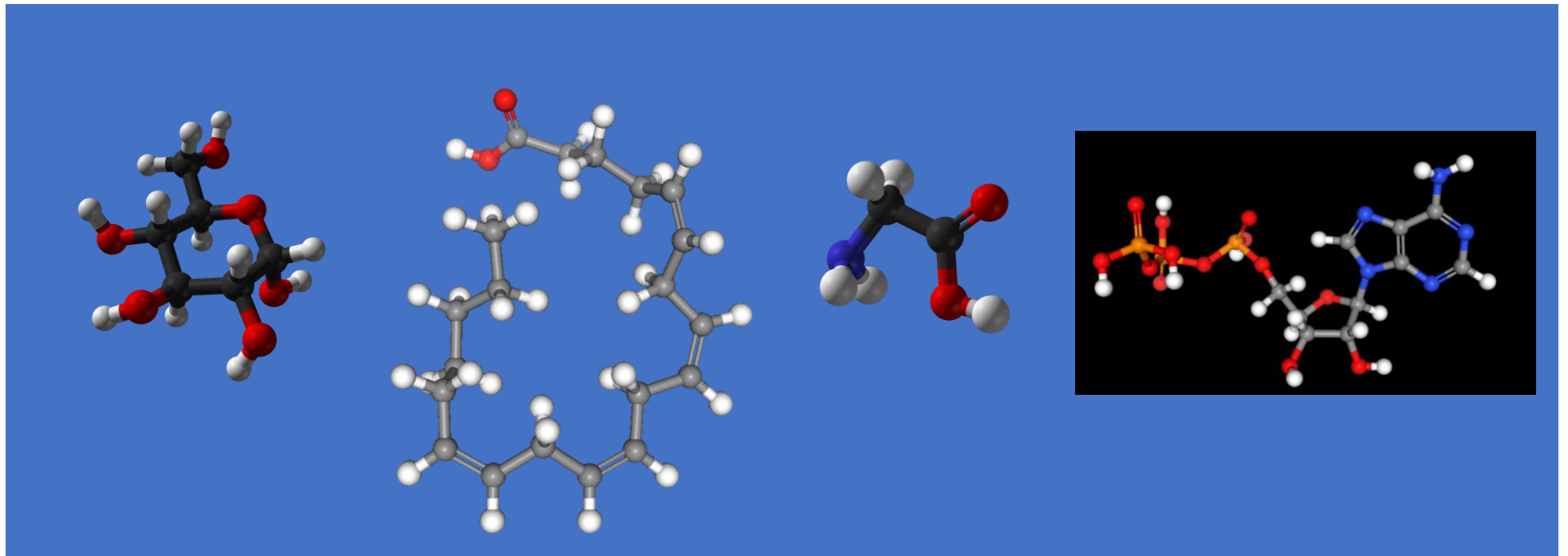


SV-D-2-2 OSES ET POLYOSIDES

SV-D-ORGANISATION FONCTIONNELLE DES MOLÉCULES DU VIVANT

SV-D-2 LES GRANDES FAMILLES BIOCHIMIQUES



- SV-D-2 les grandes familles biochimiques

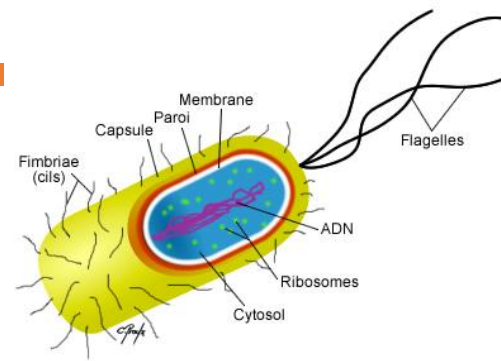
SV-D-2-2 oses et polysides

INTRODUCTION GÉNÉRALE

- Les êtres vivants sont constitués de **matière organique**, faite principalement de : **C, H, O, N, P, S**

→ On parle de molécules organiques ou molécules biologiques ou **biomolécules**

- Il y a 4 principaux types de biomolécules :
 - **Acides nucléiques**
 - **Protides**
 - **Glucides**
 - **Lipides**



Eubactérie



Cellule eucaryote

	Bactérie (E. Coli)	Mammifère
Eau	70	70
Molécules inorganiques	1	1
Acides nucléiques	7	1
Protides	15	18
Glucides	2	2
Lipides	2	5
Autres molécules organiques	3	3

Constituants moléculaires d'une cellule (en % du poids total)

Biochimie (n.f.) : étude de la structure et de la composition de la matière vivante ainsi que des réactions chimiques se déroulant dans les organismes vivants.

SV-D-2-2 oses et polysides

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

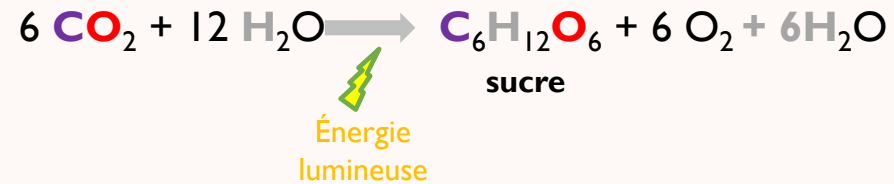
Connaissances clés à construire	Commentaires, capacités exigibles
<p>Les oses sont des polyalcools, possédant un groupement carbonyle qui est soit une fonction aldéhyde (aldose), soit une fonction cétone (cétose).</p> <p>Les pentoses et les hexoses forment des cycles. Cette cyclisation est à l'origine de stéréoisomères α et β. Les oses peuvent s'associer par liaison osidique.</p> <p>Les macromolécules glucidiques sont des polymères d'oses ou de leurs dérivés, le plus souvent monotones. Selon leur taille, leur solubilité, leur activité osmotique et leur structure tridimensionnelle, elles forment de grands édifices à rôle de réserve (amidon et glycogène) ou de structure (cellulose, chitine, pectines et GAG). Elles peuvent s'associer à d'autres molécules organiques.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Représenter le glucose, une liaison osidique et ses conséquences fonctionnelles (notamment dans le cas du saccharose).- Relier l'organisation en polymère, la structure tridimensionnelle et les propriétés physico-chimiques des macromolécules glucidiques à leurs fonctions de structure ou de réserve.

SV-D-2-2 oses et polysides

INTRODUCTION

Glucides = Saccharides = Sucres

Origine des glucides :
principalement végétale via la photosynthèse



Sources de
glucides



Fruits



Céréales



Tubercules



Cuticule des
insectes



Sève (sirop d'érable)



Miel



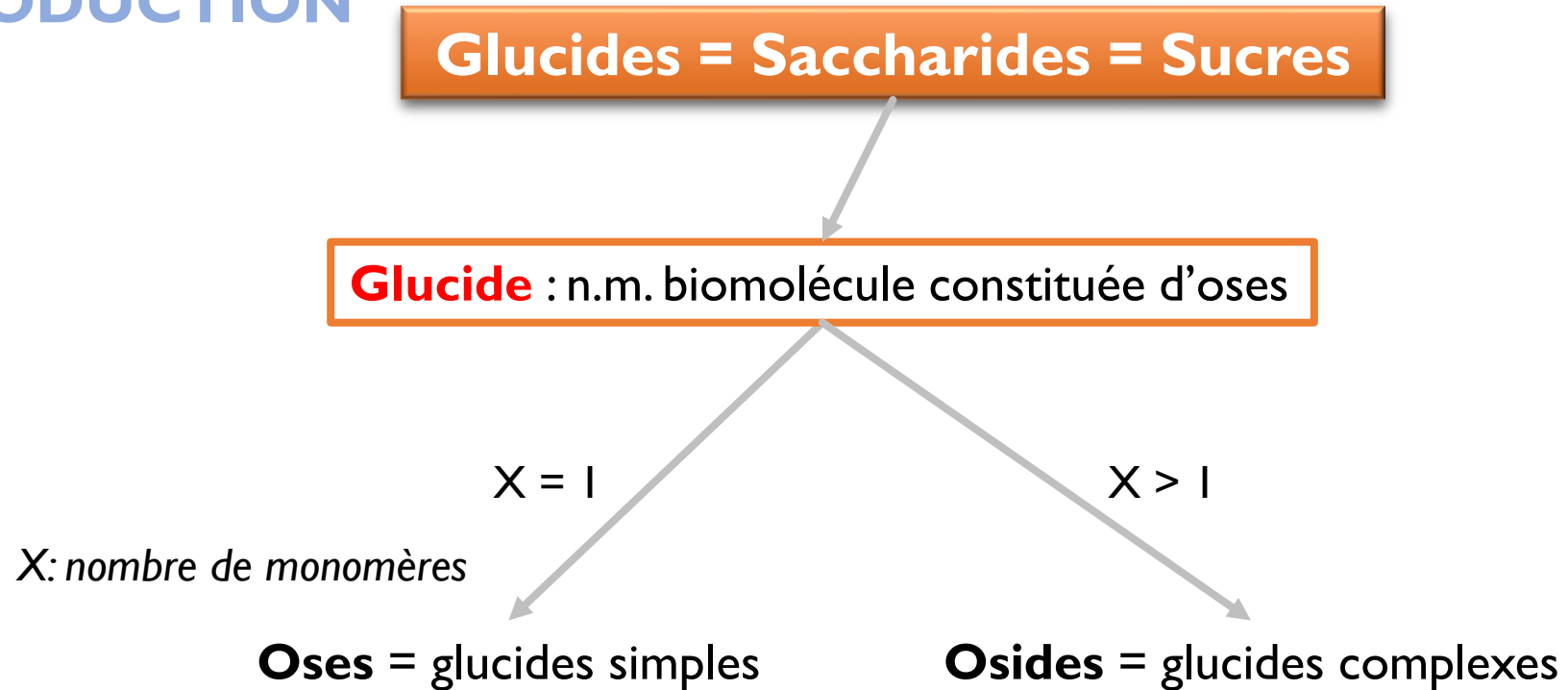
Foie



Lait

SV-D-2-2 oses et polysides

INTRODUCTION



Qu'est-ce qu'un ose ?
Structure ?
Propriétés ?
Rôles dans les systèmes biologiques ?

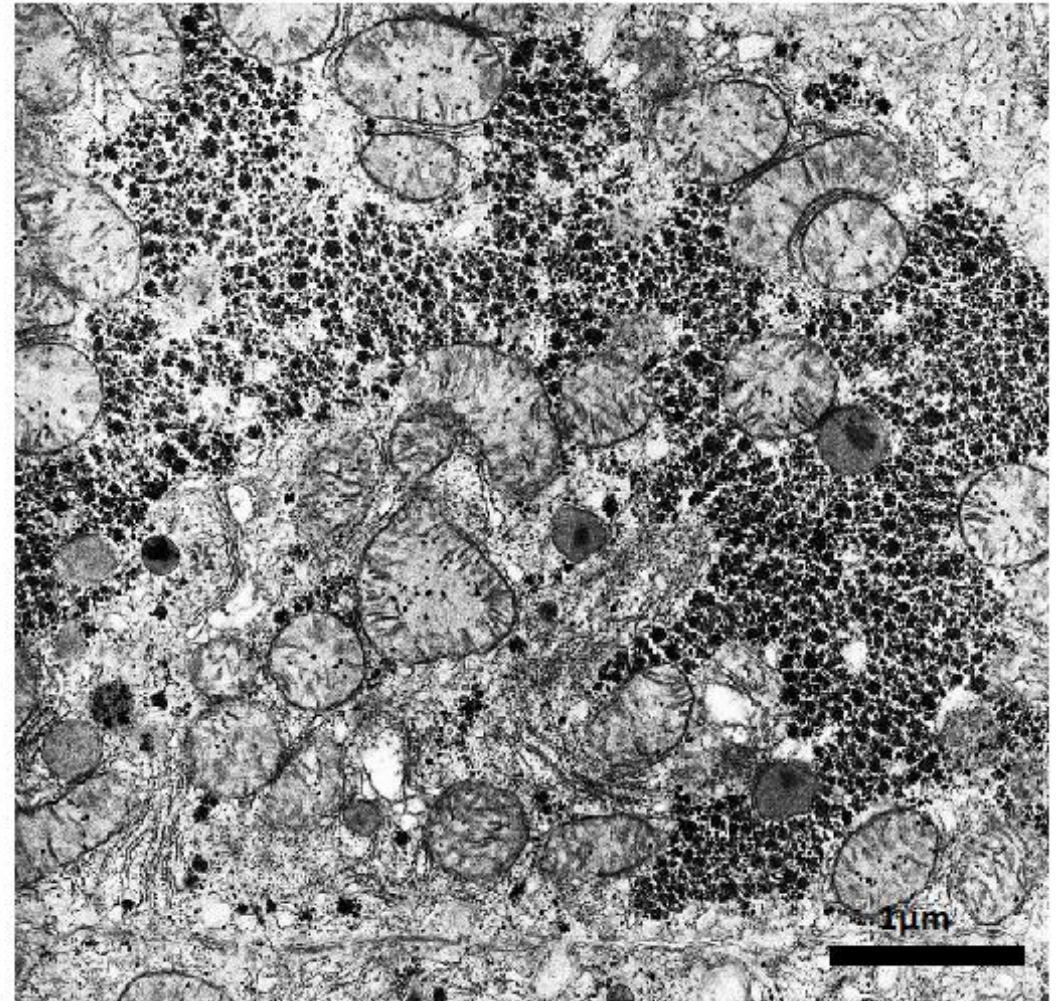
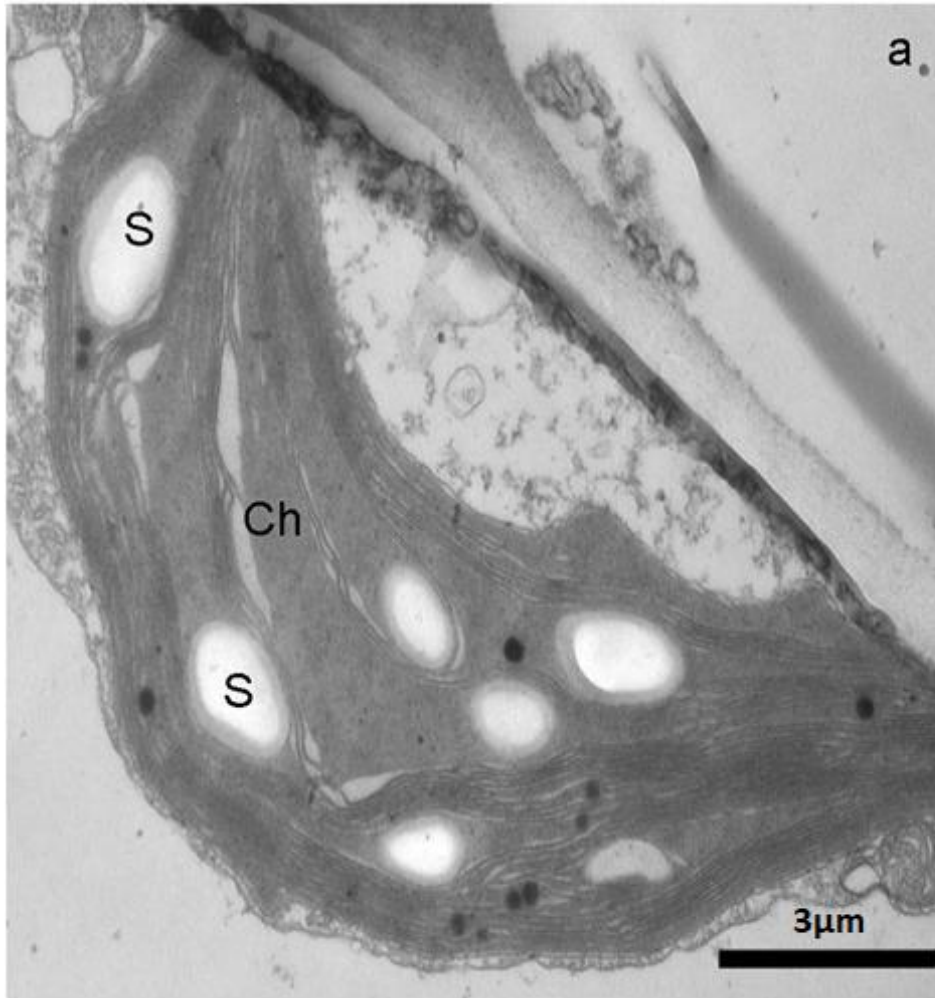


Figure 1 : Un chloroplaste riche en grains d'amidon et un cytoplasme de cellule hépatique contenant du glycogène, observés au MET.

Amidon et glycogène sont des polymères glucidiques de stockage du glucose.

