

# **Cours biologie cellulaire Licence L1**

**Les Limites Cellulaires:**

**Membranes, Glycocalyx et Paroi**

# Frontières, échanges, communication, et adhésion

- **Concepts de biologie cellulaire**  
*« Le concept est la totalité des déterminations, rassemblées en leur simple unité » d'après Hegel*
- **Volume cellulaire / Pression et division**
- **Compartiments cellulaires**
- **Contrôle des échanges et des contenus**
- **Siège de la réception et de la transduction de signaux extérieurs**
- **Adhésions: Structures *pluricellulaires***

# Plan du cours du 1 au 26/10/08

## 3-Les membranes biologiques et la paroi cellulaire végétale

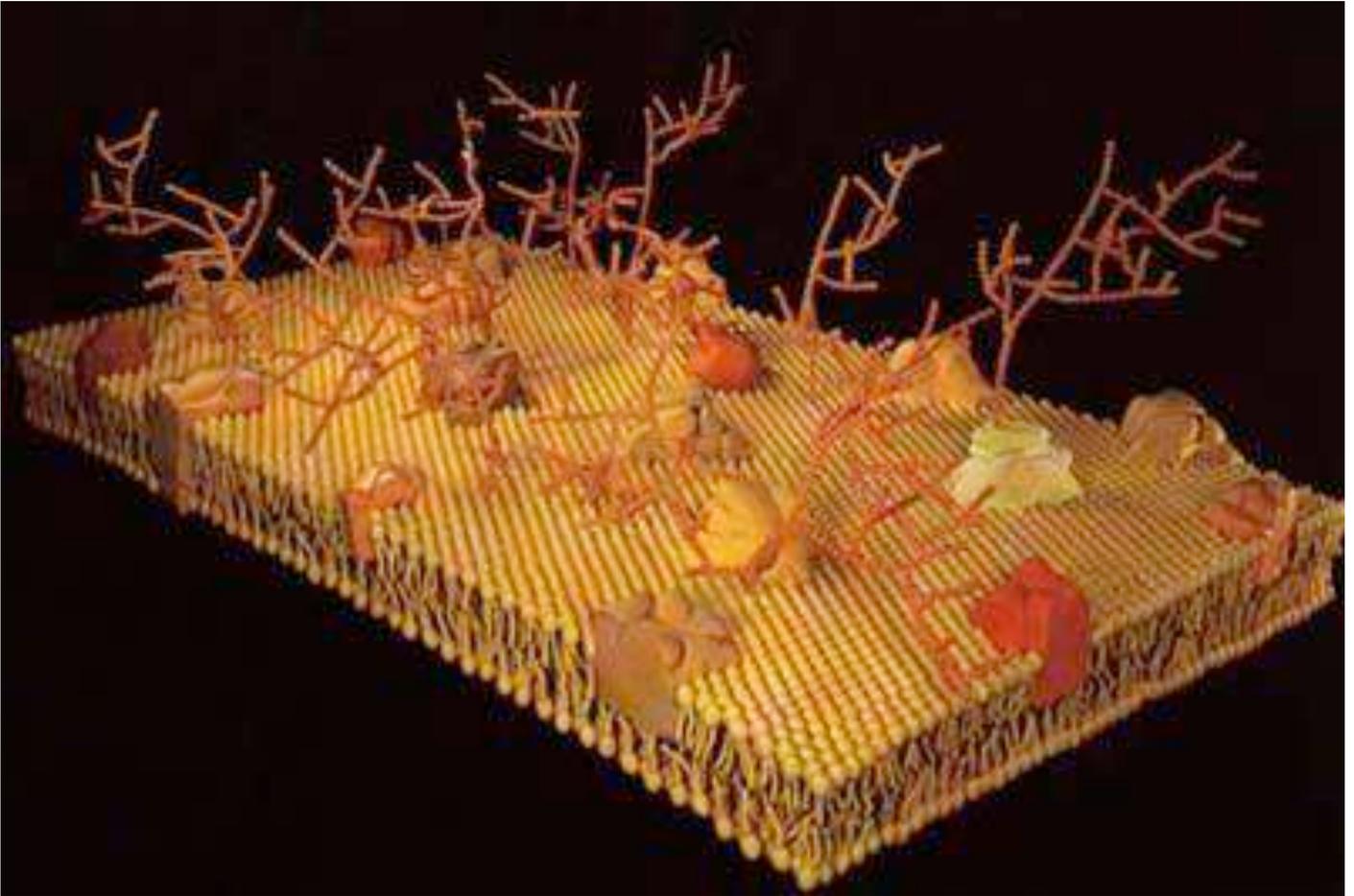
### 3.1- Concept de frontière biologique

- Membrane plasmique et enveloppes
  - + Composition et structure des membranes
  - + Propriétés de fluidité
  - + Notion d'enveloppe cellulaire
  - + Fonctions cellulaires / Constituants
- Glycocalyx de la cellule animale
  - + Composition
  - + Fonction de reconnaissance
- Paroi de la cellule végétale
  - + Composition
  - + Structure et plasmodesmes
  - + fonctions essentielles

### 3.2- Concepts d'échanges intercellulaires

### 3.3- Concept de communication avec l'environnement de la cellule

# *Membrane plasmique*



La membrane plasmique d'une épaisseur moyenne de 8,5 nm (variable d'un type cellulaire à l'autre) limite le protoplasme formé par le noyau et le cytoplasme.

Une paroi pecto-cellulosique s'ajoute chez les végétaux uniquement. Des structures composées de chitine (polyosides) sont trouvées chez les champignons et les insectes

# Données biochimiques

(Page 22)

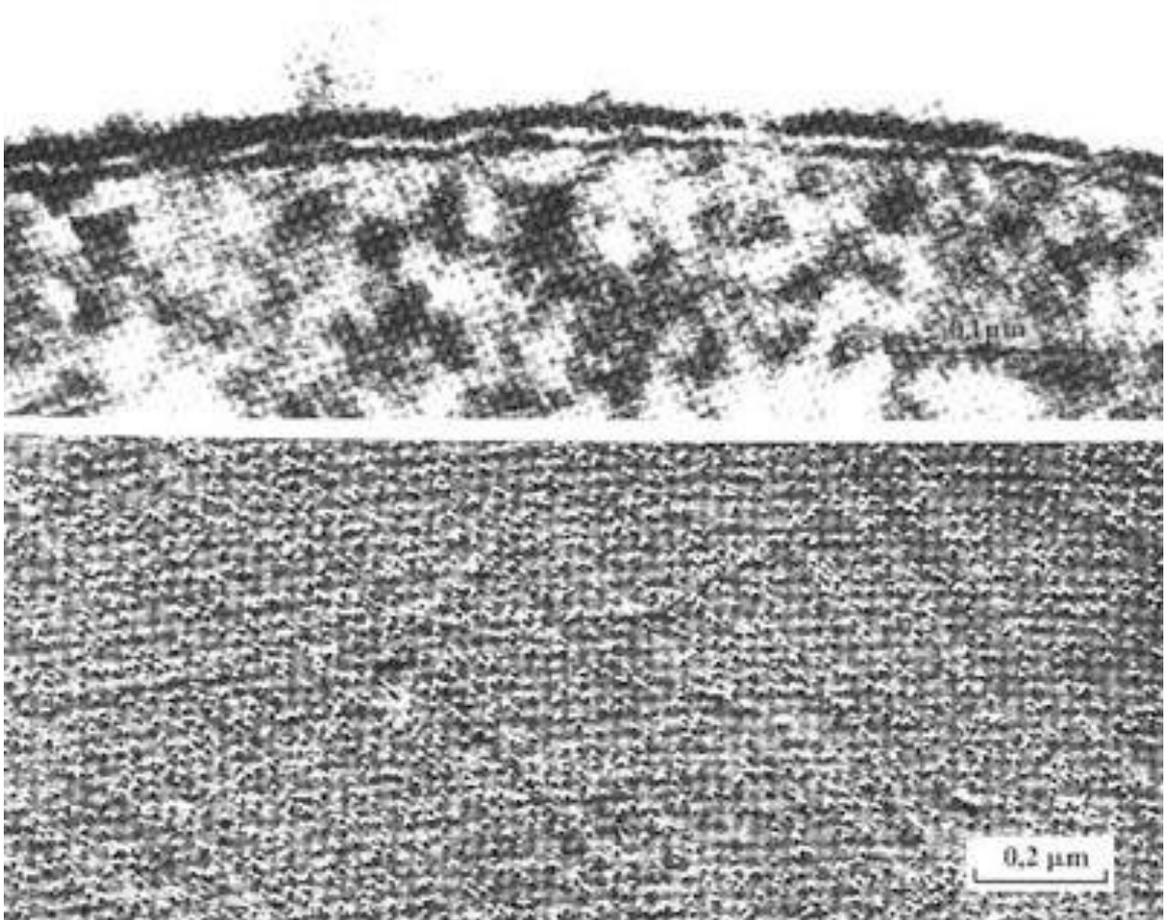
	<b>Lipides</b> (Phospho- lipides, Cholestérol)	<b>Protéines</b>	<b>Glucides</b>
<b>Réticulum</b>	<b>30%</b> (0,5% Glycosylés)	<b>70%</b> (1,5% Glycosylés)	<b>=&gt; 2%</b>
<b>Appareil de Golgi</b>	<b>35%</b> (1,5% Glycosylés)	<b>65%</b> (1% Glycosylés)	<b>=&gt; 2,5%</b>
<b>Memb. plasmique</b>	<b>40%</b> (2,5% Glycosylés)	<b>60%</b> (2% Glycosylés)	<b>=&gt; 4,5%</b>
<b>Mito: Memb.Ext</b>	<b>40%</b>	<b>60%</b>	
<b>Mito: Memb.Int.</b>	<b>20%</b>	<b>80%</b>	

**Un complexe hétéro-macromoléculaire**

**Phospholipides + Protéines + Polysaccharides**

# Données structurales (TD)

10 nm 



**En haut: MET coupe ultra-fine d'une membrane cytoplasmique**

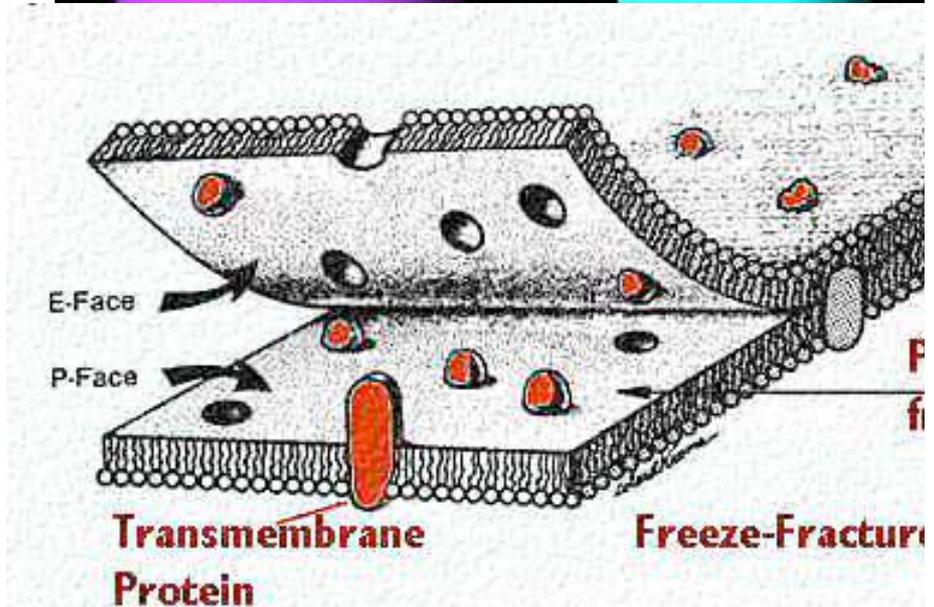
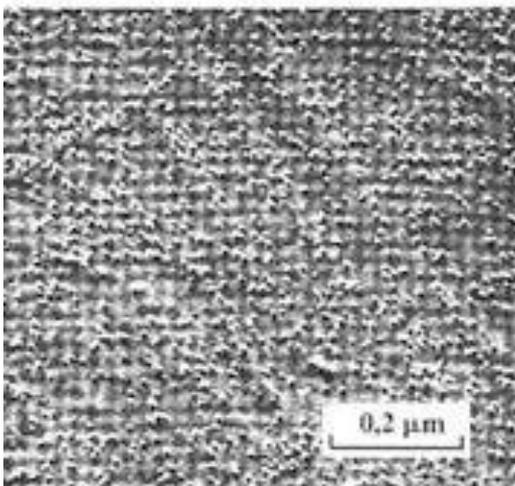
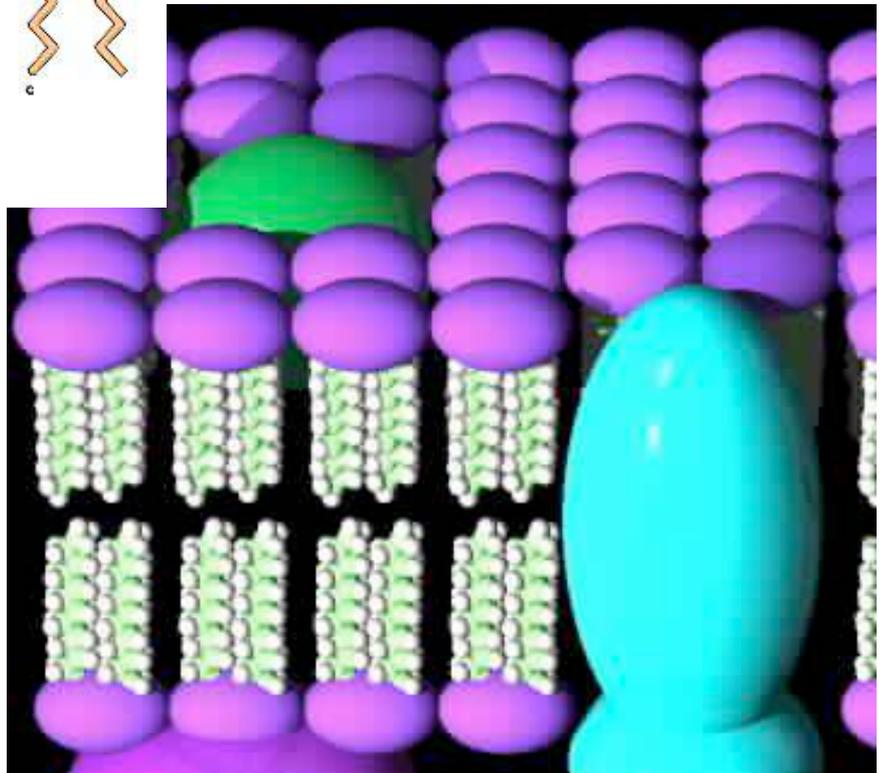
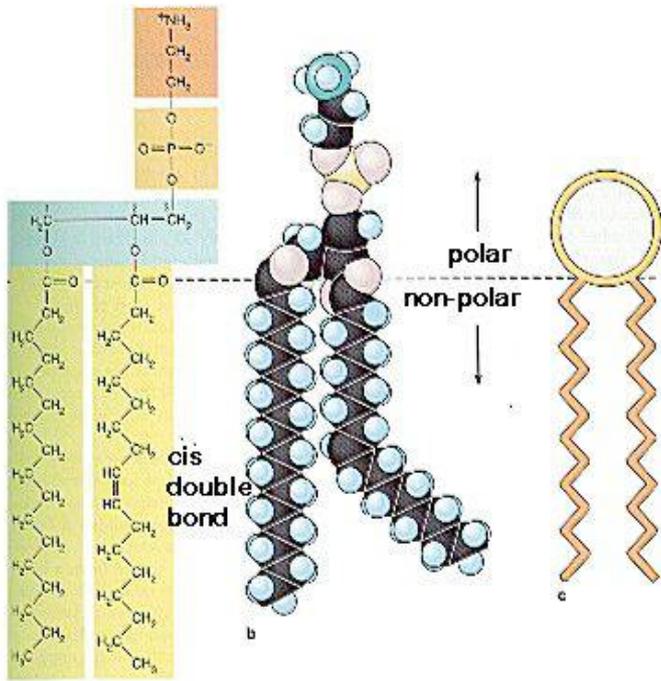
**Structure tripartite (x 300.000) constituée par deux feuillets denses, séparés d'un espace clair.**

