

CHAPITRE 2

UNE STRUCTURE COMPLEXE : LA CELLULE

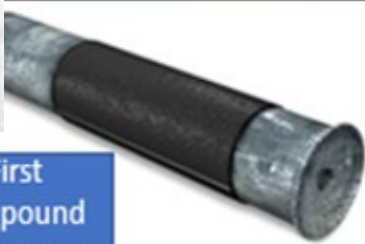
I – De l'unité cellulaire à la théorie cellulaire

A. Invention du microscope optique et première observation de cellules



Developing the microscope

First
compound
microscope
1595



Leewenhoek
microscope
1600



Hooke
microscope
1670

First
interchangeabl
e magnification
1884



Modern light
microscope



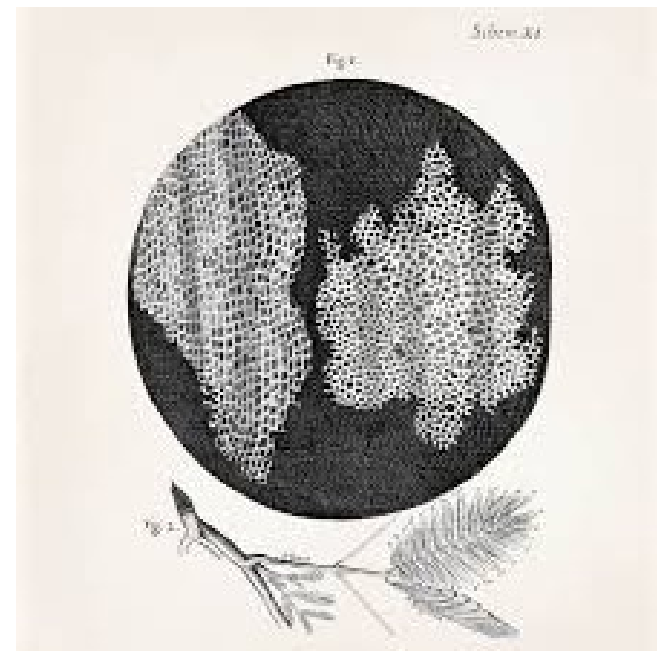
Electron
microscope





En 1665, Robert Hooke étudie un morceau de liège (tissu mort de l'écorce des arbres),

Il appellera les structures qu'il observe des CELLULES.



Le chêne-liège (*Quercus suber*) est un arbre unique en son genre car son écorce, le liège, se régénère après l'extraction.



I – de l'unité cellulaire à la théorie cellulaire

A. Invention du microscope optique et première observation de cellule

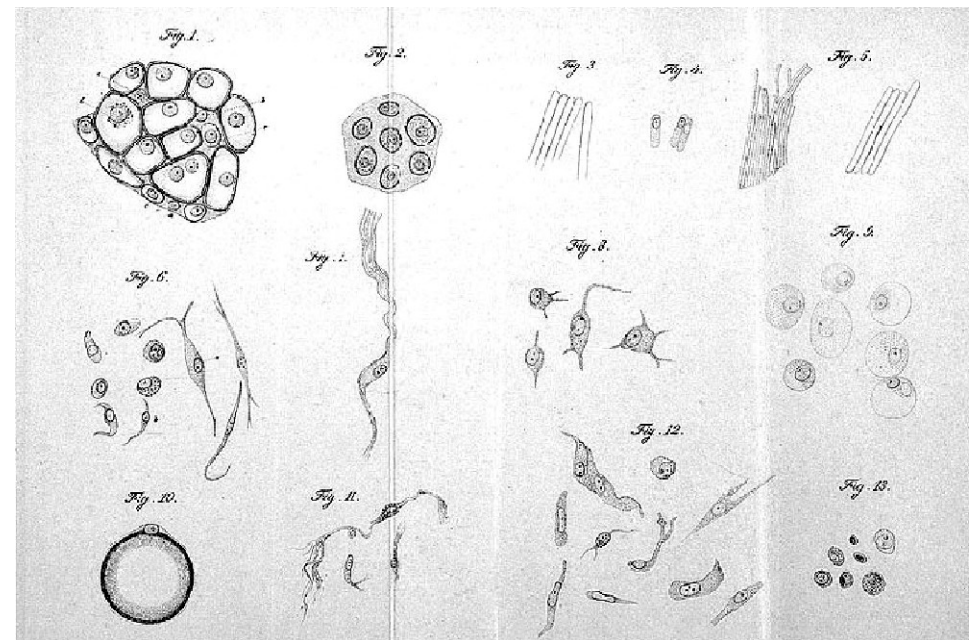
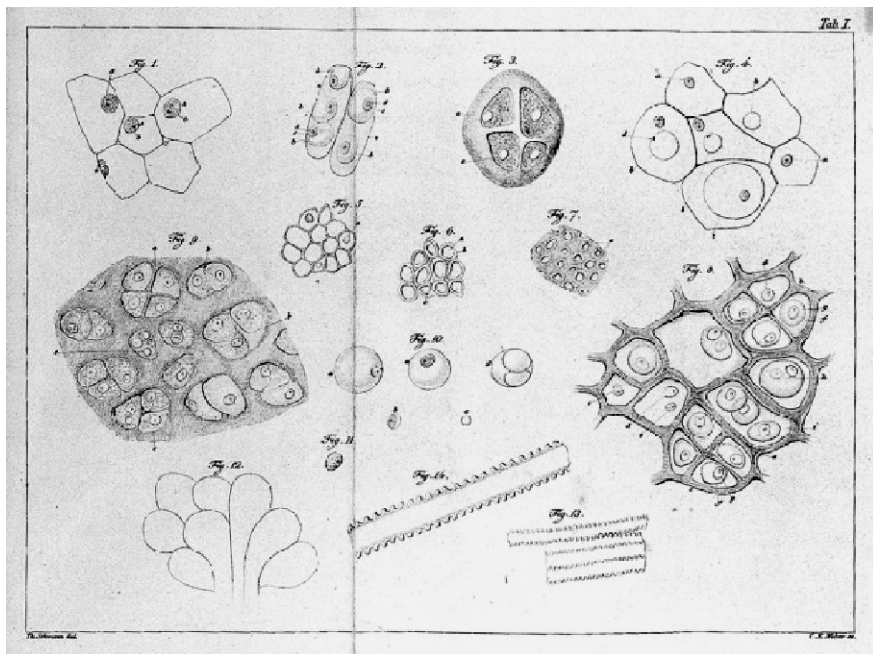
B. La cellule comme unité structurale du vivant



M.J. Schleiden



Theodor Schwann



une cellule présente une unité dans sa structure, elle possède un noyau.

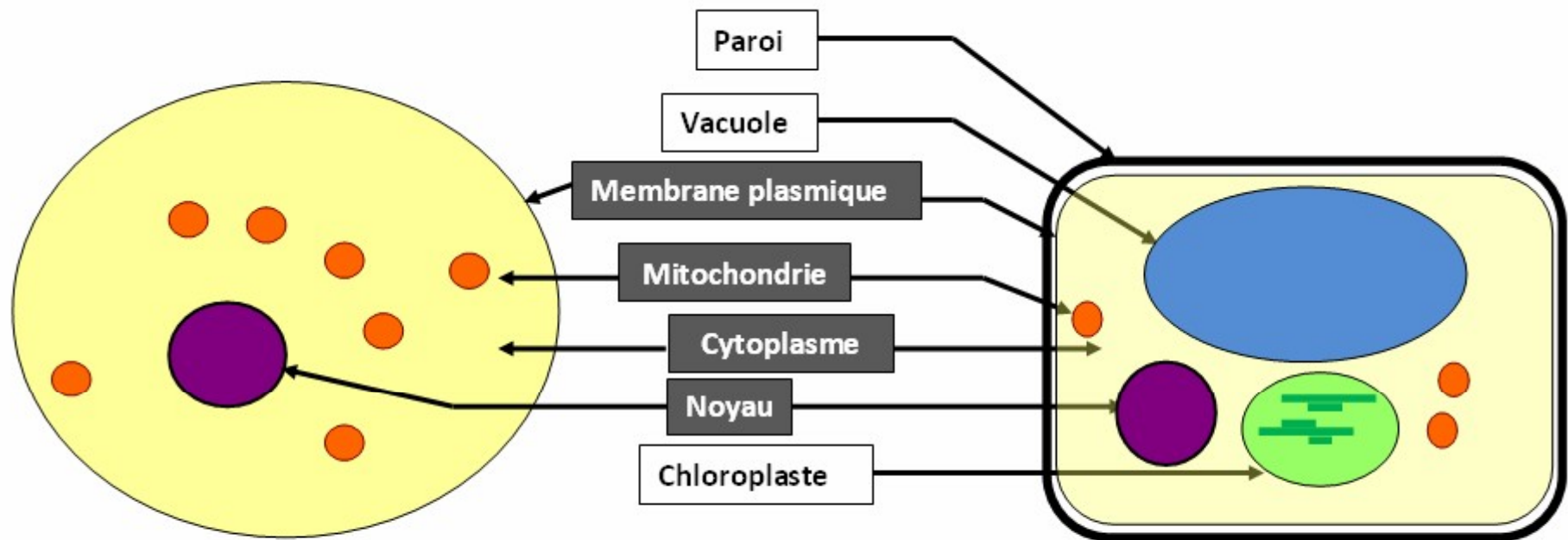


Schéma comparatif des structures cellulaires animales (à gauche) et végétales (à droite).