SV-D-2-2 oses et polysides

I. Les oses sont cycliques en solution

- A. Définition et nomenclature
- B. Chiralité et isomérisation
- C. Cyclisation et conséquences

II. Les oses sont solubles et réactifs dans l'eau

- A. Solubilité des oses
- B. Propriétés redox des oses
- C. Dérivés d'oses
- D. Synthèse et dégradation des oses
- E. Oses et fonction

III. Les oses peuvent s'associer par condensation

- A. Les liaisons glycosidiques
- B. Classification des osides
- C. Les polysides de réserve
- D. Les polysides structuraux
- E. Les polysides informationnels

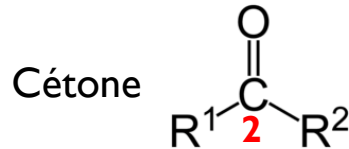
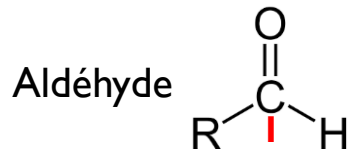
I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

A. DÉFINITION ET NOMENCLATURE

- Les oses sont des molécules **ternaires**, faites de **C,H,O**
- Ce sont des **hydrates de carbone** ; formule générale :
 - ✓ $(\text{CH}_2\text{O})_n$ avec $3 \leq n \leq 7$
 - ✓ Exceptions – ex: désoxyribose

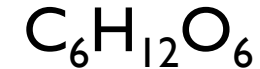
- Un **ose** comprend :

➤ un **groupement carbonyle**

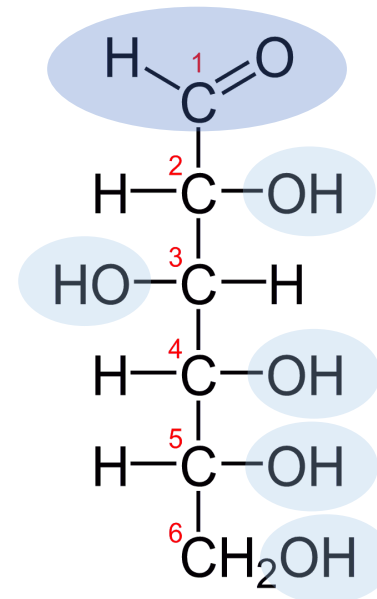


- plusieurs **groupements hydroxyles** (1 par C en général)
→ **Ces sont de polyalcools**

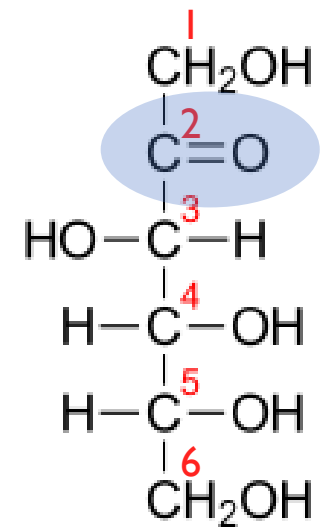
Formule brute du glucose et du fructose :



Projection de Fischer
du glucose :



Projection de Fischer
du fructose :



Convention

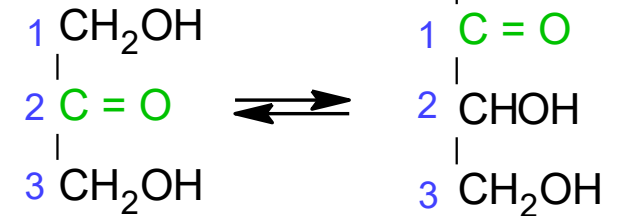
Numérotation des C à partir
du groupe carbonyle (C1)

I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

A. DÉFINITION ET NOMENCLATURE

- On classe les oses en fonction :
 - de la fonction **carbonyle** : aldéhyde ou cétone
 - du **nombre de carbones** : de 3 à 7 C

(a)



Dihydroxyacétone

Glycéraldéhyde

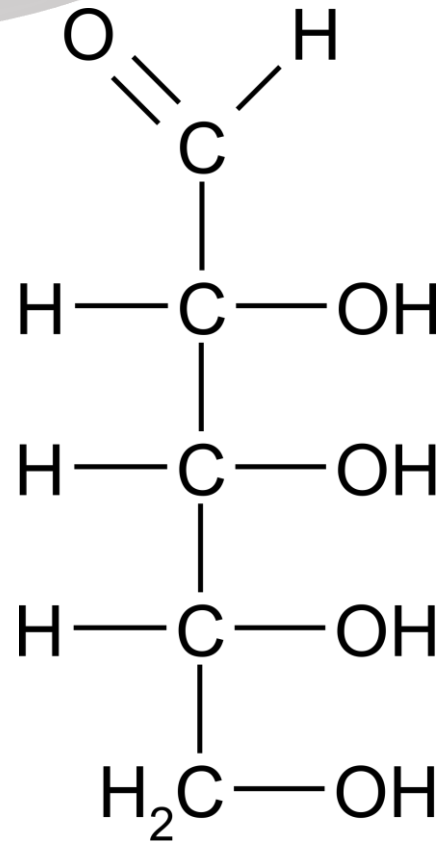
Figure 2 : Formules linéaires de la dihydroxyacétone et du glycéraldéhyde (a)

Nombre de C	Aldéhyde		Cétone	
	Aldose		Cétose	
3 C	Triose	Aldotriose <i>Ex: glycéraldéhyde</i>	Cétotriose <i>Ex: dihydroxyacétone</i>	
4 C	Tétrade	Aldotétrade	Cétotétrade	
5 C	Pentose	Aldopentose <i>Ex: ribose</i>	Cétopentose <i>Ex: ribulose</i>	
6 C	Hexose	Aldohexose <i>Ex: glucose, galactose</i>	Cétohexose <i>Ex: fructose</i>	
7 C	Heptose	Aldoheptose	Cétoheptose	

I. Les oses sont cycliques en solution

QUIZZ

D'après la nomenclature des oses, à quelle catégorie appartient cette molécule ?





I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

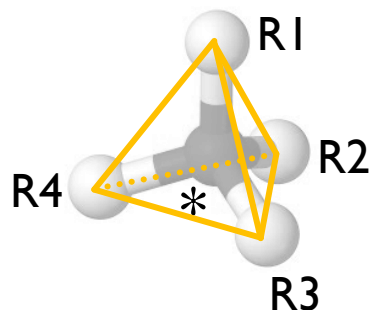
B. CHIRALITÉ ET ISOMÉRIE

Stéréoisomères (n.m.): molécules ayant les mêmes formules brutes et développées mais une organisation spatiale différente

I. Définition

- Les oses possèdent de nombreux **carbones asymétriques (*)**.

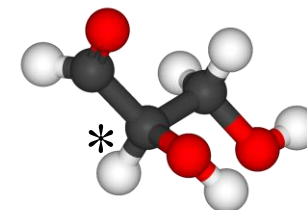
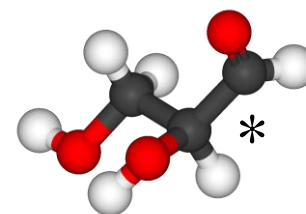
Carbone asymétrique : carbone portant 4 groupes différents



- Au niveau d'un carbone asymétrique : 2 dispositions différentes des groupes dans l'espace (images en miroir) → **Énantiomères***

Énantiomères (n.m.) : (gr. « enantios » opposé) isomères qui diffèrent de par la configuration de **tous** leurs carbones asymétriques

Deux énantiomères
(molécules chirales)



- Les 2 énantiomères ne sont pas superposables
 - molécules **chirales*** (du grec « chir » : « main »)

Chiral (adj) : qui n'est pas superposable à son image dans un miroir

I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

B. CHIRALITÉ ET ISOMÉRIE

2. Cas du glycéraldéhyde

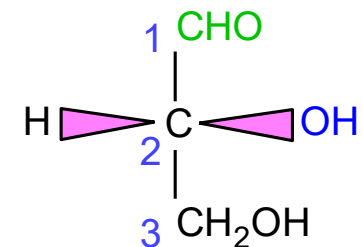
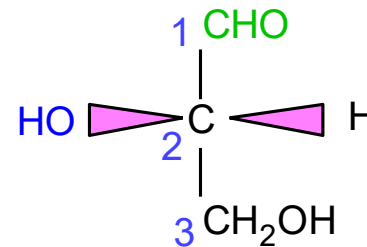
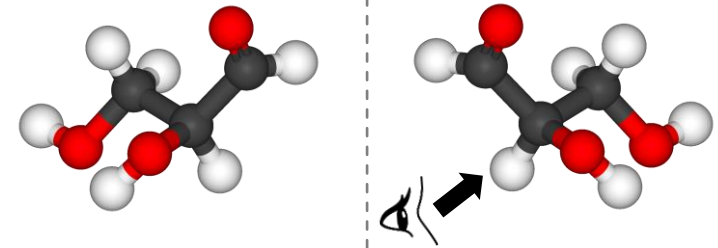
- L'ose chiral le plus simple est le glycéraldéhyde (aldose)
→ 2 stéréoisomères : forme **L** et forme **D**
- Les formes L et D sont définies à partir de la **projection de Fischer**, par convention :

Dans la **projection de Fischer**, quand le groupement **carbonyle** est en haut ; et que le -OH est...

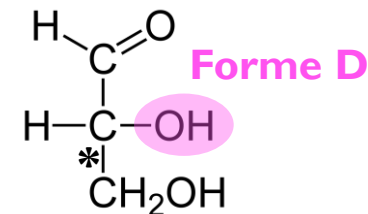
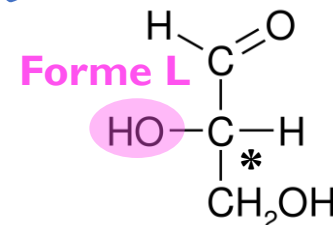
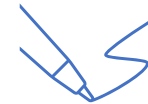
- ✓ ...à droite → **forme D**
- ✓ ...à gauche → **forme L**

Rem : Dans la projection de Cram...

- ✓ Les liaisons verticales sont vers l'arrière
- ✓ Les liaisons horizontales sont vers l'avant



Les 2 énantiomères du glycéraldéhyde ($C_3H_6O_3$)



Projection de Fischer du **glycéraldéhyde**

I. Les oses sont cycliques en solution

B. CHIRALITÉ ET ISOMÉRIE

3. Généralisation

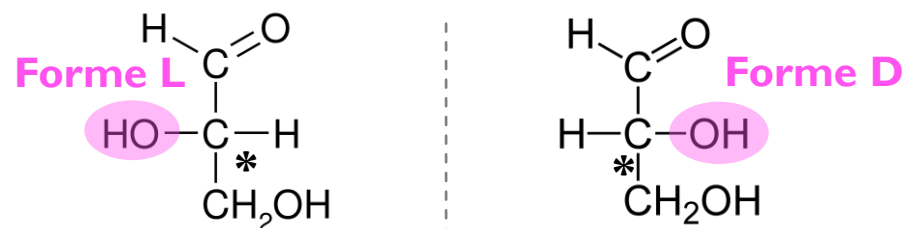
- Pour les oses plus complexes, il y a plusieurs C*
- Pour chaque C*, 2 **stéréoisomères** (images en miroir)
- On généralise alors la définition des formes L et D du glycéraldéhyde

Convention

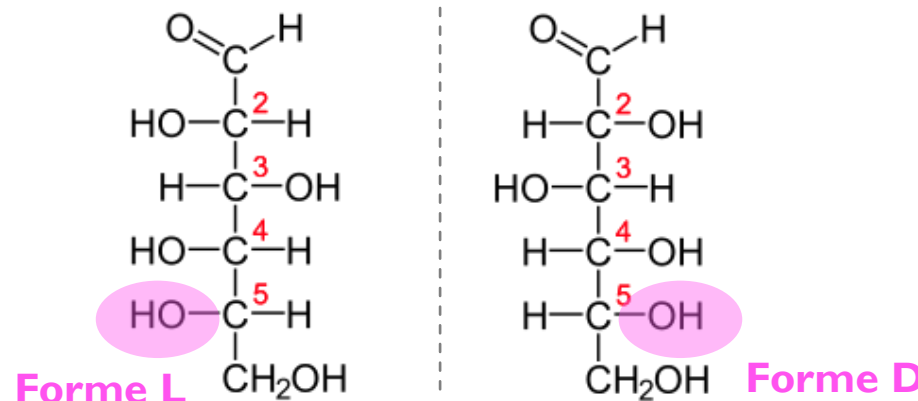
Dans la **projection de Fischer**, quand le groupement **carbonyle** est **en haut**, avec le -OH du C* de plus grand nombre ...

- ✓ ... à droite → **forme D**
- ✓ ... à gauche → **forme L**

- La plupart des oses naturels sont des **D-osés**



Projection de Fischer du **glycéraldéhyde**



Projection de Fischer du **glucose**

Convention

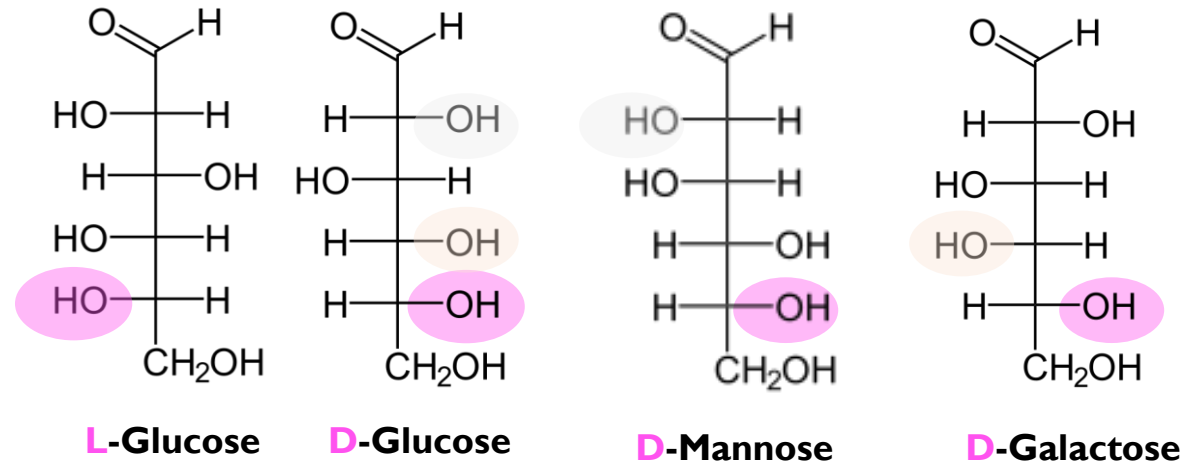
Numérotation des C à partir du groupe carbonyle (C1)

I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

B. CHIRALITÉ ET ISOMÉRIE

4. Conséquences

- Pour une molécule avec n carbones asymétriques
→ 2^n stéréoisomères possibles
- On distingue différents types de stéréoisomères :
 - Énantiomères
 - Diastéréoisomères
 - Épimères
- Les propriétés **physico-chimiques** des différents stéréoisomères sont **identiques**.
 - ✓ Exception : le pouvoir rotatoire (capacité à dévier la lumière polarisée)
→ *identification et dosage des oses*
- En revanche, les propriétés **biologiques** ne sont **pas équivalentes** car les enzymes sont stéréo-sélectives.



Quelques stéréoisomères en projection de Fischer

*Le mannose et le galactose sont des diastéréoisomères
Le mannose et le galactose sont des épimères du glucose.*

Énantiomères (n.m.) : isomères qui diffèrent de par la configuration de tous leurs C^*

Diastéréoisomères (n.m.) : stéréoisomères qui diffèrent de par la configuration de plusieurs mais pas tous les C^*

Épimères (n.m.) : stéréoisomères qui diffèrent de par la configuration d'un seul C^*



I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

C. LA CYCLISATION DES OSES, SUITE A LA REACTION DU GROUPE CARBONYLE AVEC UNE FONCTION ALCOOL

I. Principe

- En solution, les oses (≥ 5 C) se cyclisent par une réaction intramoléculaire entre :

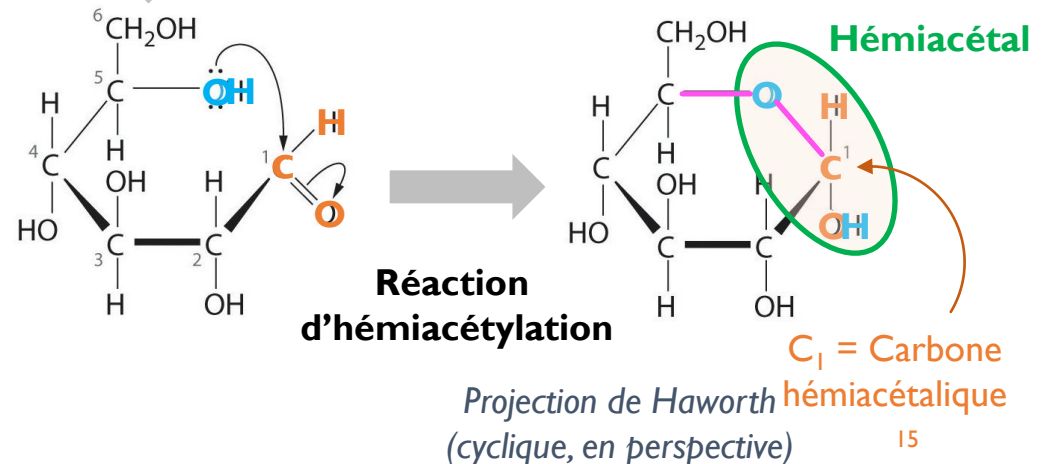
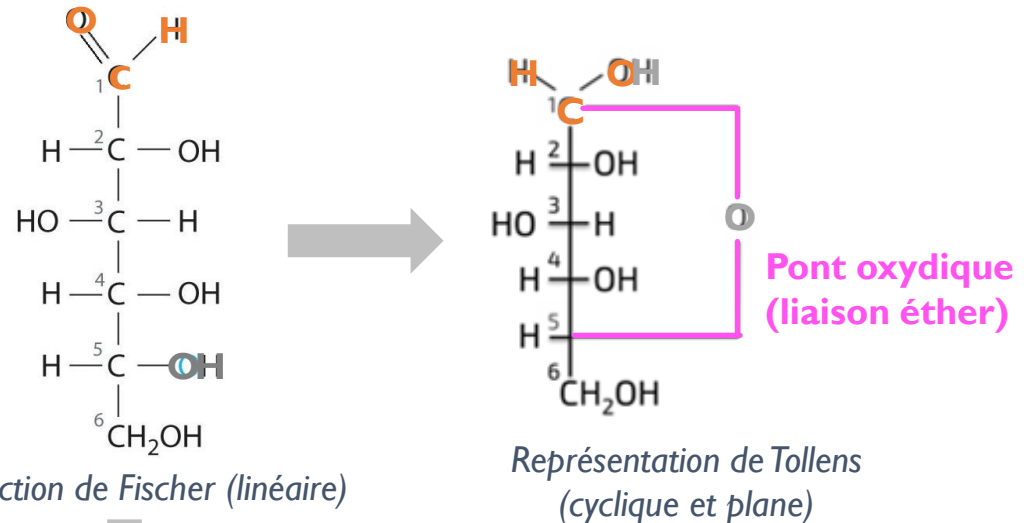
- La fonction **carbonyle** très réactive
- Un groupe **hydroxyle** éloigné

→ Formation d'un **hémiacétal**
où C = **carbone hémiacétalique**

→ Réaction **d'hémiacétalisation**

- équilibre chimique** s'établit entre les formes **linéaire** et **cyclique**

- Or **glucides cycliques** beaucoup plus **stables**
- plus **abondants** que les glucides linéaires

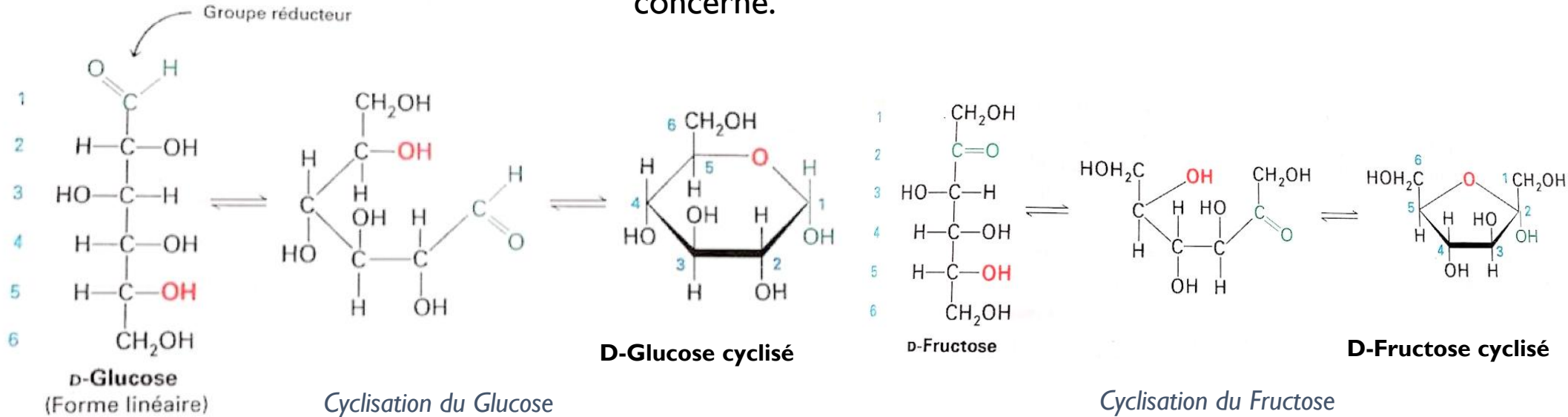




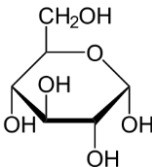
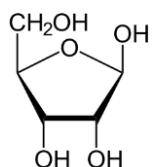
I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

C. CYCLISATION ET CONSÉQUENCES

2. Diversité des cycles

- Il existe deux **types** de **cycles**, selon le type d'ose concerné.