**(Il existe une dissymétrie entre les deux feuillets ...)**

**En bas: Cryo-décapage / Observat<sup>o</sup> MEB (p22)**

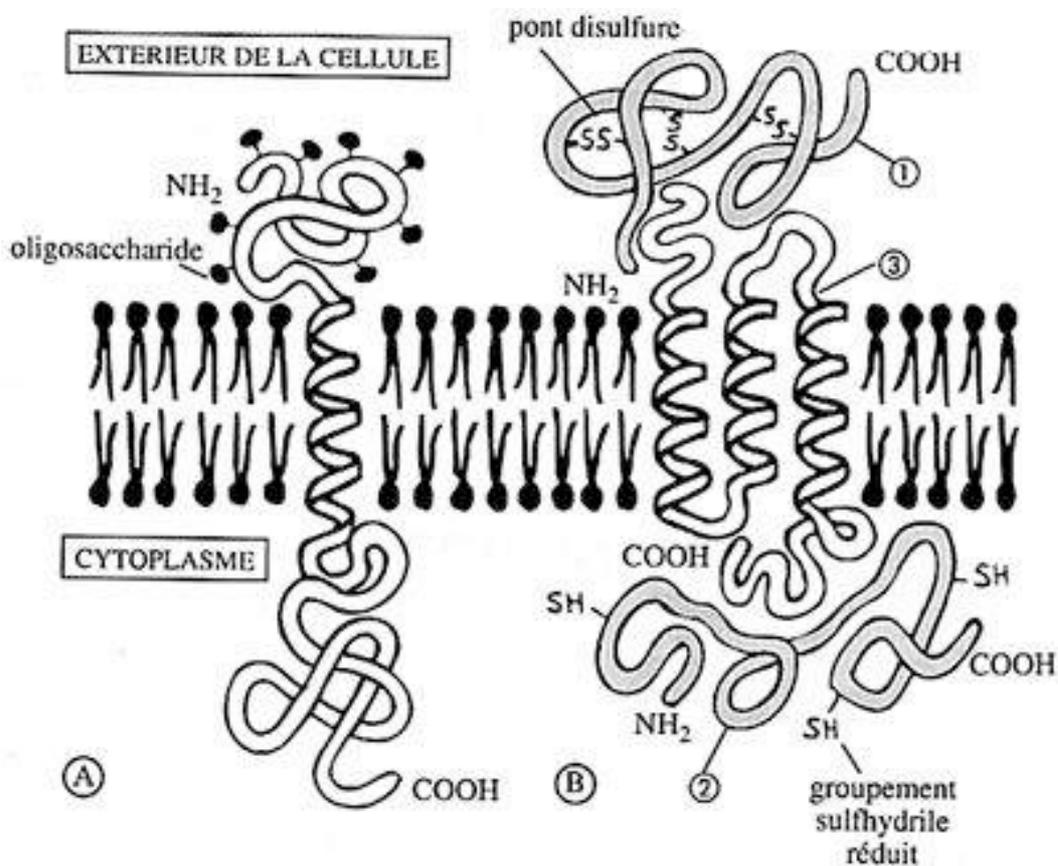
**Une surface bosselée.**

# Modèle Mosaïque Fluide (Page 22) (Singer et Nicholson)



# Bases moléculaires des associations (Membranes/Protéines) P23

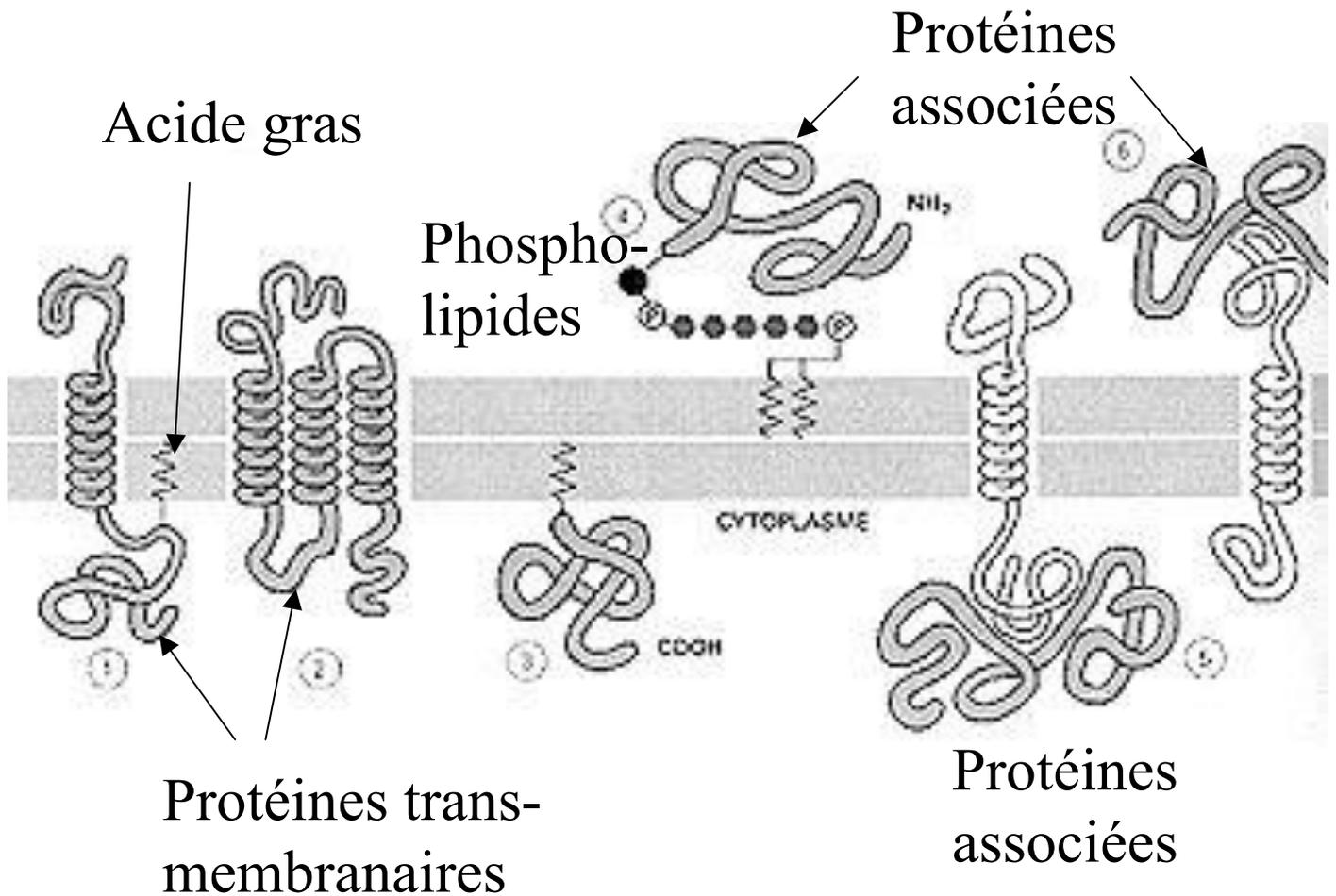
\* Protéines **TRANS-MEMBRANAIRES** =  
intrinsèques (Polypeptide à domaine  
hydrophobe en hélice  $\alpha$ )



Ou **PERIPHERIQUES** = extrinsèques

(Liaisons covalentes aux protéines  
intrinsèques ou aux phospholipides (**lipo-**  
**protéines**); Liaisons hydrogènes ou ioniques.

# Différents types de protéines associées à la membrane plasmique



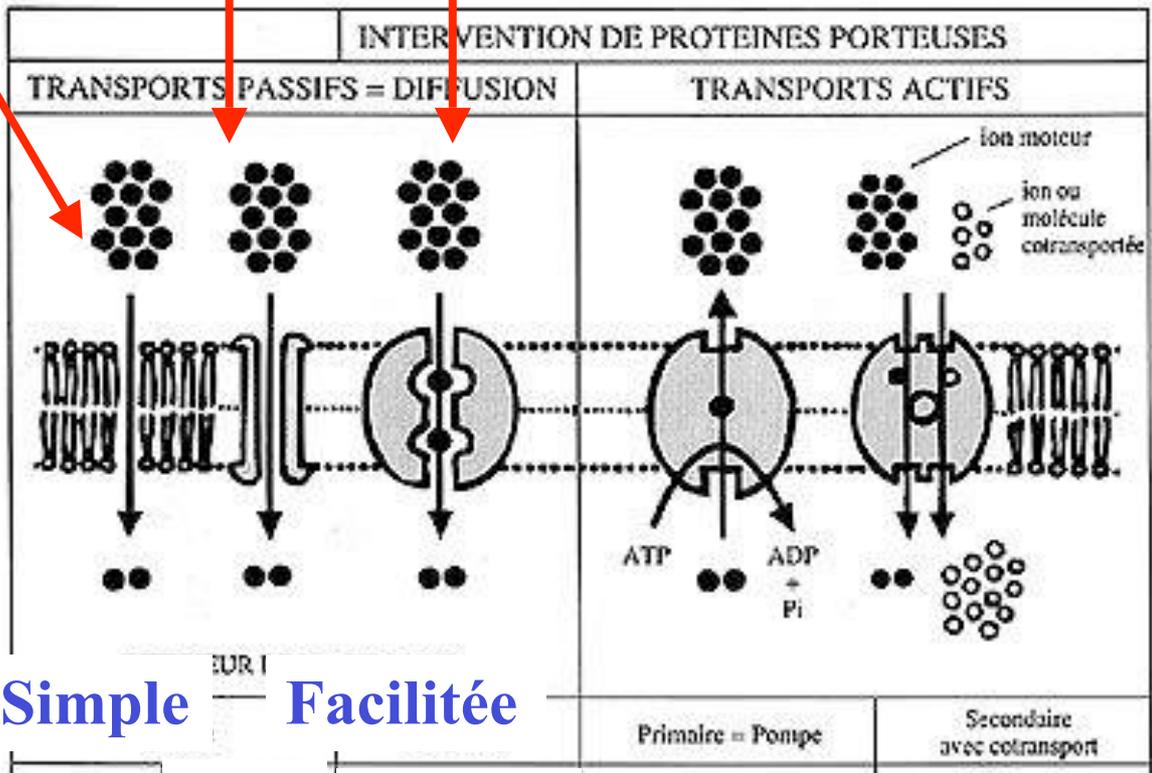
Importance des différents types de liaisons

# Contrôle des échanges

**Stérols**

**Eau**

**Ion**



Lipophile

Canal  
ou  
Pore

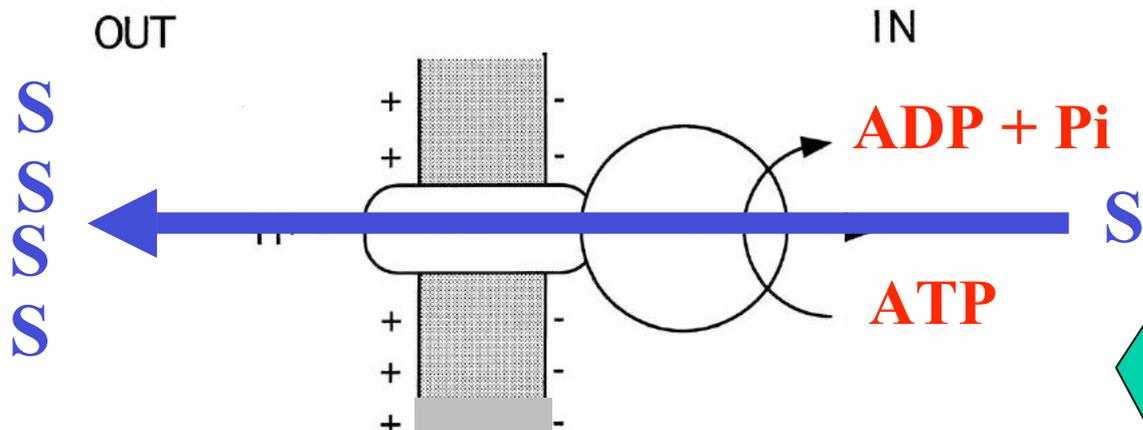
Perméase

Consomme ATP ou gradient

↓ : sens du gradient de concentration

# Contrôles des échanges:

*Contre la diffusion: besoin d'énergie*

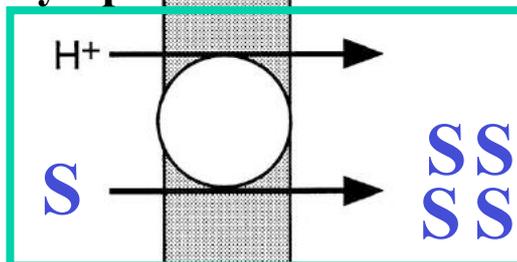


**2 mécanismes:**

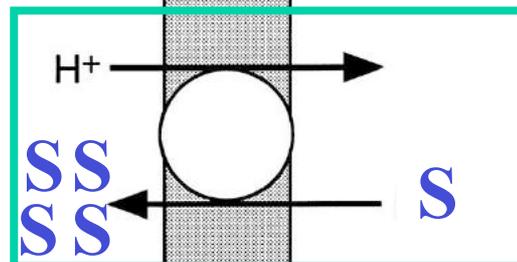
- Hydrolyse de l'ATP
- Décharge d'un gradient de protons

