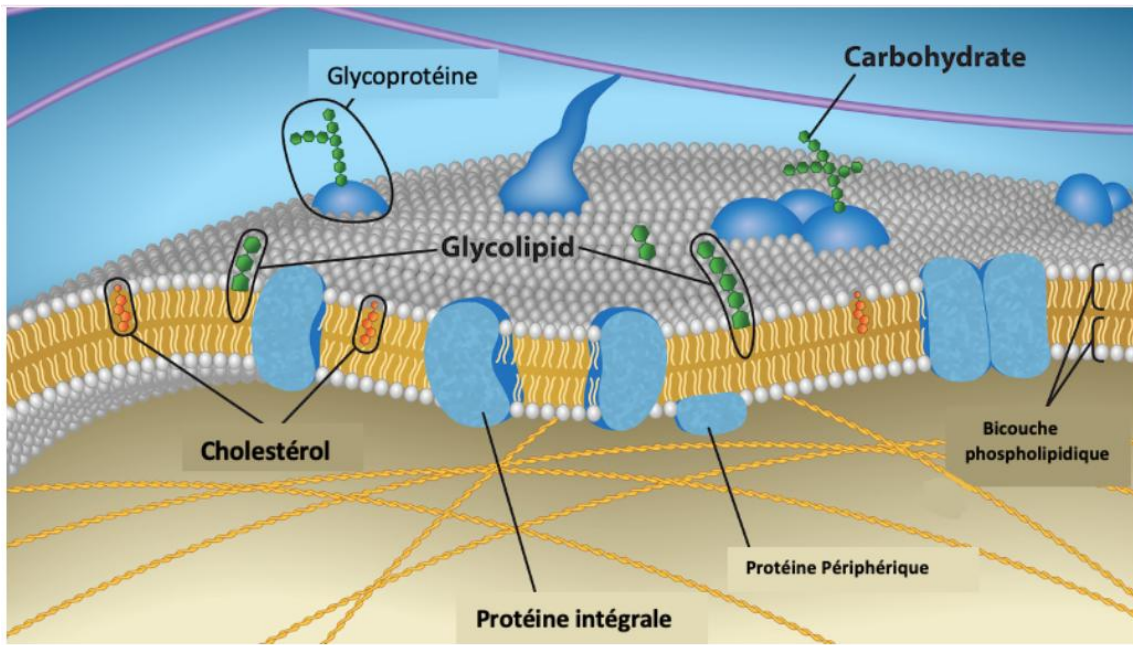


Figure 2 — Modèle de la mosaïque fluide : bicouche phospholipidique, cholestérol, protéines et glucides membranaires.

2.1. Une bicouche asymétrique et dynamique

Les deux feuillets de la membrane n'ont pas exactement la même composition. Certains lipides et certaines protéines sont préférentiellement distribués sur l'un des deux côtés. Les glucides membranaires sont exposés presque exclusivement sur la face extracellulaire. Cette asymétrie participe à la reconnaissance cellulaire et à la signalisation.

La fluidité dépend notamment de la température, de la longueur et du degré d'insaturation des acides gras, ainsi que de la proportion de stérols. Elle doit rester suffisante pour permettre le fonctionnement des protéines, sans compromettre l'intégrité de la membrane.

3. Composition chimique de la membrane

La membrane plasmique contient principalement des lipides et des protéines. Des glucides sont liés à certains lipides ou à certaines protéines. Les proportions varient selon les cellules et les organites ; il n'existe donc pas une composition universelle valable pour toutes les membranes.

3.1. Les phospholipides

Les phospholipides sont des molécules amphipathiques. Ils possèdent une tête polaire hydrophile et deux queues hydrophobes constituées d'acides gras. En milieu aqueux, ils s'organisent spontanément en bicouche : les têtes sont orientées vers les milieux aqueux, tandis que les queues se font face à l'intérieur de la membrane.