Type d'ose	Aldose à 6C Cétose à 7C	Cétose à 6C Aldose à 5C
Type de cycle	Pyrane (hexagone) 	Furane (pentagone) 
Nomenclature	Pyranose Ex: D-glucopyranose 	Furanose Ex: D-ribofuranose 

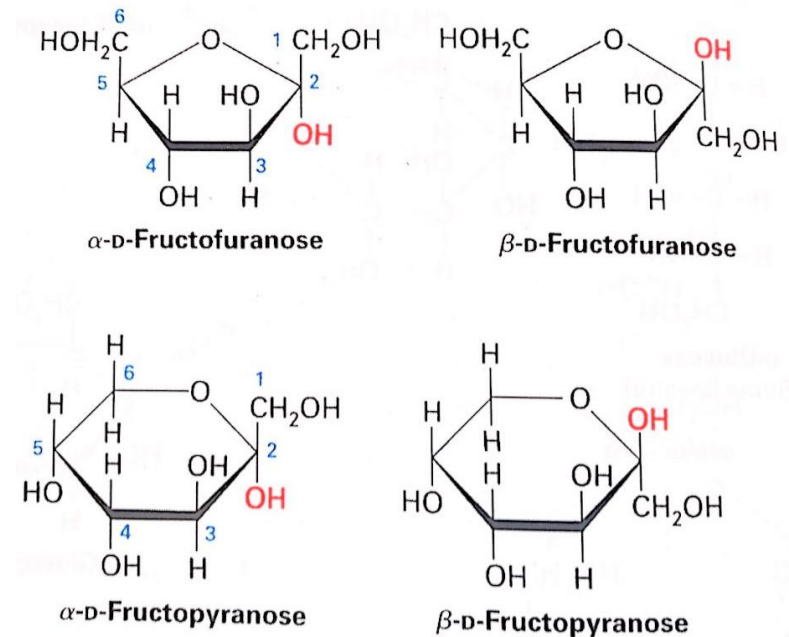
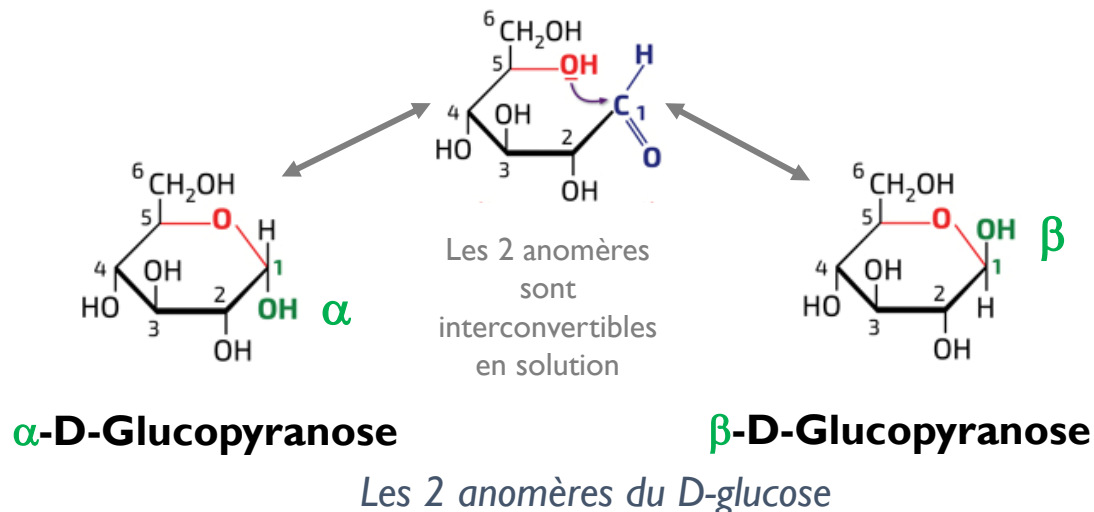
I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

C. CYCLISATION ET CONSÉQUENCES



3. Conséquence : l'anomérisation

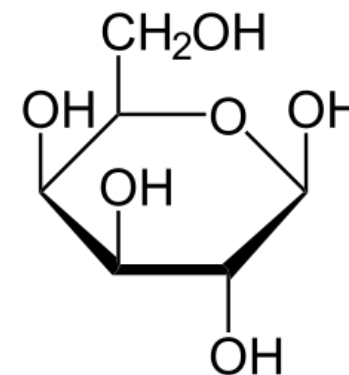
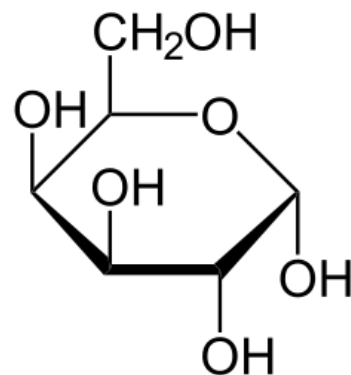
- La cyclisation entraîne l'apparition d'un nouveau C* (C hémiacétalique)
- Selon la position du groupement hydroxyle au moment de la fermeture du cycle, on peut distinguer 2 configurations → 2 nouveaux stéréoisomères = **anomères**
 - **anomère α** (-OH sous le plan du cycle, « en bas »)
 - **anomère β** (-OH au-dessus du plan du cycle, « en haut »)



I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

QUIZZ

Nommez ces molécules en appliquant les règles pyranose/furanose, alpha vs bêta anomères! Good vibes



I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

C. CYCLISATION ET CONSÉQUENCES

4. Conséquence : conformations

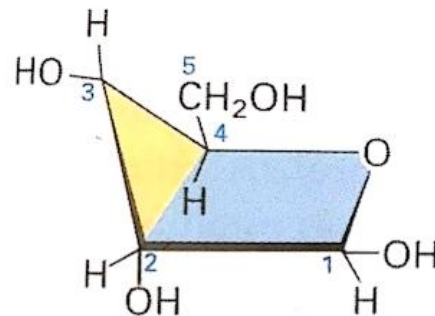
- Après cyclisation des **pyranoses**, les 6 atomes du cycle ne sont pas dans le même plan.

→ Plusieurs **conformations** :

- **Chaise**
- **Bateau**

- Conformation la plus **stable** : les groupes **encombrants en position équatoriale**
→ minimum de répulsions

- Les **furanoses** peuvent prendre la conformation **enveloppe** :



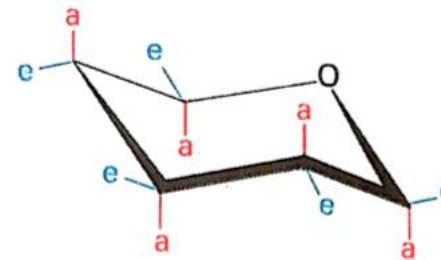
Convention de représentation

- Liaisons verticales → groupes en position **axiale** (i.e. perpendiculaire, au-dessus ou sous le plan moyen du cycle)
- Liaisons obliques → groupes en position **équatoriale** (i.e. parallèle au plan, vers l'extérieur)

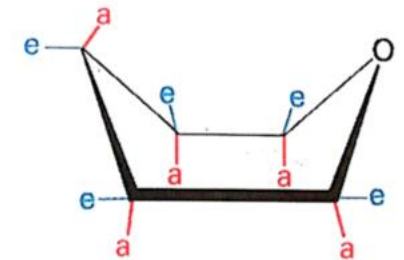


a = groupement en position **axiale**

e = groupement en position **équatoriale**



Conformation chaise

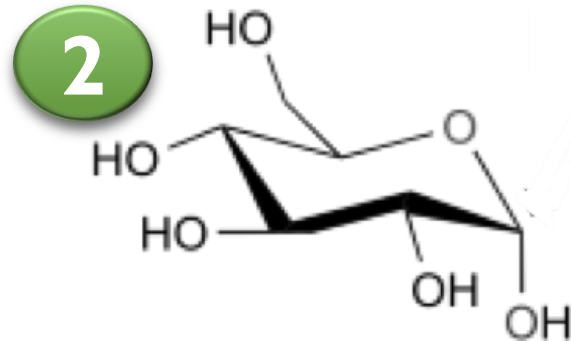
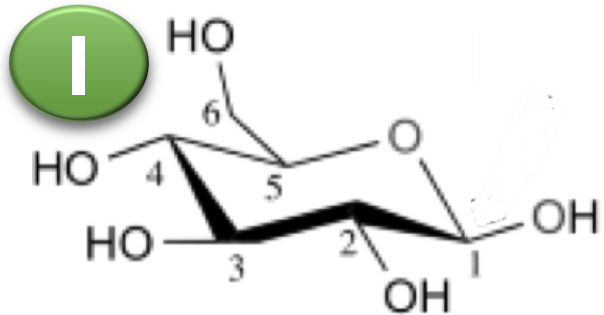


Conformation bateau

I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

Laquelle de ces 2 représentations correspond au α -D-Glucopyranose ?
Laquelle est la plus stable ?

Les 2 anomères du D-Glucopyranose



SV-D-2-2 oses et polysides

I. Les oses sont cycliques en solution

- A. Définition et nomenclature
- B. Chiralité et isomérisation
- C. Cyclisation et conséquences

II. Les oses sont solubles et réactifs dans l'eau

- A. Solubilité des oses
- B. Propriétés redox des oses
- C. Dérivés d'oses
- D. Synthèse et dégradation des oses
- E. Oses et fonction

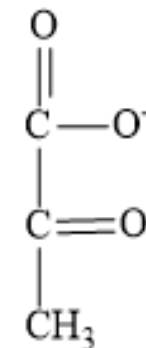
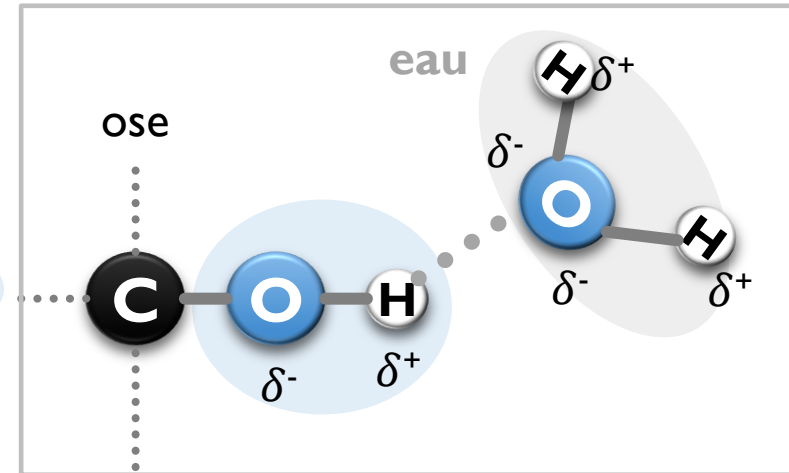
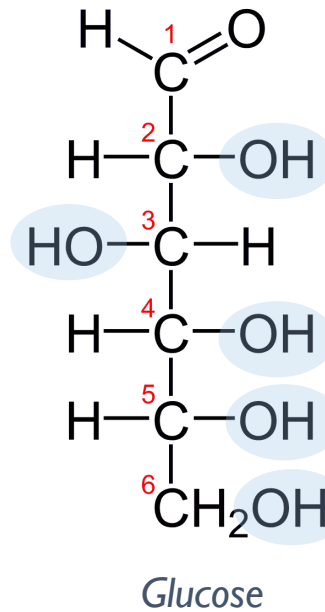
III. Les oses peuvent s'associer par condensation

- A. Les liaisons glycosidiques
- B. Classification des osides
- C. Les polysides de réserve
- D. Les polysides structuraux
- E. Les polysides informationnels

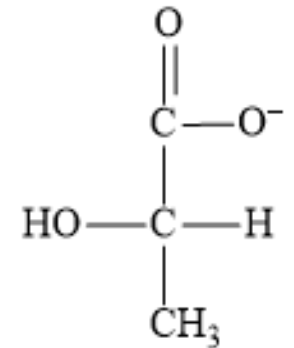
II. LES OSES SONT SOLUBLES ET RÉACTIFS DANS L'EAU

A. SOLUBILITÉ DES OSES

- Nombreuses fonctions **hydroxyles** (-OH) sur les oses
 - Molécules **polaires** mais non chargées
 - Liaison H
- Conséquences : Les oses sont...
 - **Hydrophiles**
 - Hydratés en solution aqueuse = entourés de molécules d'eau
 - **Très solubles** dans l'eau
 - ✓ *Glycémie = taux de glucose dans le sang (~1 g/L)*
 - ✓ *Sève élaborée d'érable = sirop d'érable*
 - ✓ *Miel*



pyruvate



lactate

Rem : Certains dérivés d'oses sont également chargés
Ex : pyruvate ou lactate

II. LES OSES SONT SOLUBLES ET RÉACTIFS DANS L'EAU

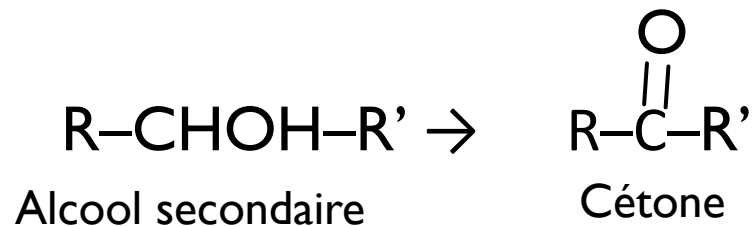
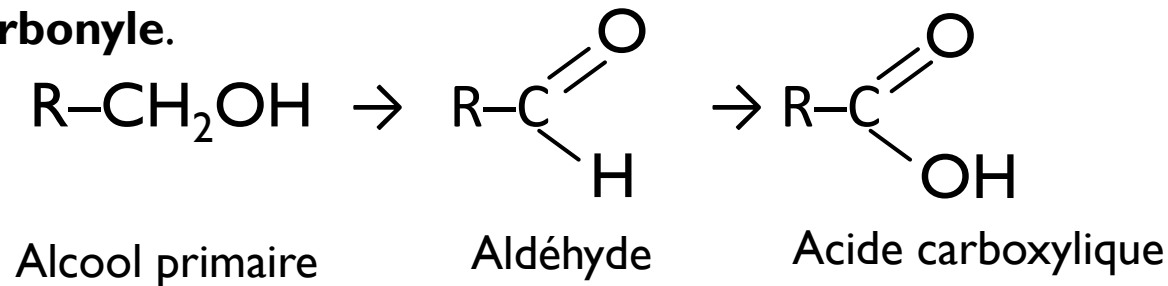
B. PROPRIÉTÉS REDOX DES OSES

- Les **aldoses** (à **fonction aldéhyde**) sont des sucres **réducteurs** (donc oxydables).

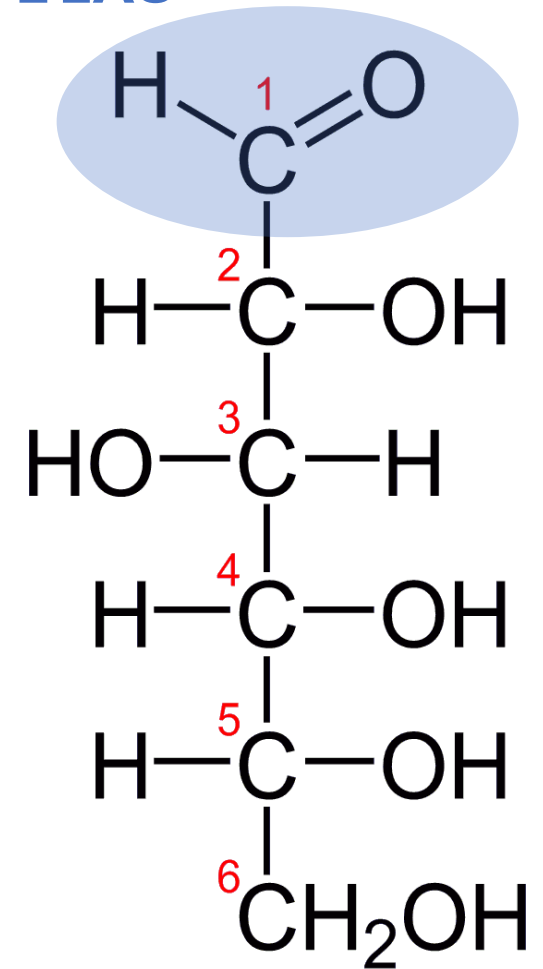
- La fonction aldéhyde est oxydée en carboxyle
- Cette réactivité persiste même si l'ose est cyclisé



- En revanche, les **cétoses** (à **fonction cétone**) ne sont pas réducteurs par leur fonction carbonyle.