H+  
H+

Symport

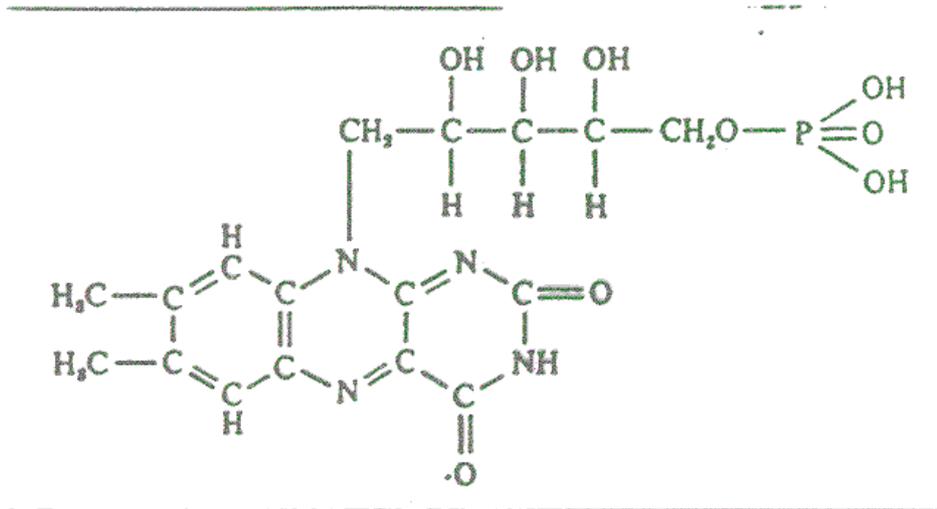
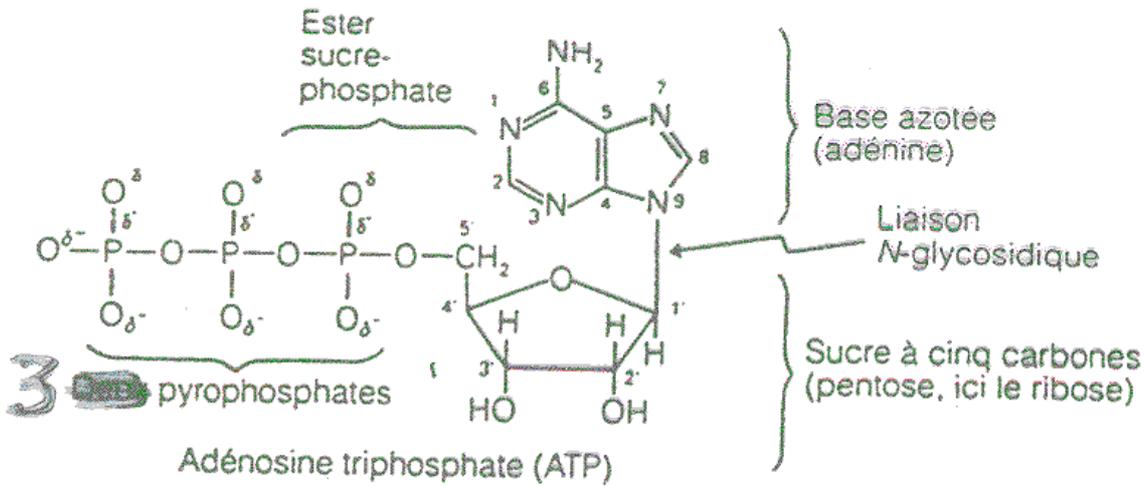


H+

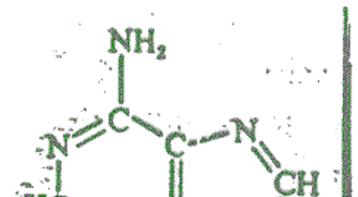


Antiport

# LES DÉRIVÉS DE NUCLÉOTIDES



flavine mononucléotide (FMN)



## **Principales fonctions de la membrane plasmique / propriétés d'asymétrie et de fluidité:**

-Barrière physique et ségrégation / lutte contre l'entropie du système cellulaire

-Échange de la matière / ions minéraux et substances organiques => Transporteurs et endocytose

-Capture et transformation de l'énergie / photosynthèse

-Transduction des signaux et transfert d'information à longue distance (potentiel d'action et médiateurs chimiques) /

Récepteurs

-Reconnaissance et adhérence entre les cellules / Jonctions étanches, adhérentes et communicantes => **Glycocalyx**

# Plan du cours du 7 au 28/ 02 / 05

## 3-Les membranes biologiques et la paroi cellulaire végétale

### 3.1- Concept de frontière biologique

- Membrane plasmique et enveloppes
  - + Composition et structure des membranes
  - + Propriétés de fluidité
  - + Notion d'enveloppe cellulaire
  - + Fonctions cellulaires / Constituants
- Glycocalyx de la cellule animale
  - + Composition
  - + Fonction de reconnaissance
- Paroi de la cellule végétale
  - + Composition
  - + Structure et plasmodesmes
  - + fonctions essentielles

### 3.2- Concepts d'échanges intercellulaires

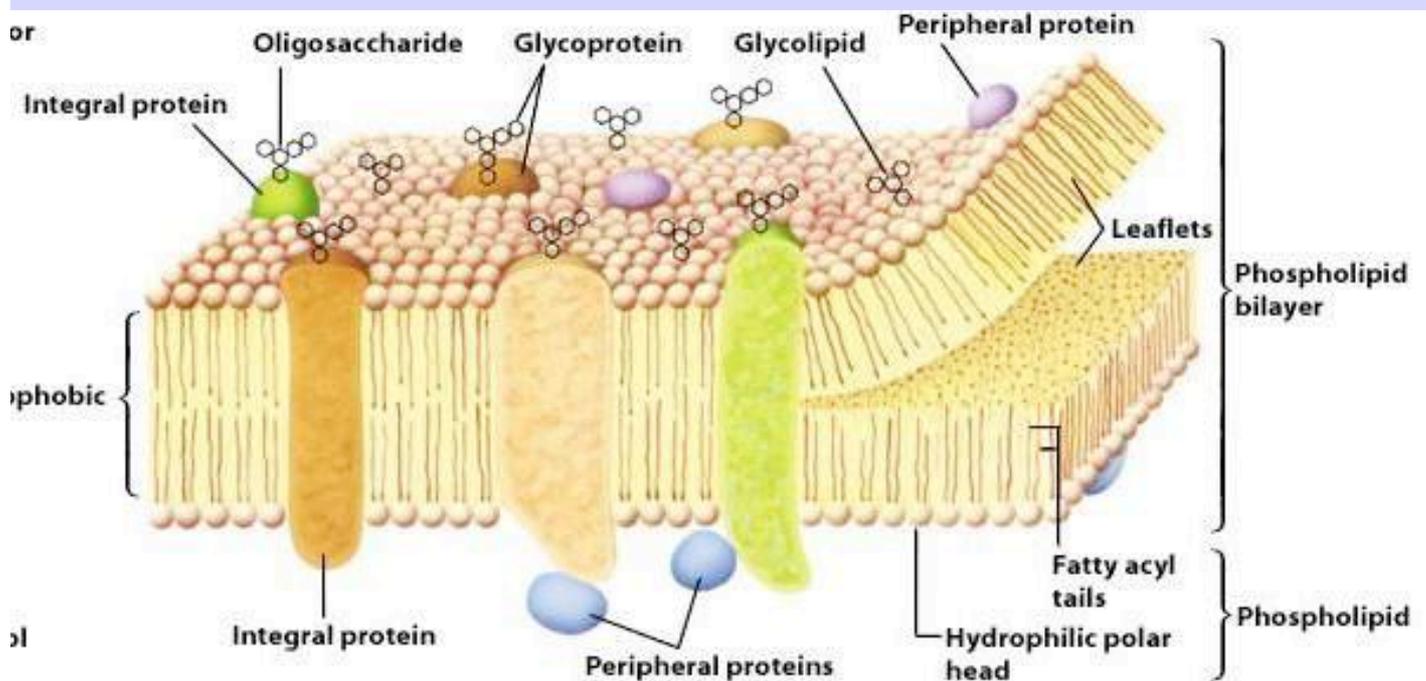
### 3.3- Concept de communication avec l'environnement de la cellule

# Membrane et glycoalyx

P 23 (Phospholipides et cholestérol)

## Membrane plasmique

Toutes les membranes biologiques sont des structures bi-couches de phospholipides. Les protéines insérées dans chaque type de membrane déterminent ses propriétés spécifiques