I – de l'unité cellulaire à la théorie cellulaire

- A. Invention du microscope optique et première observation de cellule**
- B. La cellule comme unité structurale du vivant**
- C. La théorie démentie de génération spontanée**

Aristote et d'autres pensaient que ...

Les pucerons naissent de la rosée du matin,



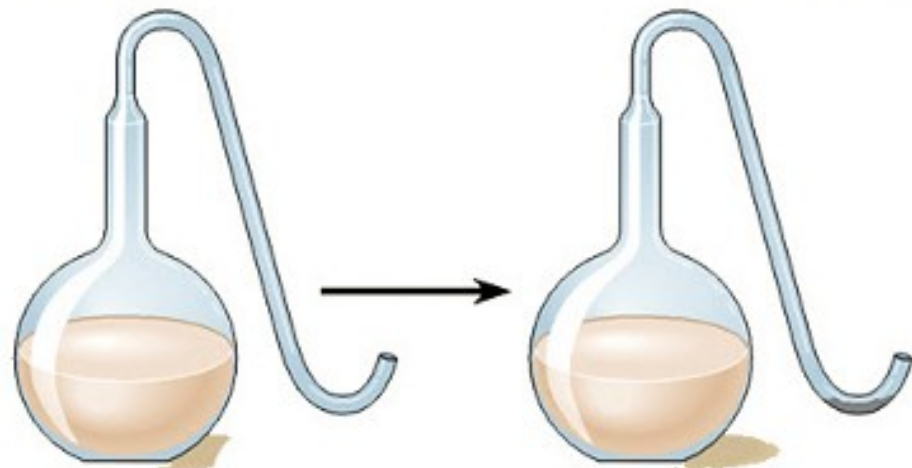
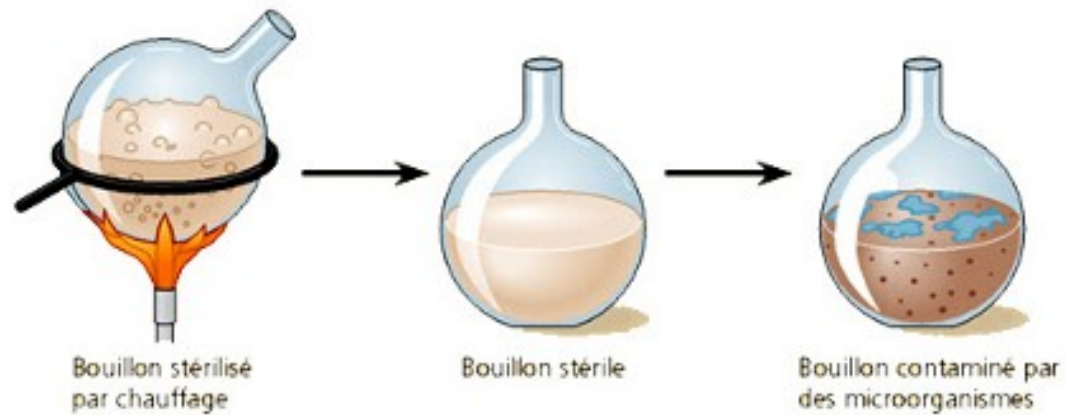
Les mouches venaient de la matière en décomposition,



Et que les souris apparaissent dans le foin sale.

**C'EST LA THEORIE DE LA
GENERATION SPONTANEE.**

Louis PASTEUR ,en 1861, démontre que la théorie de la génération spontanée n'est pas envisageable.



Bouillon stérile dans un flacon à col recourbé en forme de S

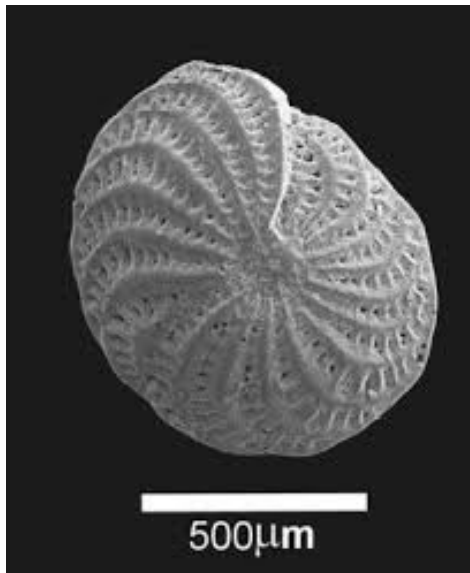
Témoin : la courbure inférieure du col emprisonne la poussière et les microorganismes ; le bouillon reste stérile.

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

I – de l'unité cellulaire à la théorie cellulaire

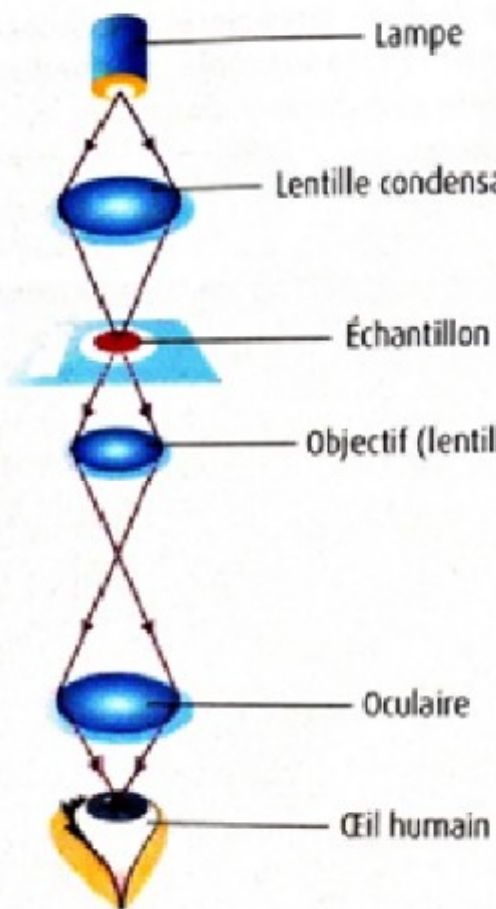
II – l'exploration des cellules

A . L'avènement du microscope électronique



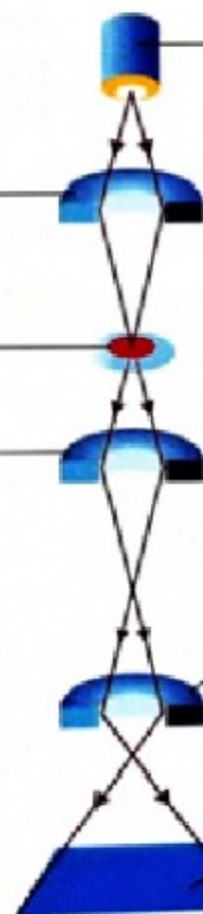
Quelques exemples
d'observations au MEB
ou MET

