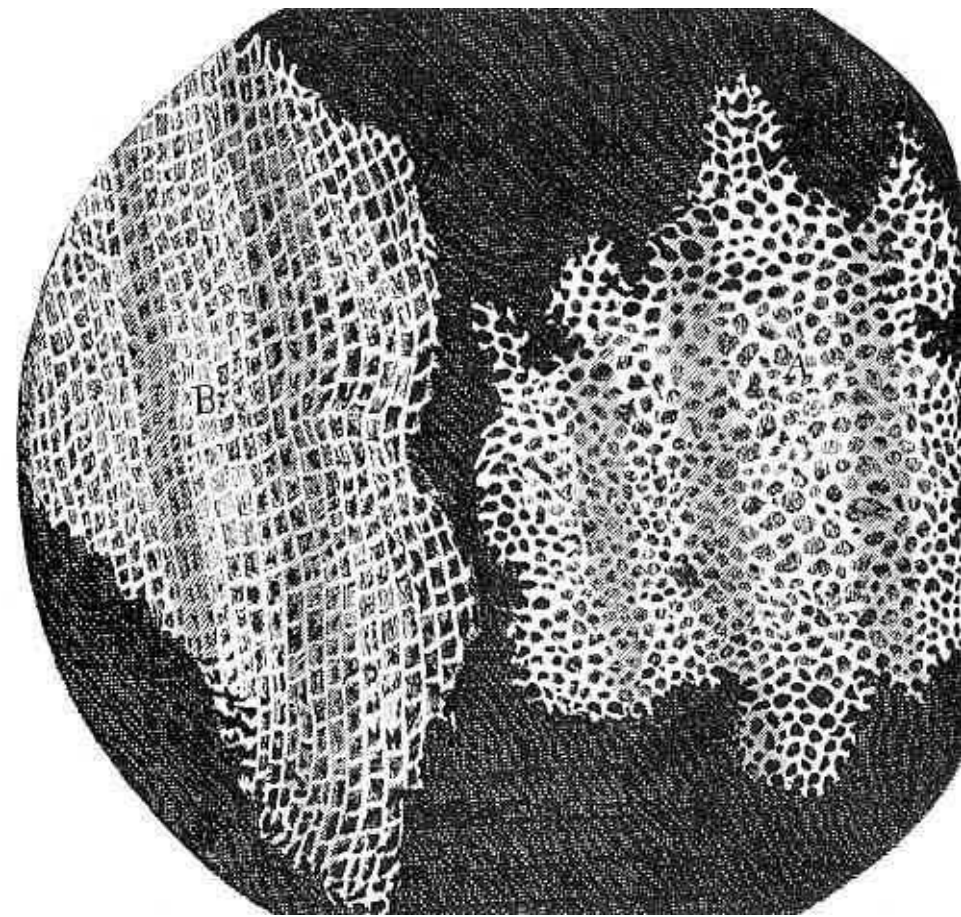


Chapitre 1 : LA THÉORIE CELLULAIRE



1- L'élaboration de la théorie cellulaire

LA THÉORIE CELLULAIRE

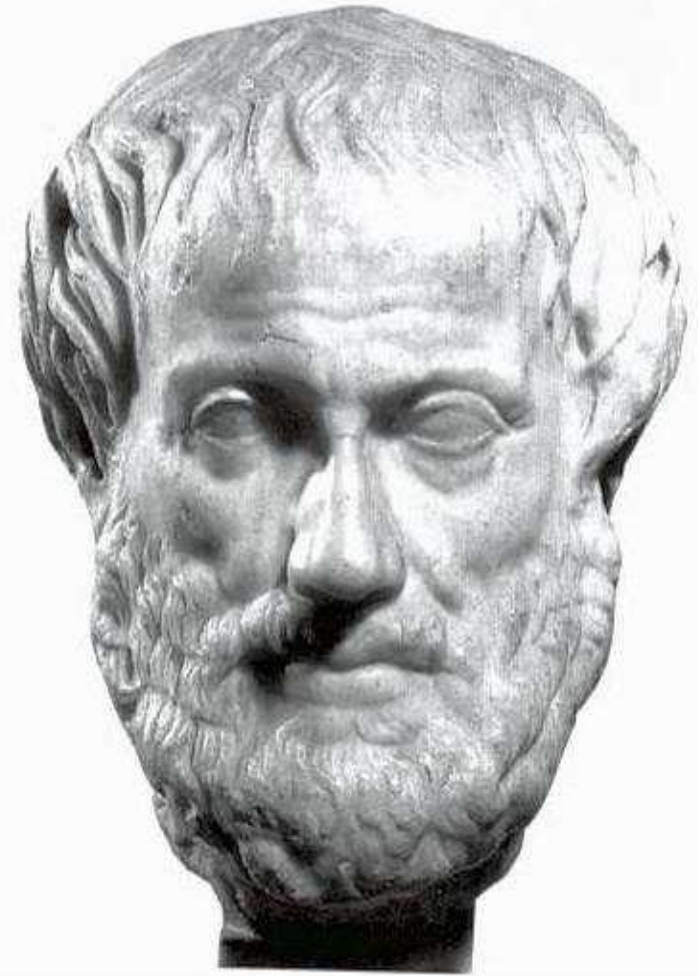
La théorie cellulaire est la théorie centrale et principale de la biologie cellulaire.

Les 3 principes élémentaires de la théorie sont :

- Tout organisme vivant est composé d'une ou plusieurs cellules.
- La cellule est élémentaire à la vie.
- Toute cellule provient d'une autre cellule, par biogénèse.

Dès l'Antiquité, **Aristote** était parvenu à la conclusion que les animaux et les plantes, si complexes soient-ils, sont formés de peu d'éléments qui se répètent dans chacun d'entre eux.

C'est la première formulation connue du concept de cellule même si nous sommes très éloigné de la théorie cellulaire.



En **1665**, c'est Robert **Hooke** qui découvrit la cellule au moyen d'un microscope rudimentaire.

Ce savant anglais, observa des cavités délimitées par des parois dans du liège. Il nomma "cellules" les plus petites unités structurelles de la vie.



La découverte de Hooke marqua le début de la théorie cellulaire, selon laquelle tous les êtres vivants sont formés de cellules.

A partir de **1673**, Antony Van **Leeuwenhoek** dessina de manière très détaillée de nombreux micro-organismes



Van Leeuwenhoek est l'inventeur du premier microscope. Cet instrument permettait d'ajuster avec précision la focalisation d'un objet agrandi, avec une meilleure résolution que celle des systèmes de lentilles plus primitifs.

En **1839**, s'appuyant sur les nombreuses observations de leurs collègues, le botaniste Matthias **Schleiden** et le zoologiste Theodor **Schwann** établirent la première formulation de la théorie cellulaire



Tous les organismes, simples ou complexes, sont formés de cellules et de produits cellulaires.

Certains d'entre eux sont formés d'une unique cellule autonome (organismes unicellulaires), tandis que d'autres sont formés de plusieurs cellules différenciées du point de vue de la forme et des fonctions (organismes pluricellulaires).

Comment expliquer qu'il se soit passé presque 2 siècles entre les premières observations et la première formulation de la théorie cellulaire ?

Activités :

Le microscope de Van Leeuwenhoek permettait un grossissement de X100 et les principes de la coloration n'était pas connu.

A partir des différents échantillons à votre disposition et dans des conditions similaires à celles du XVII^e siècle, rassembler des éléments en faveur du premier principe de la théorie cellulaire

Attention, ne négligez aucun faits, qu'il soit en faveur ou non de la théorie cellulaire

Activités :

Réaliser des croquis de vos observations

Interpréter vos résultats en expliquant si vous avez les éléments nécessaires pour formuler le premier principe de la théorie cellulaire.

Expliquer les deux siècles séparant les premières observations et la première formulation de la théorie.

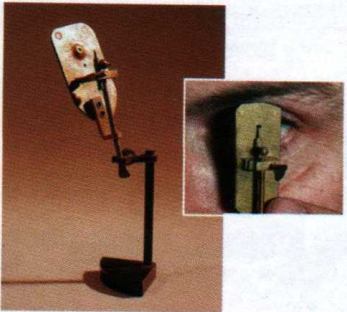
L'histoire de la microscopique



a Reproduction du microscope de Jansen.



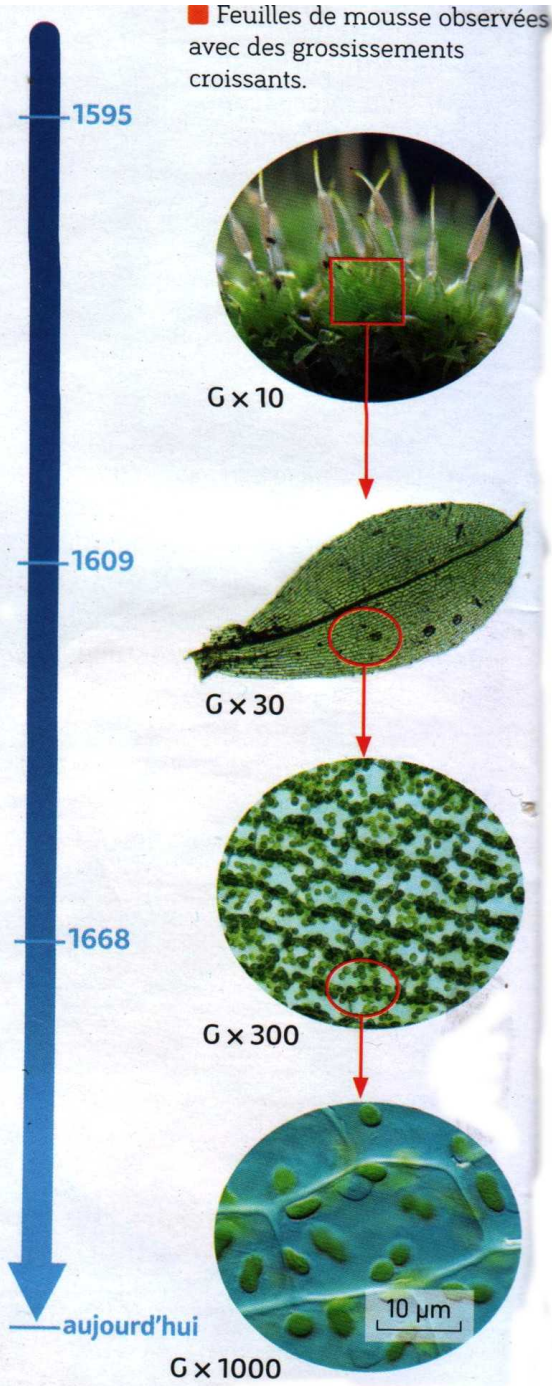
b Modèle de l'« occholino » de Galilée.



c Le microscope de Van Leeuwenhoek.



d Un microscope binoculaire actuel.