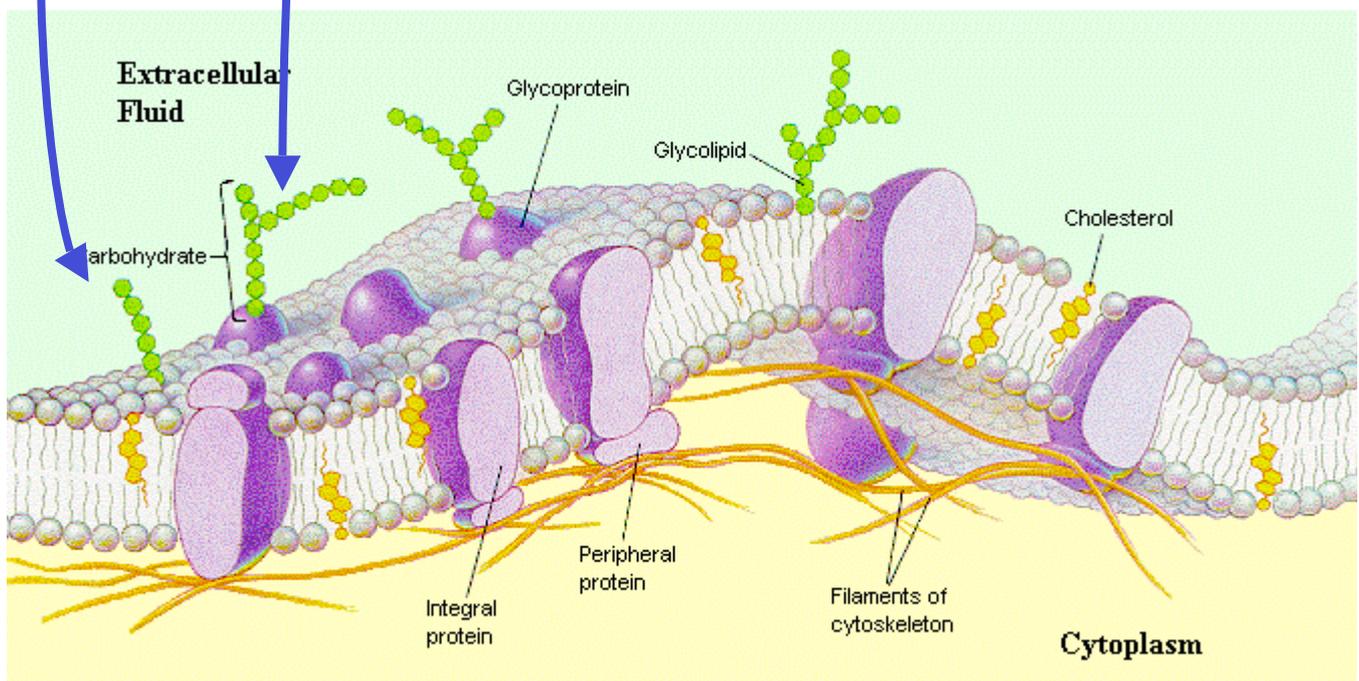
➔ + Polysaccharides ou oligosaccharides

# Bases moléculaires des associations Membranes/Polysaccharides

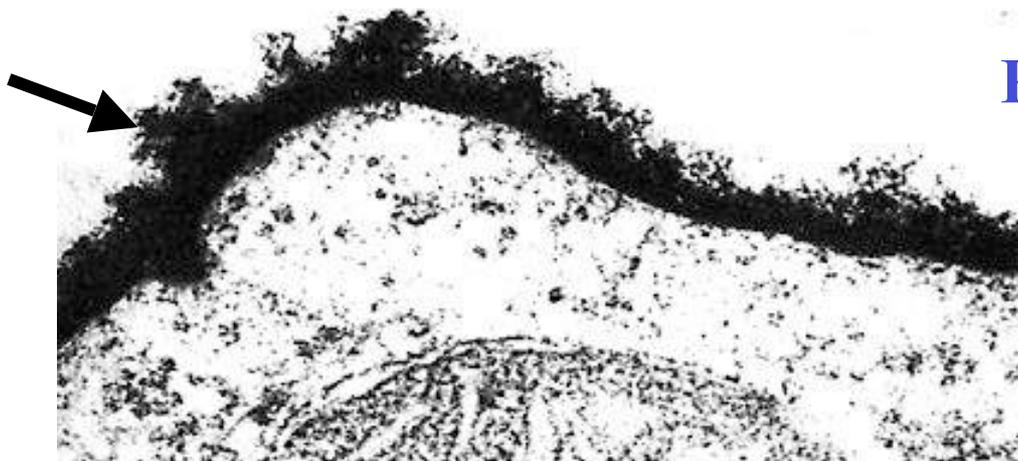
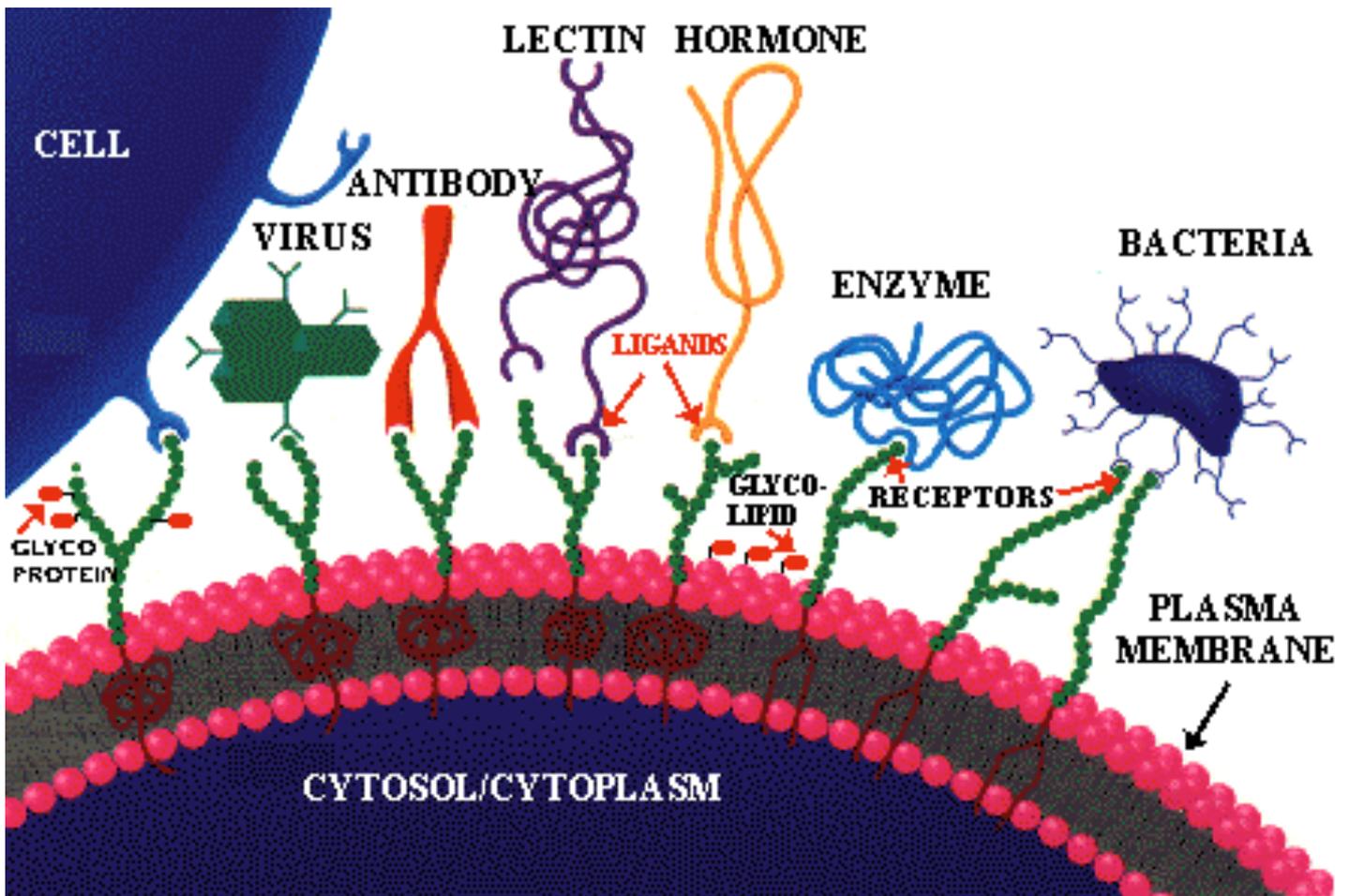
Les polysaccharides sont liés par des **liaisons covalentes** aux:

- Phospholipides => **Glycolipides**

- Protéines => **Glycoprotéines**



**Leurs rôles => - Ciment inter-cellulaire  
- Reconnaissance**



Page 24

**Le Glycocalyx**

# Plan du cours du 7 au 28/ 02 / 05

## 3-Les membranes biologiques et la paroi cellulaire végétale

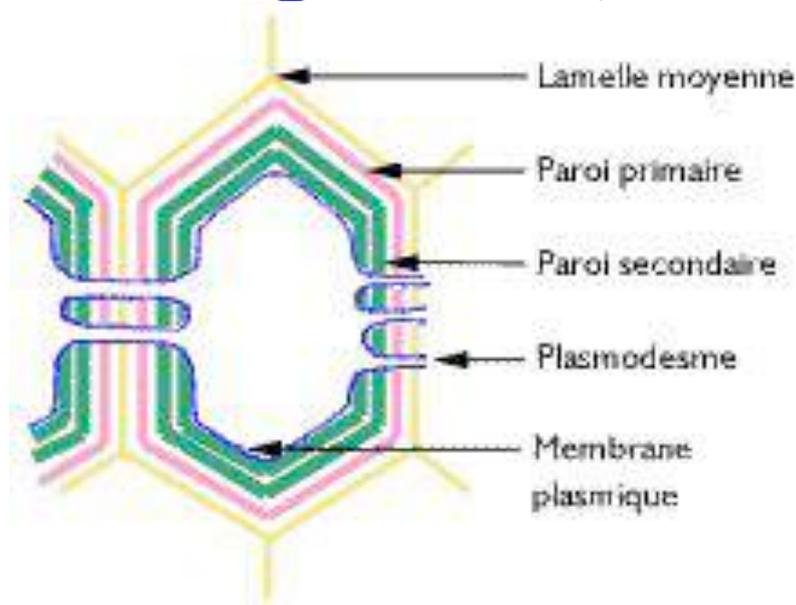
### 3.1- Concept de frontière biologique

- Membrane plasmique et enveloppes
  - + Composition et structure des membranes
  - + Propriétés de fluidité
  - + Notion d'enveloppe cellulaire
  - + Fonctions cellulaires / Constituants
- Glycocalyx de la cellule animale
  - + Composition
  - + Fonction de reconnaissance
- **Paroi de la cellule végétale**
  - + **Composition**
  - + **Structure et plasmodesmes**
  - + **fonctions essentielles**

### 3.2- Concepts d'échanges intercellulaires

### 3.3- Concept de communication avec l'environnement de la cellule

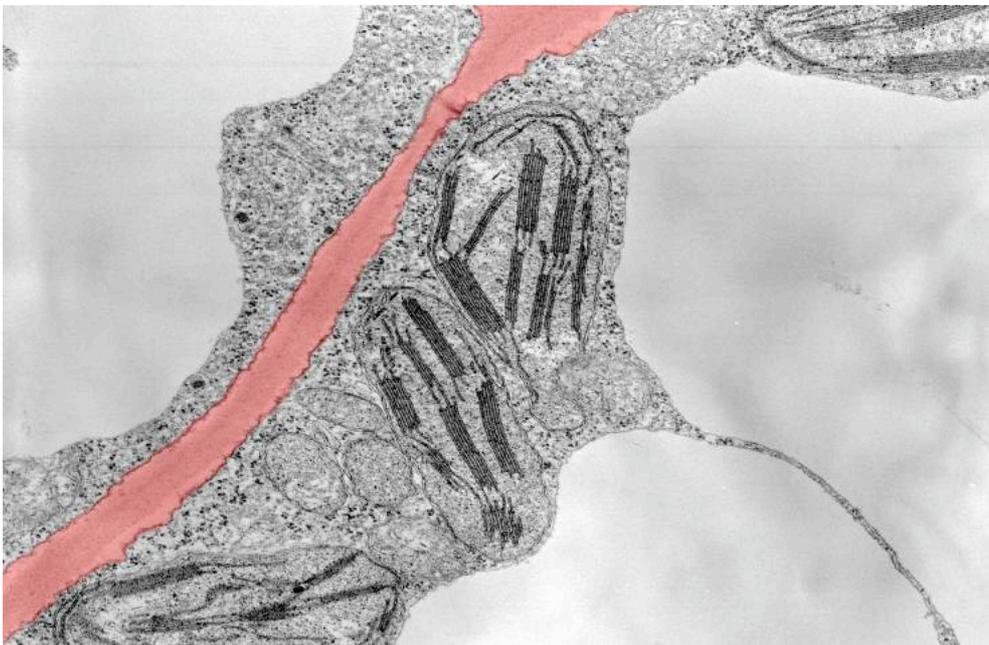
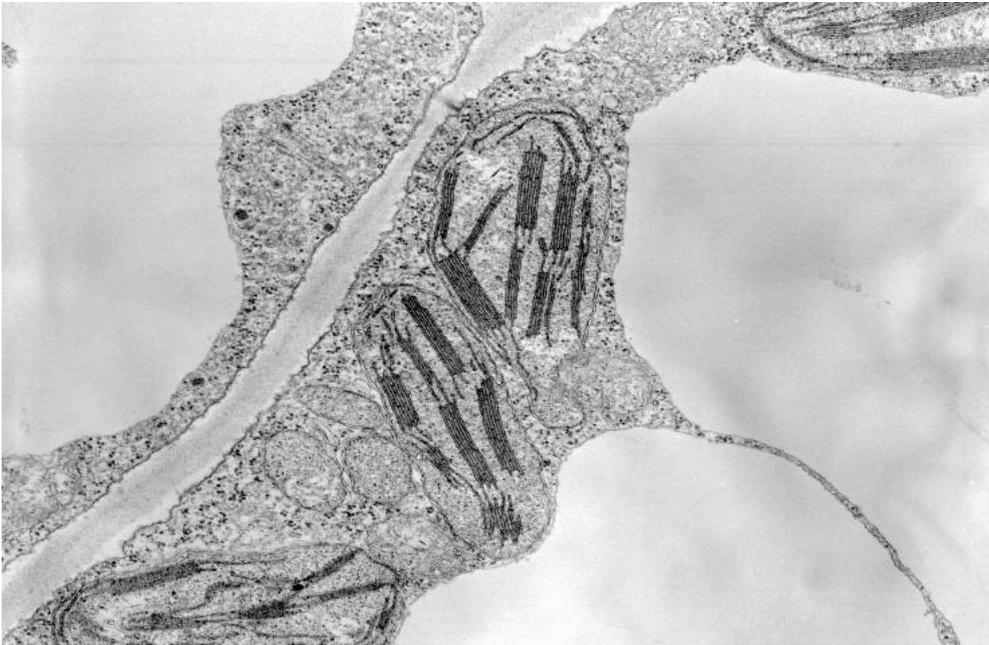
# Parois végétales (P25-27)



3 parties principales se formant successivement :

- **lamelle moyenne**, partie la plus externe, elle est commune à 2 cellules contigües. Se forme la première et est constituée de matières pectiques.
- **La paroi primaire**, La première formée et la seule pour les cellules indifférenciées. Elle est plastique et capable de croître (1 à 3  $\mu\text{m}$ ). Les microfibrilles de cellulose forment une texture dispersée où se trouve la matrice amorphe.
- **La paroi secondaire**, rigide et pouvant atteindre une épaisseur de plusieurs  $\mu\text{m}$ , limite la croissance cellulaire. Les microfibrilles de cellulose et la matrice sont disposées de façon régulière décrivant des hélices redressées par rapport à l'axe