Microscope optique



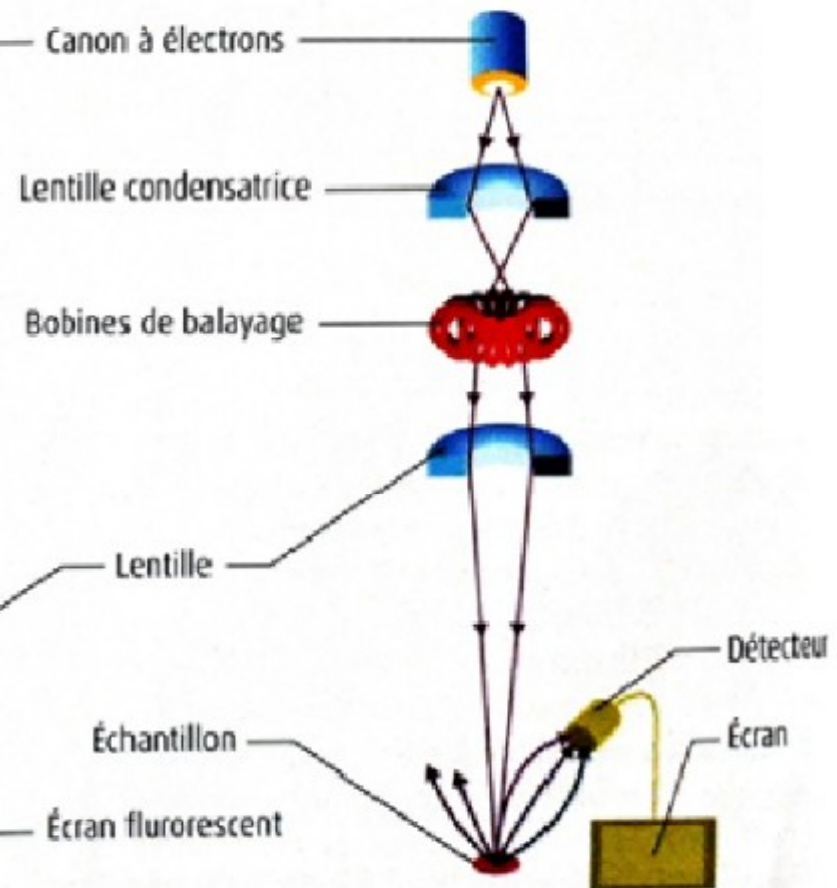
Résolution maximale
200 nm

Microscope électronique à transmission



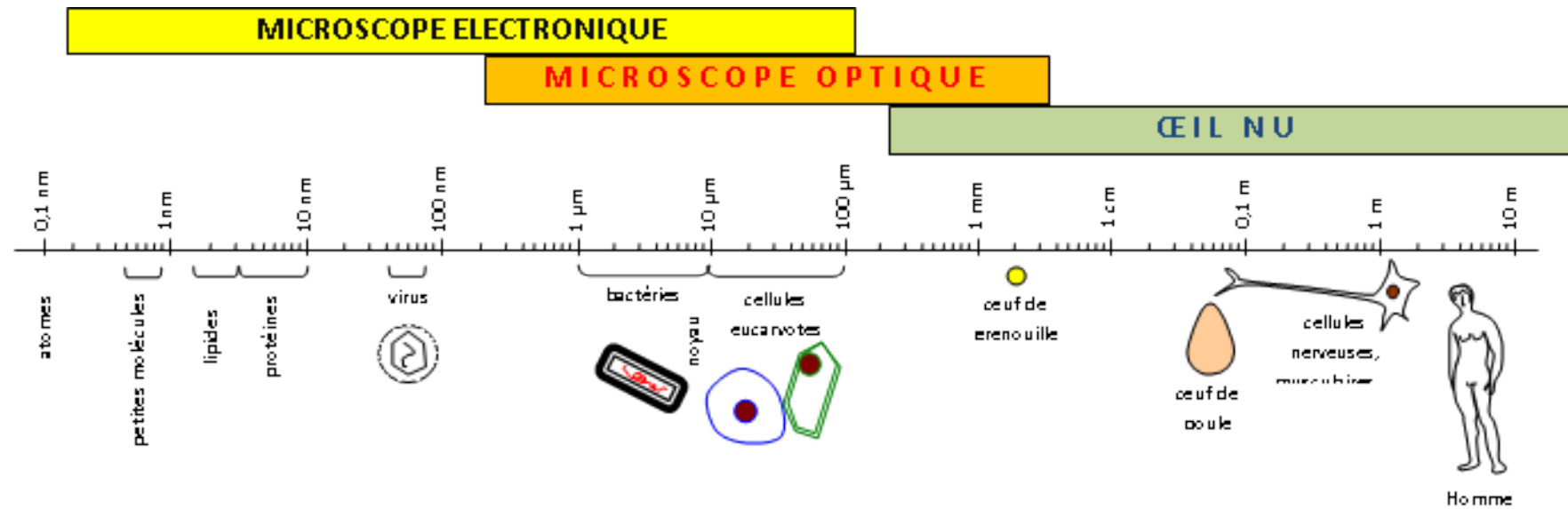
Résolution maximale
0.1 nm

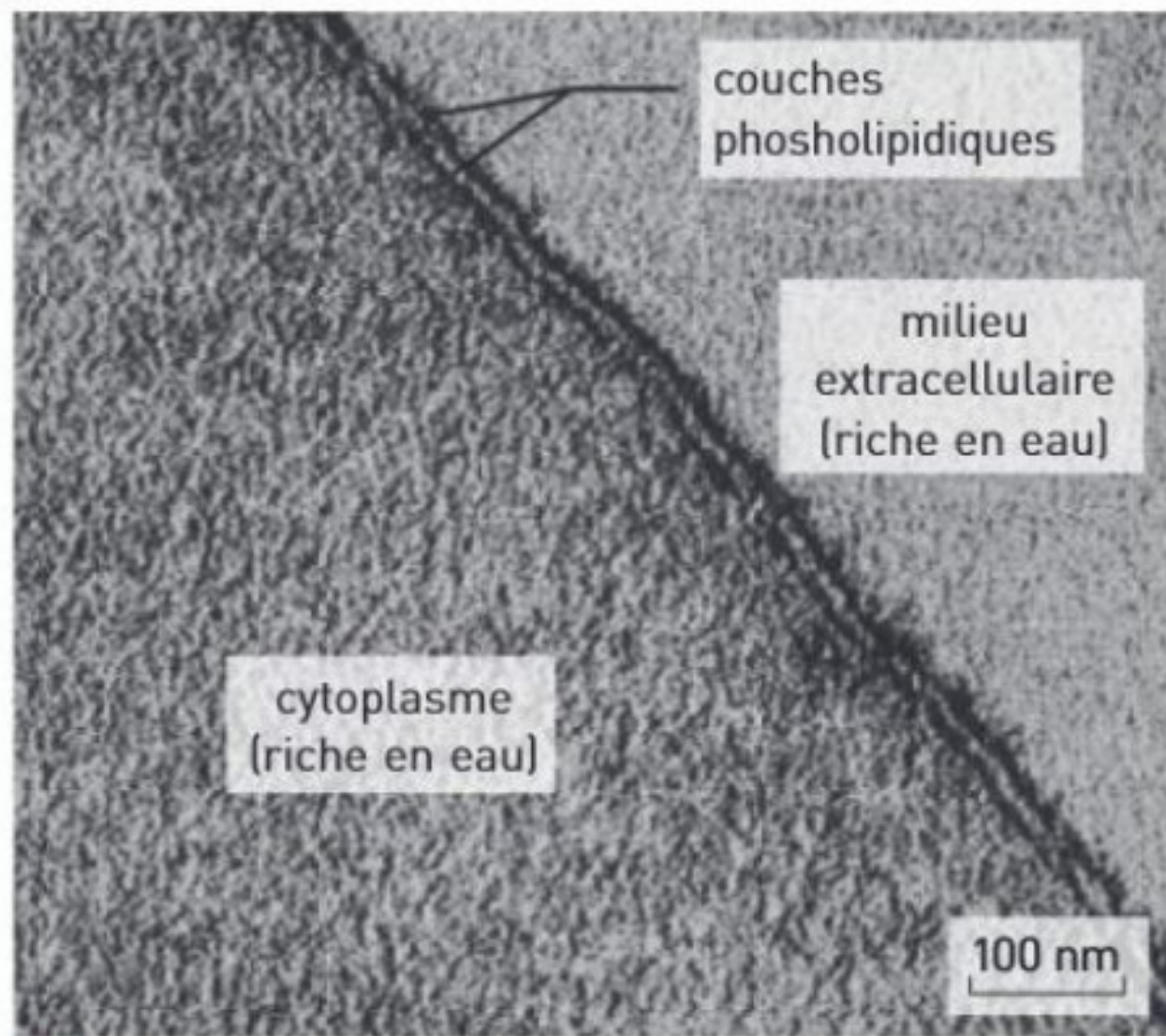
Microscope électronique à balayage



Résolution maximale
1 nm

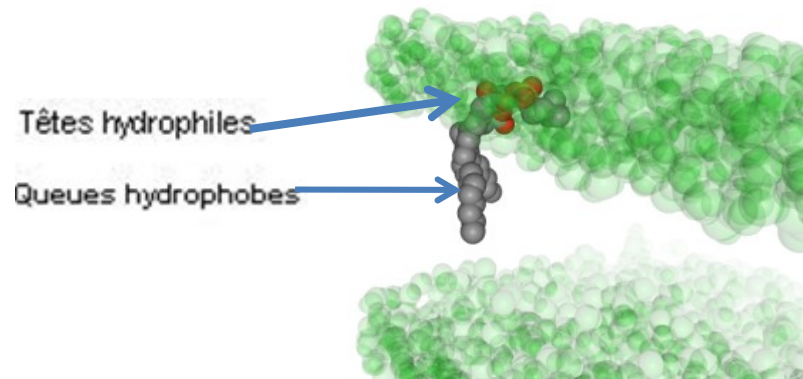
Échelle d'observation





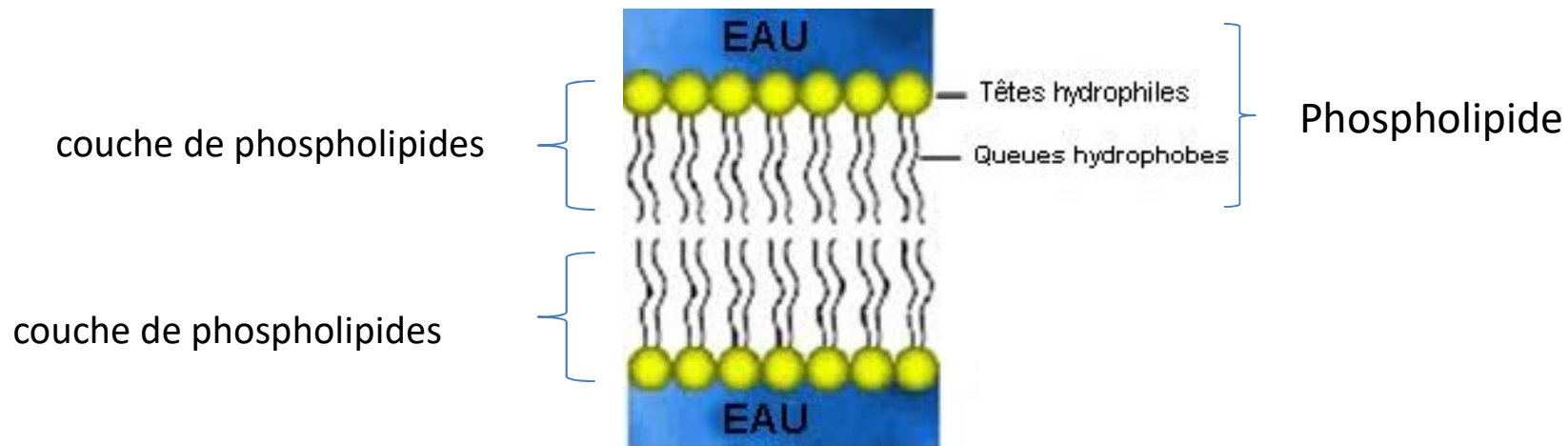
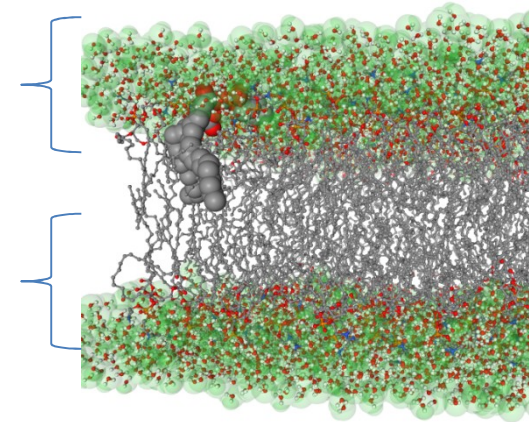
a Observation au MET d'une membrane plasmique.

Bicouche lipidique membranaire



couche de phospholipides

couche de phospholipides



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

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

b Résultats de l'expérience de Gorter et Grendel.

- Surface totale des globules rouges contenu dans le volume de sang utilisé:
 $1 \times 4,74 \times 10^9 \times 99,4 = 472 \times 10^9 \mu\text{m}^2 \Rightarrow 472 \times 10^9 \times 10^{-12} = 472 \times 10^{-3} = 0,47 \text{ m}^2$
