

Fiche

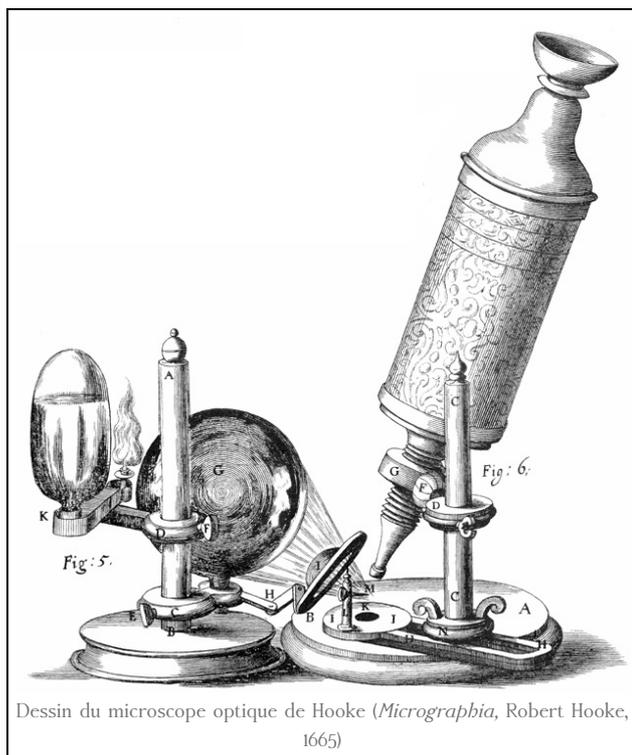
L'objectif de cette partie est d'étudier l'émergence de la théorie cellulaire en Occident à partir du XVII^e siècle. La théorie cellulaire établit que la cellule est l'unité de base de structure et de fonction de tous les êtres vivants. L'élaboration de cette théorie s'est faite grâce aux progrès techniques qui ont conduit à la construction d'instruments permettant d'obtenir une image agrandie : d'abord les microscopes optiques, puis plus tard les microscopes électroniques. La notion de cellule fut l'objet de débats au XVIII^e siècle et au XIX^e siècle. À la fin du XIX^e siècle, la théorie cellulaire est admise par la communauté scientifique et elle offre le cadre conceptuel dans lequel se déploient par la suite les différents domaines de la biologie et de la médecine.

I. La cellule : un objet de débat scientifique

- En 1665, Robert Hooke (1635-1703), scientifique anglais, observe au microscope optique les petites alvéoles du liège, qu'il appelle « cellules ». Hooke réalise ainsi la première description de cellules au sein d'un tissu d'un être vivant. En fait, les cellules qu'il décrit sont des cellules déjà mortes. À la même époque, d'autres observations sont réalisées grâce à des microscopes optiques : globules rouges, spermatozoïdes, bactéries, mais l'unité de structure n'est pas établie parmi le vivant.