## Au-delà de la membrane, la paroi

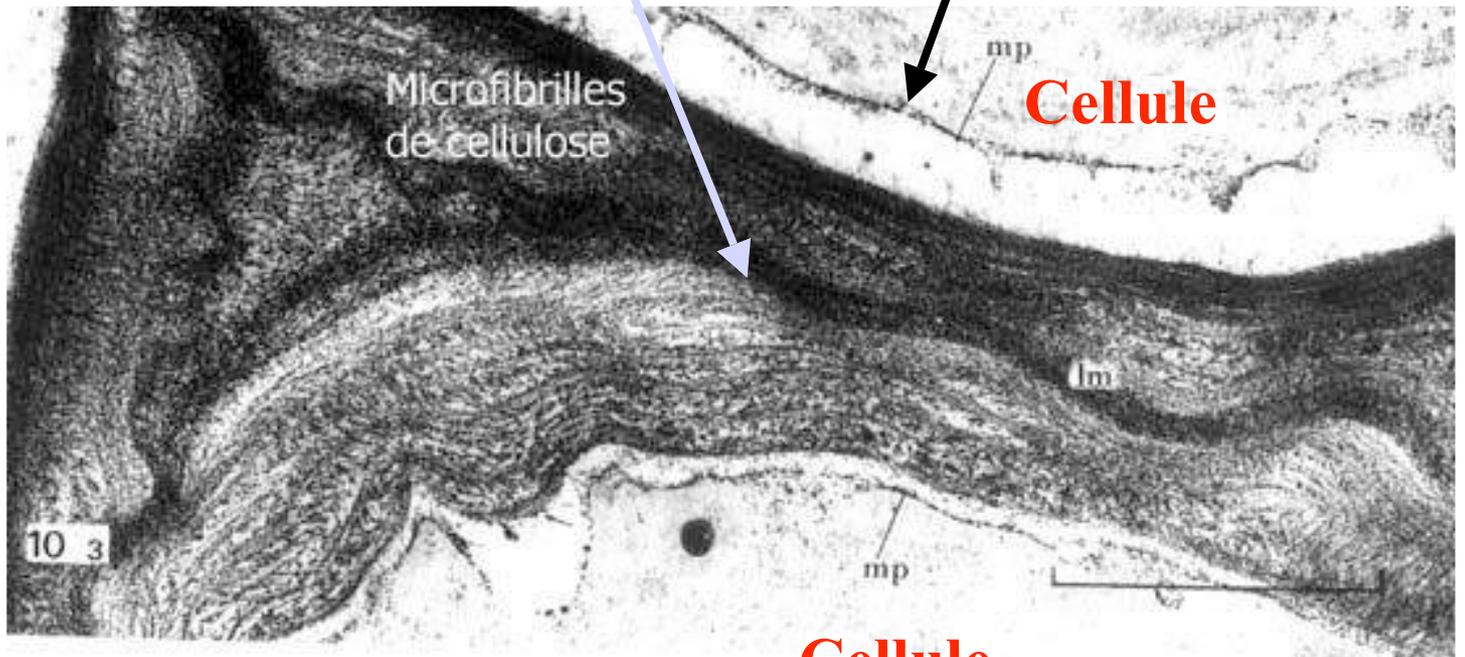


**Chez les plantes, une paroi pecto-cellulosique**

**Chez les bactéries, une « paroi » de peptido-glycane**

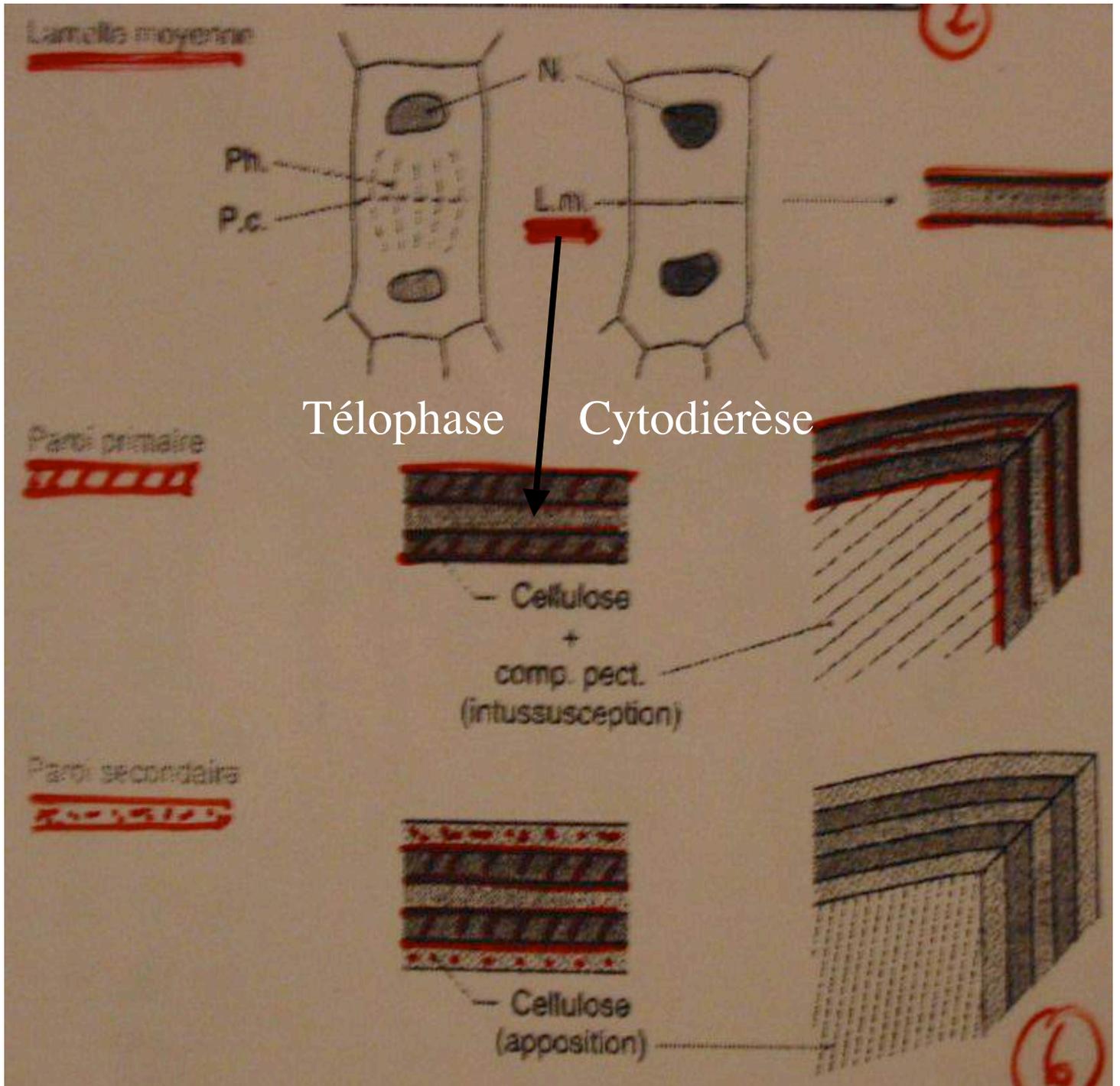
Lamelle moyenne

Membrane  
plasmique

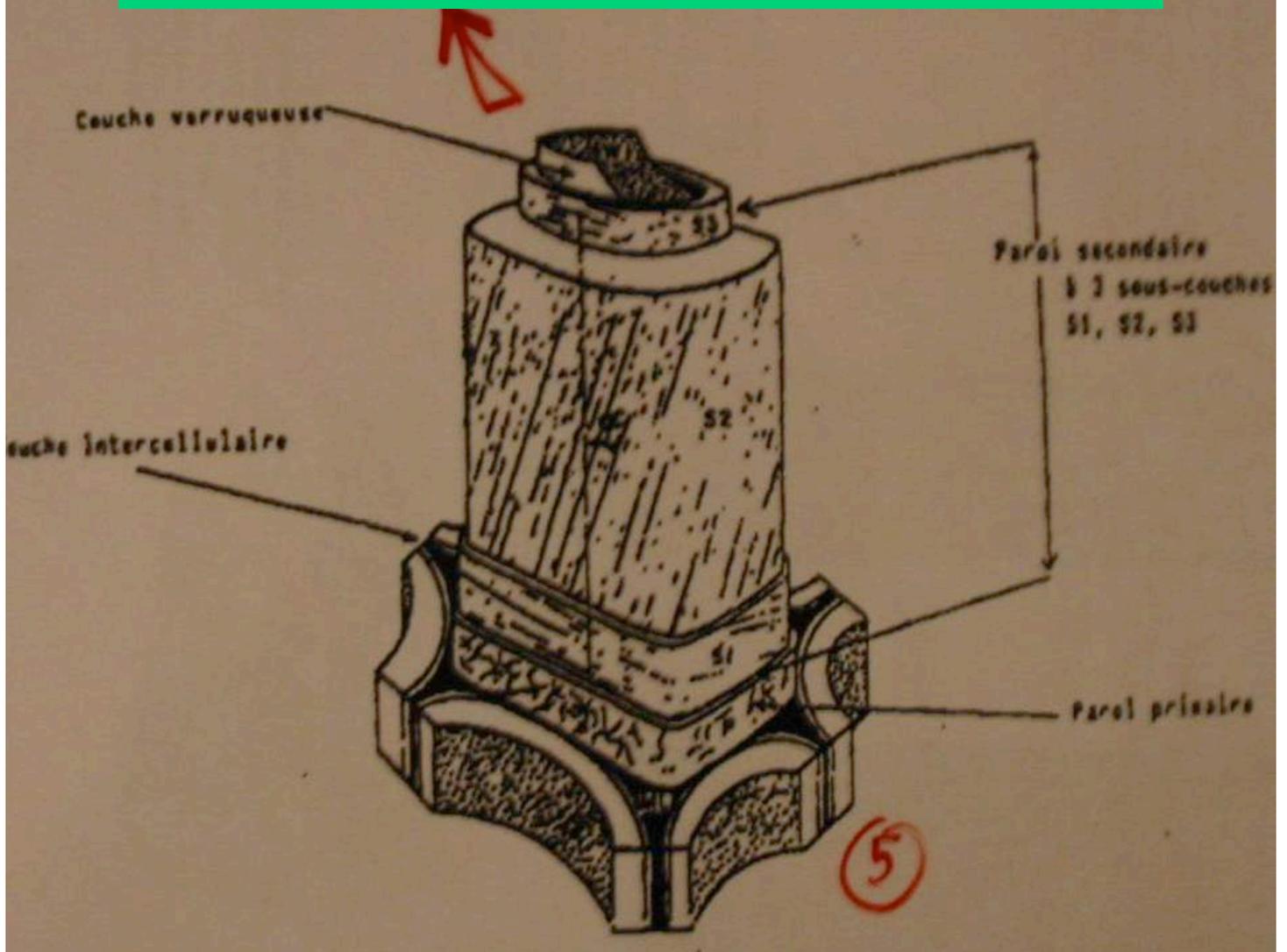


**Paroi d'une cellule  
végétale vue en  
microscopie  
électronique à  
transmission  
(MET)**

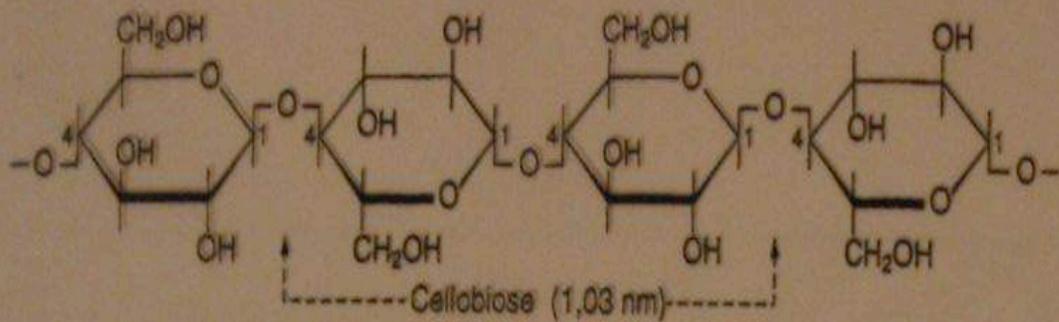
# Origine et formation de la paroi d'une cellule végétale



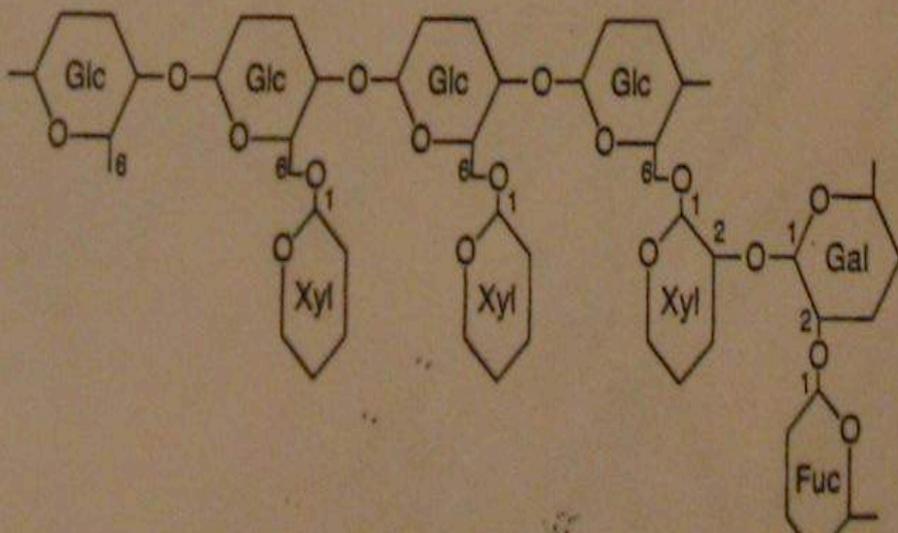
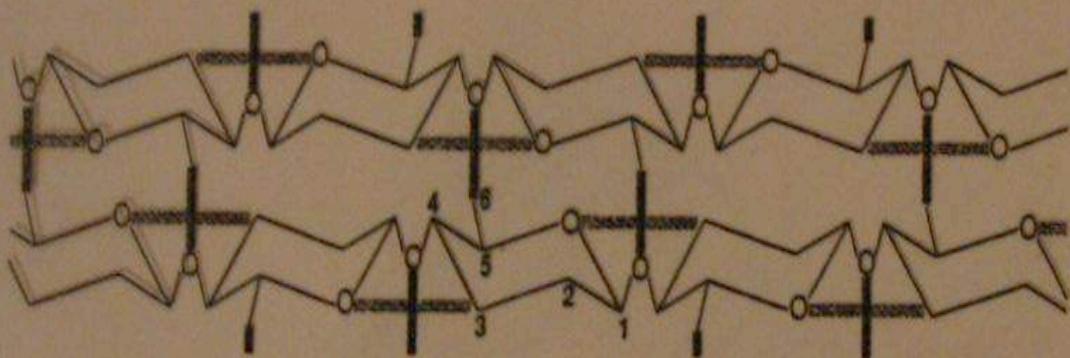
**Schéma 3-D des différentes couches formant les parois primaire et secondaire (3 sous-couches S1, S2 et S3) de 6 cellules végétales voisines**