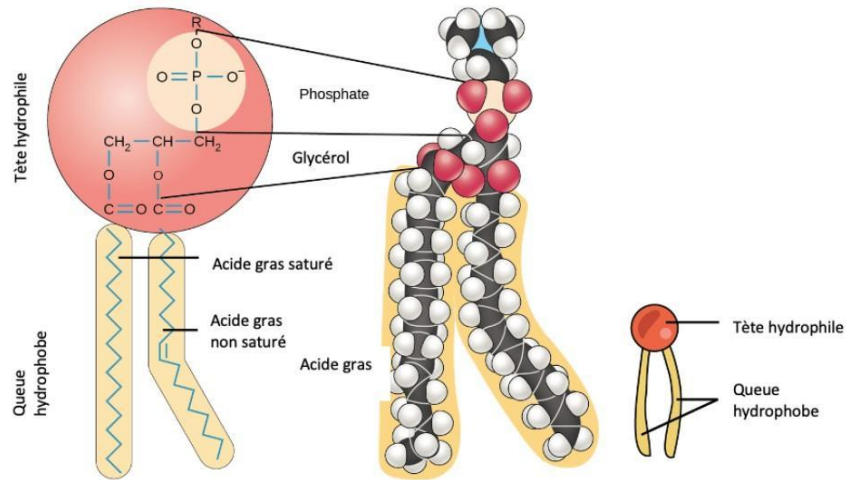


Figure 3 — Organisation moléculaire d'un phospholipide : tête hydrophile et queues hydrophobes.

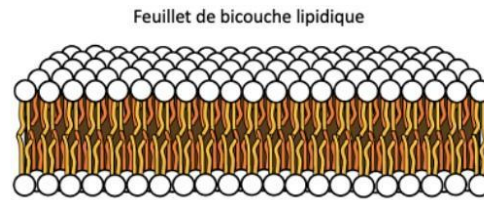


Figure 5.4 Dans une solution aqueuse, les phospholipides se disposent

Figure 4 — Disposition spontanée des phospholipides en bicouche dans un milieu aqueux.

3.2. Les stérols membranaires

Le cholestérol est abondant dans les membranes des cellules animales. Il s'intercale entre les phospholipides et module la fluidité ainsi que la perméabilité de la bicouche. Les cellules végétales possèdent surtout d'autres stérols, appelés phytostérols. La plupart des bactéries sont dépourvues de stérols, bien que certaines exceptions existent.

Point de vigilance

Dire que le cholestérol est présent dans toutes les membranes ou qu'il est le seul stérol membranaire serait inexact. La nature des stérols dépend du groupe biologique.

3.3. Les protéines membranaires

Les protéines membranaires assurent l'essentiel des fonctions spécialisées de la membrane. Les protéines intégrales pénètrent dans la bicouche ; certaines la traversent une ou plusieurs fois. Les protéines périphériques sont associées à une face de la membrane ou à une protéine intégrale.

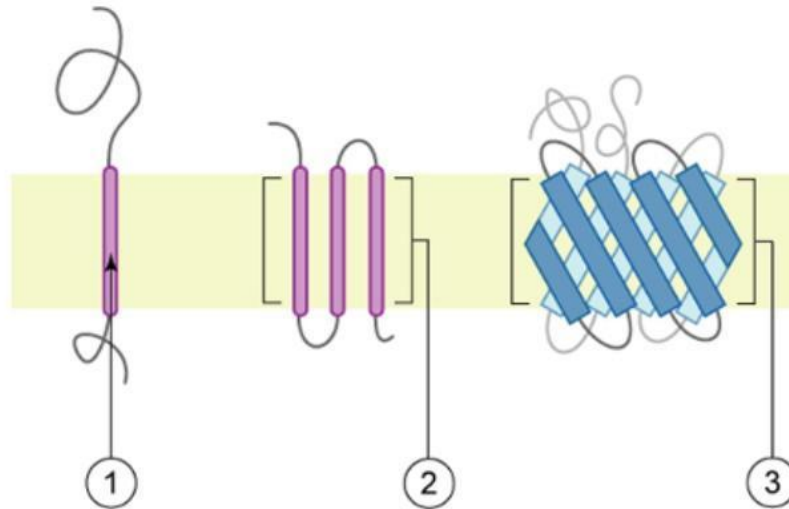


Figure 5 — Principales organisations des protéines transmembranaires : hélices alpha et tonneaux bêta.