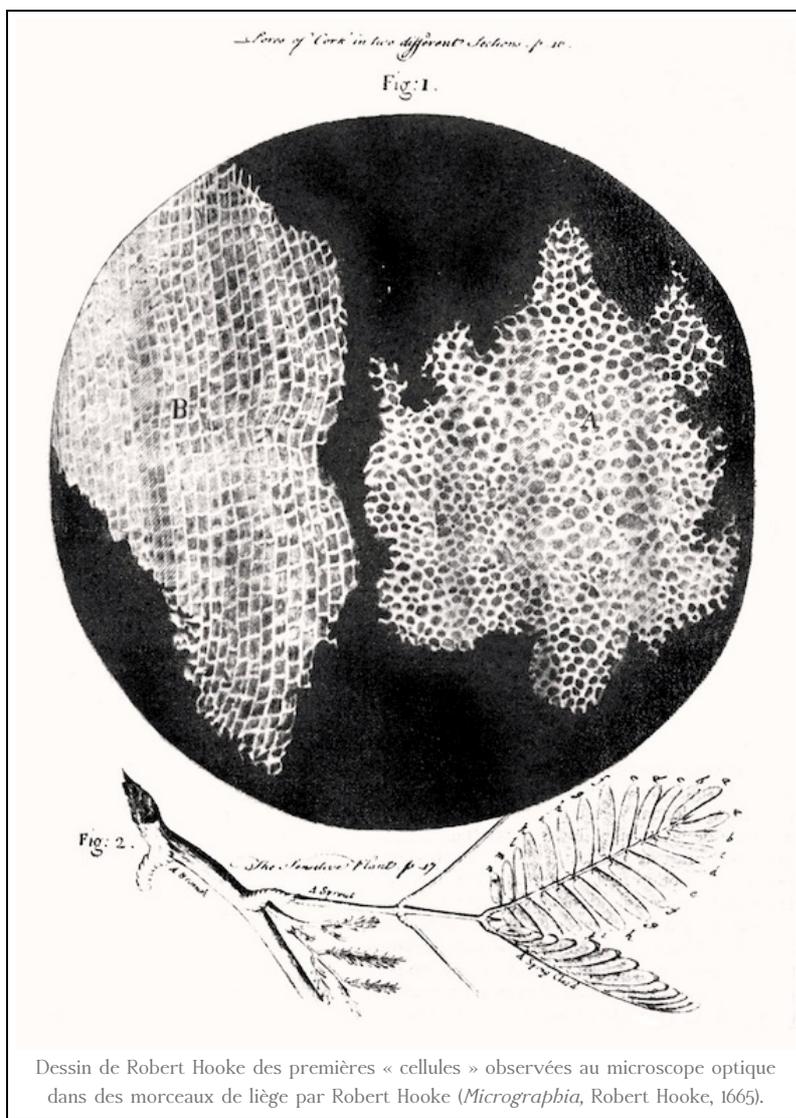
Première utilisation du terme cellule pour décrire un tissu d'être vivant par Robert Hooke en 1665

(Source : Wikimedia Commons)



Dessin du microscope optique de Hooke (*Micrographia*, Robert Hooke, 1665)

(Source : Wikimedia Commons)



Dessin de Robert Hooke des premières « cellules » observées au microscope optique dans des morceaux de liège par Robert Hooke (*Micrographia*, Robert Hooke, 1665).

La source de lumière est une bougie. Le faisceau lumineux est renvoyé vers l'échantillon, qui est observé par un système optique composé de généralement 3 lentilles. Le grossissement obtenu est d'environ 30 fois.

Robert Hooke observe des cavités régulières dans des fragments de liège. Par leur ressemblance avec des petites chambres de moines, il nomme ces structures en latin « *cellula* », dérivé de *cela* : chambre. Il s'agit de la première description de l'observation de cellules.