- Surface de lipide mesurée dans la cuve: $0,89 \text{ m}^2$ soit environ $2 \times 0,47 \text{ m}^2$

CCL:

La surface totale des lipides qui constituent les globules rouge montre bien qu'elle est 2 fois plus importante que la surface totale (de la membrane) des globule rouges => **la membrane est donc bien constituée d'une double couche de lipides.**

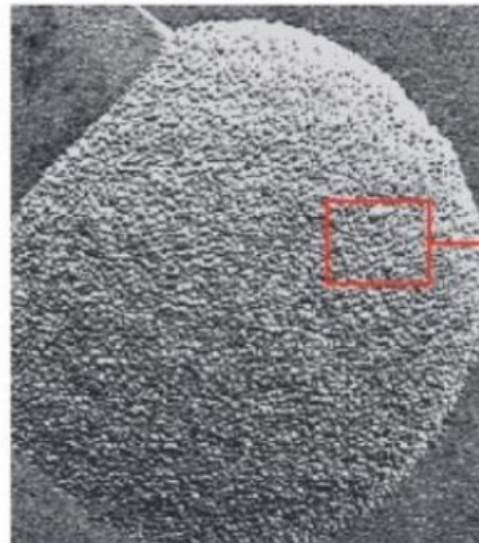
En 1972, Singer et Nicholson ont l'idée de comparer la surface de vésicules lipidiques artificielles (b) et celles de la surface de véritables cellules (c et d).

Grâce à leurs observations réalisées au microscope électronique à balayage, ils proposent alors un nouveau modèle, dans lequel les protéines sont dispersées et insérées dans la membrane plasmique.

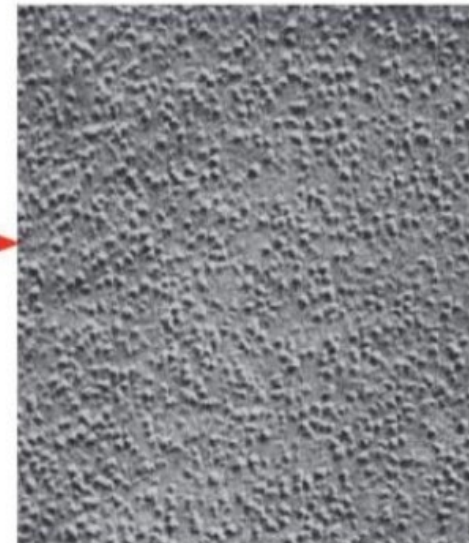
Certaines protéines traverseraient la membrane, alors que d'autres y sont simplement incluses, d'un côté ou de l'autre.