Fonction	Rôle des protéines membranaires
Transport	Canaux, transporteurs et pompes assurant le passage sélectif de substances.
Réception	Récepteurs reconnaissant des ligands et déclenchant une réponse cellulaire.
Catalyse	Enzymes membranaires participant à des réactions localisées.
Adhérence	Ancrage à la matrice extracellulaire ou à des cellules voisines.
Reconnaissance	Marqueurs moléculaires intervenant dans l'identification cellulaire.
Ancrage du cytosquelette	Maintien de la forme et transmission de forces mécaniques.

3.4. Les glucides membranaires et le glycocalyx

Les glucides membranaires sont liés aux lipides, sous forme de glycolipides, ou aux protéines, sous forme de glycoprotéines. Ils sont orientés vers le milieu extracellulaire et forment une couche appelée glycocalyx. Celui-ci participe à la protection, à l'adhérence, à la reconnaissance immunitaire et aux interactions entre cellules.

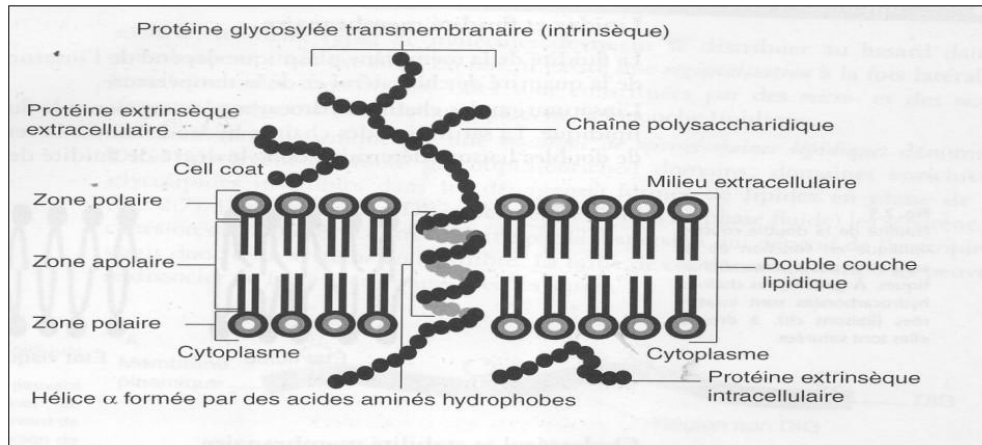


Figure 6 — Organisation du glycocalyx et répartition des glycoprotéines et glycolipides sur la face extracellulaire.

4. Ultrastructure de la membrane

En microscopie électronique à transmission, une membrane correctement contrastée apparaît sous la forme de deux lignes sombres séparées par une zone plus claire. Cette image trilamellaire correspond à la répartition des constituants de la bicouche et à leur interaction avec les produits de contraste. L'épaisseur totale d'une membrane biologique est généralement de l'ordre de 7 à 10 nm.