Cellulose



Hemicellulose

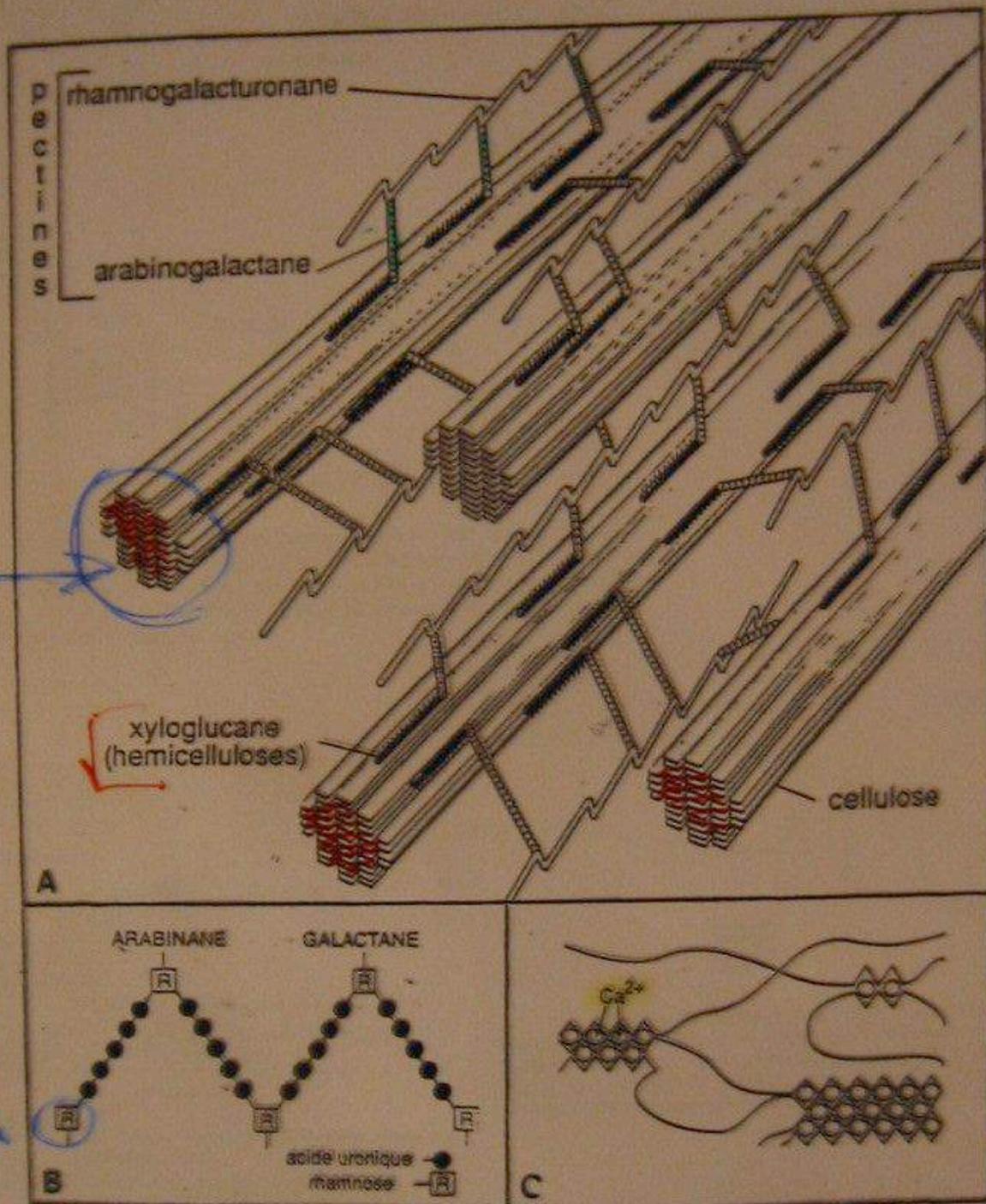
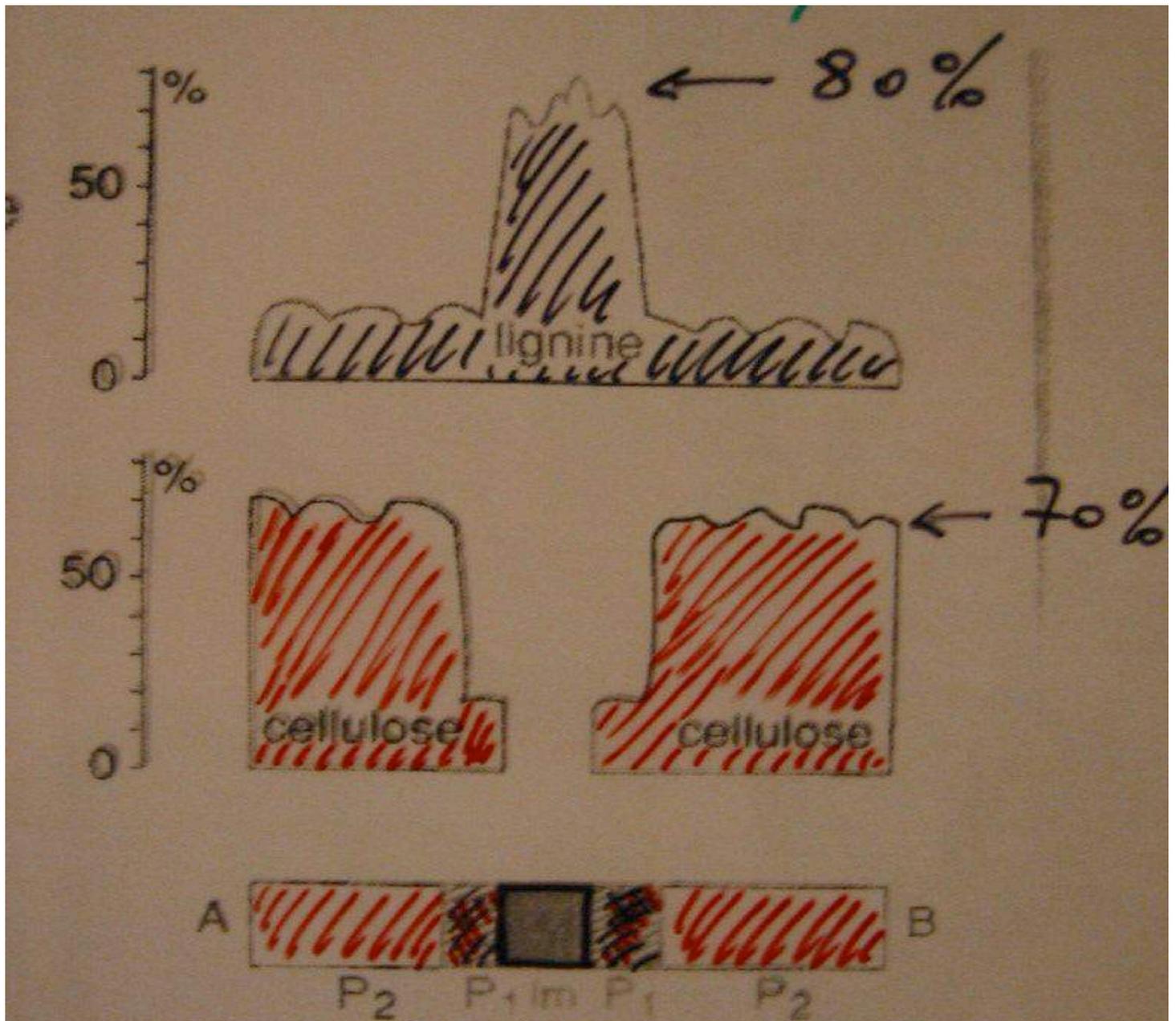


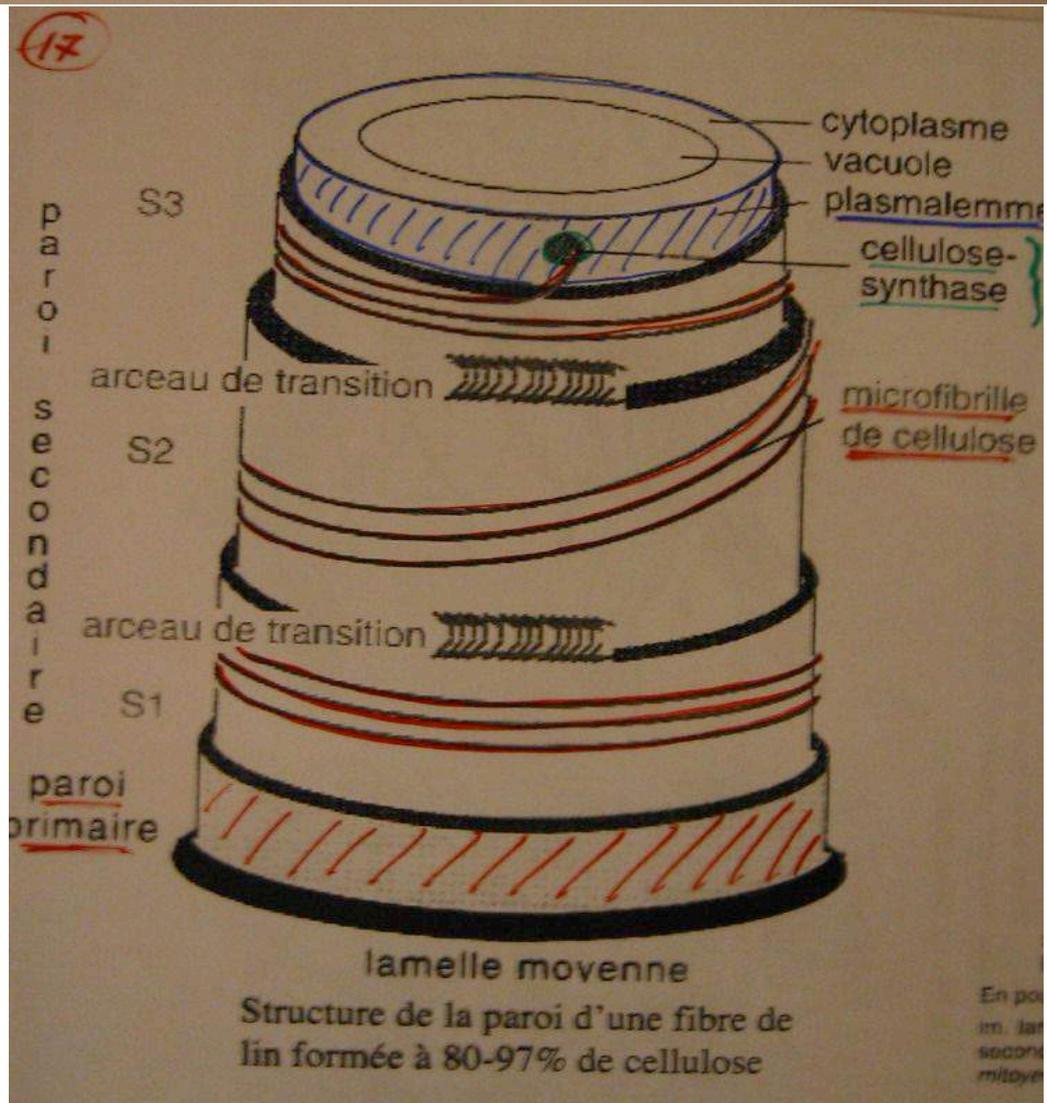
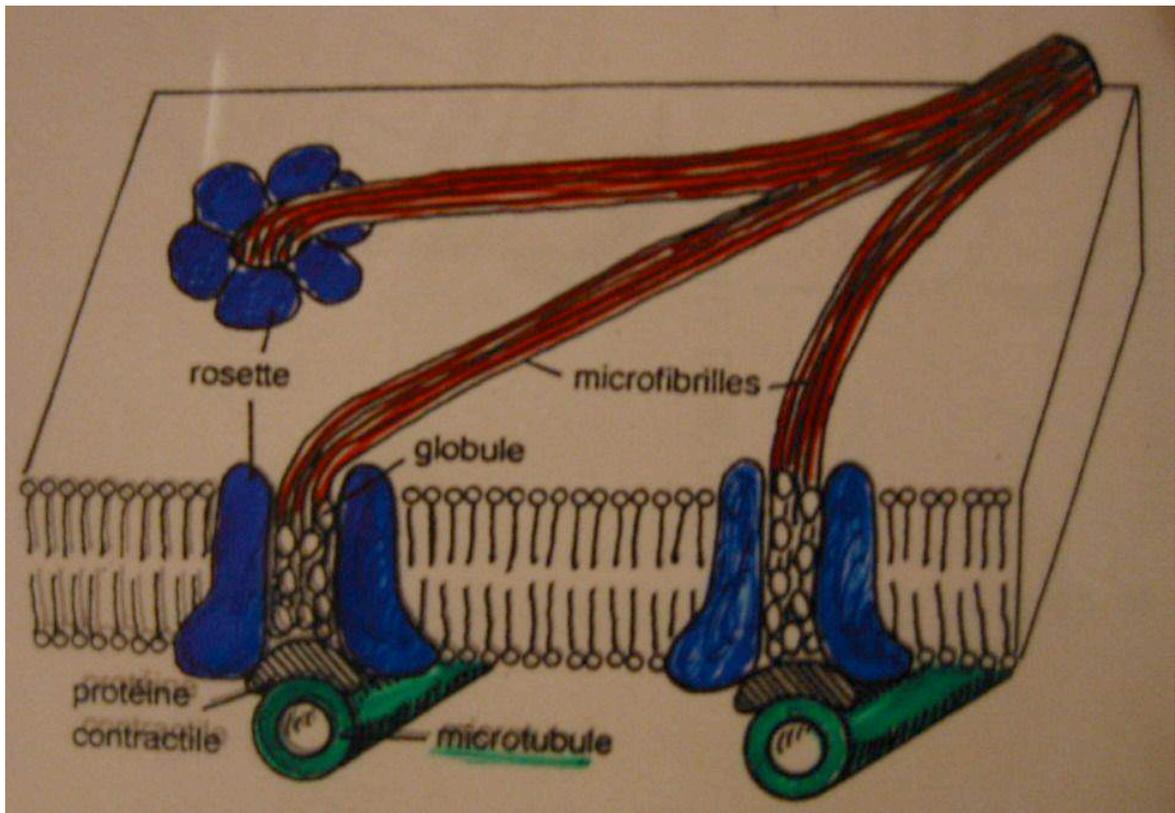
Figure : A - La paroi des plantes vasculaires est constituée d'une armature microfibrillaire de cellulose enrobée dans une matrice amorphe. Chez les cellules jeunes comme les cellules cambiales ou les dérivées cambiales en début de différenciation, cette matrice est composée de deux familles glucidiques : les pectines et les hémicelluloses. Réseau plurimoléculaire selon P. Albersheim.

B - Pectines. La chaîne principale constituée d'acides polygalacturoniques est coudée au niveau de motifs rhamnose insérés dans la chaîne. Les branches

# Répartition des lignines et de la cellulose dans les parois (lamelle moyenne, lm; p. primaire, P1; p. secondaire, P2) de 2 cellules adjacentes A et B



Cellules de sclérenchyme ou de xylème



## **Principales fonctions de la paroi cellulaire végétale:**

- Soutien et cohésion intercellulaire
- Modifications ioniques de la cellule ( $H^+$ ,  $Ca^{++}$ )
- Migrations intra-tissulaires / eau, gaz et ions / Voie apoplasmique
- Croissance (extensibilité de la paroi)
- Division / Volume cellulaire
- Barrière vis à vis des parasites
- Lieu de stockage des déchets cellulaires / Notion d'incréments !