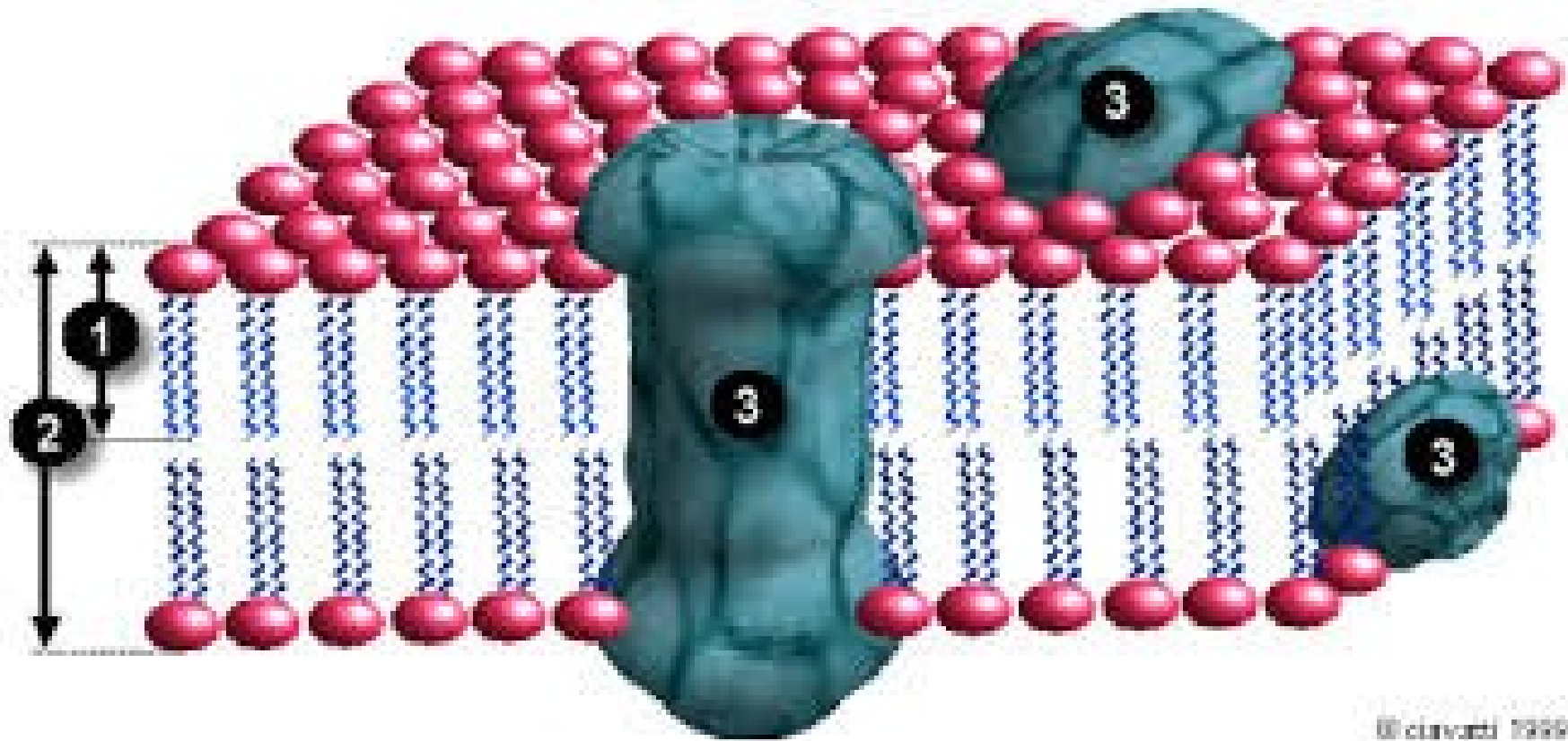
b Observation au MEB de la surface d'une vésicule lipidique artificielle (grossissement $\times 80\,000$).



c Observation au MEB de la membrane plasmique d'une cellule (grossissement $\times 50\,000$).



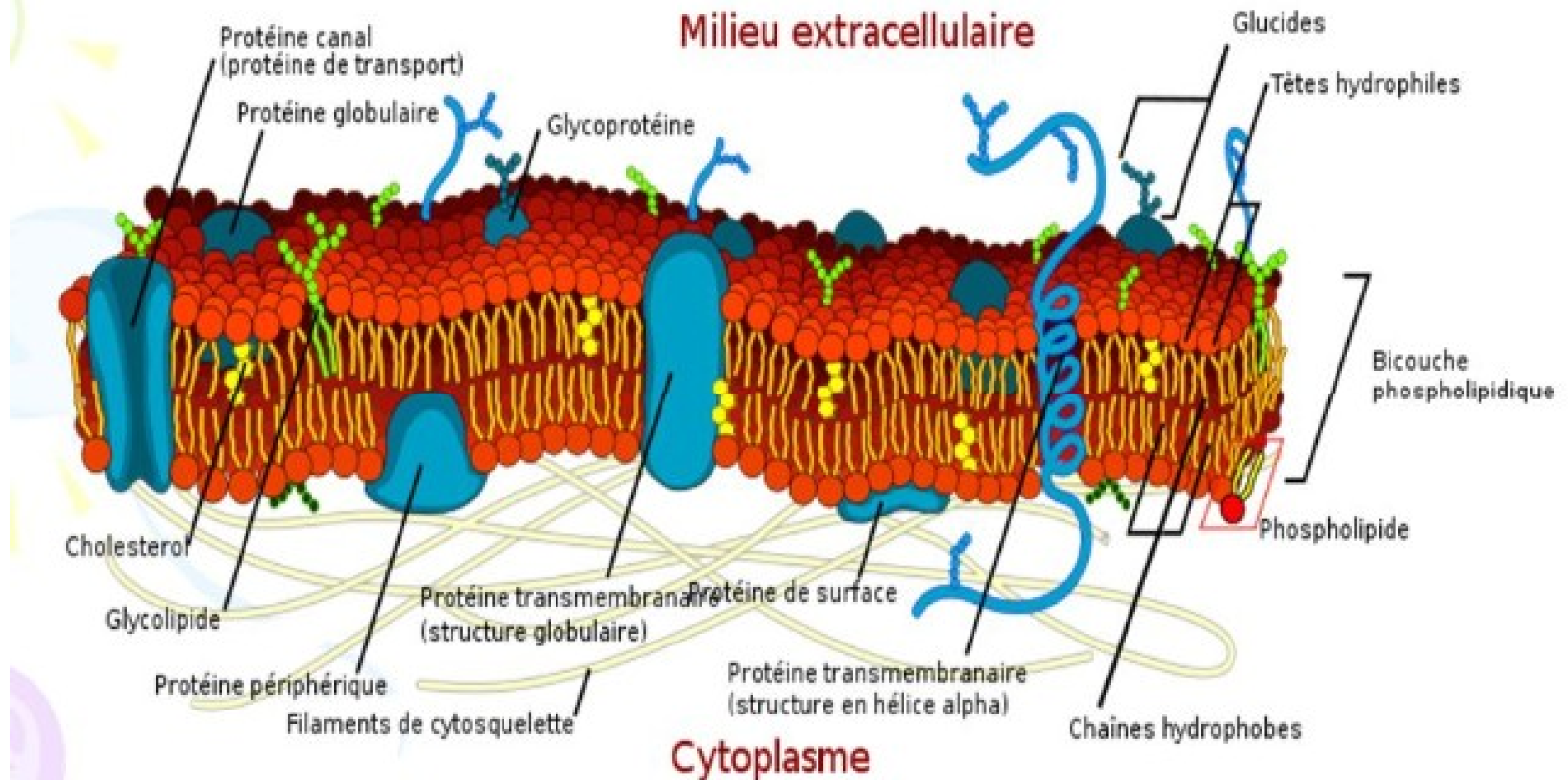
d Observation au MEB d'une membrane plasmique (vue de détail, grossissement $\times 75\,000$).



- 1 : phospholipide
- 2 : bicouche lipidique
- 3 : protéines

Schéma simplifié de la membrane plasmique

La membrane plasmique



LA CELLULE VIVANTE, UNE STRUCTURE COMPLEXE

ECHELLE DE L'ORGANISME



ECHELLE DE LA CELLULE



ECHELLE MOLECULAIRE



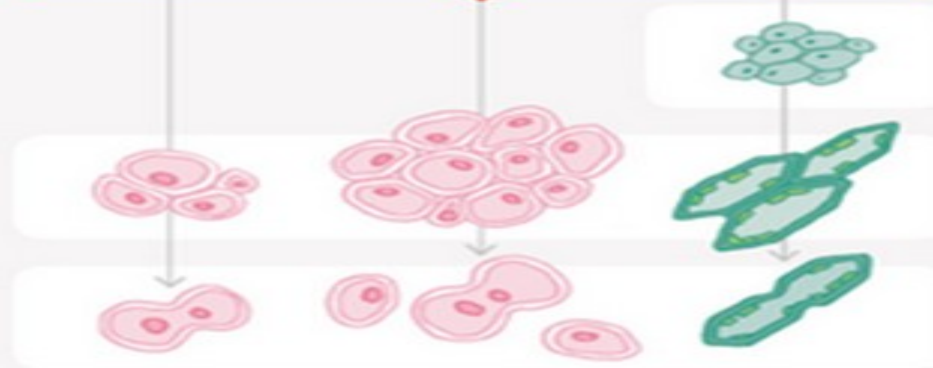
INVENTION DU MICROSCOPE OPTIQUE

ÉLABORATION DE LA THÉORIE CELLULAIRE

Observation des premières cellules

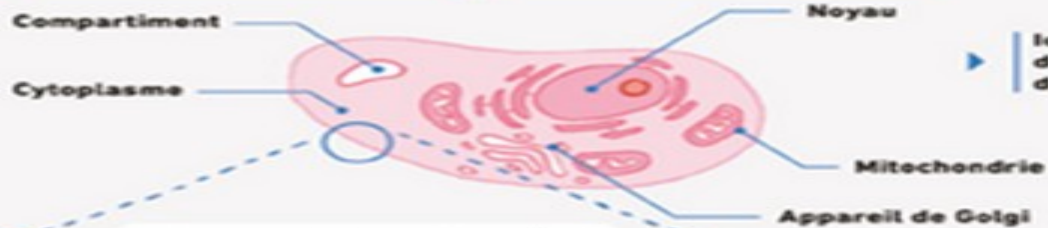
Tous les Êtres Vivants sont constitués de cellules