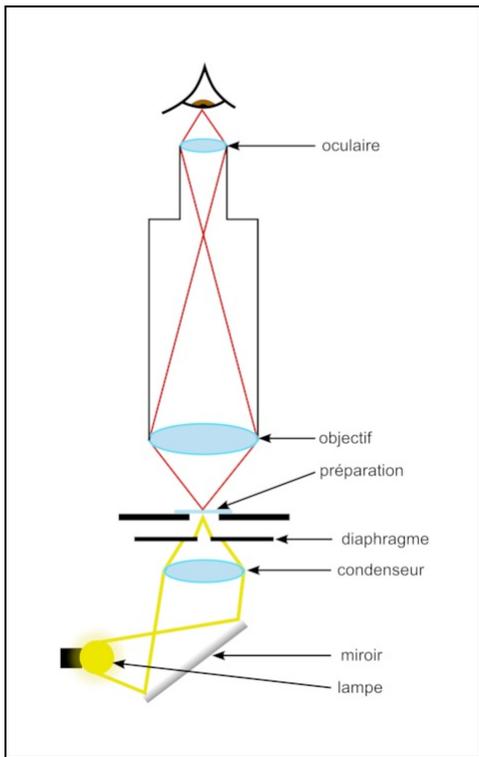
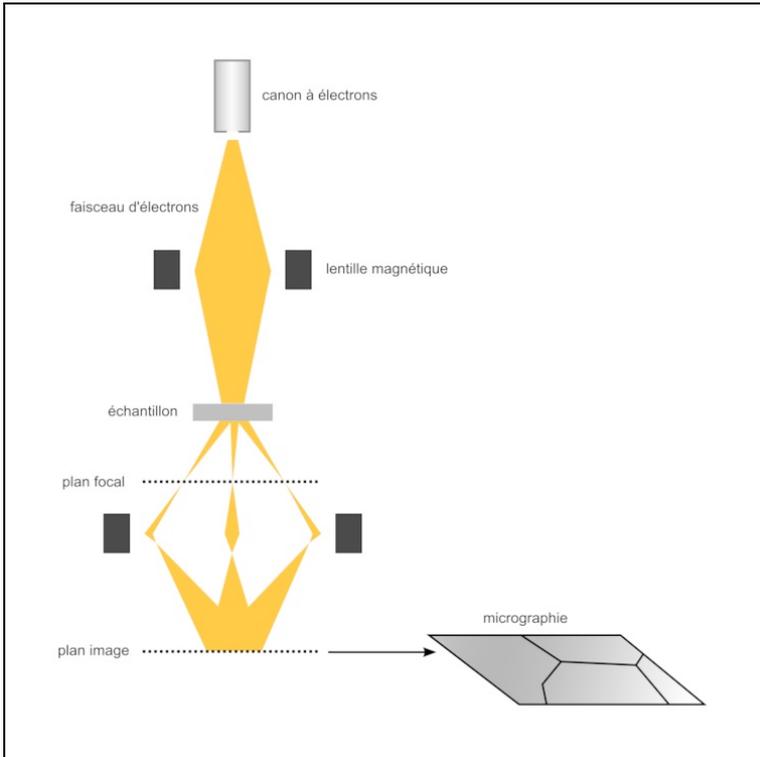
• Pendant longtemps, la théorie fibrillaire, qui propose que la fibre, par exemple les fibres musculaires, soit l'élément constitutif du vivant, connaît un réel succès parmi les savants et la théorie cellulaire ne s'impose pas rapidement. Certains scientifiques, comme le médecin français Marie François Xavier Bichat (1771-1802), ne reconnaissent pas l'importance de l'apport de la microscopie dans la compréhension du vivant. Au cours du XIX^e siècle, plusieurs conceptions s'affrontent pour expliquer la génération de nouveaux tissus. Vers les années 1830, grâce à ses études en microscopie optique de différents tissus végétaux, le scientifique écossais Robert Brown (1773-1858) décrit un nouvel organite présent dans chaque cellule : le noyau. Puis le scientifique allemand Théodore Schwann (1810-1882) réalise de nombreuses études microscopiques du vivant et établit la correspondance entre les cellules animales et végétales. Vers 1838, **Schwann énonce le premier la théorie cellulaire : tous les tissus, animaux et végétaux, sont constitués de cellules caractérisées par la présence d'un noyau.** Ainsi, un peu avant le milieu du XIX^e siècle, la cellule commence à être considérée comme l'unité structurelle et fonctionnelle du vivant et les propriétés des tissus apparaissent comme résultant des caractéristiques des cellules les constituant. Cependant, cette théorie cellulaire n'est pas acceptée par tous, à l'instar du positiviste français, Auguste Comte (1798-1857) qui la rejette. Mais vers 1855, **plusieurs travaux montrent que les tissus se régénèrent par division des cellules.** Ces avancées conduisent à une **acceptation définitive de la théorie cellulaire : la cellule est l'unité structurelle et fonctionnelle de tous les êtres vivants et toute nouvelle cellule se forme à partir d'une cellule préexistante par division cellulaire.**