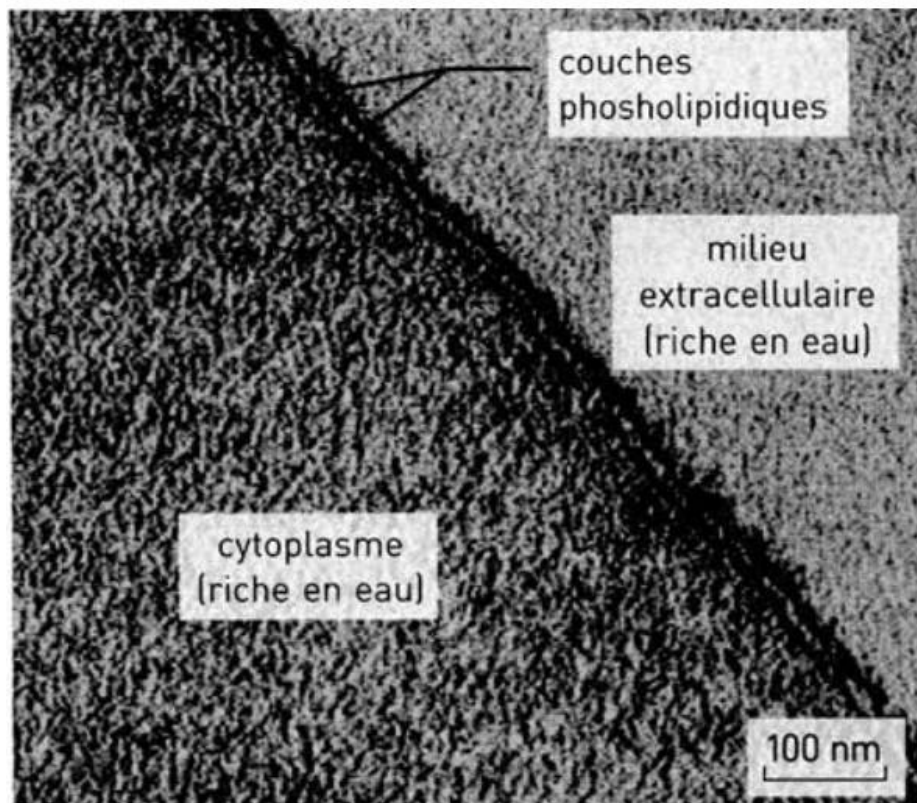


Figure 7 — Aspect trilamellaire d'une membrane biologique observée au microscope électronique à transmission.

5. Fonctions générales de la membrane plasmique

- Délimiter la cellule et protéger le milieu intracellulaire.

- Contrôler les échanges de matière avec le milieu extracellulaire.
- Maintenir les gradients ioniques et l'équilibre osmotique.
- Recevoir et transmettre des signaux chimiques ou physiques.
- Permettre la reconnaissance et l'adhérence entre cellules.
- Ancrer le cytosquelette et participer aux mouvements cellulaires.
- Fournir un support à certaines réactions enzymatiques.

6. Transports sans déformation de la membrane

Les petites molécules et les ions traversent la membrane par des mécanismes passifs ou actifs. Le type de transport dépend de la taille, de la charge, de la polarité de la substance et de l'existence éventuelle de protéines membranaires spécifiques.

6.1. Diffusion simple

La diffusion simple correspond au passage spontané d'une substance dans le sens de son gradient de concentration, sans consommation directe d'énergie. Les petites molécules non polaires, comme le dioxygène et le dioxyde de carbone, diffusent aisément à travers la bicouche. Les molécules chargées et la plupart des molécules polaires la traversent difficilement.

6.2. Osmose et transport de l'eau

L'osmose est le déplacement net de l'eau à travers une membrane semi-perméable. L'eau se déplace vers le compartiment où la concentration totale en solutés non diffusibles est la plus élevée. Dans de nombreuses cellules, le passage rapide de l'eau est facilité par des protéines-canaux appelées aquaporines.