Oxydation ménagée des alcools et aldéhyde



*Formule développée
du glucose*

II. LES OSES SONT SOLUBLES ET RÉACTIFS DANS L'EAU



B. PROPRIÉTÉS REDOX DES OSES

- Le test à la liqueur de Fehling permet de mettre en évidence les sucres réducteurs.
- En présence d'un sucre réducteur, la solution passe du **bleu** au **rouge brique**
 - Les **aldoses** sont **réducteurs**
 - Les **céto**ses ne sont pas réducteurs par leur fonction carbonyle

Liqueur de Fehling (milieu basique) + sucre réducteur



2 min

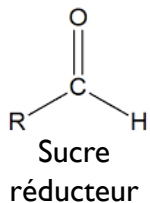


Précipité rouge brique

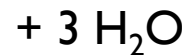
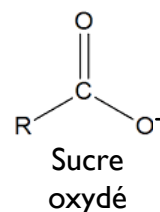
CHAUFFAGE



Ion cuivre (oxydant de l'aldéhyde)



Oxyde cuivreux (précipité)



La liqueur de Fehling
= solution de sulfate de cuivre de **couleur bleue** (milieu basique)



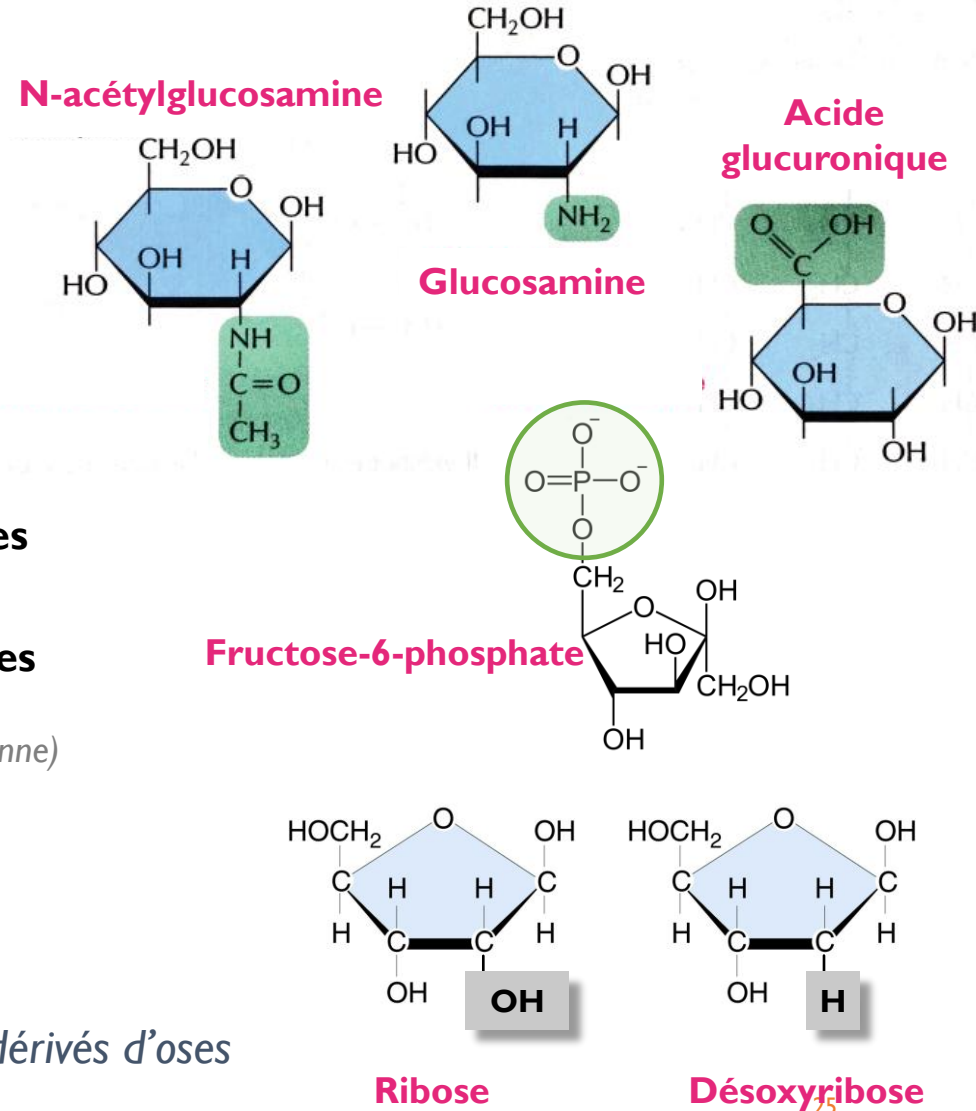
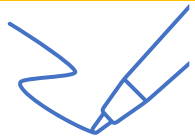
II. LES OSES SONT SOLUBLES ET RÉACTIFS DANS L'EAU

C. DÉRIVÉS D'OSES

- Après cyclisation, les oses possèdent encore de nombreuses fonctions hydroxyles réactives

→ formation de **dérivés d'oses**

- Perte d'un hydroxyle → **Désoxyoses**
 - ✓ ex: *désoxyribose de l'ADN*
- Remplacement par une amine (+ acétyle) → **Osamines**
 - ✓ ex: *N-acétylglucosamine dans la chitine*
- Ajout d'un carboxyle (oxydation) → **Acides uroniques**
 - ✓ ex: *acide glucuronique dans l'acide hyaluronique (collagène)*
 - ✓ ex: *acide galacturonique dans la pectine acide (lamelle moyenne)*
- Ajout d'un phosphate (phosphorylation)
 - ✓ ex: *fructose-6-phosphate (forme activée)*



Quelques dérivés d'oses

II. LES OSES SONT SOLUBLES ET RÉACTIFS DANS L'EAU

D. SYNTHÈSE ET DÉGRADATION DES OSES AU SEIN DU MÉTABOLISME

G3P: Glycéraldéhyde-3- phosphate
DHAP pour Dihydroxyacétone phosphate



■ oses tous formés par association d'oses à 3 carbones : **G3P et DHAP**



■ G3P et DHAP = **isomères** → en équilibre par **réaction d'aldolisation**

■ Oses **majoritairement fabriqués par les végétaux chlorophylliens = photosynthèse**

- **chlorophylle** = pigment vert, **dérivé de lipide** → **conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique de liaison**
- **organites spécialisés, les chloroplastes**
- dans la membrane des **thylakoïdes**

■ **Photosynthèse = assimilation du C minéral CO₂ en carbone organique** → **autotrophie au carbone.**

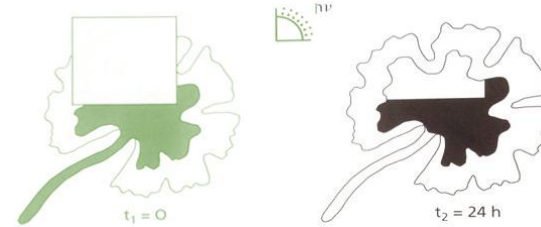
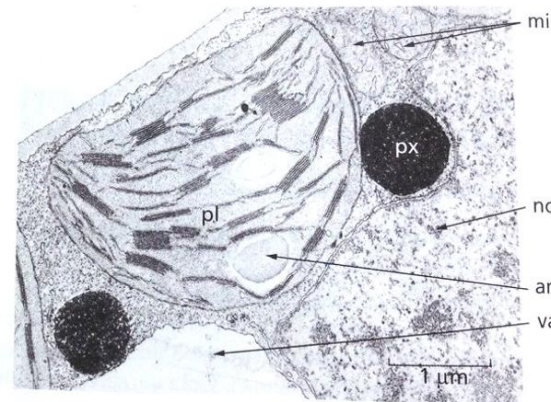


Figure 6.1 Mise en évidence de la synthèse d'amidon par les parties chlorophylliennes éclairées d'une feuille panachée de Pélargonium.



Conditions expérimentales	Radioactivité (en coups/min)
Stroma laissé à l'obscurité en présence de CO ₂ radioactif	4 000
Thylakoïdes laissés à la lumière, puis mis à l'obscurité en présence de stroma toujours laissé à l'obscurité, avec du CO ₂ radioactif	96 000
Stroma laissé à l'obscurité en présence de CO ₂ radioactif, d'ATP et de RH ₂	97 000

Expérience d'Arnon (1958)

Observation au MO d'une feuille d'Elodée 48h sous éclairage et colorée à l'eau iodée (X600)(S. Dalaine)

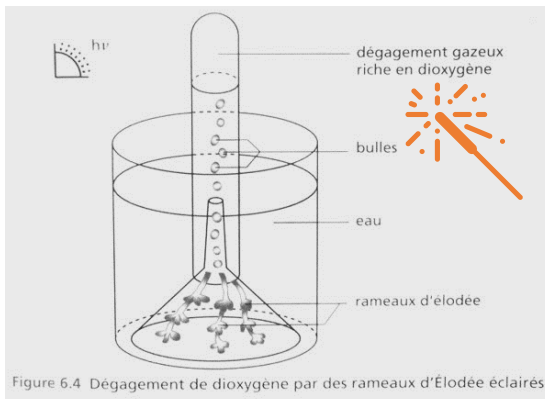
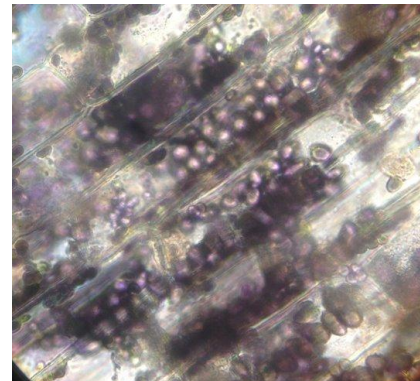


Figure 6.4 Dégagement de dioxygène par des rameaux d'Élodée éclairés.

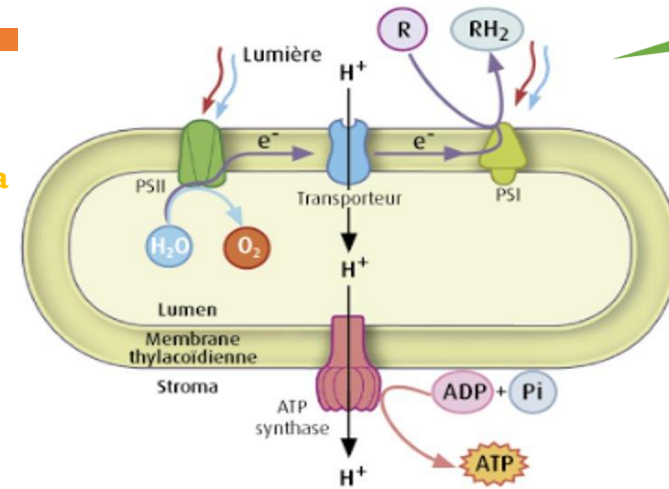


II. LES OSES SONT SOLUBLES ET RÉACTIFS DANS L'EAU

D. SYNTHÈSE ET DÉGRADATION DES OSES AU SEIN DU MÉTABOLISME

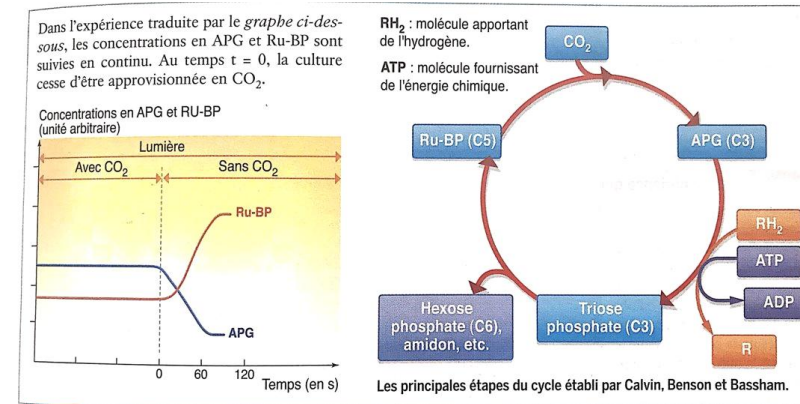
I. Synthèse des oses à partir de matière minérale : exemple de la photosynthèse

- Deux phases de la photosynthèse :
 - **Phase photochimique**: conversion de l'énergie lumineuse en **intermédiaires énergétiques** grâce à la chlorophylle ;
 - **Phase non photochimique**, aussi appelée **cycle de Calvin**: utilisation des intermédiaires énergétiques pour réduire le **CO₂** en **matière organique (oses)**
 - ✓ oses produits par le cycle de Calvin = **glycéraldéhyde-3-phosphate**
 - ✓ $3 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 + 3 \text{O}_2$
 - ✓ **2 molécules de G3P** peuvent réagir entre elles → **glucose ou du fructose**
 - ✓ glucose **stocké** dans le **chloroplaste** sous forme d'**amidon** ou réagit avec le fructose pour donner du **saccharose** exporté vers les **organes puits**.
 - ✓ Chez les mammifères, le foie est le seul organe capable de fabriquer du glucose à partir de G3P et de DHAP : c'est la **néoglucogenèse**.



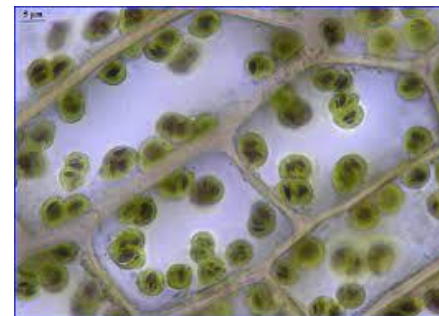
Rappels de lycée

Phase photochimique de la photosynthèse

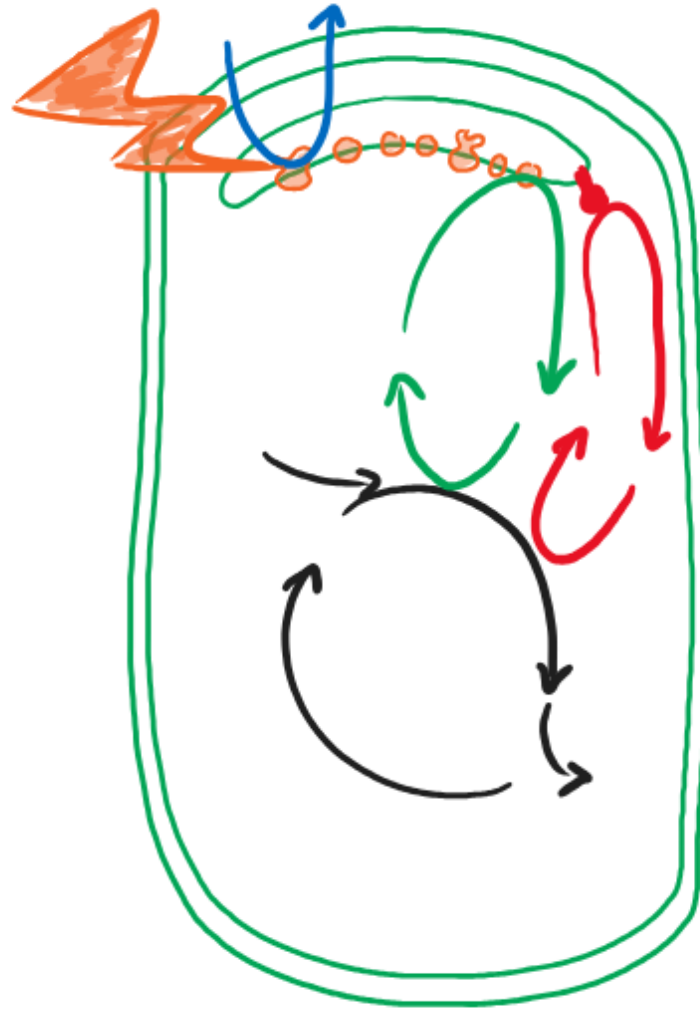


Doc. 3 Dans le stroma du chloroplaste, un cycle complexe de réactions chimiques.

Phase chimique de la photosynthèse : cycle de Calvin



Déstockage et absence de synthèse d'amidon dans les chloroplastes, à l'obscurité

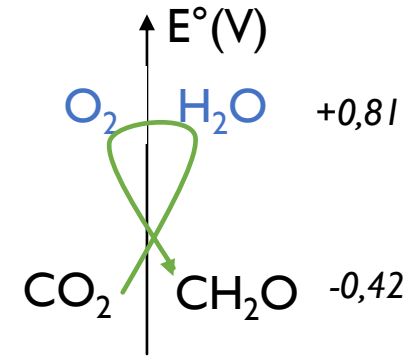
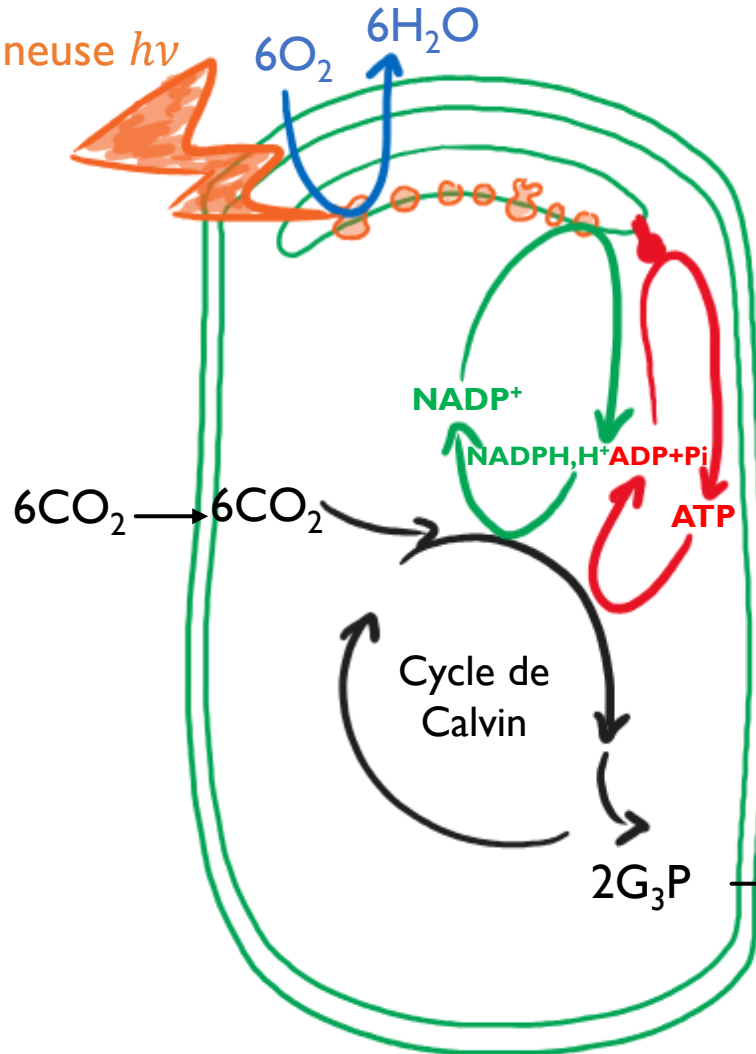


Formation d'oses au cours de la photosynthèse

Énergie lumineuse $h\nu$

Phase photochimique: réactions membranaires et synthèse d'intermédiaires (ATP et coenzymes réduits)