 Exercice n°1

II. Le modèle cellulaire

- Ainsi, la découverte de l'unité cellulaire est liée à l'invention du **microscope optique**. Cette unité cellulaire est observée pour tous les êtres vivants : animaux, végétaux, mais aussi les champignons et les bactéries. La cellule est un espace délimité au minimum par une **membrane plasmique**. Il s'agit d'un système constitué de molécules et qui est capable de métabolismes, de croissance et de multiplication. **La cellule contient l'information génétique présente sous forme d'ADN (acide désoxyribonucléique).** Chez les cellules **eucaryotes**, comme celles d'animaux, de végétaux et de champignons, la cellule contient des organites dont le noyau abrite l'ADN. Les cellules **procaryotes**, comme les bactéries, les organites sont absents et l'ADN est directement présent dans le **cytoplasme**.
- L'essor de la microscopie électronique à partir des années 1960 a permis d'explorer l'intérieur de la cellule avec une résolution accrue. Les différents organites présents dans les cellules eucaryotes ont pu être décrits en détail, ce qui a permis le début de la compréhension des fonctions cellulaires, en liaison avec le développement de la biochimie, de la génétique et de la biologie moléculaire. Ainsi se construit peu à peu la compréhension du lien entre l'échelle moléculaire et l'échelle cellulaire, c'est-à-dire que les mécanismes moléculaires du fonctionnement cellulaire sont progressivement décryptés.

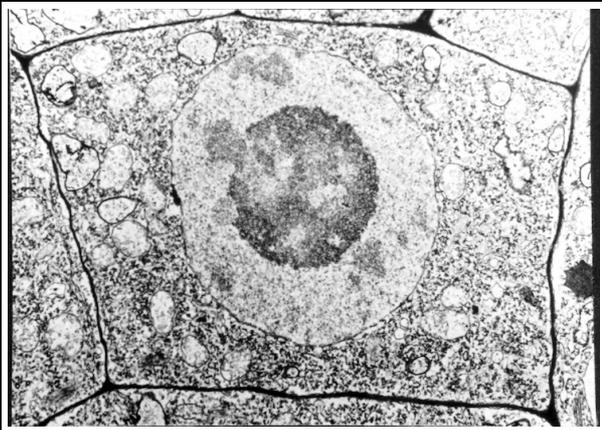
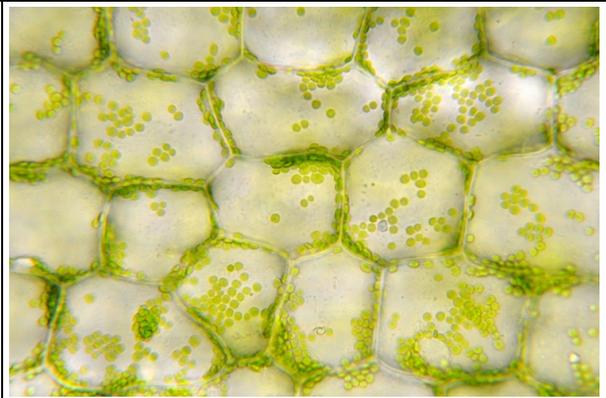
Comparaison microscopie optique et microscopie électronique