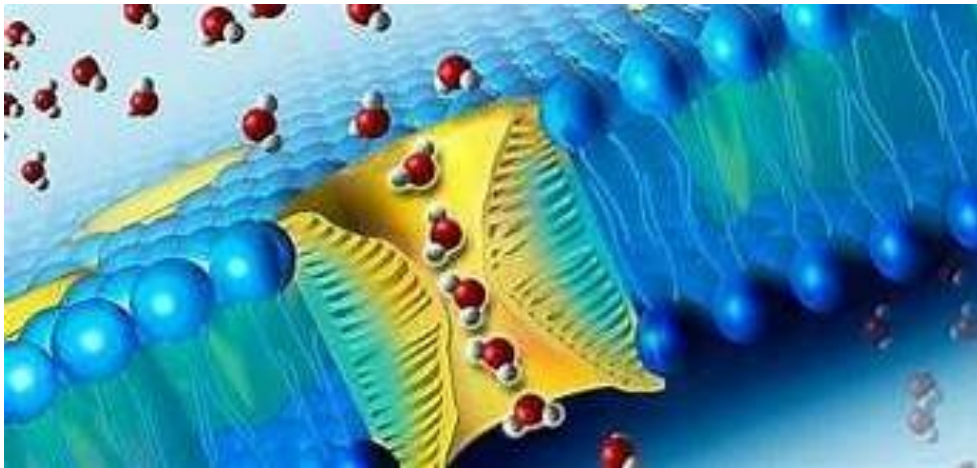


Figure 8 — Passage de l'eau à travers la membrane plasmique et rôle des aquaporines.

Vocabulaire

Un milieu hypotonique contient moins de solutés qu'un milieu de référence ; un milieu hypertonique en contient davantage ; deux milieux isotoniques exercent une pression osmotique équivalente.

6.3. Diffusion facilitée

La diffusion facilitée est un transport passif qui utilise une protéine membranaire. Les canaux forment un passage hydrophile, souvent sélectif pour un ion. Les transporteurs changent de conformation après la fixation de leur soluté. Le transport s'effectue dans le sens du gradient électrochimique et ne nécessite pas d'hydrolyse directe de l'ATP.

6.4. Transport actif

Le transport actif déplace une substance contre son gradient électrochimique. Il nécessite une source d'énergie. Le transport actif primaire utilise directement l'énergie de l'ATP, comme la pompe sodium-potassium. Le transport actif secondaire exploite l'énergie stockée dans le gradient d'un autre ion.

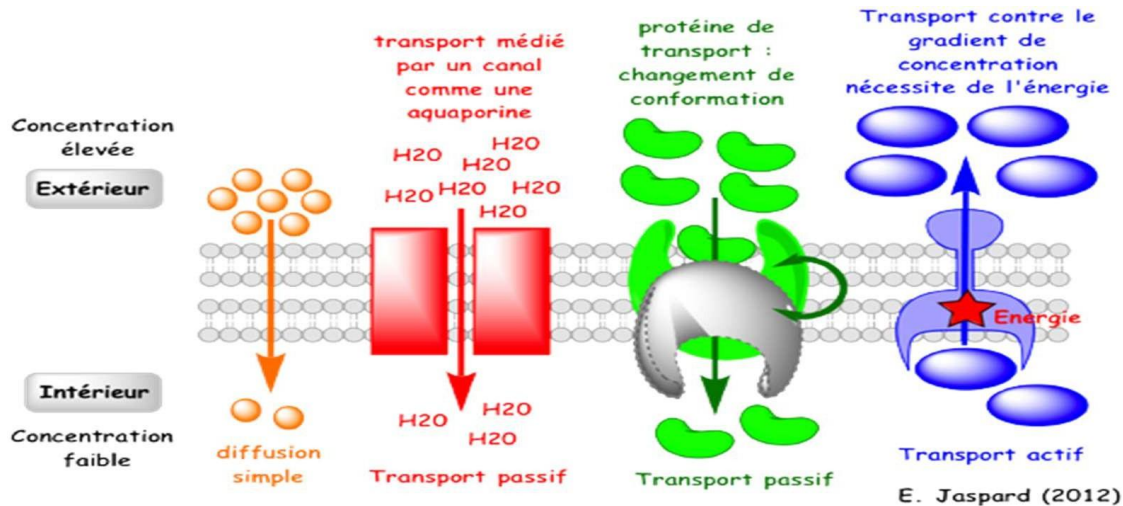


Figure 9 — Comparaison de la diffusion simple, de la diffusion facilitée et du transport actif.