Phase non photochimique: utilisation des intermédiaires (ATP et coenzymes réduits) pour la synthèse des oses



$$\Delta G^{\circ} = -nF\Delta E$$

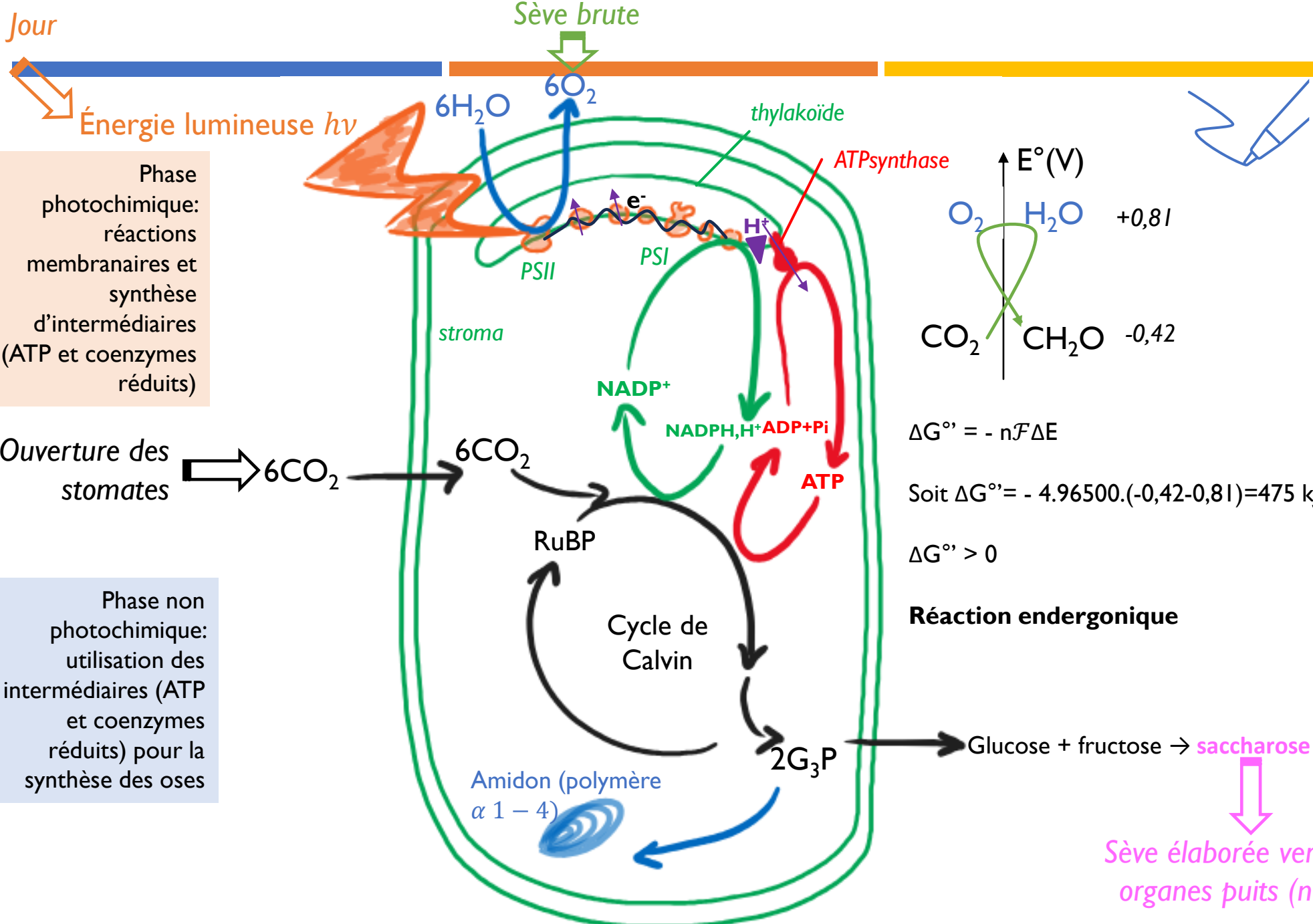
$$\text{soit } \Delta G^{\circ} = -4.96\ 500 \cdot (-0,42 - 0,81) = 475 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

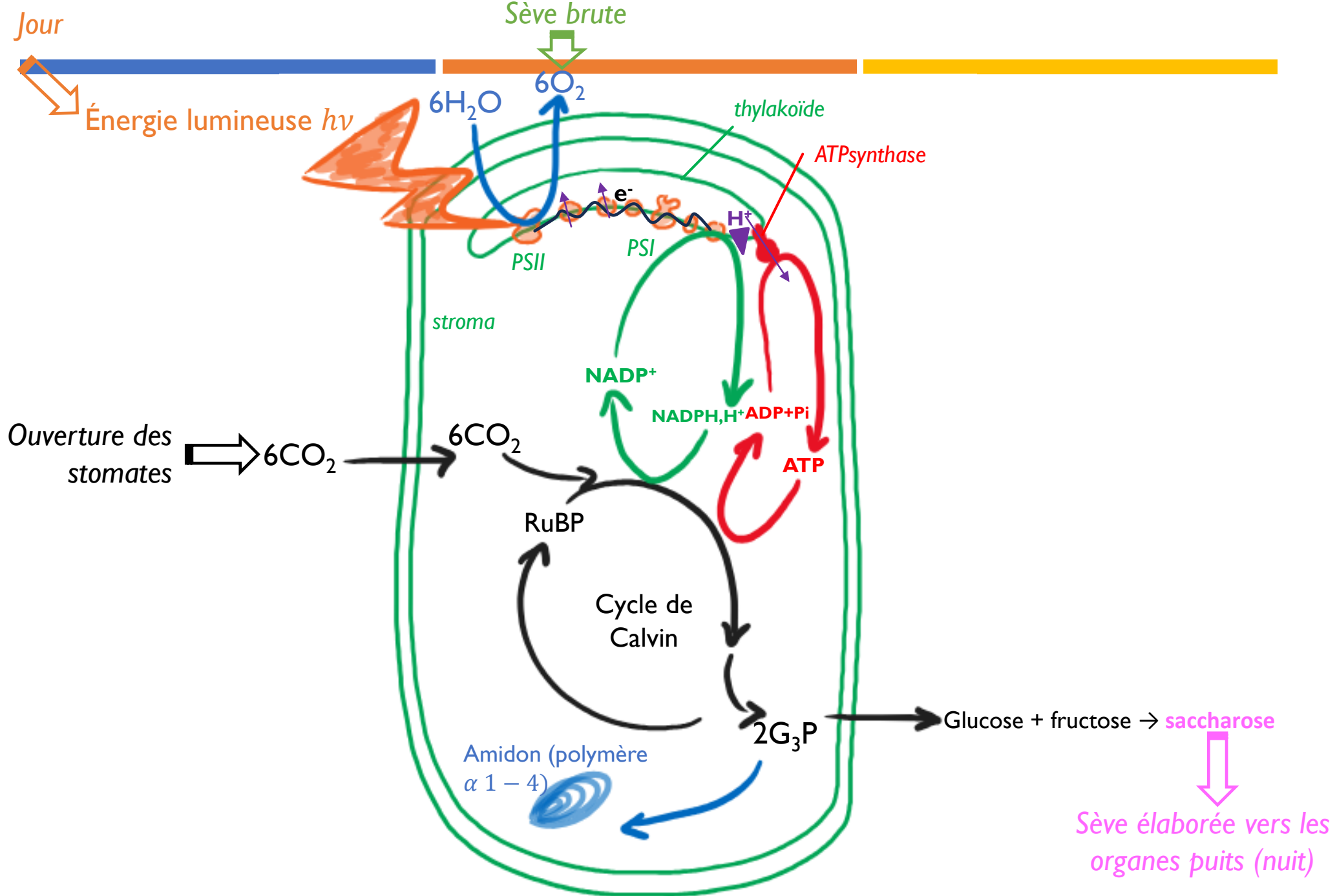
$$\Delta G^{\circ} > 0$$

Réaction endergonique

Glucose

Formation d'oses au cours de la photosynthèse





II. LES OSES SONT SOLUBLES ET RÉACTIFS DANS L'EAU

D. SYNTHÈSE ET DÉGRADATION DES OSES AU SEIN DU MÉTABOLISME

2. Dégradation des oses au cours du catabolisme oxydatif et formation d'énergie utilisable par la cellule

- Oxydation partielle du glucose dans le cytoplasme: glycolyse**
 - dix étapes catalysées chacune par une enzyme spécifique
 - glucose « découpé » en G3P et en DHAP = phase de préparation : consomme un peu d'**ATP**
 - Oxydation de G3P (DHAP) en **pyruvate** → phase de remboursement (NADH, H⁺ et ATP).
- En **milieu aérobie: oxydation complète** du pyruvate dans la **mitochondrie** → **grandes quantités d'ATP** (= d'énergie chimique).
 - respiration cellulaire.
- En **milieu anaérobie: le pyruvate subit des fermentations.**
- DHAP et glycéraldéhyde-3-phosphate = intermédiaires** à la fois pour les voies de synthèse et de dégradation des oses

DÉGRADATION DU GLUCOSE OU GLYCOLYSE (voie d'Embden-Meyerhof)

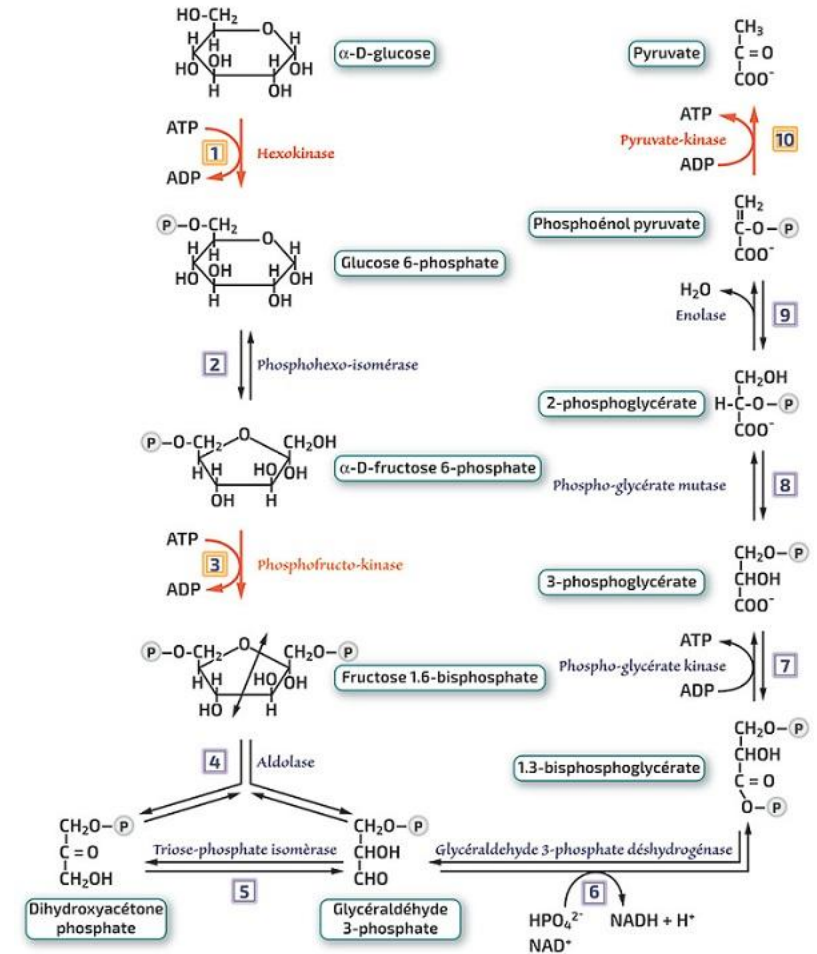
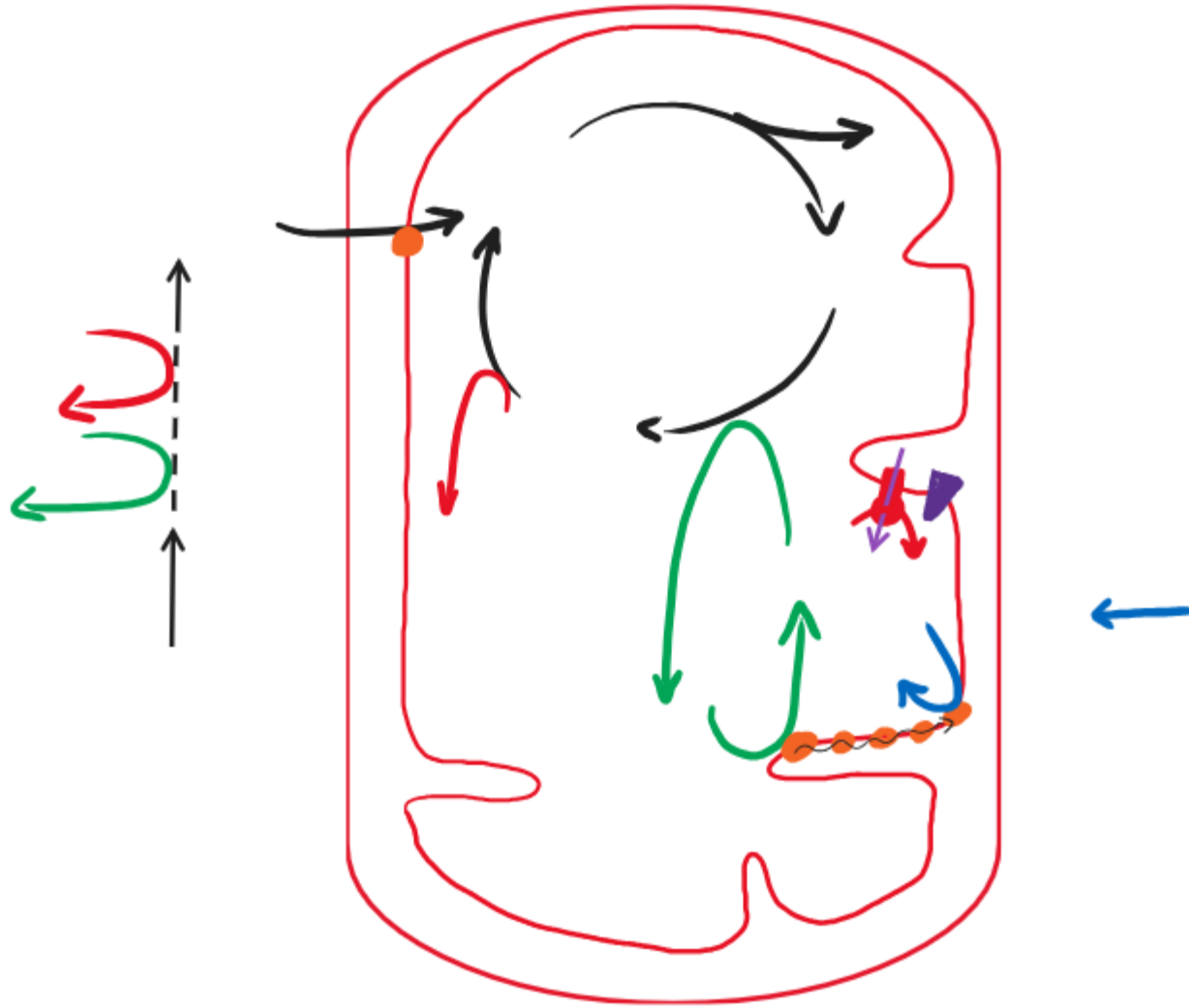
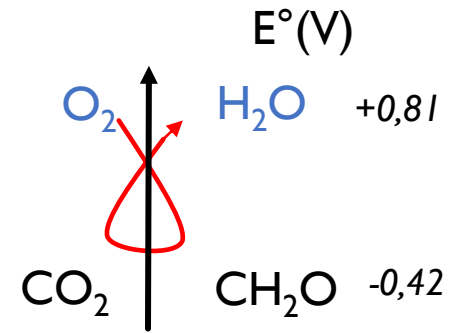
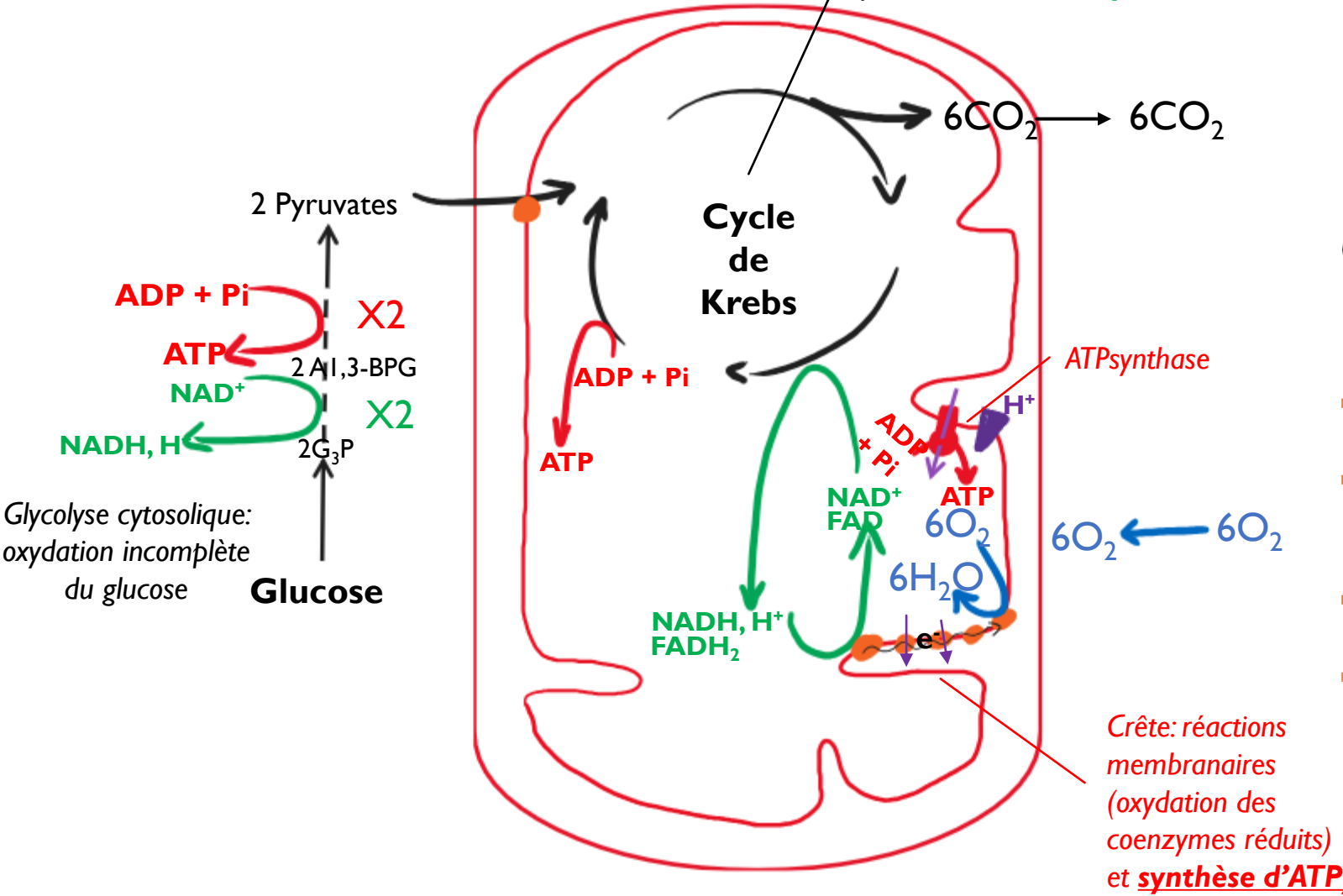