Toute cellule provient d'une autre cellule par division



INVENTION DU MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE

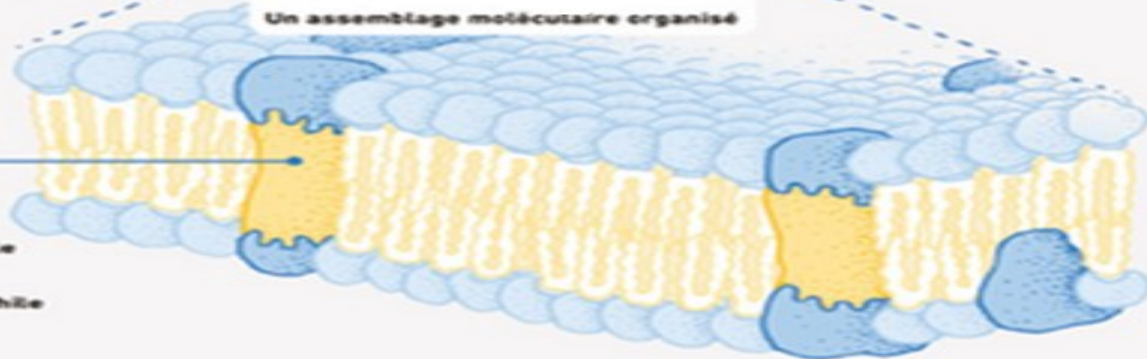
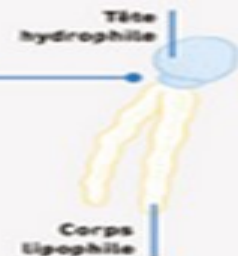
Identification de la structure interne des cellules



Un assemblage moléculaire organisé

Lipide membranaire

Protéine membranaire



I – de l'unité cellulaire à la théorie cellulaire

II – l'exploration des cellules

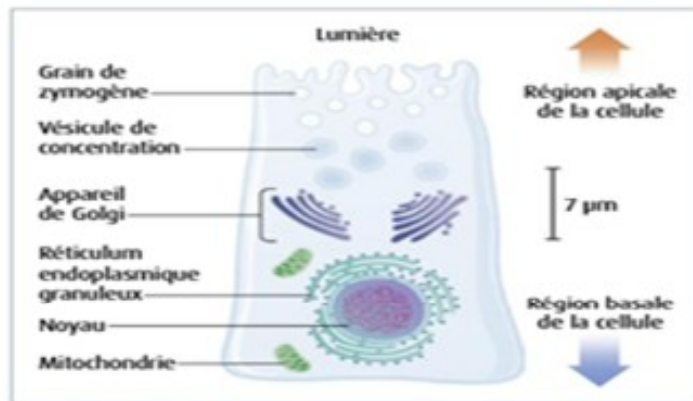
A . L'avènement du microscope électronique

B. La notion de LUCA

L'autoradiographie

En 1974, G. Palade reçoit le prix Nobel avec A. Claude et C. de Duve pour ses travaux sur la structure et le fonctionnement de la cellule. C'est après avoir assisté à une conférence d'A. Claude sur la microscopie électronique, qu'il rejoint le laboratoire de ce dernier, convaincu de la puissance de cette technique. En 1967, Palade veut comprendre la localisation des étapes de fabrication d'enzymes (des protéines) dans les cellules acineuses du pancréas. Ces enzymes sont ensuite sécrétées vers l'intestin. Palade fournit aux

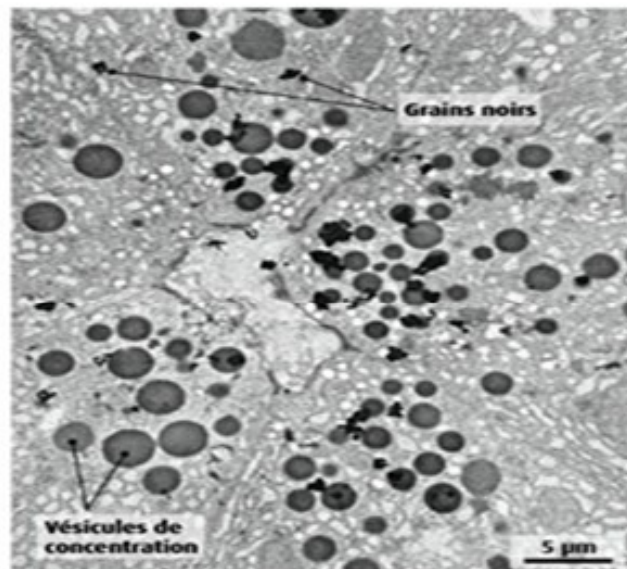
cellules des acides aminés radioactifs pendant 3 minutes. Toutes les protéines fabriquées durant cette période sont radioactives. Puis il cultive les cellules avec des acides aminés non radioactifs pendant un temps variable. À l'issue de ce temps, les cellules sont photographiées. L'endroit où les protéines radioactives sont localisées peut être visualisé parce que la radioactivité provoque la formation de grains noirs sur le film photographique. Cette technique est appelée autoradiographie.



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

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

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.

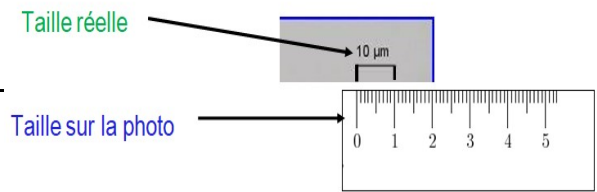
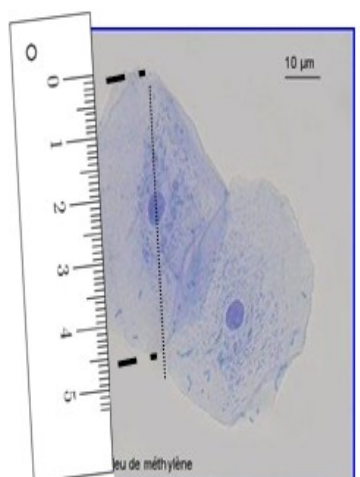


DOC 2 Autoradiographie obtenue après 120 minutes de culture (photo au MET).

QUESTIONS

- À partir des données de l'énoncé, indiquez le nom d'un organe, d'une cellule et d'une molécule.
- Calculez le diamètre d'une vésicule de concentration.
- Expliquez pourquoi les découvertes de Palade n'ont pas pu être effectuées avant les années 1960.

Méthode pour calculer la taille réelle d'un objet photographié

	Echelle	Taille de l'objet
Dans la réalité		?
		Taille réelle = $\frac{\text{Taille de l'objet mesurée sur la photo}}{\text{Taille sur la photo de l'échelle}} \times \text{taille réelle de l'échelle}$
Sur la photographie		

Q1 : Pancréas / cellule acineuse / enzyme

Q2 : Taille de la vésicule

	Echelle	Taille de l'objet
Dans la réalité	5 µm	$X = \frac{0.5 \text{ µm} \times 5 \text{ cm}}{1.1 \text{ cm}} = 2.27 \text{ µm}$
Sur la photographie	1,1cm	0.5 cm

Q3 : Microscope électronique et immunofluo datent des années 50

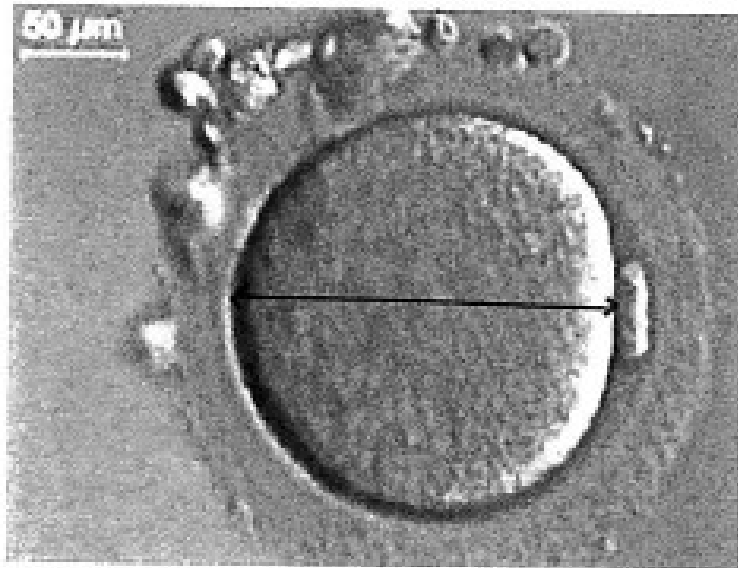


Figure 1: Ovule humain observé au microscope optique (SVT 4a, Didier 2007)