# Plan du cours

## 3-Les membranes biologiques et la paroi cellulaire végétale

### 3.1- Concept de frontière biologique

- Membrane plasmique et enveloppes
  - + Composition et structure des membranes
  - + Propriétés de fluidité
  - + Notion d'enveloppe cellulaire
  - + Fonctions cellulaires / Constituants
- Glycocalyx de la cellule animale
  - + Composition
  - + Fonction de reconnaissance
- Paroi de la cellule végétale
  - + Composition
  - + Structure et plasmodesmes
  - + fonctions essentielles

### 3.2- Concepts d'échanges intercellulaires

### 3.3- Concept de communication avec l'environnement de la cellule

### 3.2- Concepts d'échanges intercellulaires

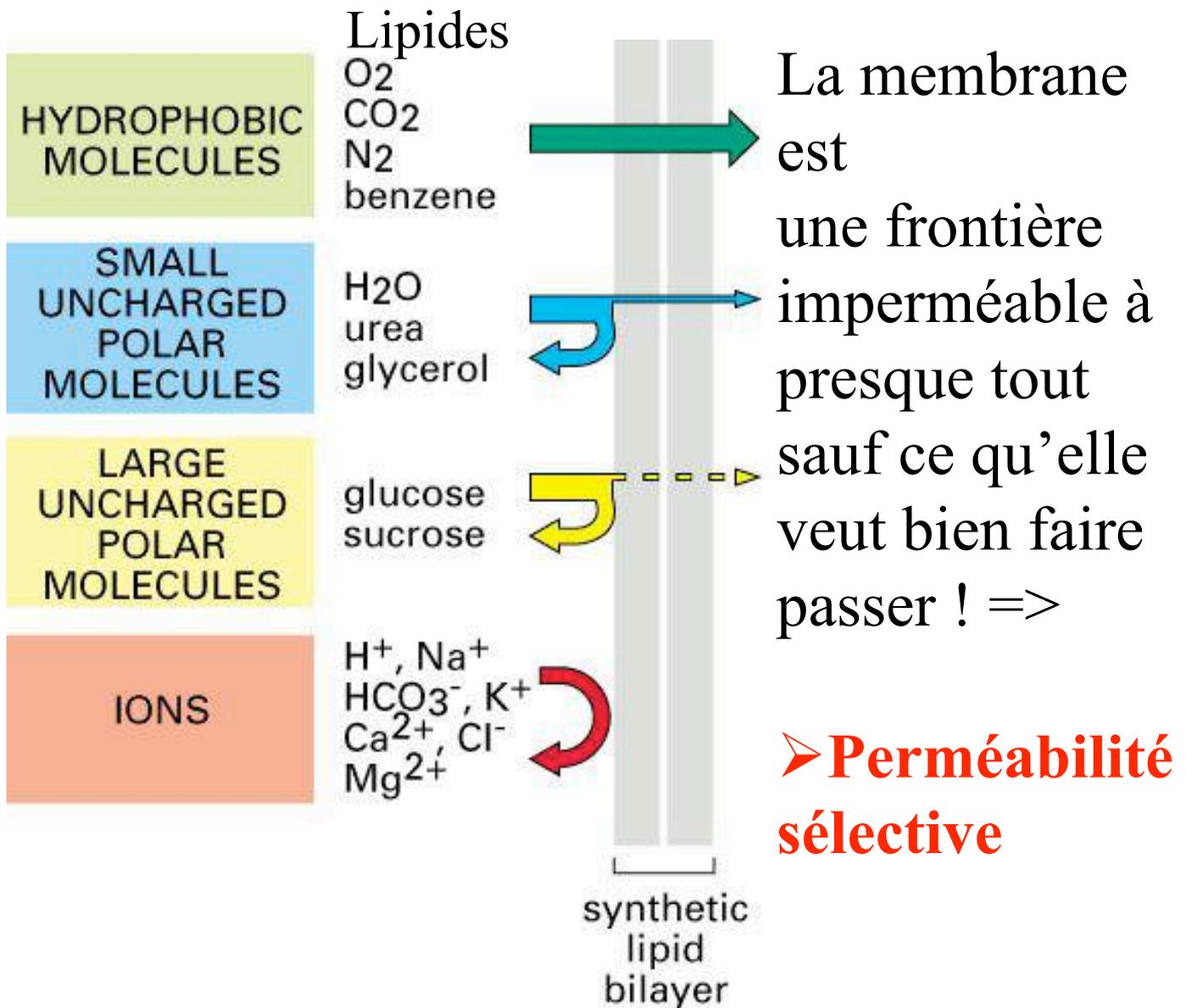
- Diffusion simple à travers la bicouche
  - + Diffusion dite lipophile (gaz, stéroïdes)
  - + Diffusion directe (eau, outre aquaporines)
  - + Phénomènes d'osmose et de turgescence
- Transport passifs par diffusion facilitée
  - + Les perméases
  - + Les canaux ioniques
- Transport actif
  - + Les pompes - ATP à  $\text{Na}^+$  /  $\text{K}^+$
  - + Les pompes à  $\text{Ca}^+$
  - + Les pompes à protons  $\text{H}^+$
  - + Transports couplés
    - Cas du transporteur intestinal du glucose = **symport**  $\text{Na}^+$  / Glucose
    - L'échangeur d'anions  $\text{HCO}_3^-/\text{Cl}^-$  des hématies de mammifères = **antiport**

*Remarque: les ionophores / Ex. de la gramicidine A, un peptide de 15 a.a. hydrophobes en hélice actif sous la forme de dimère /  $\text{H}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$*

- Endocytose et exocytose chez les eucaryotes
  - + Pinocytose
  - + Phagocytose

### 3.3- Concept de communication avec l'environnement de la cellule

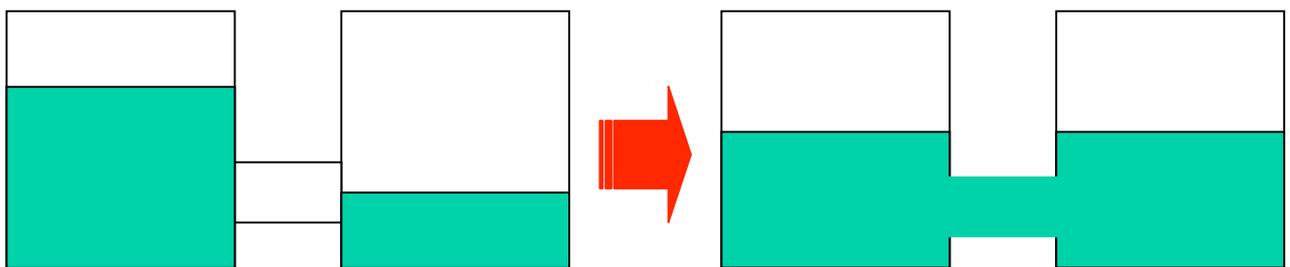
# Contrôle des échanges: perméabilité membranaire (P29)



- La bi-couche est **imperméable aux molécules hydrophiles** (ex: l'eau!)
- Les **protéines trans-membranaires** sont les « passeurs » / Transporteurs

## Notion de diffusion et transports actifs ou passifs

- La biologie obéit aux lois physiques de l'univers.
- La **loi physique de la diffusion** veut que les molécules vont **spontanément** de là où elles sont concentrées vers là où elle le sont peu. Le but est « d'égaliser » les compartiments.



*Sens de la diffusion*

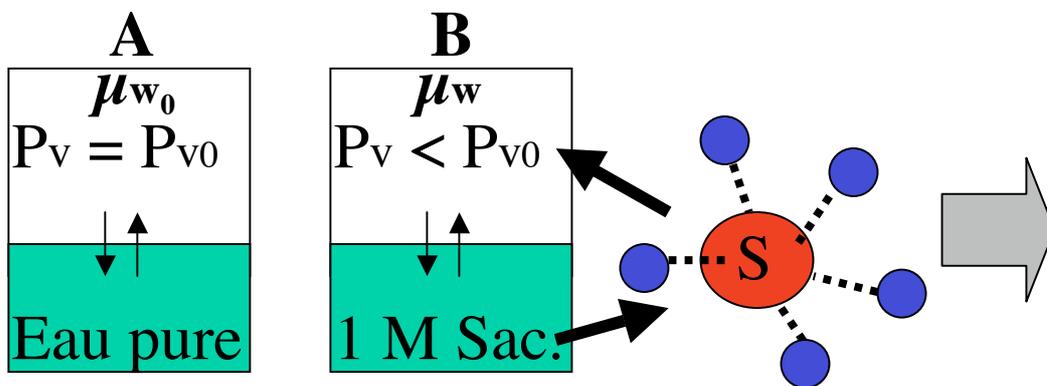
# Notion d'osmose et de turgescence

Potentiel hydrique       $\Psi_w = \Psi_\pi + \Psi_p (+ \Psi_m)$

$\Psi_\pi$  = Potentiel osmotique ou potentiel chimique de l'eau. Il est lié à la présence de solutés et toujours  $< 0$  car, par référence, l'eau pure se déplace vers la solution concentrée via une membrane semi-perméable. Plus élevée sera la concentration en solutés, plus faible sera le potentiel osmotique.

$\Psi_p$  = Potentiel hydrostatique. Il résulte d'une pression physique qui s'exerce sur l'eau d'un système donné. Il peut être  $< 0$  ou  $> 0$  : cas de la pression de turgescence des cellules (potentiel  $> 0$ ) et cas de l'eau sous tension de suction / forces de capillarité entre l'eau et les parois (potentiel  $< 0$ ).

$\Psi_m$  = Potentiel matriciel. Il résulte de forces avec lesquelles l'eau est absorbée par les surfaces : parois cellulaires, particules du sol (colloïdes), ... À ajouter à l'équation si relations avec le sol.

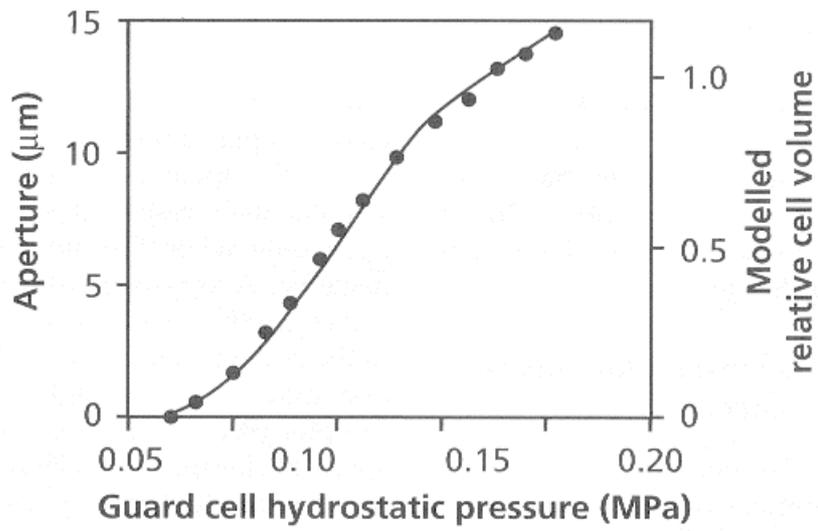


$\mu_w - \mu_{w_0}$  : Différence de potentiel entre les 2 compartiments => **Quantité de travail** pour obtenir la même pression B / A => **Compression du gaz du compartiment B jusqu'à la pression  $P_{v0}$ .**

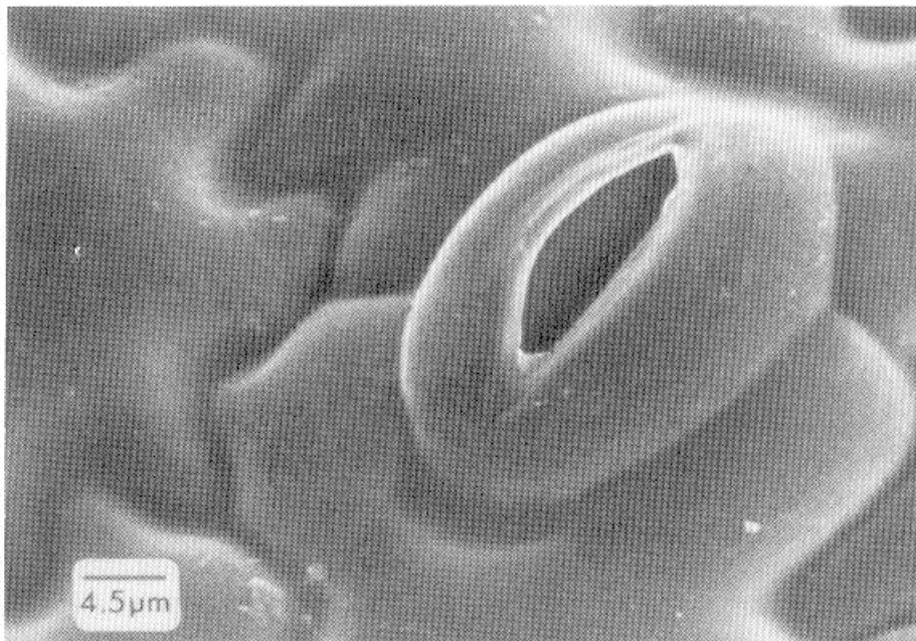
## Loi de Raoult :

$$P_v = P_{v0} \cdot N_w$$

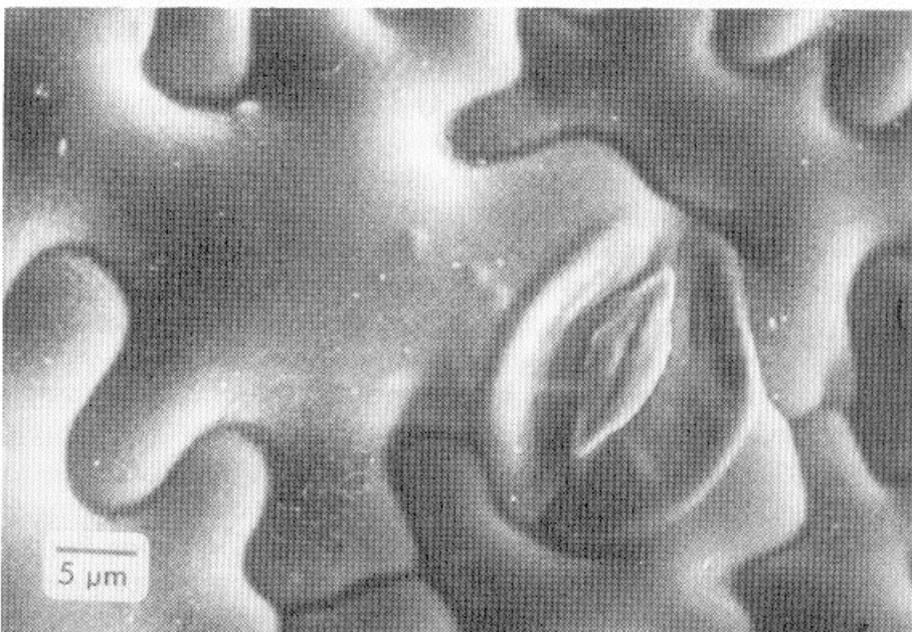
Où  $N_w = \frac{\text{Nbre de moles d'eau}}{\text{Nbre total de moles/solut}^\circ}$



(A)



B1)



B2)

### 3.2- Concepts d'échanges intercellulaires

- Diffusion simple à travers la bicouche
  - + Diffusion dite lipophile (gaz, stéroïdes)
  - + Diffusion directe (eau, outre aquaporines)
  - + Phénomènes d'osmose et de turgescence
- **Transport passif par diffusion facilitée**
  - + **Les perméases**
  - + **Les canaux ioniques**
  - + **Les ionophores**
- Transport actif
  - + Les pompes - ATP à  $\text{Na}^+$  /  $\text{K}^+$
  - + Les pompes à  $\text{Ca}^+$
  - + Les pompes à protons  $\text{H}^+$
  - + Exemples de transports couplés
    - Cas du transporteur intestinal du glucose = **symport**  $\text{Na}^+$  / Glucose
    - L'échangeur d'anions  $\text{HCO}_3^-/\text{Cl}^-$  des hématies de mammifères = **antiport**
- Endocytose (et exocytose) chez les eucaryotes
  - + Pinocytose
  - + Phagocytose