Figure 15 : la dégradation cytosolique du glucose, la glycolyse



Le catabolisme oxydatif du glucose : glycolyse et respiration mitochondriale

Oxydation de la MO (pyruvate) et production de **coenzymes réduits**



- $\Delta G^{\circ} = - nF\Delta E$
- soit $\Delta G^{\circ} = - 4.96500.(+0,81 - (-0,42)) = - 475 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- $\Delta G^{\circ} < 0$
- **Réaction exergonique = spontanée**

Crête: réactions membranaires (oxydation des coenzymes réduits) et synthèse d'ATP

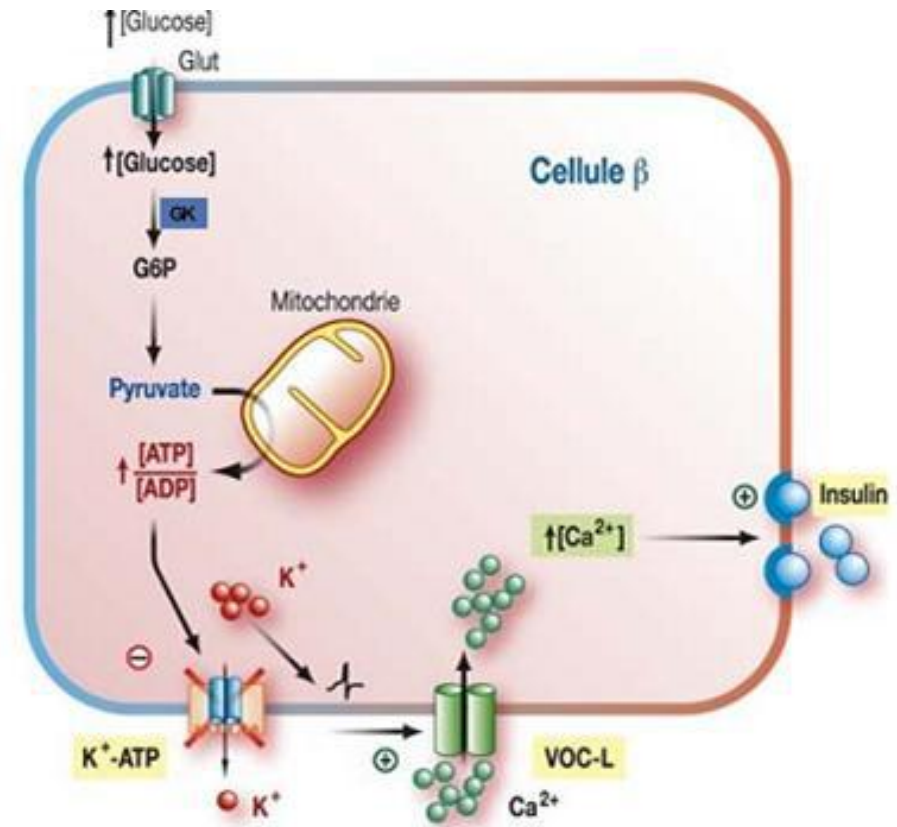
Dégradation des oses : glycolyse et cycle de Krebs

II. LES OSES SONT SOLUBLES ET RÉACTIFS DANS L'EAU

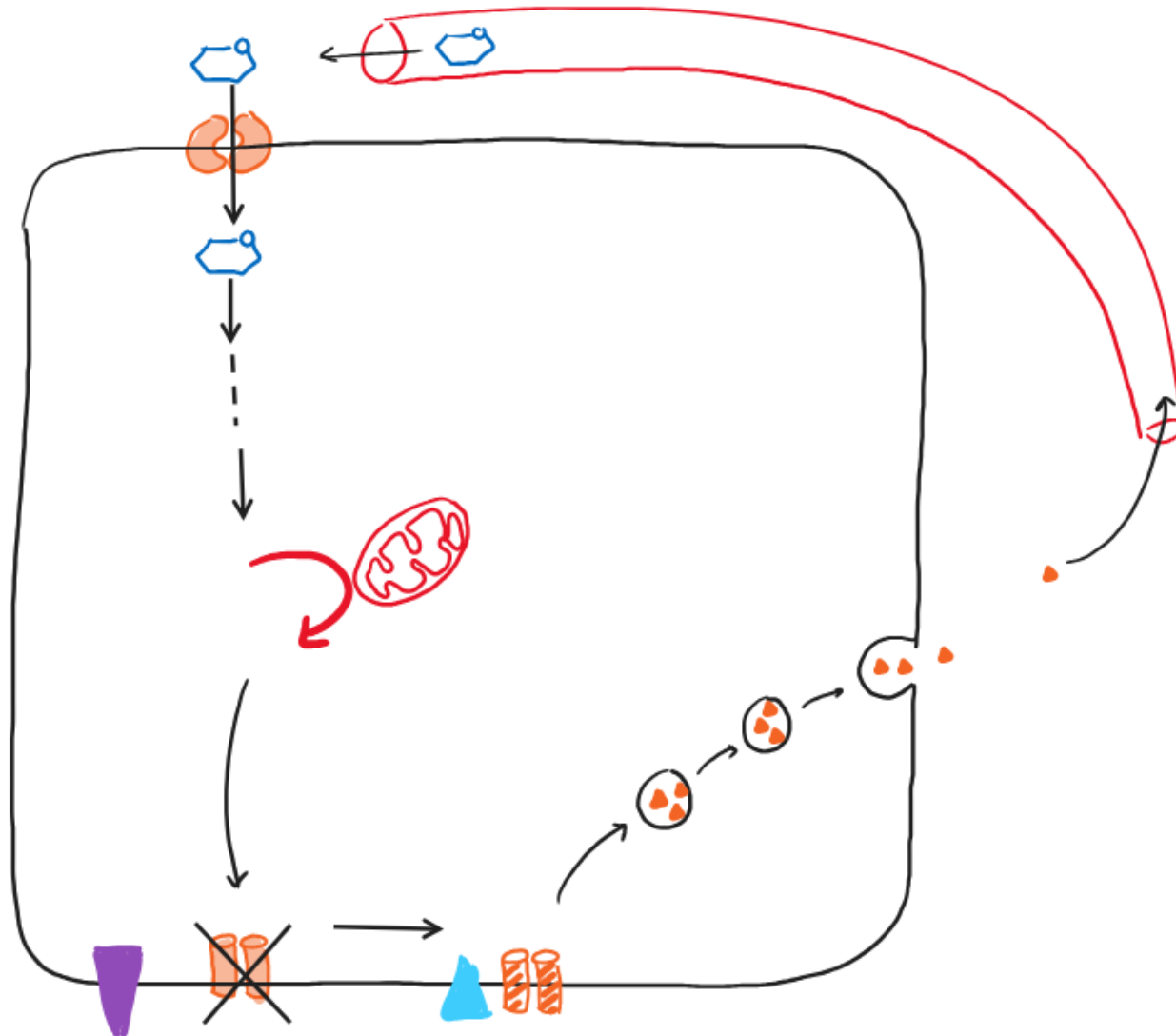
E. OSES ET FONCTION

I. Le glucose, une molécule signal : la glycémie

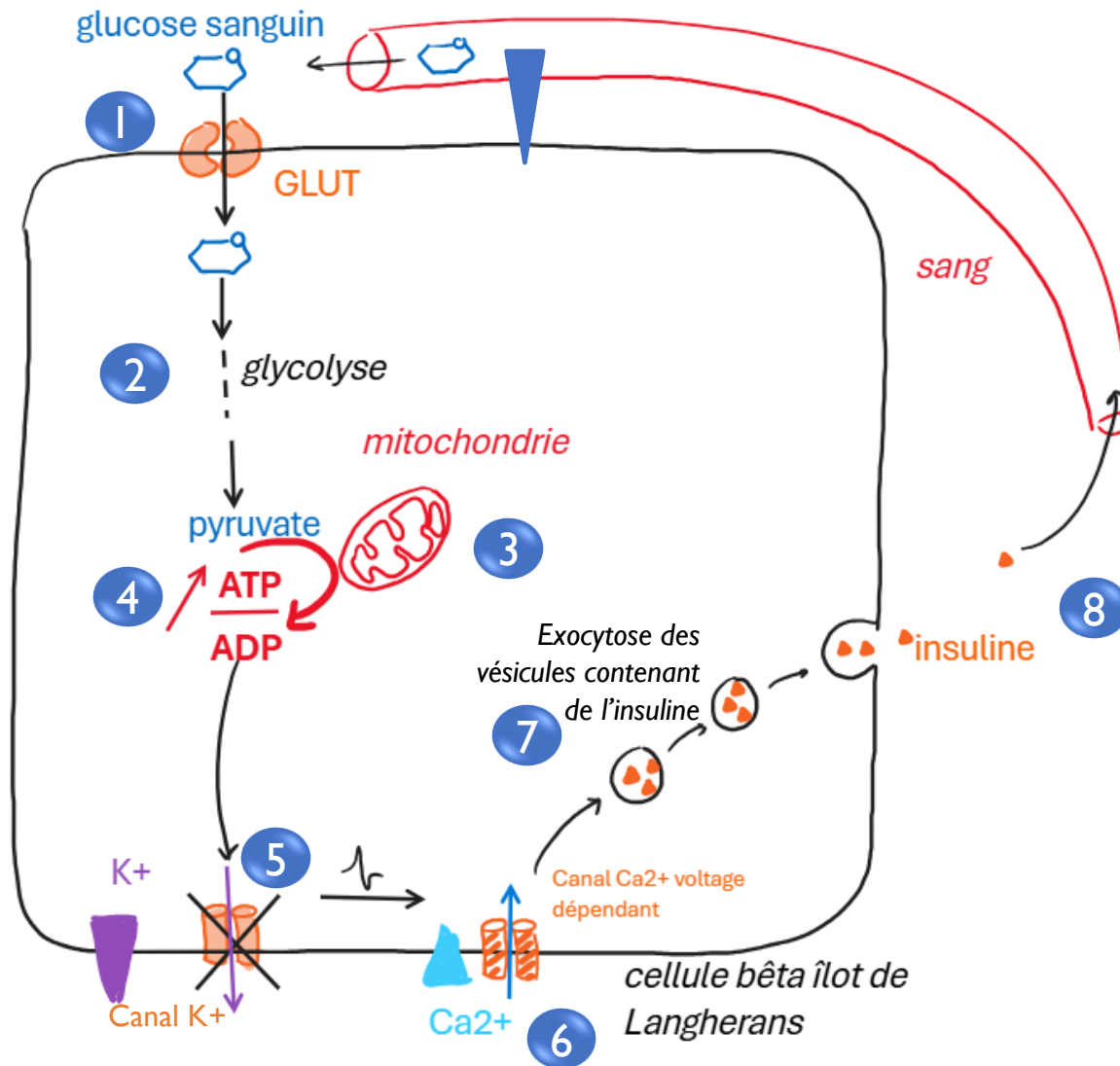
- Le glucose définit la **glycémie** = concentration de glucose dans le sang → paramètre physiologique majeur: 1g/L (0,6 g.L⁻¹ chez la vache)
- Le glucose → rôle essentiel dans régulation de glycémie, au niveau du pancréas (cellules bêta des îlots de Langerhans) :
 - Entrée du glucose dans la cellule → sécrétion d'insuline → homéostasie du glucose



Le rôle signal du glucose dans la sécrétion d'insuline (cellule bêta du pancréas)



Le rôle signal du glucose dans la sécrétion d'insuline (cellule bêta du pancréas)



Le rôle signal du glucose dans la sécrétion d'insuline (cellule bêta du pancréas)

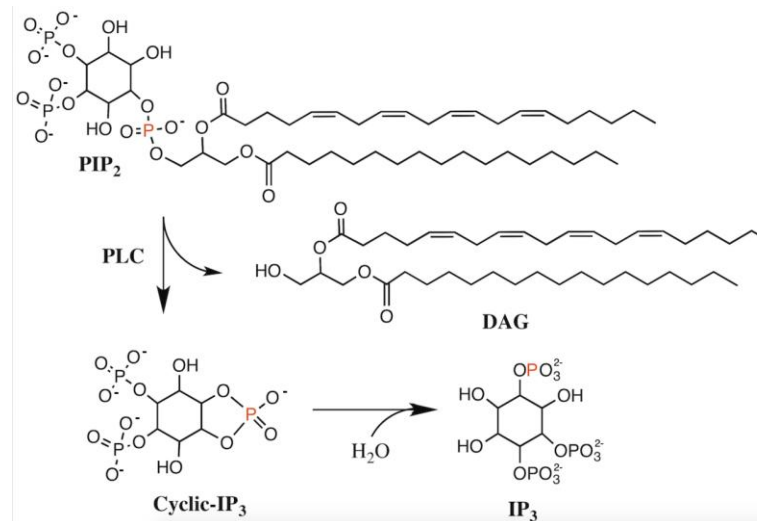
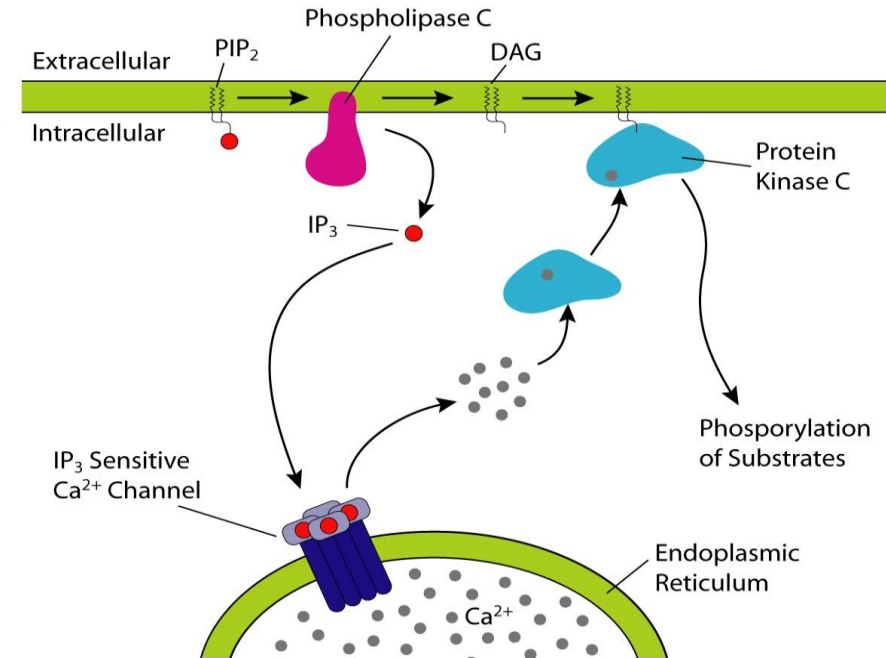
II. LES OSES SONT SOLUBLES ET RÉACTIFS DANS L'EAU

BCPST2

E. OSES ET FONCTION

2. L'inositol-3-phosphate, un second messenger

- IP3 issu du clivage du PIP2 en IP3 et DAG
- **IP3 soluble dans le cytosol = un 2nd messenger intracellulaire.**
- Clivage du PIP2 en IP3 + DAG grâce à phospholipase C activée par un RCPG de type Gq.



II. LES OSES SONT SOLUBLES ET RÉACTIFS DANS L'EAU

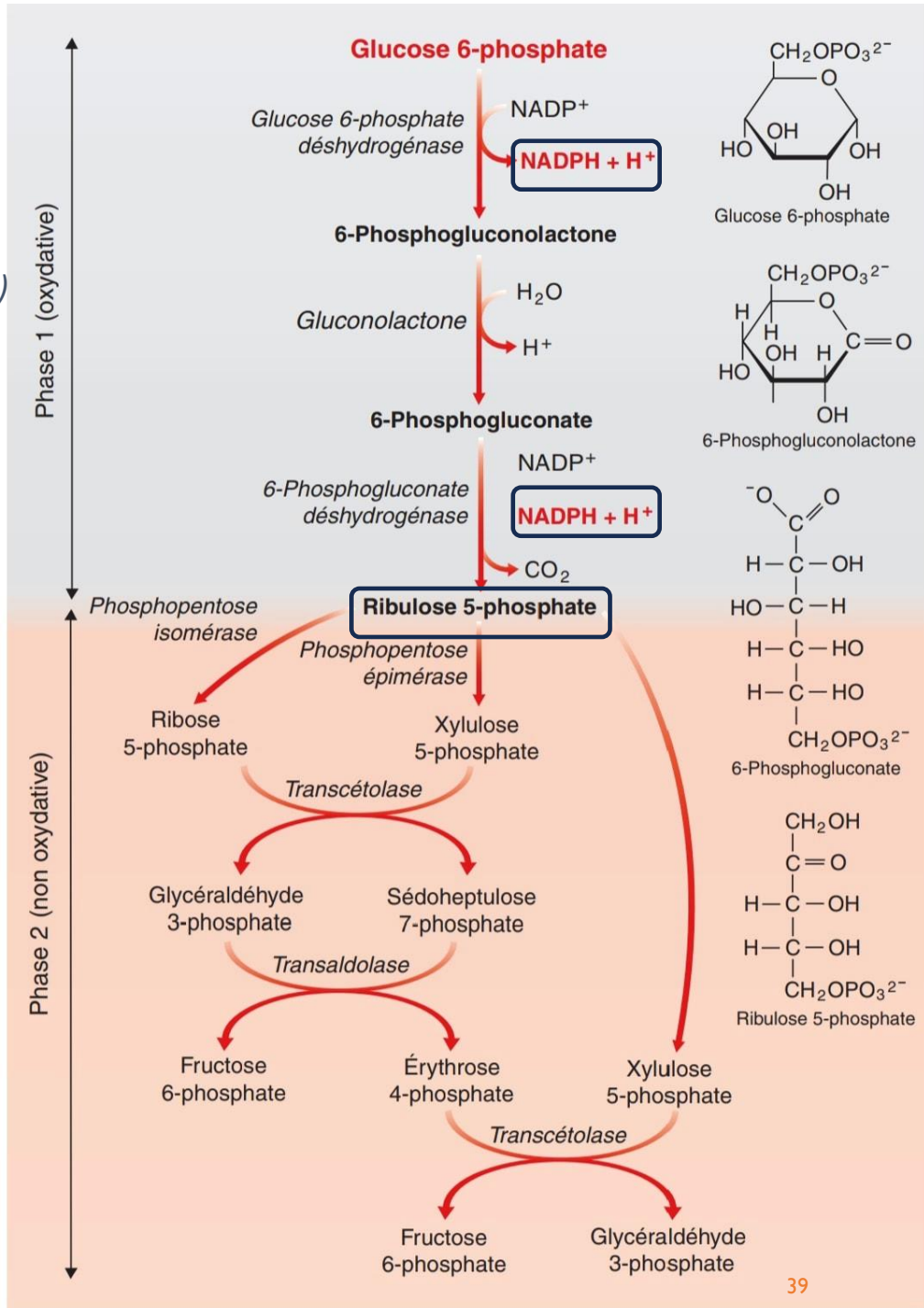
E. OSES ET FONCTION

Voie des pentoses phosphates (shunt)