Mécanisme	Protéine requise	Sens du transport	Énergie directe
Diffusion simple	Non	Selon le gradient	Non
Diffusion facilitée	Oui : canal ou transporteur	Selon le gradient électrochimique	Non
Transport actif primaire	Oui : pompe	Contre le gradient	ATP
Transport actif secondaire	Oui : cotransporteur	Couplé au gradient d'un autre soluté	Énergie d'un gradient

7. Transports avec déformation de la membrane

Les macromolécules et les particules ne traversent pas la bicouche par des canaux. Leur transport repose sur la formation ou la fusion de vésicules. Ces mécanismes mobilisent la membrane plasmique et le cytosquelette.

7.1. Endocytose

L'endocytose correspond à l'entrée de matériel extracellulaire par invagination de la membrane et formation d'une vésicule. La phagocytose concerne de grosses particules, comme des microorganismes ou des débris. La pinocytose permet l'internalisation de liquide et de petites molécules. L'endocytose médiée par récepteur assure une capture sélective de ligands.

7.2. Exocytose

L'exocytose permet la libération de substances dans le milieu extracellulaire. Une vésicule intracellulaire fusionne avec la membrane plasmique et déverse son contenu. Ce mécanisme intervient dans la sécrétion d'hormones, de neurotransmetteurs, d'enzymes et de constituants de la matrice extracellulaire.

Relation entre structure et fonction

La fluidité de la membrane permet les changements de forme nécessaires à l'endocytose et à l'exocytose. Une membrane rigide ne pourrait ni bourgeonner ni fusionner efficacement.

Synthèse du chapitre

- La membrane plasmique est une bicouche lipidique dynamique associée à des protéines et à des glucides.
- Les phospholipides amphipathiques constituent l'architecture fondamentale de la bicouche.
- Les stérols modulent la fluidité ; les protéines assurent les fonctions de transport, de réception, d'adhérence et de catalyse.
- Les glucides exposés sur la face extracellulaire forment le glycocalyx.
- Les transports passifs suivent un gradient, tandis que les transports actifs nécessitent une source d'énergie.
- L'endocytose et l'exocytose assurent le transport de macromolécules ou de particules au moyen de vésicules.

Questions de révision

1. Pourquoi les phospholipides forment-ils spontanément une bicouche en milieu aqueux ?
2. Quelle différence existe entre diffusion simple, diffusion facilitée et transport actif ?
3. Quel est le rôle du glycocalyx ?
4. Comment la fluidité membranaire rend-elle possibles l'endocytose et l'exocytose ?

Liste des figures du chapitre

Figure 1 — Organisation générale de la membrane plasmique selon le modèle de la mosaïque fluide.

Figure 2 — Modèle de la mosaïque fluide : bicouche phospholipidique, cholestérol, protéines et glucides membranaires.

Figure 3 — Organisation moléculaire d'un phospholipide : tête hydrophile et queues hydrophobes.

Figure 4 — Disposition spontanée des phospholipides en bicouche dans un milieu aqueux.

Figure 5 — Principales organisations des protéines transmembranaires : hélices alpha et tonneaux bêta.

Figure 6 — Organisation du glycocalyx et répartition des glycoprotéines et glycolipides sur la face extracellulaire.

Figure 7 — Aspect trilamellaire d'une membrane biologique observée au microscope électronique à transmission.

Figure 8 — Passage de l'eau à travers la membrane plasmique et rôle des aquaporines.

Figure 9 — Comparaison de la diffusion simple, de la diffusion facilitée et du transport actif.