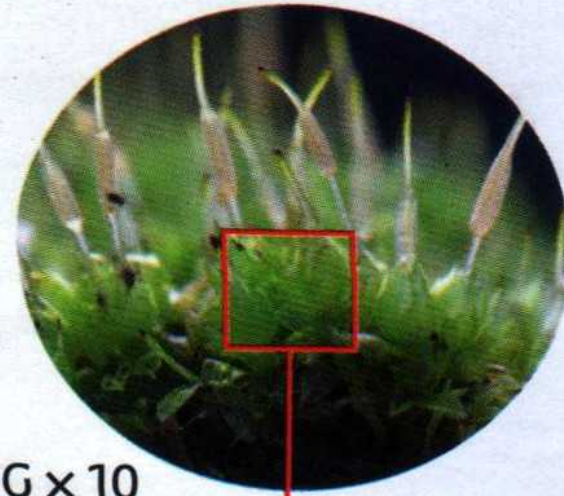
a Reproduction du microscope de Jansen.



b Modèle de l'« occholino » de Galilée.

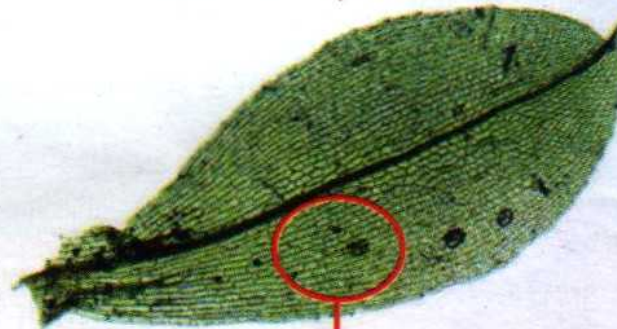
1595

■ Feuilles de mousse observées avec des grossissements croissants.



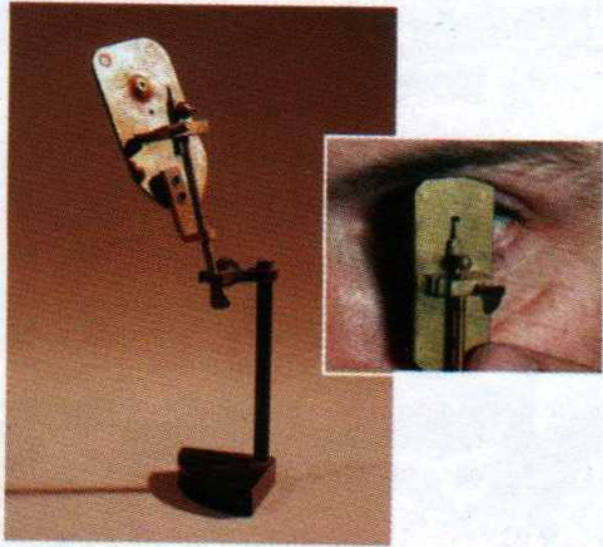
G x 10

1609



G x 30

L'histoire de la microscopique



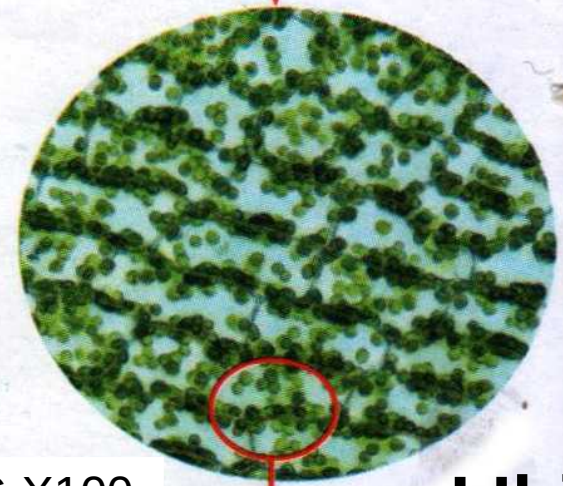
c Le microscope de Van Leeuwenhoek.



d Un microscope binoculaire actuel.

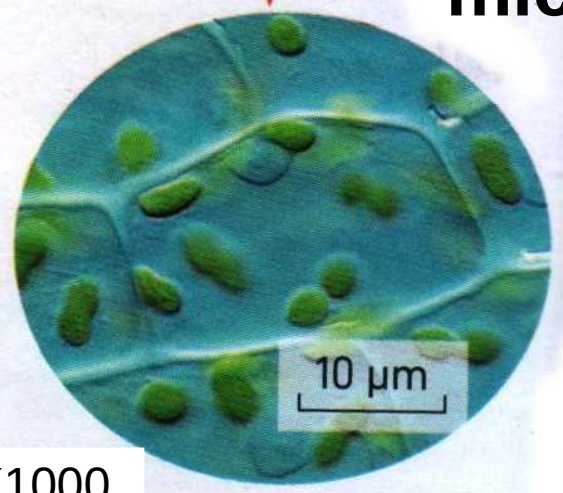


1668



G X100

L'histoire de la microscopique



G X1000

aujourd'hui

2- Renforcement de la théorie cellulaire

En 1838, Schwann et Schleiden formule les deux premiers principes de la théorie cellulaire

1- Tout organisme vivant est composé d'une ou plusieurs cellules.

2- La cellule est élémentaire à la vie.

Reste une question en suspend : Quelle est l'origine des cellules ?

De l'antiquité et jusqu'au XIXe siècle, on pensait que les êtres vivants apparaissaient spontanément à partir de matière inorganique.

C'est la théorie de la génération spontanée.

En **1852**, en se basant sur des observations d'embryons, Robert **Remak** conclue que les cellules se forment par division de cellules existantes.

En **1855**, Rudolf **Virchow** pose le troisième principe de la théorie cellulaire en affirmant que toute cellule provient d'une cellule qui s'est divisée.



Division d'une cellule de levure

Expérience 1



Bouillon stérilisé par chauffage



Bouillon stérile



Bouillon contaminé par des microorganismes

Expérience 2



Bouillon stérile dans un ballon à col de cygne



La courbure inférieure du col en forme de S emprisonne les microorganismes ; le bouillon reste stérile

- Rupture du col
- Incubation



La rupture de la partie supérieure du col permet aux microorganismes de pénétrer dans le flacon ; le bouillon se détériore

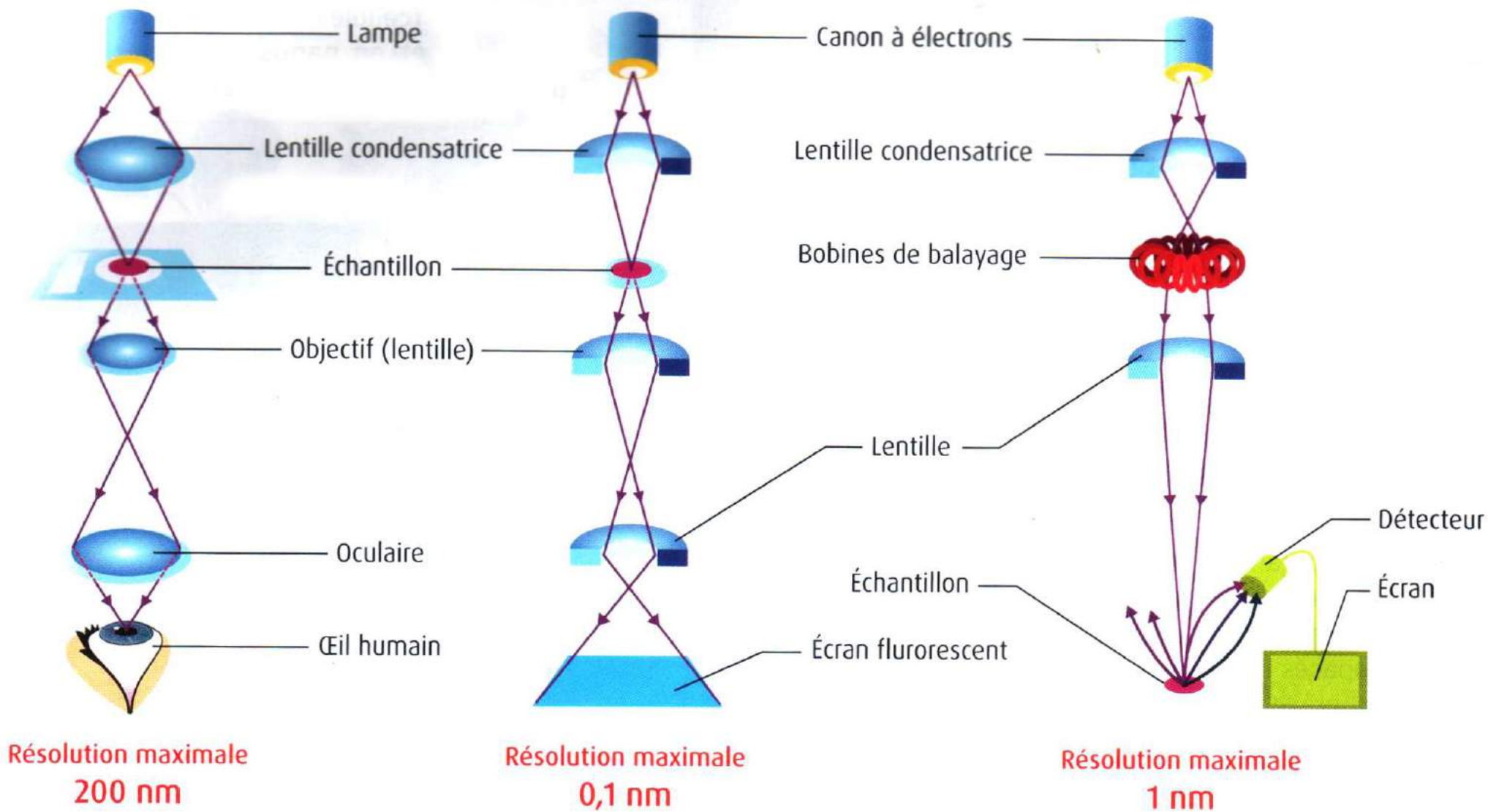
Doc 2 p 50 : Expérience des ballons à cols de cygnes