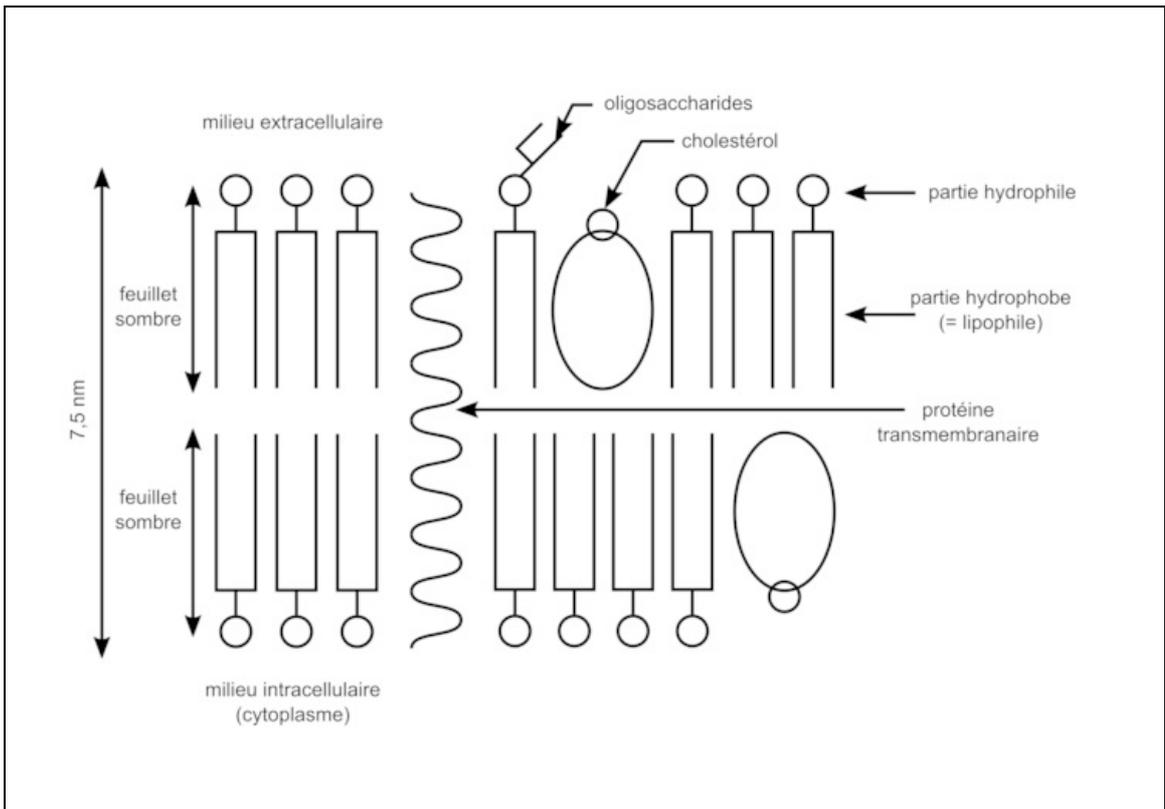
Microscope Caractéristiques	Microscopie optique (photonique)	Microscopie électronique à transmission
Description		
Date d'invention	Vers 1600	1931

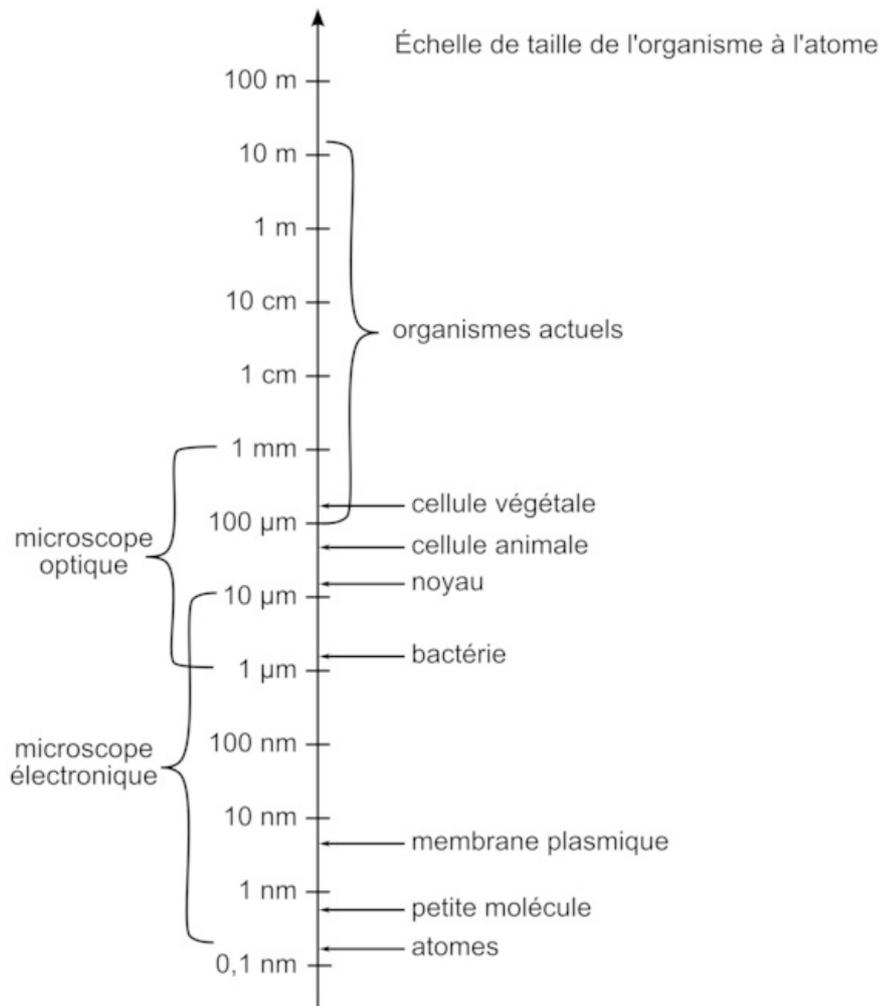
Milieu de transmission	Air	Vide
Faisceau émis	Lumière (photons)	Électrons
Lentilles	Optiques (en verre)	Électromagnétiques
Contraste	Absorption différentielle de la lumière	Dispersion des électrons
Échantillon	Assez fin, vivant ou non	Très fins, mort
Résolution maximale	0,2 μm ($2 \cdot 10^{-7}$ m)	0,5 nm ($2 \cdot 10^{-10}$ m)
Grossissement maximal	2 000	5 000 000