### 3.3- Concept de communication avec l'environnement de la cellule

# Contrôle des échanges: (p29)

## 1/ Transports passifs

*Dans le sens de la diffusion*

*Pas besoin d'énergie*

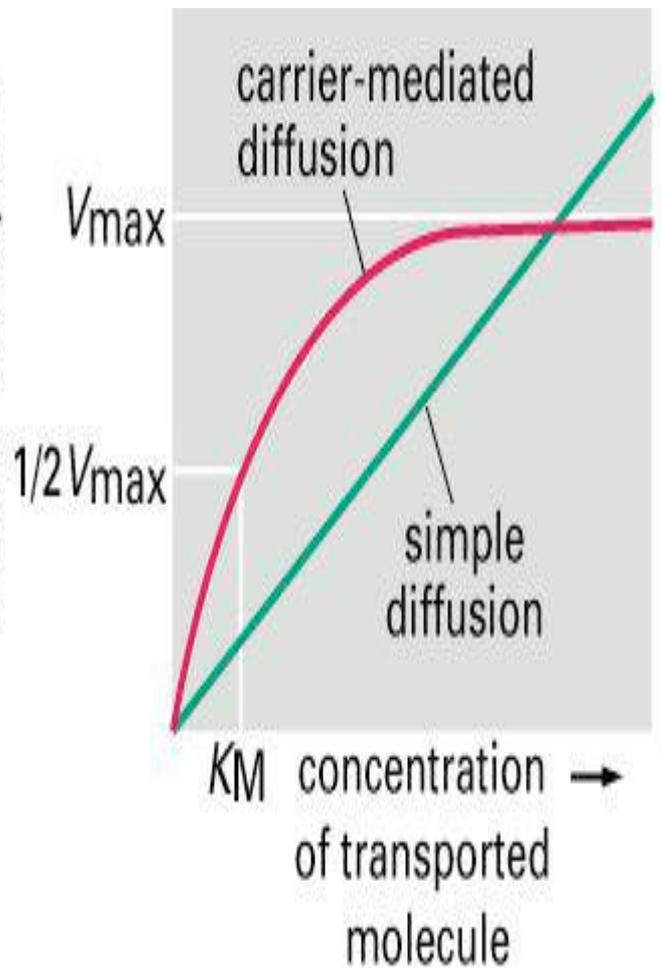
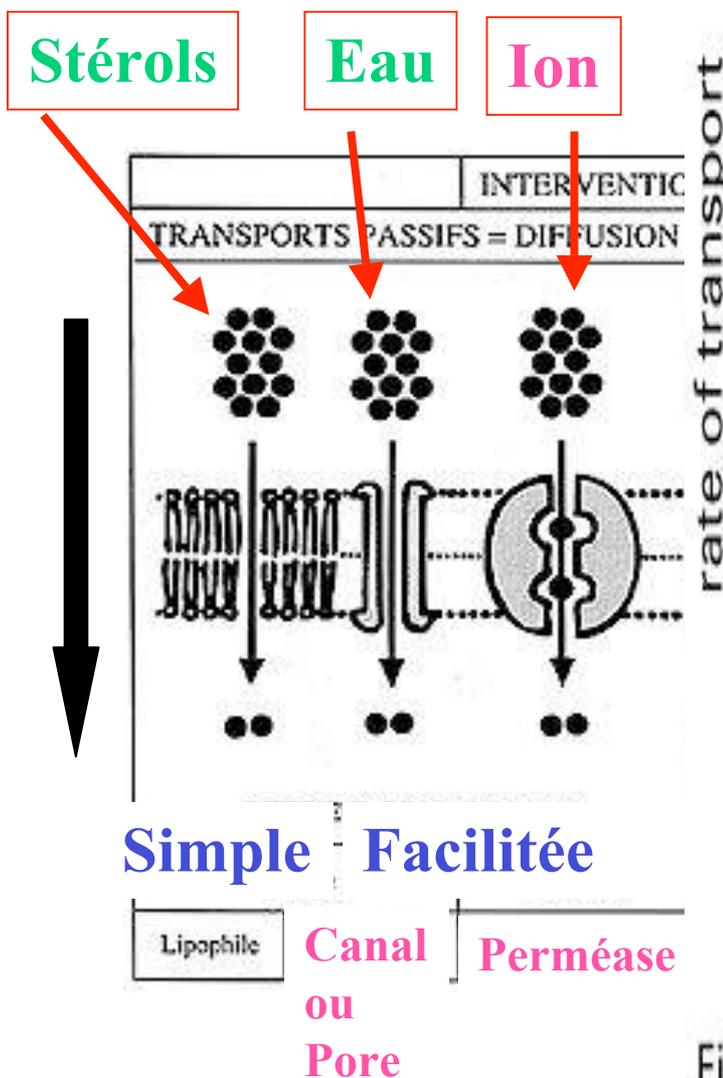
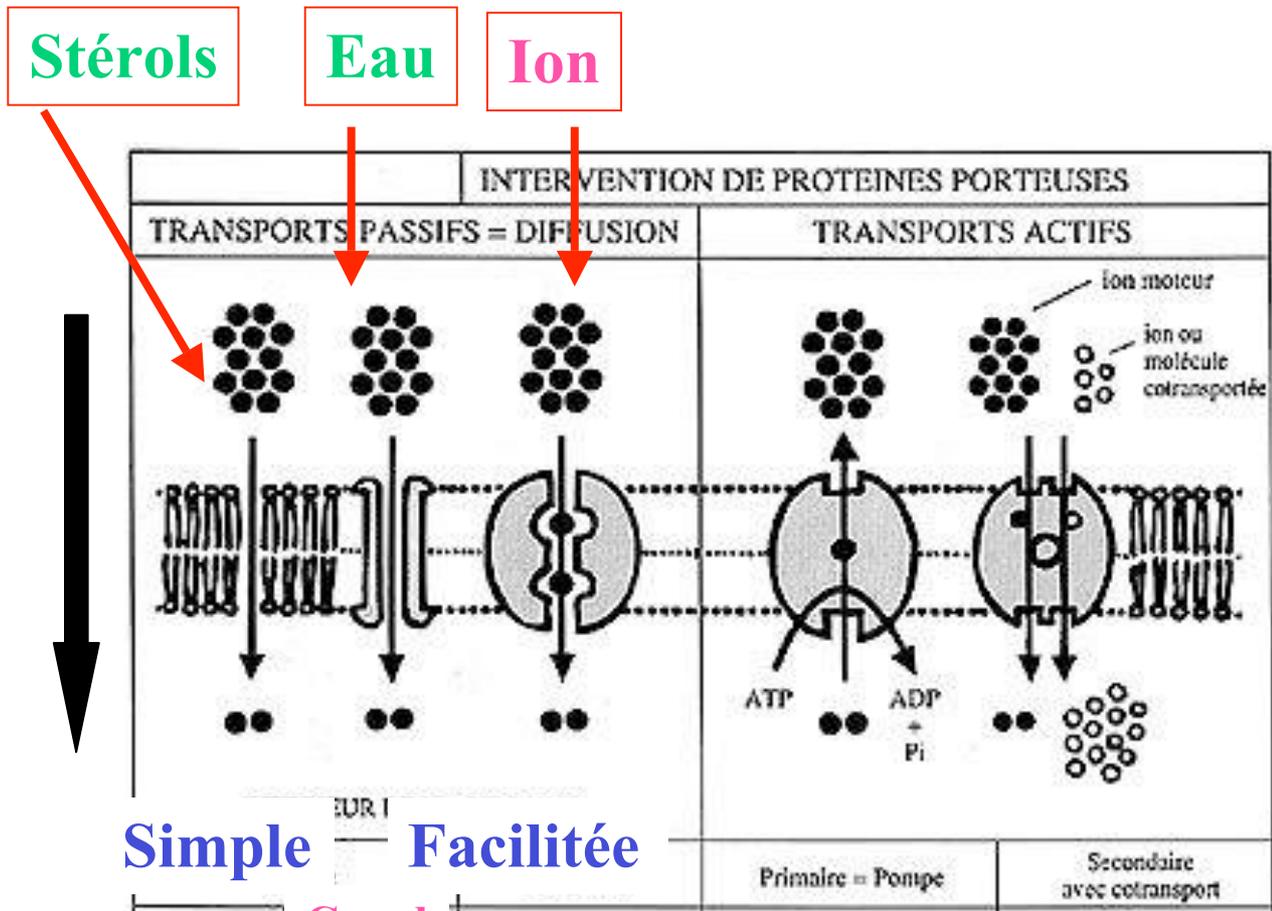


Figure 1'

**Courbes de diffusion**  
**Simple (en vert)**  
**Facilitée (en rouge)**

↓: sens du gradient de concentration

# Mécanismes de contrôle des échanges (p29)



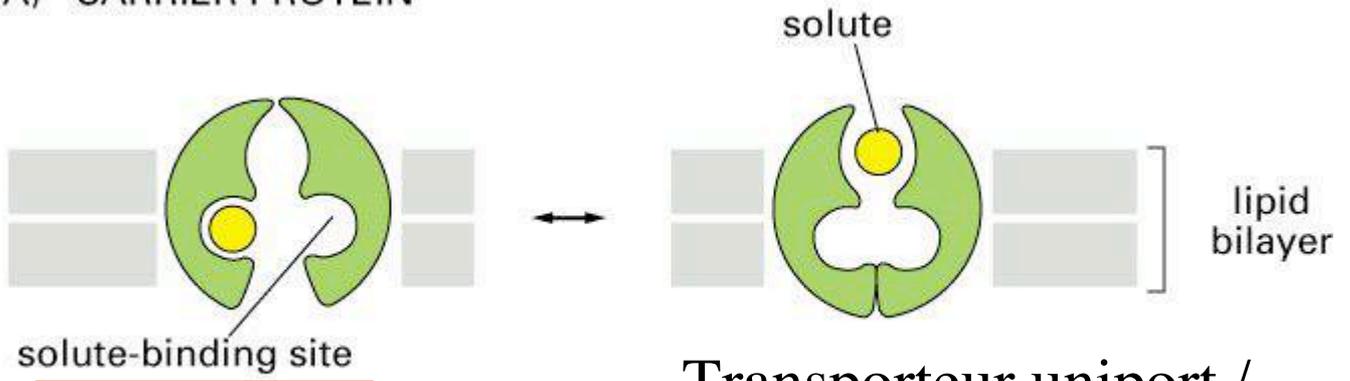
*Transport plus rapide*

**Protéines porteuses / liaison au soluté transporté et changement de conformation**

**↓ : sens du gradient de concentration**

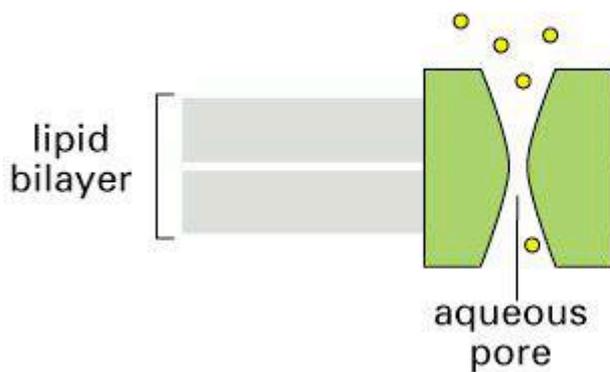
# Les transporteurs passifs: Canaux (pores) et Perméases (p. porteuses)

(A) CARRIER PROTEIN

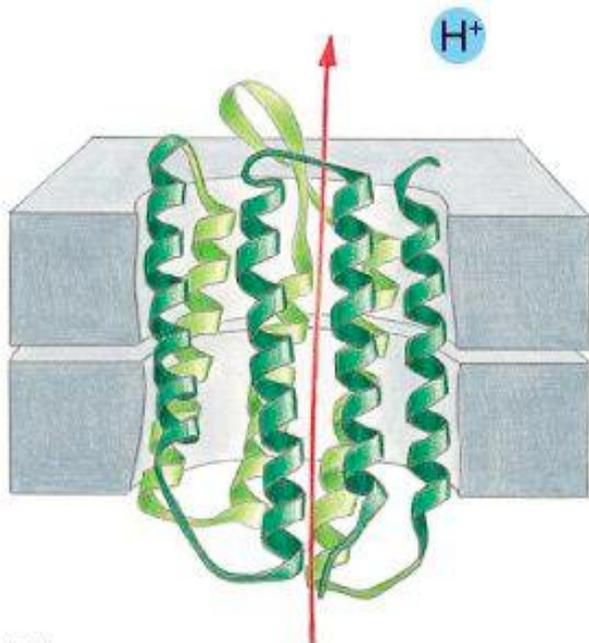


Transporteur uniport /  
 $V_{max}$  et  $K_M$

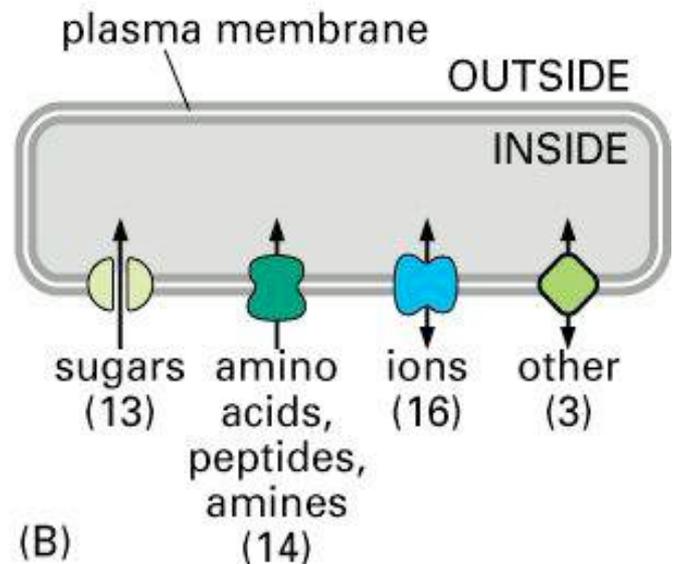
(B) CHANNEL PROTEIN



Pore rempli d'eau à  
travers lequel les  
ions spécifiques  
diffusent



(A)



(B)