3- Les progrès de la microscopie et le lien entre cellules et molécules

Microscope optique

Microscope électronique à transmission

Microscope électronique à balayage



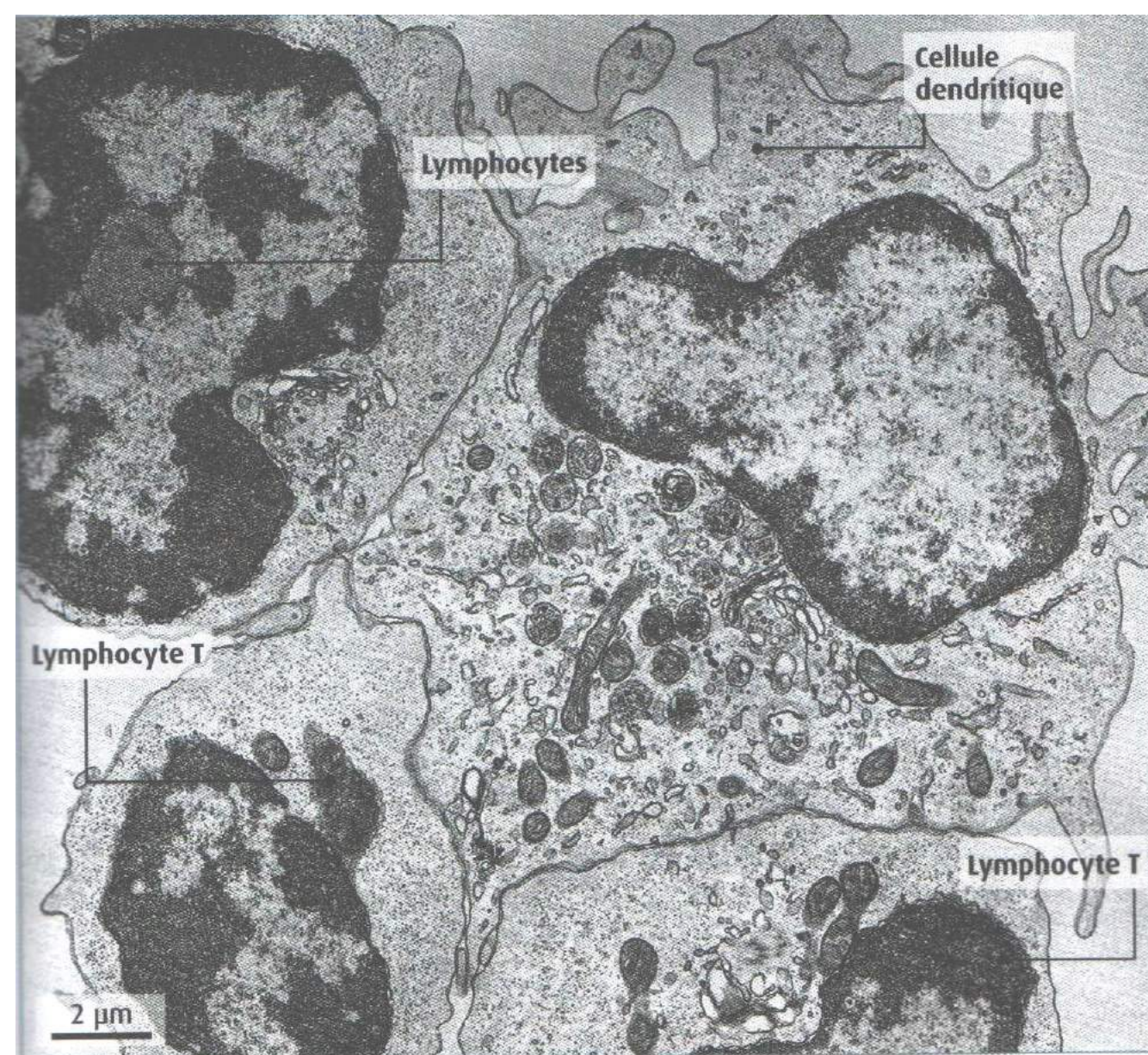
Doc 1 p54 : Principe de la microscopie électronique

Principe de la microscopie électronique (doc 1 p. 54)

Le microscope électronique et le microscope optique fonctionnent sur le même principe. La différence est dans la source d'émission : des photons pour le microscope optique et des électrons pour sa version électronique.

Ainsi, la longueur d'onde plus petite des électrons permet une résolution plus fine et donc un grossissement plus fort

Doc 2 p.55 :
Calculer le
grossissement de
cette image



1cm sur l'image
correspond à 2 μ m
dans la réalité

DOC 2 Observation au MET au sein d'un ganglion lymphatique.

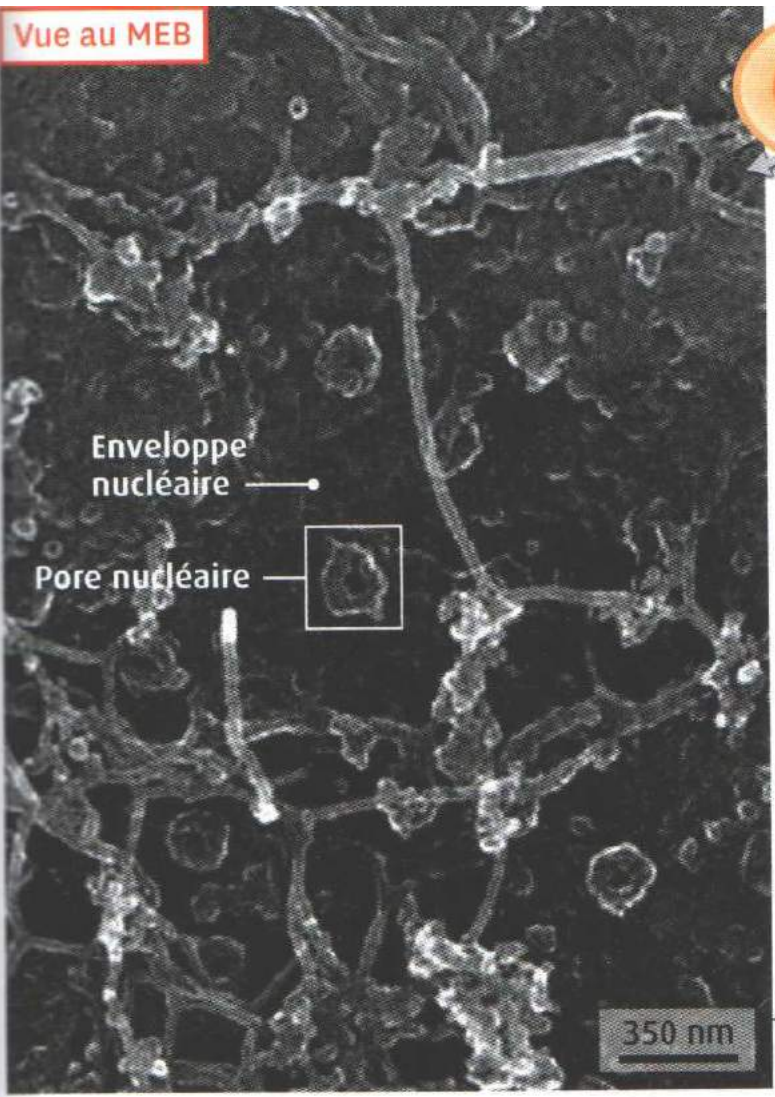
Le grossissement correspond au rapport entre la taille d'une représentation et la taille de l'objet réel.

$$1\text{cm} / 2\mu\text{m}$$

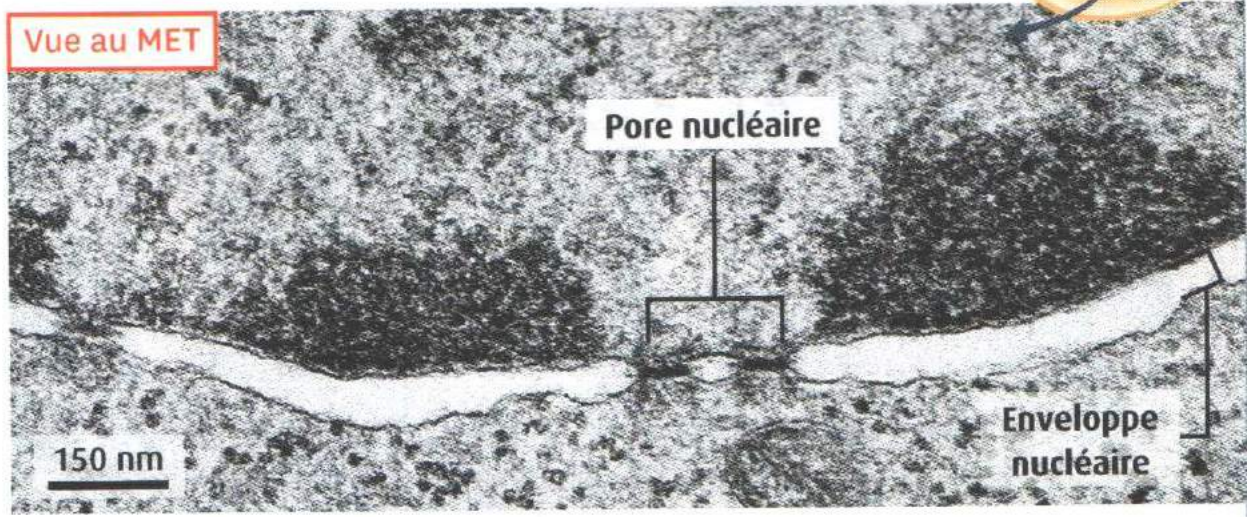
m	dm	cm	mm			μm			nm
		0,	0	0	0	2			

$$1\text{cm} / 0,0002\text{cm}$$
$$\times 5000$$

Vue au MEB



Vue au MET



L'enveloppe nucléaire est percée de nombreux pores. La microscopie électronique permet de les observer et de repérer les molécules qui les constituent. Ces dernières jouent un rôle important dans le contrôle du trafic des molécules entre le noyau et le cytoplasme. La vue au MET est en coupe, celle au MEB est «3D».

DOC 3 L'enveloppe nucléaire vue au MET et vue au MEB.

Doc 3 p.55 : Calculer le grossissement de cette image

1cm pour 350 nm et 1cm pour 150 nm

Le grossissement correspond au rapport entre la taille d'une représentation et la taille de l'objet réel.

$$1\text{cm} / 350\text{ nm}$$

m	dm	cm	mm			μm			nm
		0,	0	0	0	0	3	5	0

$$1\text{ cm} / 0,000035\text{ cm}$$
$$\times 28571$$

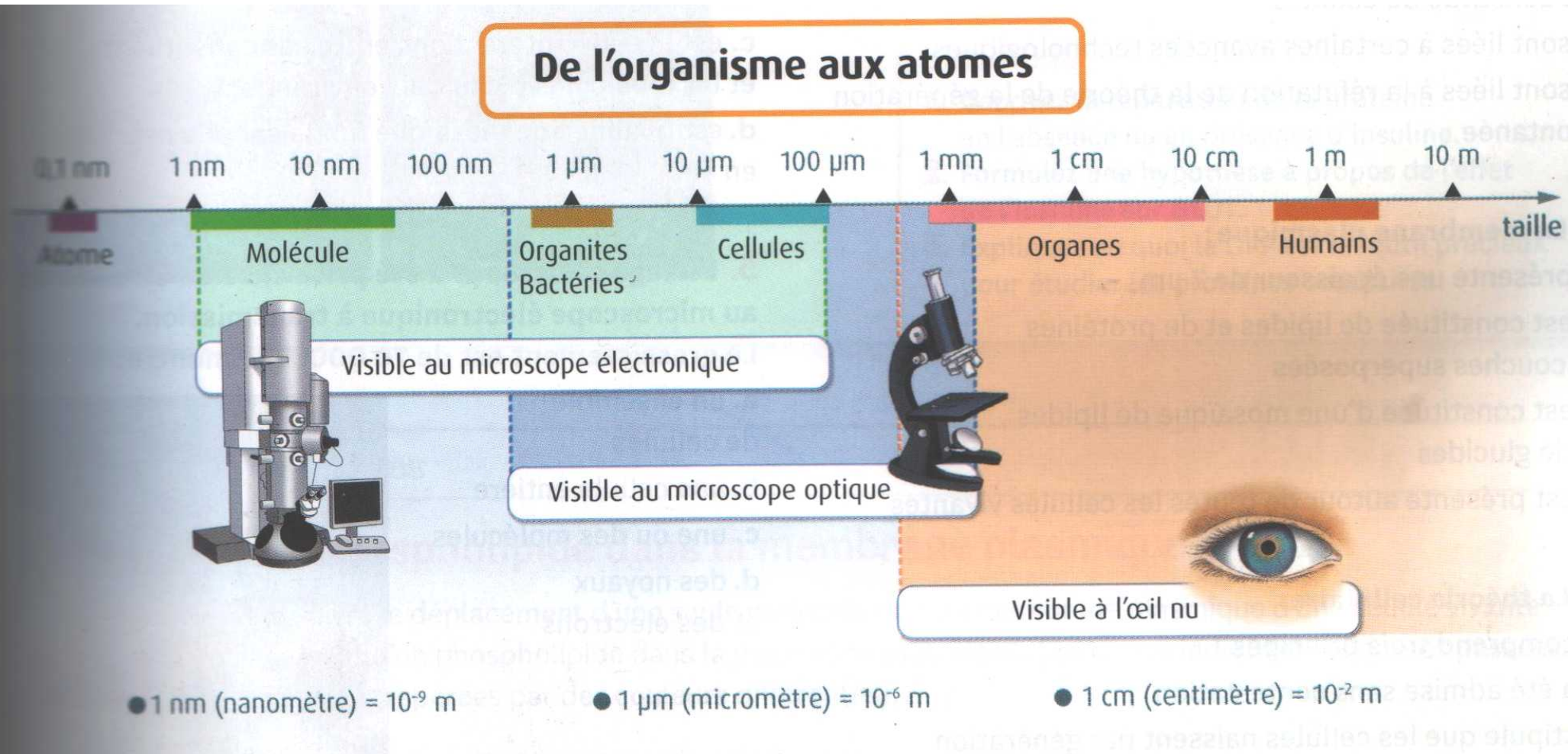
Le grossissement correspond au rapport entre la taille d'une représentation et la taille de l'objet réel.

1cm / 150 nm

m	dm	cm	mm			μm			nm
		0,	0	0	0	0	1	5	0

1 cm / 0,000015 cm
X 66667

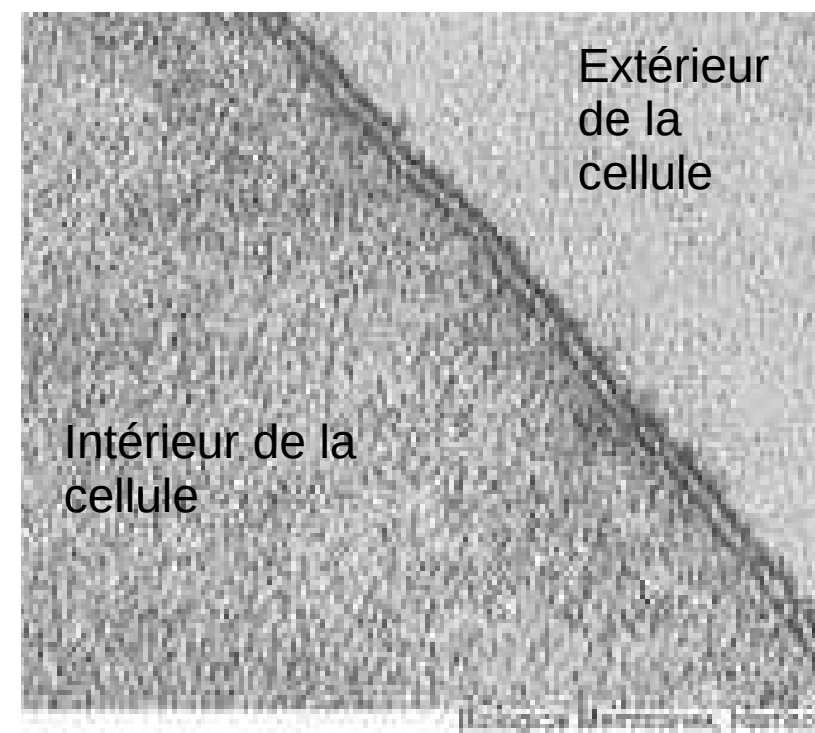
Doc p59 : De l'organisme aux atomes



**4- Le lien fonctionnel entre échelle moléculaire
et échelle cellulaire : les membranes
plasmiques**

Une cellule est constituée d'une membrane plasmique contenant du cytoplasme et de l'information génétique.

La membrane plasmique permet d'isoler le métabolisme cellulaire du milieu extérieur



Membrane plasmique au MET

Problème : On veut comprendre la démarche qui amena à la compréhension de la structure et de la dynamique des membranes plasmiques

**Problème : On veut comprendre la démarche
qui amena à la compréhension de la structure
et de la dynamique des membranes
plasmiques**

Observation de
cellule d'oignon
rouge monté
dans l'eau
salée



En **1855** : Von Nägeli et Carl Eduard Cramer imaginent le concept de membrane plasmique en tant que barrière pour expliquer les échanges d'eau entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule

En 1899, Charles Ernest Overton travaille sur l'efficacité des anesthésiants et arrive à une conclusion :

l'efficacité d'une molécule pour agir directement dans la cellule est directement proportionnelle à sa solubilité dans l'huile d'olive et donc de son caractère hydrophobe

Il en conclut que la capacité d'une substance à traverser la membrane dépend de son caractère hydrophobe. Il formule l'hypothèse d'**une membrane composée de lipides.**

Les progrès en chimie confirment l'hypothèse d'Overton et permettent de comprendre l'organisation des lipides ainsi que leurs propriétés vis à vis de l'eau

L'**hydrophobie** caractérise les surfaces qui semblent repousser l'eau. Cette propriété est celle de molécules apolaires, caractérisées par des liaisons C-H (molécules organiques)

l'**hydrophilie** caractérise les molécules qui se dissolvent dans l'eau. Cette propriété est celle de molécules polaires, caractérisées par des liaisons C-O-H

Activités :

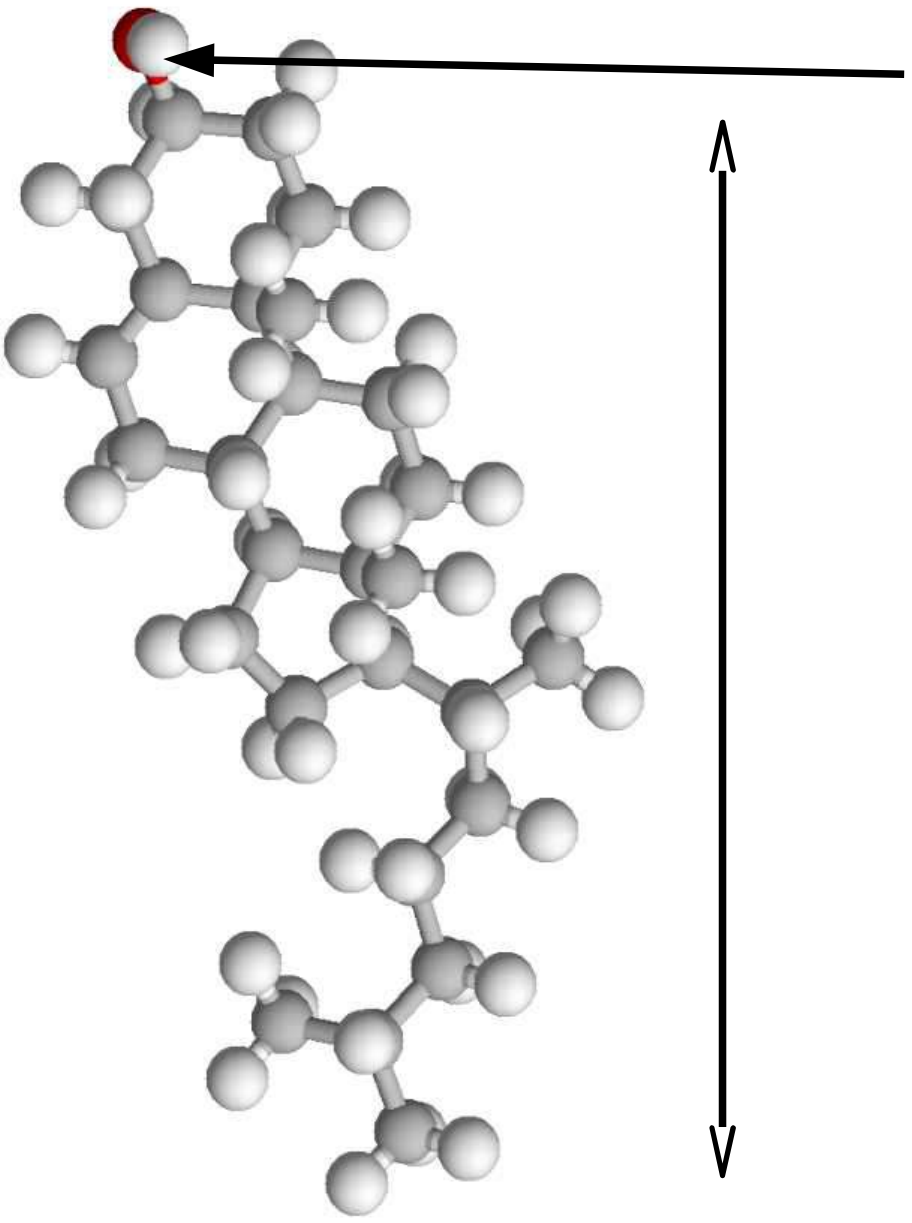
Utiliser le logiciel Rastop afin d'observer 2 exemples de lipides membranaires : le cholestérol et l'acide stearyl linolenyl phosphatidique

Mettre en évidence leurs points communs et leurs caractères hydrophiles ou hydrophobes

Réaliser un schéma d'un phospholipide type

Justifier l'hypothèse d'Overton

Représentation sous Rastop du **cholestérol**

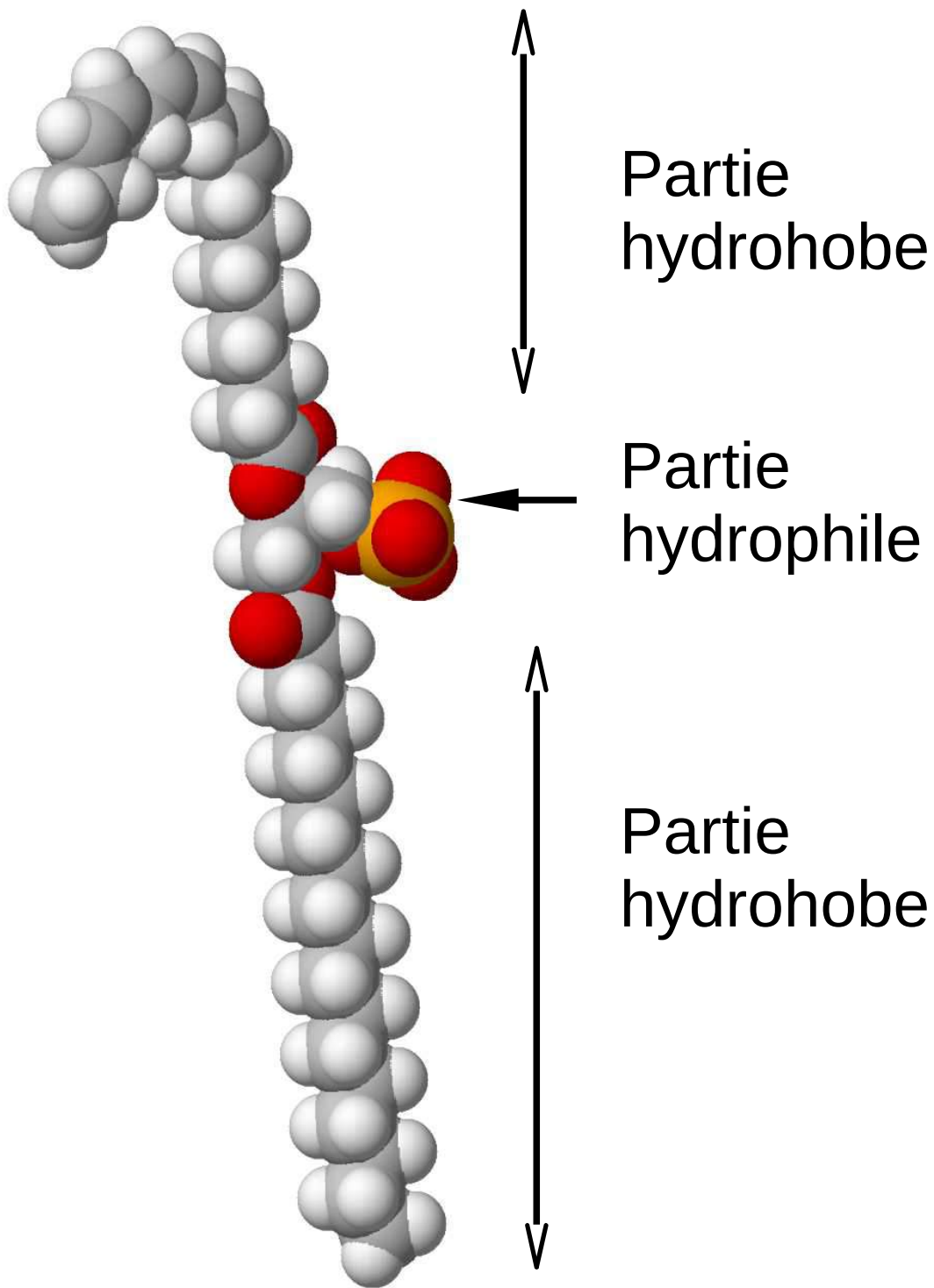


Partie hydrophile

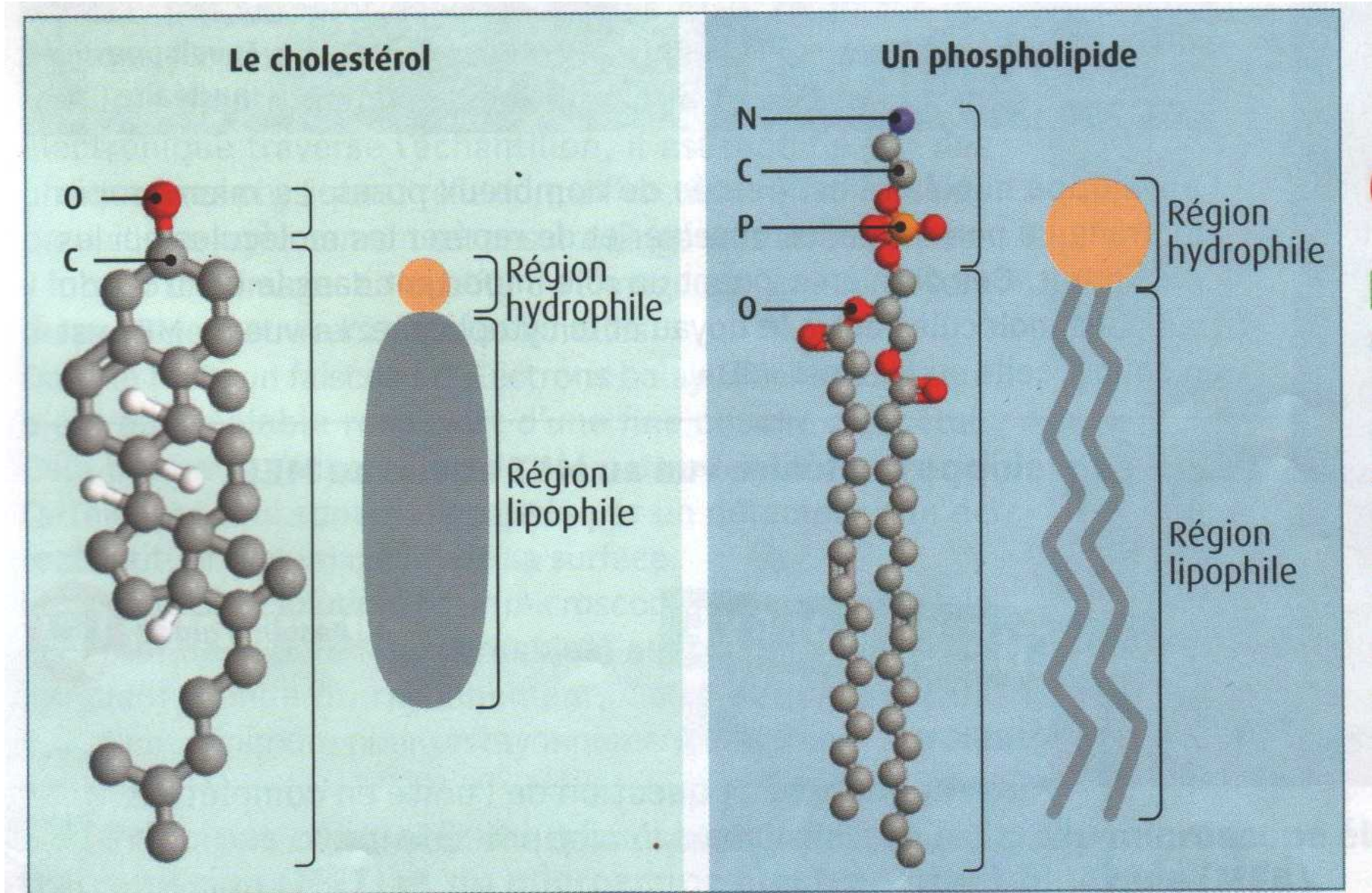


Partie hydrophobe

Représentation d'un phospholipide avec Rastop



Modèle moléculaire et schématisation de deux modèles moléculaires (**Doc 3 p.56**)

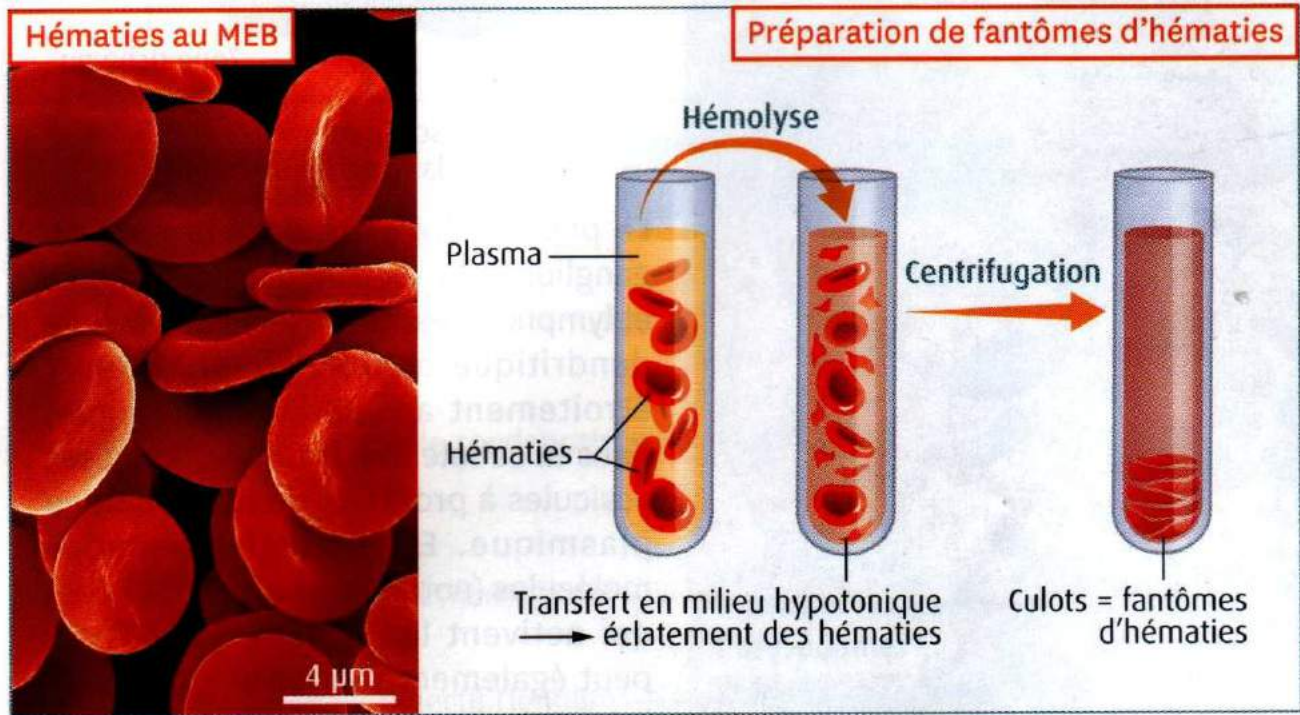


Si l'hypothèse d'Overton est juste, alors il reste le problème de l'organisation des lipides membranaires



Pour un unicellulaire, le milieu intérieur est composé d'eau (cytoplasme) et le milieu extérieur aussi

Comment s'organise les lipides dans les membranes plasmiques ?



Doc 1 p 56

En **1925**, Gorter et Grendel dissolvent dans l'acétone les lipides de globules rouges. Dans ces cellules particulières, la seule source de lipides est membranaire car elles sont dépourvues d'organites et même de noyau. Ces lipides dissous sont étalés sur de l'eau

Sachant que les lipides membranaires forment une couche monomoléculaire, 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

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

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

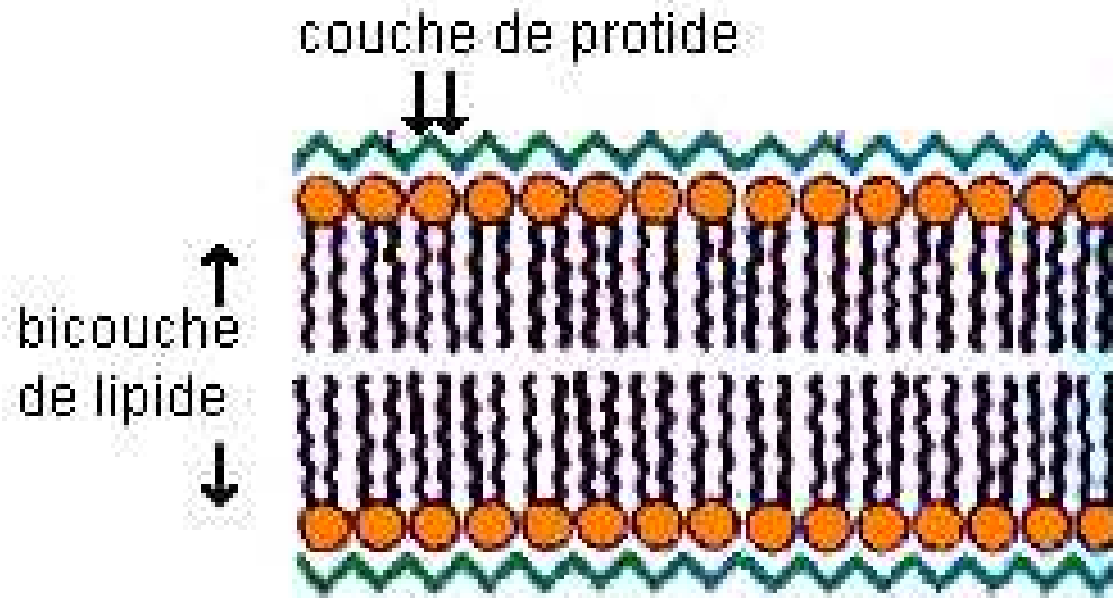
- **Calculer** la surface totale des membranes plasmiques des globules rouges dissous
- **Quelle hypothèse** sur la structure des membranes plasmiques pouvez-vous proposer ? **justifier**

Résultats des expériences de Gorter et Grendel

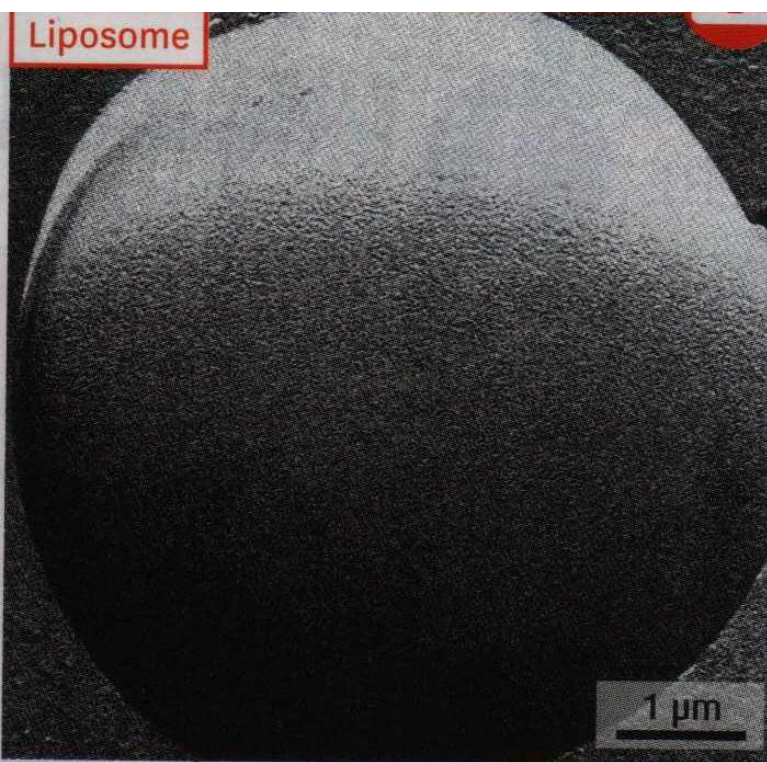
Doc 2 p.56

Numéro d'échantillon	Animal	Quantité de sang utilisé (g)	Surface totale des membranes plasmiques (m ²)	Surface occupée par tous les lipides des membranes (m ²)
1	Chien	40	31,3	62
2		10	6,2	12,2
3	Mouton	10	2,95	6,2
4		9	2,65	5,8
5	Lapin	10	5,46	9,9
6		10	5,46	8,8
7		0,5	0,27	0,54

En **1925**, à partir des travaux de Gorter et Grendel, l'analyse chimique met en évidence la présence de protéines dans les membranes



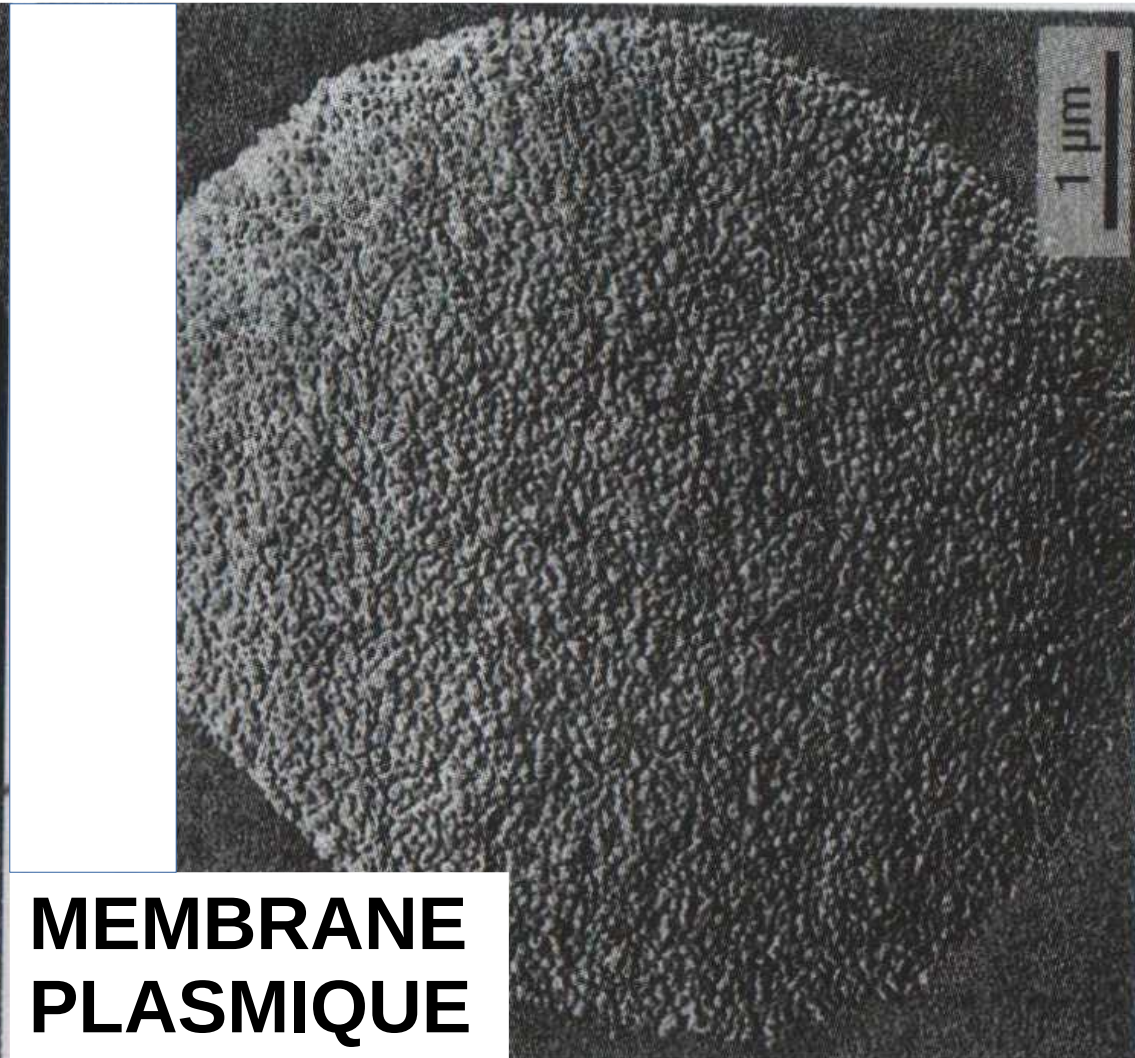
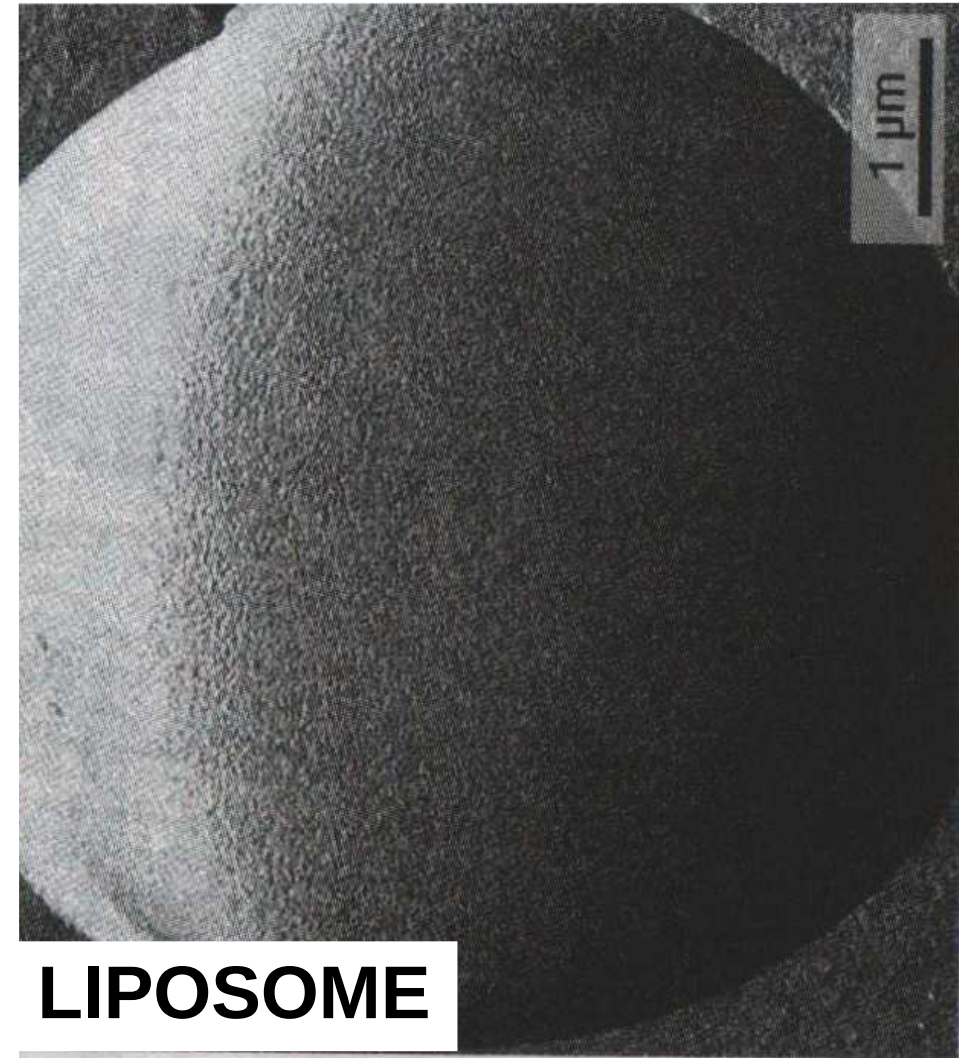
On propose alors différents modèles d'organisation entre les lipides membranaires et les protéines.



En **1965**, Bangham, Standish et Watkins synthétisent les premiers liposomes, c'est à dire les premières membranes plasmiques artificiels à partir de lipides membranaires

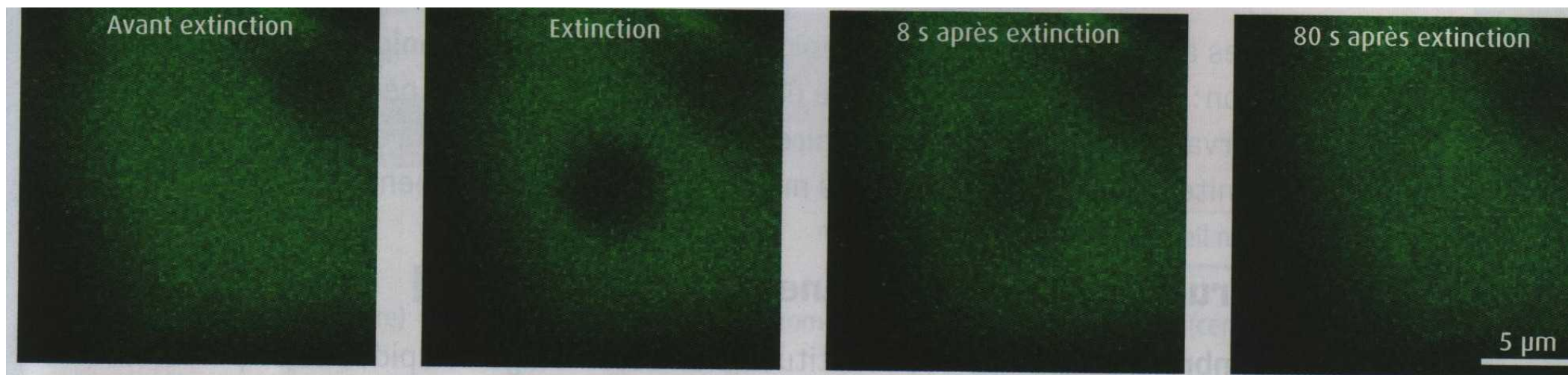
Avec la découverte des liposomes et la possibilité de voir les membranes plasmiques (microscope électronique), On va pouvoir comparer les membranes naturelles et artificielles pour vérifier la présence de protéines.

Observation au Microscope électronique à transmission d'une membrane plasmique artificielle (liposome) et d'une membrane plasmique naturelle

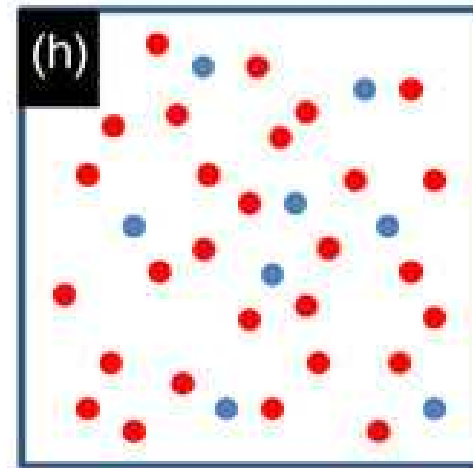
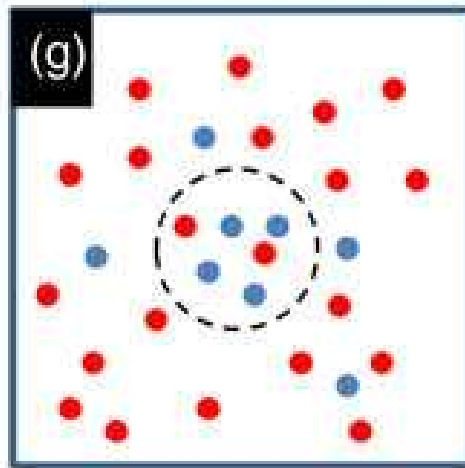
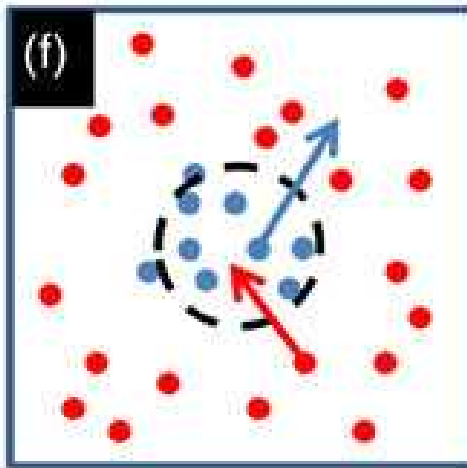
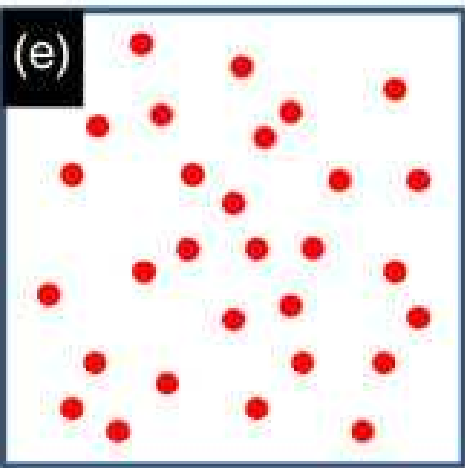
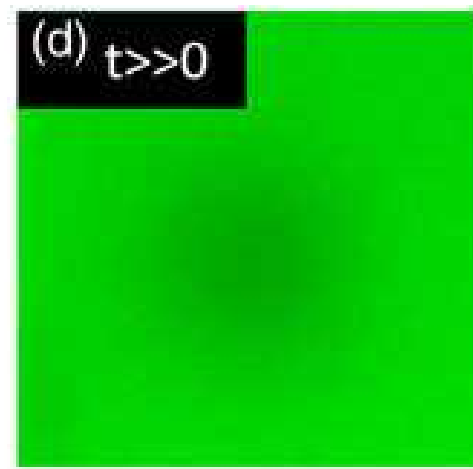
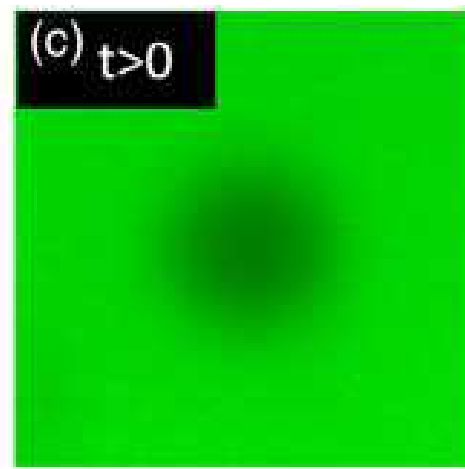
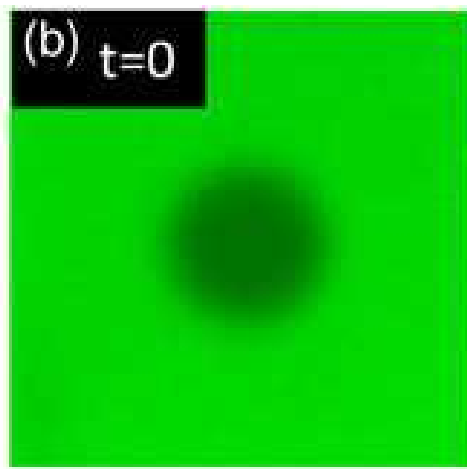
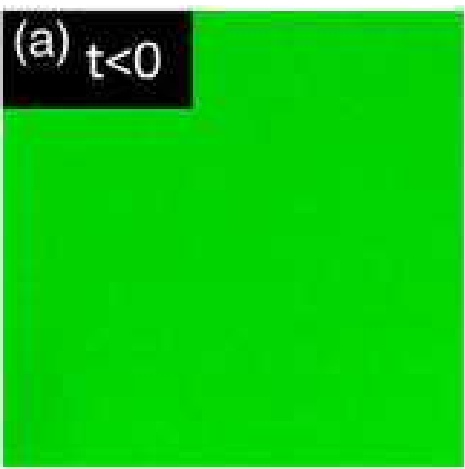


La technique du FRAP et le modèle actuel de mosaïque fluide

L'ensemble des protéines membranaires d'une membrane est « étiquetée » par une substance fluorescente. On peut détruire cette fluorescence sur une petite zone puis observer l'évolution du résultat.



Doc 6 p.57
+
Exercice 5 p.61

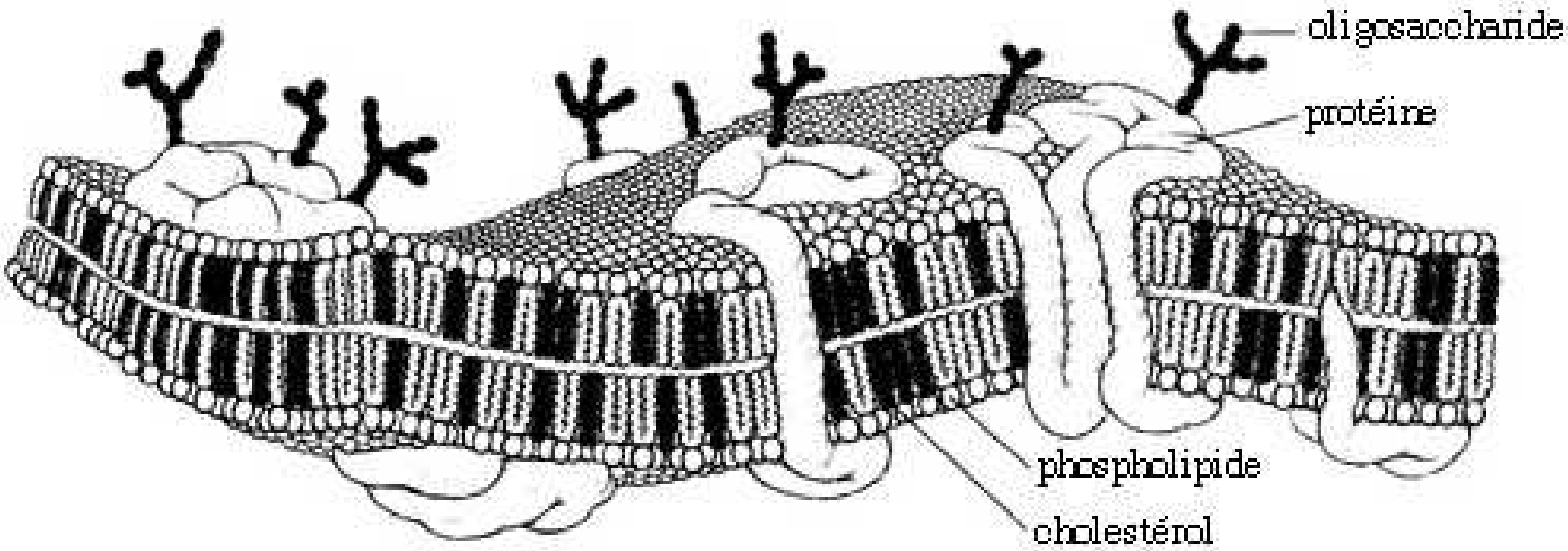


Membrane
plasmique
fluorescente

Extinction
d'une zone

Diffusion
de la zone
éteinte

Homogénéi-
sation de la
membrane

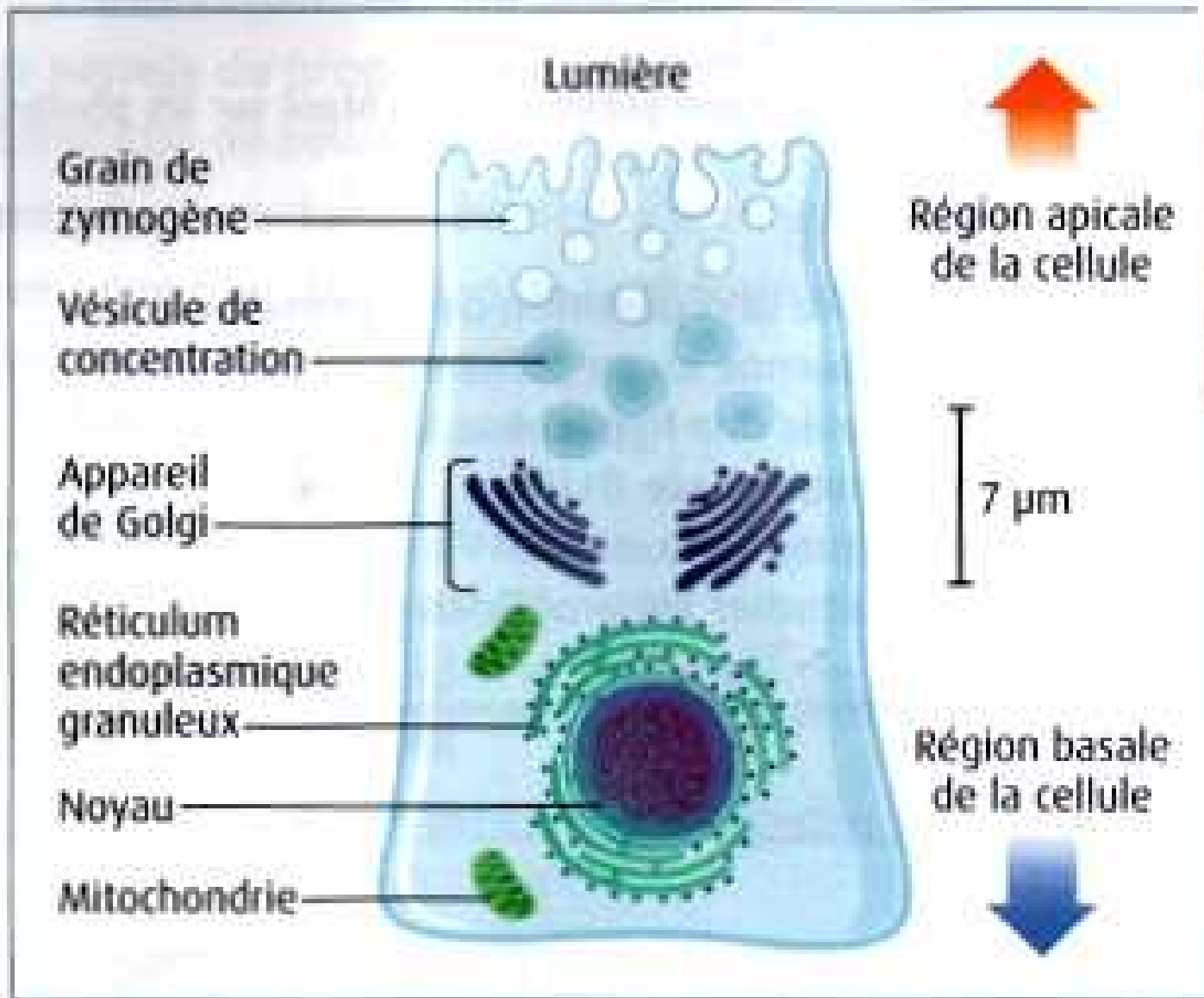


Modèle de la mosaïque fluide de Nicholson et Singer

Exercice d'application

Exercice 6 p. 62

Exercice 6 p. 62

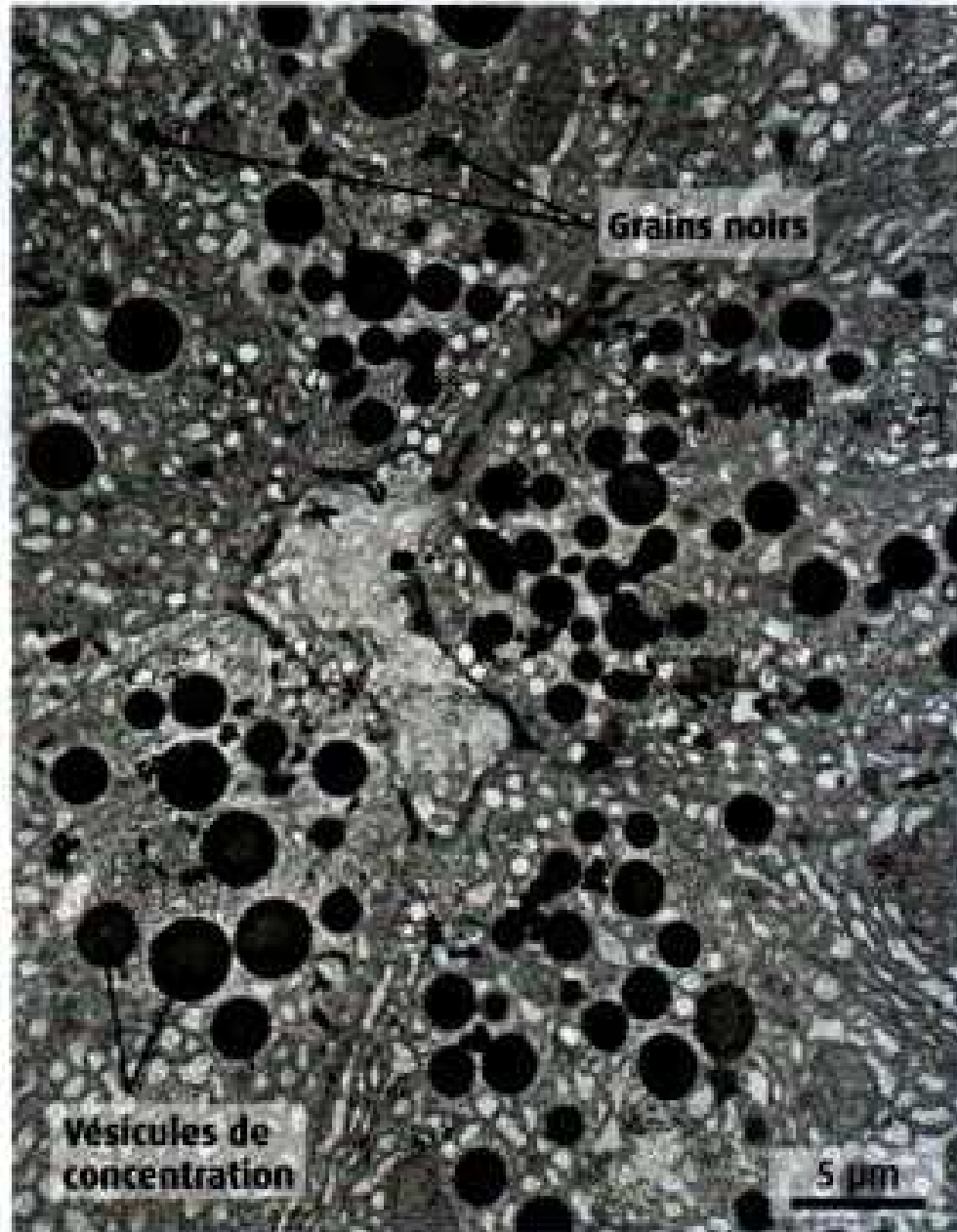


QUESTIONS

1. À partir des données de l'énoncé, indiquez le nom d'un organe, d'une cellule et d'une molécule.
2. Calculez le diamètre d'une vésicule de concentration.
3. Expliquez pourquoi les découvertes de Palade n'ont pas pu être effectuées avant les années 1960.
4. À l'aide du **DOC 2**, reconstituez le trajet des enzymes dans la cellule acineuse du pancréas au cours du temps.

DOC 1 Représentation schématique d'une cellule acineuse du pancréas.

Exercice 6 p. 62



QUESTIONS

1. À partir des données de l'énoncé, indiquez le nom d'un organe, d'une cellule et d'une molécule.
2. Calculez le diamètre d'une vésicule de concentration.
3. Expliquez pourquoi les découvertes de Palade n'ont pas pu être effectuées avant les années 1960.
4. À l'aide du **DOC 2**, reconstituez le trajet des enzymes dans la cellule acineuse du pancréas au cours du temps.

DOC 2 Autoradiographie obtenue après 120 minutes de culture (photo au MET).

Exercice 6 p. 62

Localisation	Temps de culture (en minutes)					
	3	10	20	40	60	120
Réticulum endoplasmique granuleux	86,3	43,7	37,6	24,3	16,0	20,0
Appareil de Golgi	2,7	43,0	37,5	14,9	11,0	3,6
Vésicules de concentration	1,0	3,8	19,5	48,5	35,8	7,5
Grains de zymogène	3,0	4,6	3,1	11,3	32,9	58,6
Lumière de l'acinus	0	0	0	0	2,9	7,1
Autre	7,0	4,9	2,3	1,0	1,4	3,2

QUESTIONS

1. À partir des données de l'énoncé, indiquez le nom d'un organe, d'une cellule et d'une molécule.
2. Calculez le diamètre d'une vésicule de concentration.
3. Expliquez pourquoi les découvertes de Palade n'ont pas pu être effectuées avant les années 1960.
4. À l'aide du **DOC 2**, reconstituez le trajet des enzymes dans la cellule acineuse du pancréas au cours du temps.

DOC 3 Pourcentage de grains noirs dans différents compartiments de la cellule à différents moments de l'expérience. Les pourcentages se rapportent au nombre total de grains comptés.