La cellule : unité de structure et de fonction du vivant

Comparaison cellule animale et cellule végétale

Cellule	Cellule animale	Cellule végétale
Étude		
Observation en microscopie optique	<p>© National Cancer Institute</p> 	<p>© NNeuring/iStock</p> 

Schématisation	 <p>milieu extracellulaire</p> <p>oligosaccharides</p> <p>cholestérol</p> <p>partie hydrophile</p> <p>partie hydrophobe (= lipophile)</p> <p>protéine transmembranaire</p> <p>7,5 nm</p> <p>feuillet sombre</p> <p>feuillet sombre</p> <p>milieu intracellulaire (cytoplasme)</p>
----------------	---



 Exercice n°2

 Exercice n°3

III. La membrane plasmique : limite entre intérieur et extérieur de la cellule

- La membrane plasmique est une membrane d'environ 7,5 nm d'épaisseur délimitant l'intérieur de la cellule, c'est-à-dire le cytoplasme, de l'extérieur de la cellule ou milieu extracellulaire.
- Les études effectuées en microscopie électronique, combinées à d'autres études notamment en biochimie, ont permis d'établir un modèle de la membrane plasmique. La membrane plasmique des cellules est constituée de 2 feuillets sombres épais chacun de 2 nm d'épaisseur et séparés par un feuillet plus clair épais de 3,5 nm. La membrane plasmique est formée d'une double couche de lipides, appelée bicouche lipidique. Chaque couche lipidique, qui correspond à un feuillet sombre, est constituée de phospholipides. Les phospholipides sont des molécules organiques composées d'un groupement contenant un atome de phosphore (groupement hydrophile, ayant de l'affinité pour l'eau) et d'une partie lipidique (partie lipophile, ayant de l'affinité pour les lipides, c'est-à-dire hydrophobe). Ainsi, le feuillet externe de la membrane plasmique est constitué d'une couche de phospholipides dont la partie hydrophile est orientée vers le milieu extracellulaire tandis que la partie lipophile est orientée vers l'intérieur de la membrane. Le feuillet interne de la membrane plasmique est composé de l'autre couche lipidique, dont la partie lipophile est orientée vers l'intérieur de la membrane et de la partie hydrophile située vers le milieu intracellulaire. Le feuillet clair au milieu de la bicouche lipidique correspond à l'espace entre les deux parties hydrophobes de chaque couche de phospholipides.
- En plus des phospholipides constituant la bicouche lipidique, d'autres molécules sont présentes dans la membrane plasmique :
 - des molécules de cholestérol ;
 - des protéines soit transmembranaires, soit ancrées à des phospholipides du feuillet externe ou interne.
- Enfin, des groupements glucidiques sont également associés à des phospholipides et aux protéines, notamment au niveau du feuillet externe.
- La membrane plasmique ne constitue pas une structure figée, mais elle forme un milieu fluide où les lipides et les protéines peuvent

migrer latéralement. Les fonctions de la membrane plasmique sont essentielles pour la cellule : en plus de son rôle structurel, la membrane plasmique est le lieu des échanges de matière et d'information entre la cellule et le milieu extérieur.

La membrane plasmique : limite entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire