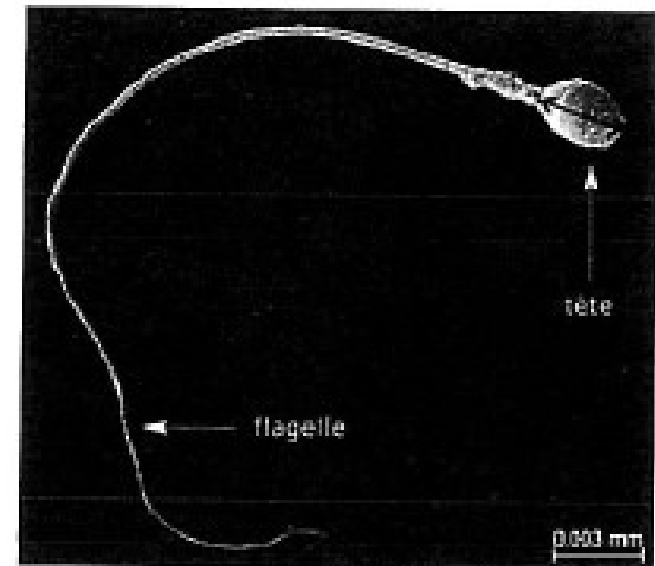


Figure 2: Spermatozoïde observé au microscope électronique (SVT, Hachette, 2007)

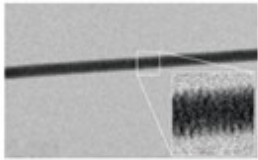
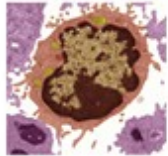
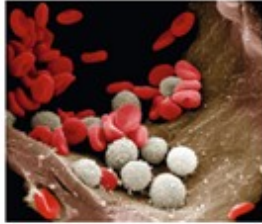
*Appliquer la méthode de calcul distribuée pour calculer la taille réelle de la tête d'un spermatozoïde et d'un ovule.
Décrire les différentes étapes du calcul au brouillon*

1- Taille réelle de l'ovule

	Echelle	Taille de l'objet
Dans la réalité	50 μm	$X = \frac{50 \mu\text{m} \times 4.2\cancel{\text{cm}}}{1.2\cancel{\text{cm}}} = 175 \mu\text{m}$
Sur la photographie	1,2cm	4.2 cm

2- Taille réelle de la tête du *spermatozoïde*

	Echelle	Taille de l'objet
Dans la réalité	0.003mm soit 3 μm	$X = \frac{3 \mu\text{m} \times 1\cancel{\text{cm}}}{1\cancel{\text{cm}}} = 3 \mu\text{m}$
Sur la photographie	1cm	1 cm

 1 - Double hélice d'ADN	 2- Hérisson.	 3. Lymphocyte B (globule blanc)
 5. Paire de chromosomes	 4. Artériole contenant des globules rouges et blancs.	

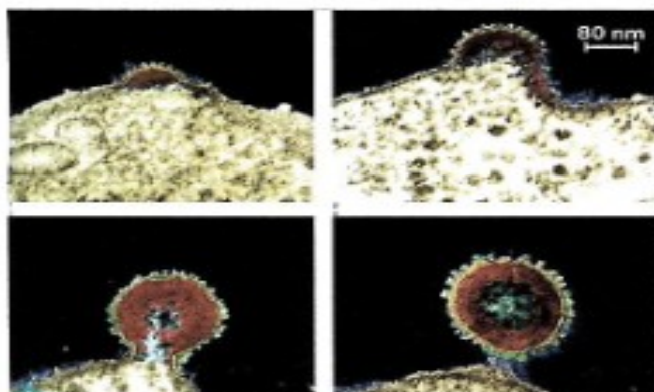
- 1- Préciser la technique d'observation utilisée pour chacune des photographies (MO, MEB, MET, appareil photo standard).
- 2- Associez chaque élément avec sa catégorie et sa taille parmi les propositions suivantes :
 - Catégories : molécules, organites, cellules, tissus, organismes
 - Taille : 2nm, 1 μ m, 10 μ m, 110 μ m, 15 cm

	Outil d'observation	Catégorie	Taille
ADN	MEB	Molécule	2 nm
Hérisson	Œil App photo	Organisme	15 cm
LB	MET	Cellule	10 microns
GR et artériole	MEB	Cellules et tissus	10 à 110 microns
Chromosome	M optique	Molécule	1 micron

6 Les virus, des exceptions à la théorie cellulaire ?

Objectifs Exploiter des documents – Réaliser un schéma scientifique.

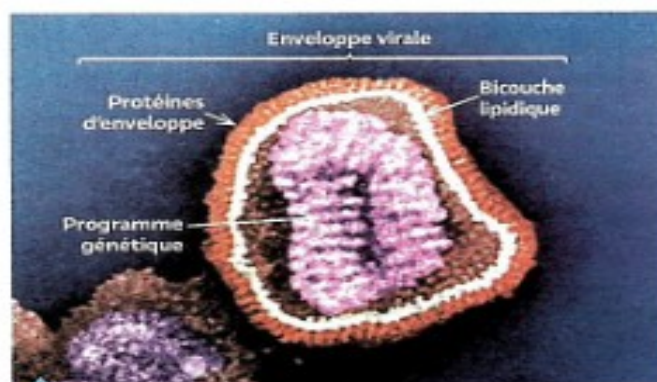
- Le virus de la grippe est une sphère d'environ 0,05 μm . Cette particule ne comprend pas de compartiment et elle est totalement inerte.
- Lorsque le virus rencontre des cellules humaines comme les cellules des bronches, il se fixe à leur membrane plasmique puis fusionne avec celle-ci, ce qui permet l'entrée de son programme génétique dans le cytoplasme de la cellule hôte. Ce programme est intégré au programme génétique de la cellule hôte et l'ensemble de la machinerie cellulaire est détourné, permettant la fabrication de nouveaux virus qui sortent de la cellule par bourgeonnement.
- Justifier le fait que les virus ne soient pas des cellules et qu'ils ne remettent pas en cause la théorie cellulaire, après avoir rappelé cette dernière.



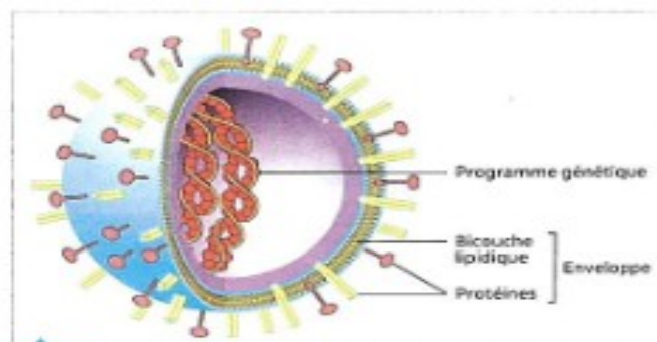
c. Bourgeonnement d'un virus sur la membrane plasmique d'une cellule hôte

GUIDE D'EXPLOITATION

- Comparer la taille d'un virus à celle d'une cellule animale. Les virus peuvent-ils être observés au microscope optique ?
- Analyser les points communs et les différences entre virus et cellules.
- Réaliser un schéma comparatif de la membrane plasmique et de l'enveloppe virale. Quelle étape du cycle viral, que vous schématiserez, permet de comprendre la ressemblance entre les deux ?



a. Observation du virus de la grippe (MET, fausses couleurs)



b. Schéma du virus de la grippe

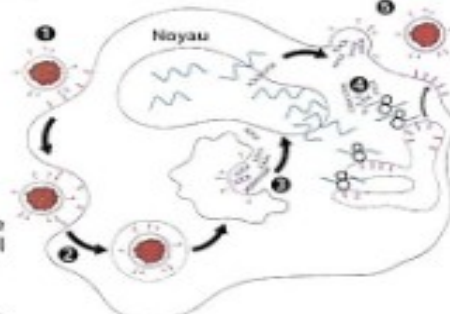
1 Liaison du virus avec la membrane cellulaire.

2 Entrée du virus dans la cellule.

3 Introduction du programme génétique viral dans le noyau de la cellule.

4 Détournement de la machinerie cellulaire et production de nouveaux virus par la cellule.

5 Assemblage des virus et bourgeonnement.



d. Cycle du virus de la grippe

Réponses aux questions du guide d'exploitation

Q1 –

Cellule animale : 10 à 100 microns

Virus : 0.05 microns ou 50 nm

Pour observer un virus il y a **obligatoirement** besoin d'un **microscope électronique**.

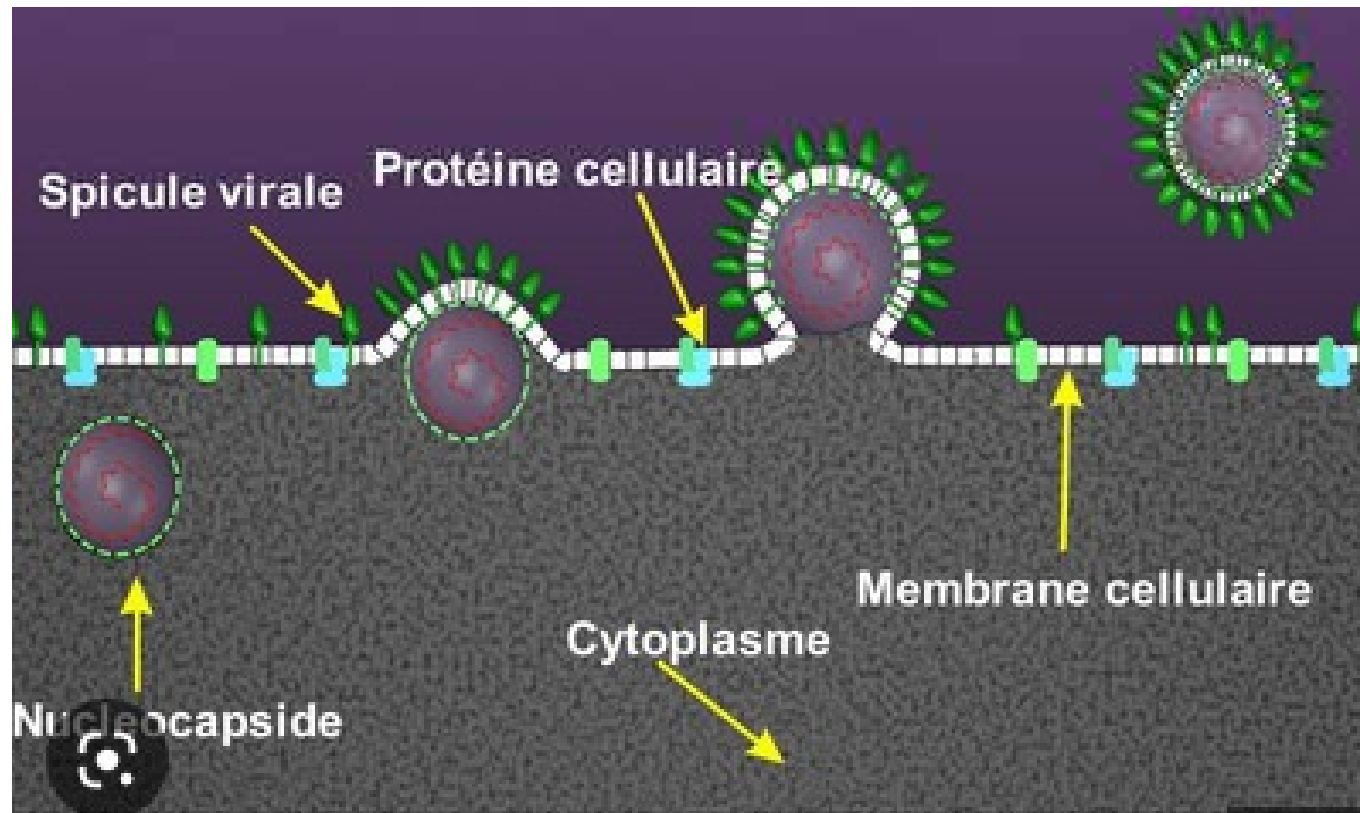
Q2 –

Points communs	Membrane = enveloppe virale du virus de la grippe (même composition) Information génétique
Différences	Organites (absents chez le virus) cytoplasme

Q3 - **L'enveloppe virale** à la **même constitution que la membrane plasmique** :

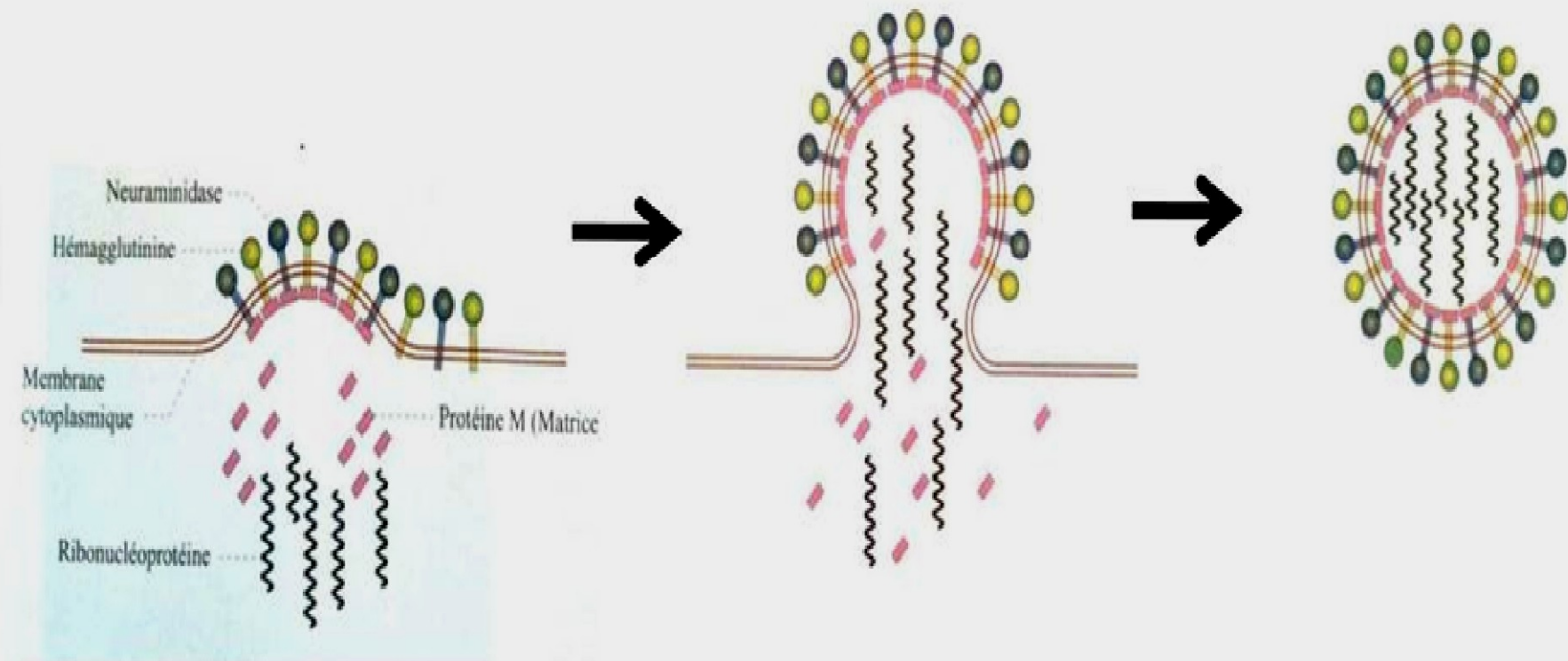
Pour certains virus , l'enveloppe dérive du bourgeonnement du virus à partir de la cellule hôte.

- + soit à partir de la membrane cytoplasmique : cas du **VIH** et du virus de la **grippe**
- + soit à partir de la membrane nucléaire : cas des virus **Herpès** (aux étapes précoces)
- + également à partir des membranes intracytoplasmiques (RE, Golgi, Vacuoles) : **Rubéole**



Elle est composée de : bicouche lipidique cellulaire, glycoprotéines virales sous forme de spicules

La face interne de l'enveloppe virale peut être dans certains cas associée à une protéine virale = **Matrice**



Formation de l'enveloppe virale par bourgeonnement (ex : virus de la grippe)

BILAN : Les virus ne sont pas des cellules mais des particules infectieuses dont les gènes sont enfermés dans une enveloppe protéique.

Ils ne possèdent pas d'organites ni de machinerie nécessaire aux réactions chimiques utilisées par les cellules (métabolisme) pour se reproduire.