3. La voie des pentoses phosphates

- La voie des pentoses phosphates, ou voie du phosphogluconate, génère
 - du **NADPH = pouvoir réducteur** → biosynthèses cellulaires = **anabolisme**
 - ✓ Ex : acides gras et des stéroïdes
 - du **ribulose-5-P** → **précurseurs** des nucléotides, acides nucléiques et coenzymes
- Voie des pentoses phosphates = « shunt » de la glycolyse, utilisé ou pas selon les besoins cellulaires

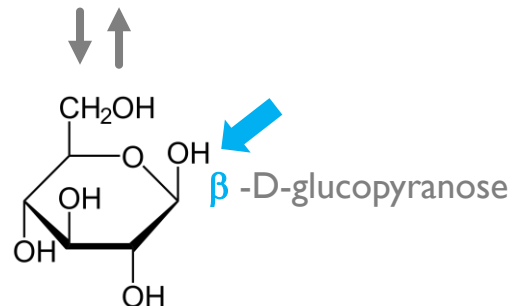
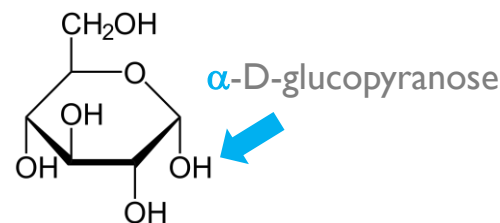
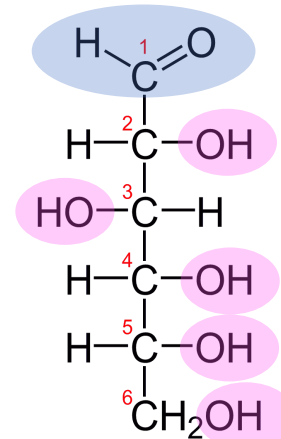
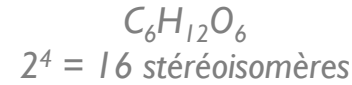
- La voie des pentoses phosphates se divise en deux parties :
 - ✓ un segment oxydatif irréversible → Production de **Ribulose-5-P** et **NADPH** utilisables pour biosynthèse
 - ✓ un segment non oxydatif réversible qui intervient si la cellule nécessite plus de NADH que de Ribulose-5-P → Recyclage du Ribulose-5-P



BILAN

- Les oses sont des **aldéhydes** ou **cétones polyhydroxylés** avec **3 à 7 C**.
- Il existe une grande **diversité** d'oses du fait...
 - du groupement carbonyle (aldéhyde ou cétone)
 - du nombre de C (3 à 7)
 - de la stéréoisomérie (due aux C*)
 - des modifications des groupes hydroxyle et carbonyle → dérivés d'oses
- Les oses naturels sont principalement des **D-oses**.
- En solution, les oses (≥ 5 C) **se cyclisent**
 - Cycle furane ou pyrane
 - 2 anomères (α et β) interconvertibles

D-Glucose



Généralités

Formule générale :
 $(CH_2O)_n$

Nombre de stéréoisomères :
 2^n (n = nombre de C*)

Propriétés :

- ✓ solubilité
- ✓ pouvoir réducteur
- ✓ pouvoir rotatoire
- ✓ pouvoir sucrant

Fonctions :

- ✓ Monomère pour des macromolécules
- ✓ Source d'énergie
- ✓ Molécule signal

SV-D-2-2 oses et polysides

I. Les oses sont cycliques en solution

- A. Définition et nomenclature
- B. Chiralité et isomérisation
- C. Cyclisation et conséquences

II. Les oses sont solubles et réactifs dans l'eau

- A. Solubilité des oses
- B. Propriétés redox des oses
- C. Dérivés d'oses
- D. Synthèse et dégradation des oses
- E. Oses et fonction

III. Les oses peuvent s'associer par condensation

- A. Les liaisons glycosidiques
- B. Classification des osides
- C. Les polysides de réserve
- D. Les polysides structuraux
- E. Les polysides informationnels

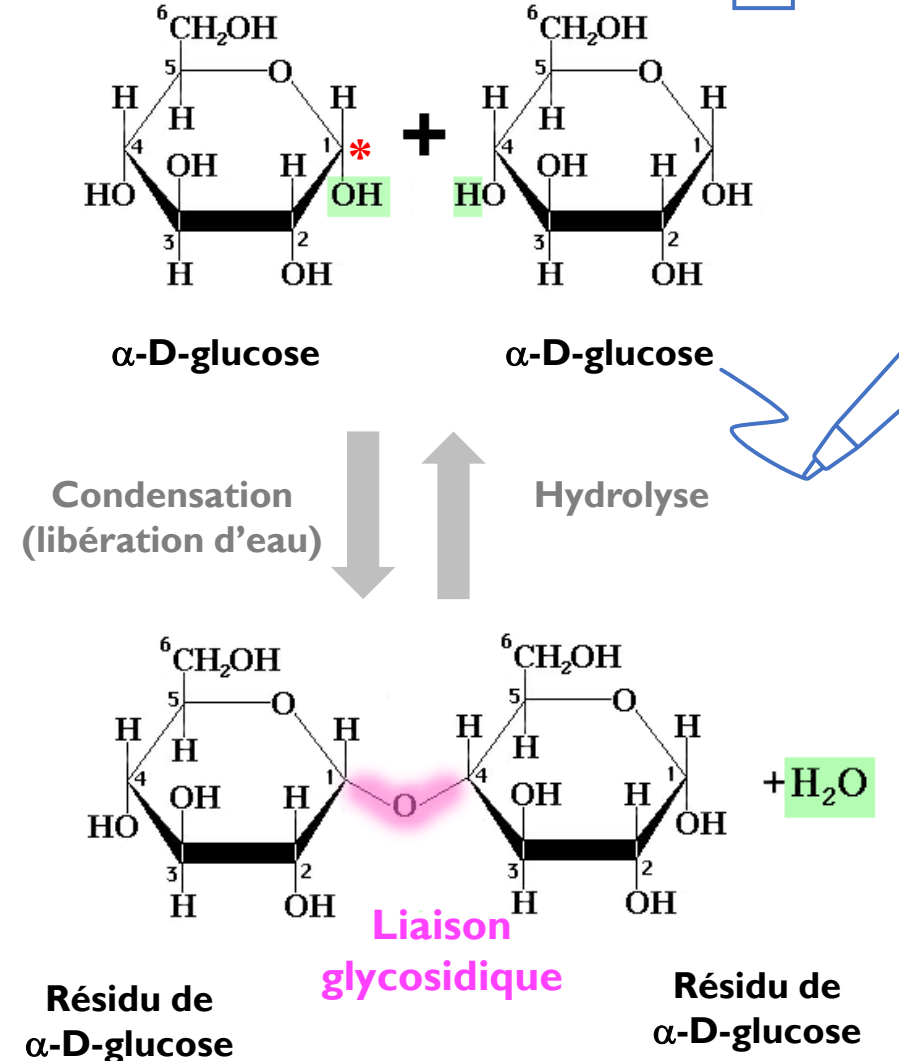
III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION



A. LIAISONS GLYCOSIDIQUES

I. Principe

- Les oses (ou dérivés d'oses) peuvent se lier entre eux via une liaison **glycosidique** ou **osidique**.
- Elle se forme par une réaction de condensation entre :
 - le **carbone hémiacétalique*** (C₁ ou C₂) d'un ose
 - un **hydroxyle** (-OH) d'un autre ose
- La réaction nécessite :
 - Une enzyme
 - De l'énergie (oses activés)
- Il peut se former ainsi des **polymères d'oses**
→ **Osides** = glucides complexes
- Il n'y a pas de « codage »
 - longueur variable d'une molécule à l'autre
 - Population de molécules « microhétérogène »

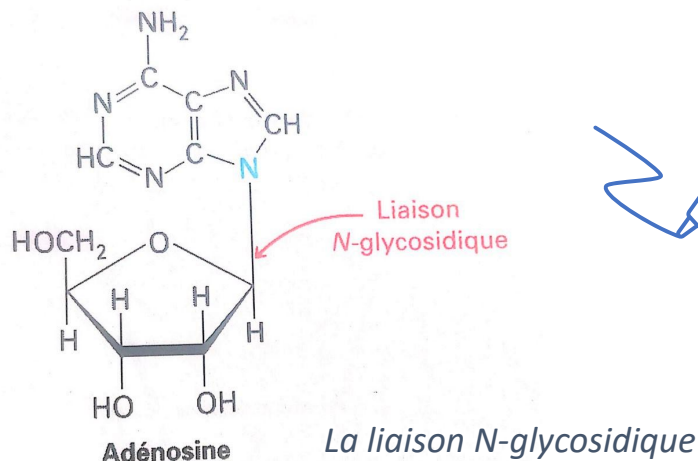


III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

A. LIAISONS GLYCOSIDIQUES

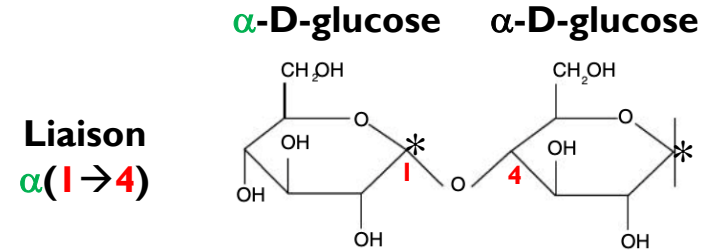
2. Diversité des liaisons

- Différents types de liaisons selon :
 - La configuration des oses (α ou β)
 - Les hydroxyles (-OH) impliqués dans la liaison
- Cas particulier : la liaison N-glycosidique
 - Liaison entre un ose et l'azote (N) d'une autre molécule
 - Présente dans la constitution des acides nucléiques (ADN/ARN)

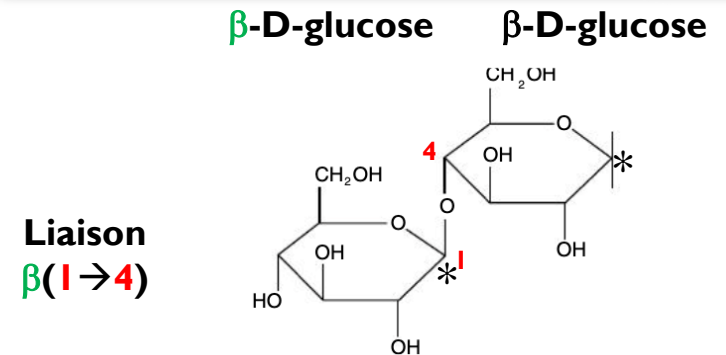


* : C hémiacétalique asymétrique

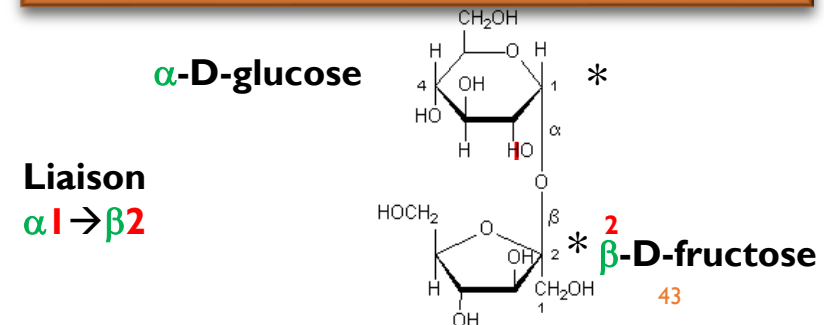
Ex : maltose



Ex : cellobiose



Ex : saccharose



III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

A. LIAISONS GLYCOSIDIQUES

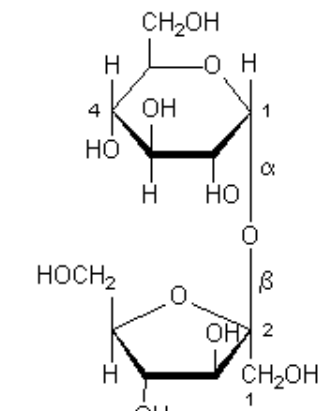
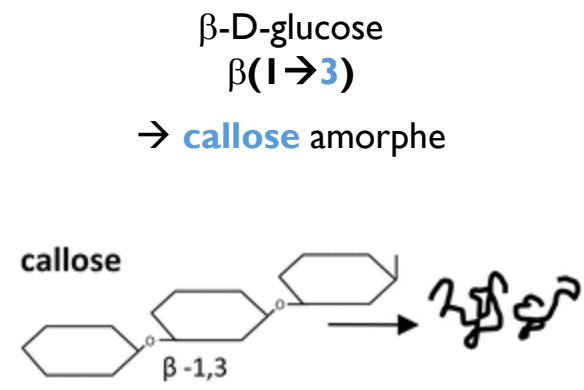
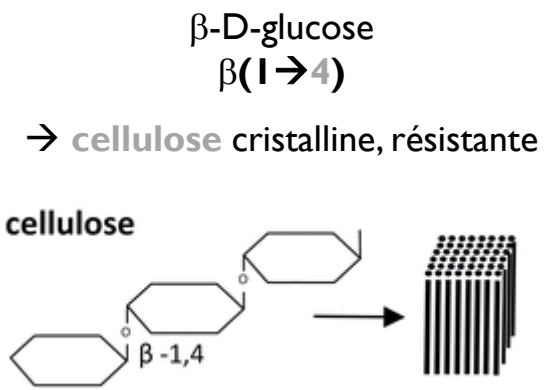
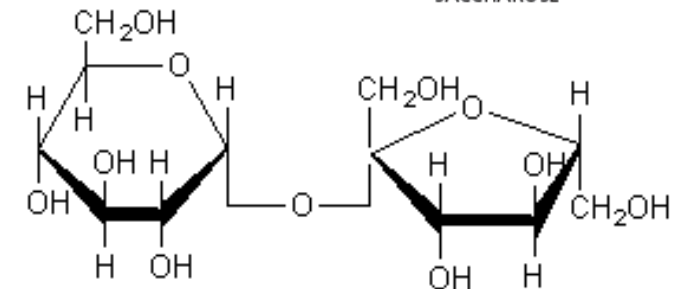
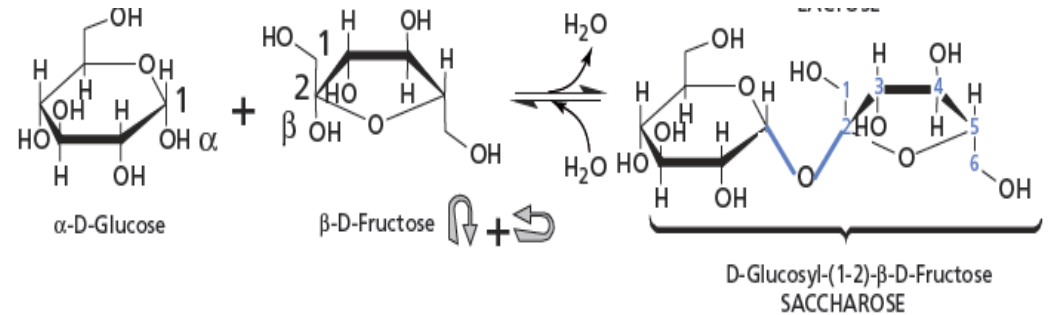
3. Conséquences

■ Conséquences du type de liaison :

1. Pouvoir réducteur des diosides (cf. test liqueur de Fehling)

- Diosides **réducteurs** : maltose, cellobiose, lactose
- Diosides **non réducteurs** : **saccharose**

2. Structure des osides (cf. exemple ci-dessous)



Le saccharose ($\alpha\text{-D-glucopyranosyl-(1}\rightarrow\text{2)-}\beta\text{-D-fructofuranoside}$), un dioside non réducteur ;

NB : La cellulose et la callose sont polymérisées par la même enzyme.



III. Les oses peuvent s'associer par condensation

B. CLASSIFICATION DES OSIDES

Glucides = Saccharides = Sucres

Oses
Glucides simples
(Monomères)

- Aldoses
- Cétoses

Ose
Monosaccharide

1

Osides
Glucides complexes
(Polymères)

Holosides = Glycanes

- Homoholosides = Homoglycanes = Homopolyoside (1 seul type de monomère)
- Hétéroholosides = Hétéroglycanes = Hétéropolyoside (différents types de monomères)

Dioside
Disaccharide

2

Trioside
Trisaccharide

3

Oligoside
Oligosaccharide

4-10

Polyoside
Polysaccharide

<10

Hétérosides

Nombre de monomères

Hétéroside (n.m.): glucide dont l'hydrolyse libère des oses mais aussi d'autres biomolécules (aglycone)

Holoside (n.m.) : glucide dont l'hydrolyse ne libère que des oses



III. Les oses peuvent s'associer par condensation

C. LES POLYOSIDES DE RÉSERVE

I. L'amidon

I. I. Mise en évidence

- Le test au **lugol** permet de mettre en évidence **l'amidon** (mais aussi le glycogène) à froid.

Ajout de Lugol

Eau + amidon Eau Eau + glycogène

Amidon Lugol

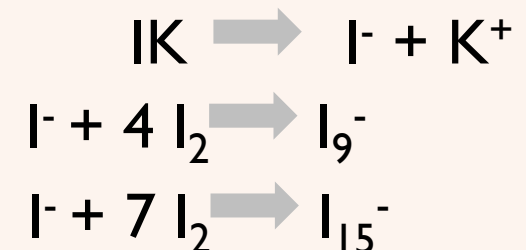
Amidon → **Bleu noir**

- Amylose → **Bleu noir**
- Amylopectine → **jaune-brun**

L'eau iodée
ou réactif iodo-ioduré
ou liquide de Lugol
ou eau iodée



Solution jaunâtre formée du mélange d'iode (I_2) et d'iodure de potassium (IK) dans de l'eau. Il se forme alors entre I_2 et I^- de gros complexes solubles : I_9^- et I_{15}^-



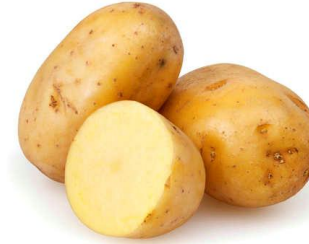
III. Les oses peuvent s'associer par condensation

C. LES POLYOSIDES DE RÉSERVE

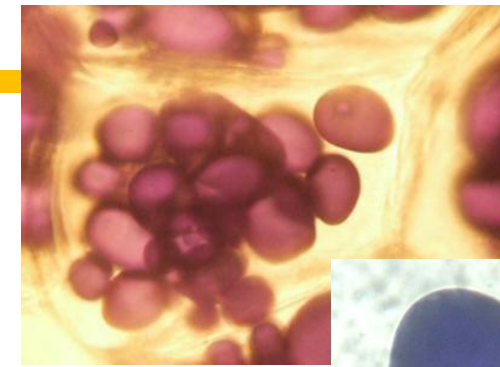
I. L'amidon

I. 2. Localisation

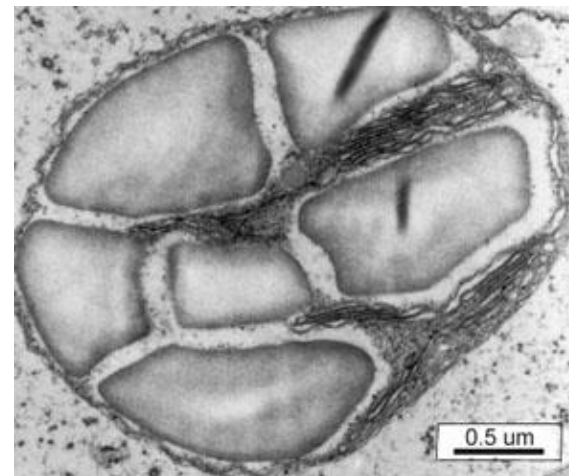
- L'amidon : polymère **d'origine végétale**
- Accumulation sous forme de grains d'amidon
- Localisation:
 - Dans les **organes de réserve** (tubercules, rhizome...) ou les **graines**, au niveau des **amyloplast** (organites spécialisés)
→ **Localisation durable**
 - Dans les **organes photosynthétiques**, au niveau des **chloroplastes** pendant le jour
→ **Localisation temporaire**



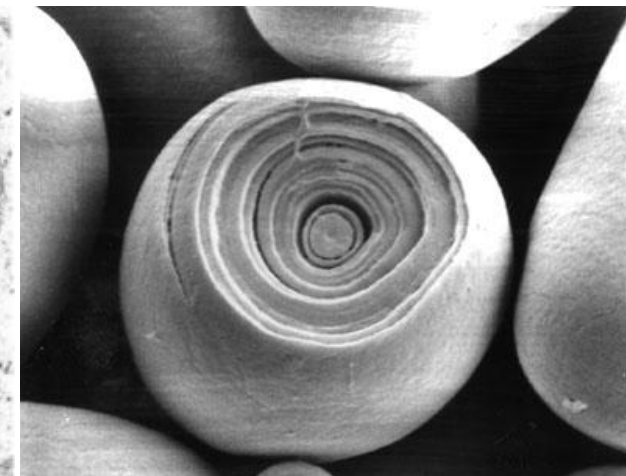
Cellule de tubercule de pomme de terre colorée à l'eau iodée (MO)



stries d'accroissement MO X600



Un amyloplaste (MET)



Grain d'amidon partiellement digéré par des enzymes (MEB)

III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

C. LES POLYOSIDES DE RÉSERVE

I. L'amidon

I.3. Structure

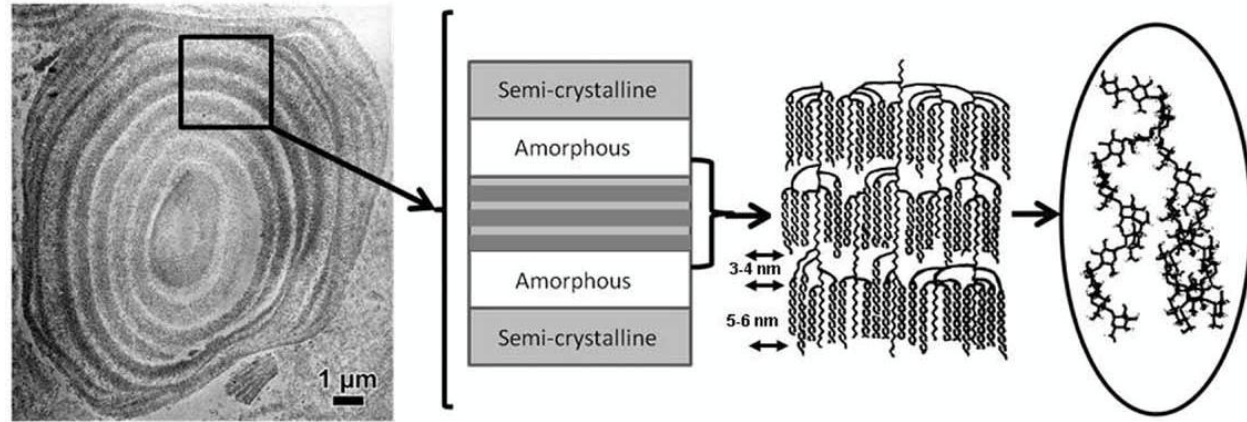
- Amidon = mélange d'**amylose** et **amylopectine** (proportions variables)

➤ Amylose :

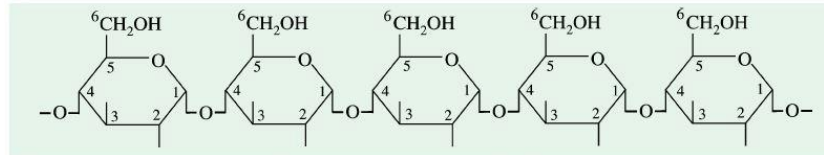
- ✓ Monomères : α -D-glucopyranose
- ✓ Types de liaisons osidiques : $\alpha(1 \rightarrow 4)$
- ✓ Nb de résidus : $\sim 10^3$
- ✓ Structure 3D : linéaire et hélicoïdale (6-8 résidus/tr)

➤ Amylopectine

- ✓ Monomères : α -D-glucopyranose
- ✓ Types de liaisons osidiques :
 - $\alpha(1 \rightarrow 4)$
 - $\alpha(1 \rightarrow 6)$ tous les 24-30 résidus
- ✓ Nb de résidus : $\sim 10^5$
- ✓ Structure 3D : ramifiée, globulaire
- ✓ **Insoluble** => **bonne réserve**



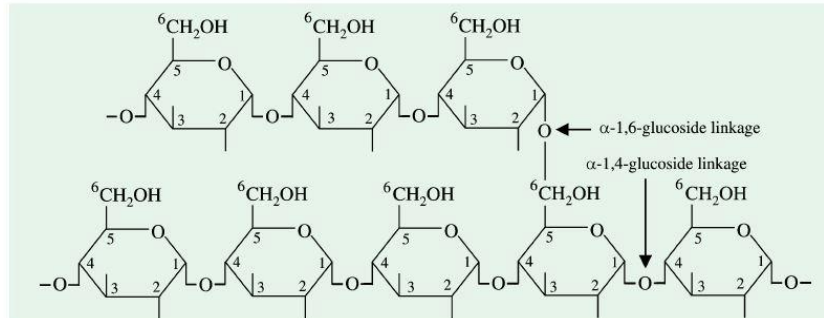
Niveaux d'organisation d'un grain d'amidon



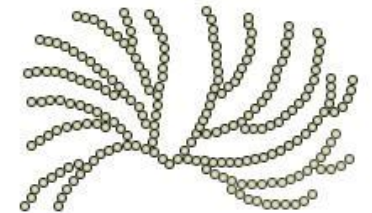
Structure de l'amylose



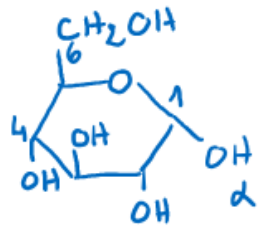
Amylose



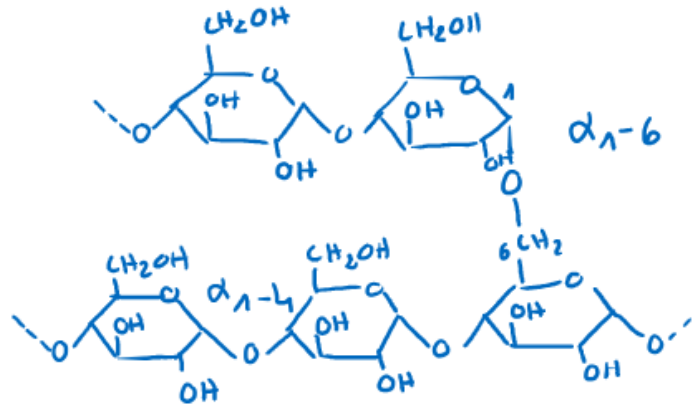
Structure de l'amylopectine



Amylopectin



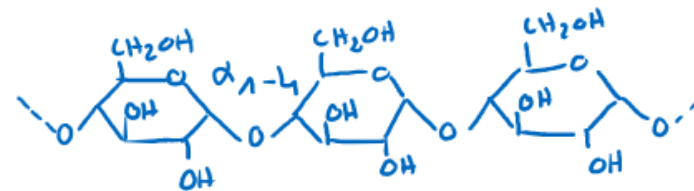
α -D-glucopyranose



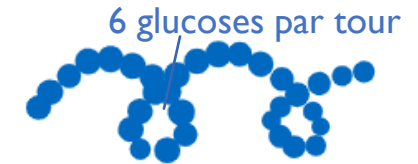
amylopectine



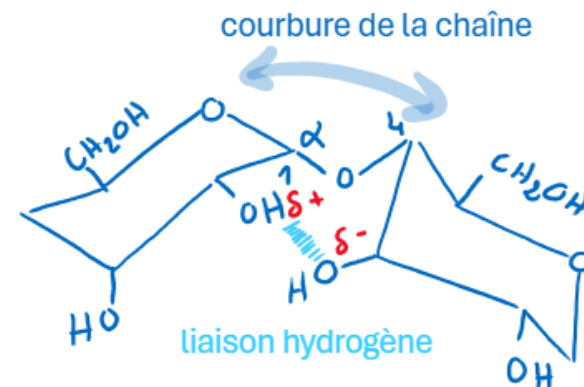
Amylopectine ramifiée



amylose



Amylose linéaire spiralisée



Structure et organisation spatiale de l'amylose et l'amylopectine



III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

C. LES POLYOSIDES DE RÉSERVE

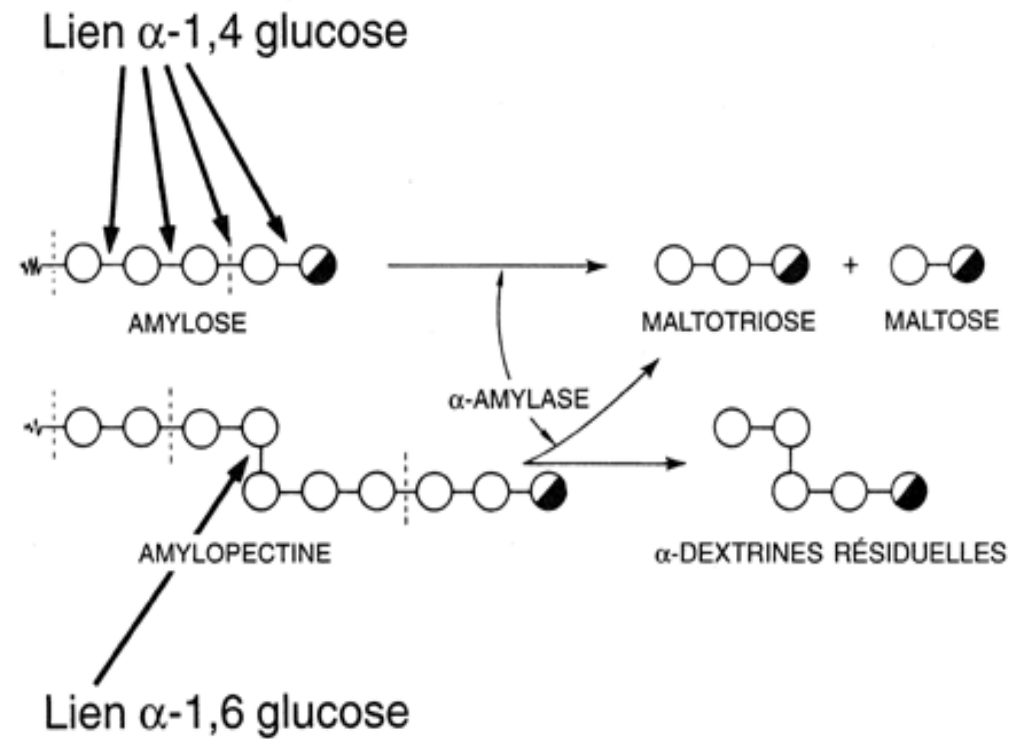
I. L'amidon

I.4. Métabolisme

- Accumulation de réserves nutritives par **synthèse** d'amidon, puis remobilisation par **hydrolyse**



Synthèse de l'amidon par l'amidon synthase ou la glucosyl-transférase.



Hydrolyse de l'amidon par l'alpha-amylase : dégradation incomplète libérant du maltose

Synthèse

Hydrolyse

Organe de réserve

Pendant la bonne saison (été)

A la mauvaise saison (hiver)

Graine

Pendant la formation de la graine

Pendant la germination

Chloroplaste

Le jour, quand la photosynthèse a lieu

La nuit, transfère des sucres vers les autres organes (sous forme de saccharose via la sève élaborée)

III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

C. LES POLYOSIDES DE RÉSERVE

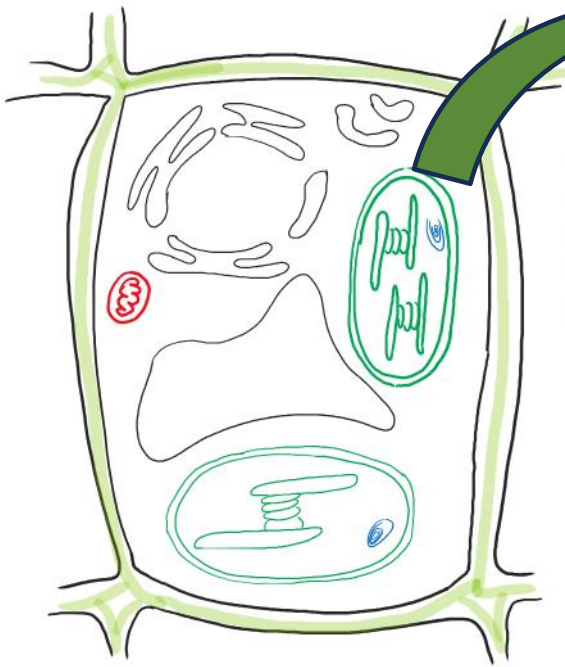
I. L'amidon

I.5. Utilisation

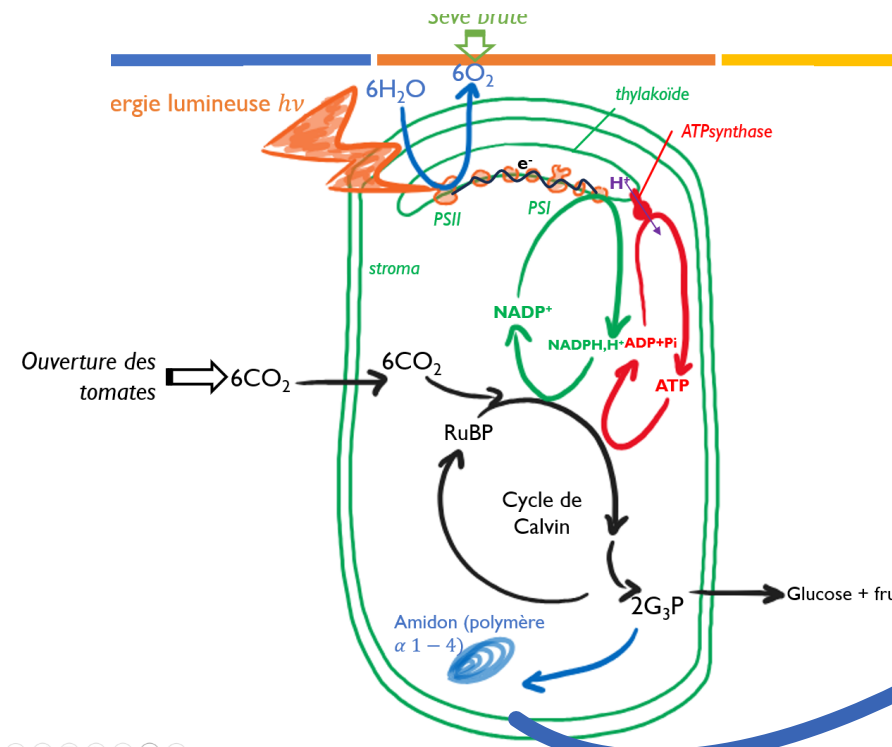
- Alimentation des hommes et des animaux
 - Digestion par amylases salivaires et pancréatiques
- Production de bioplastiques biodégradables
 - Sacs en amidon de pomme de terre
- Production d'empois d'amidon
 - Historiquement : amidonnage des tissus et coiffes



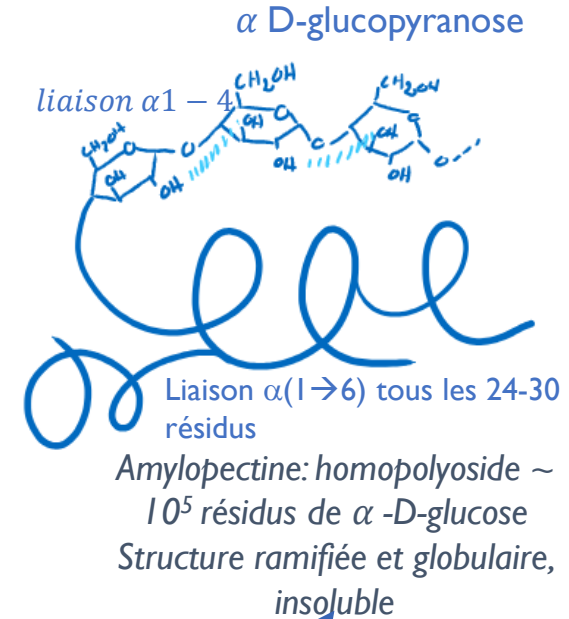
La deuxième face de la crêpe boursoufle à la cuisson, l'empois emprisonnant la vapeur d'eau.



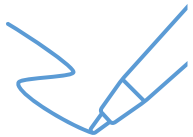
Cellule du parenchyme palissadique de la feuille

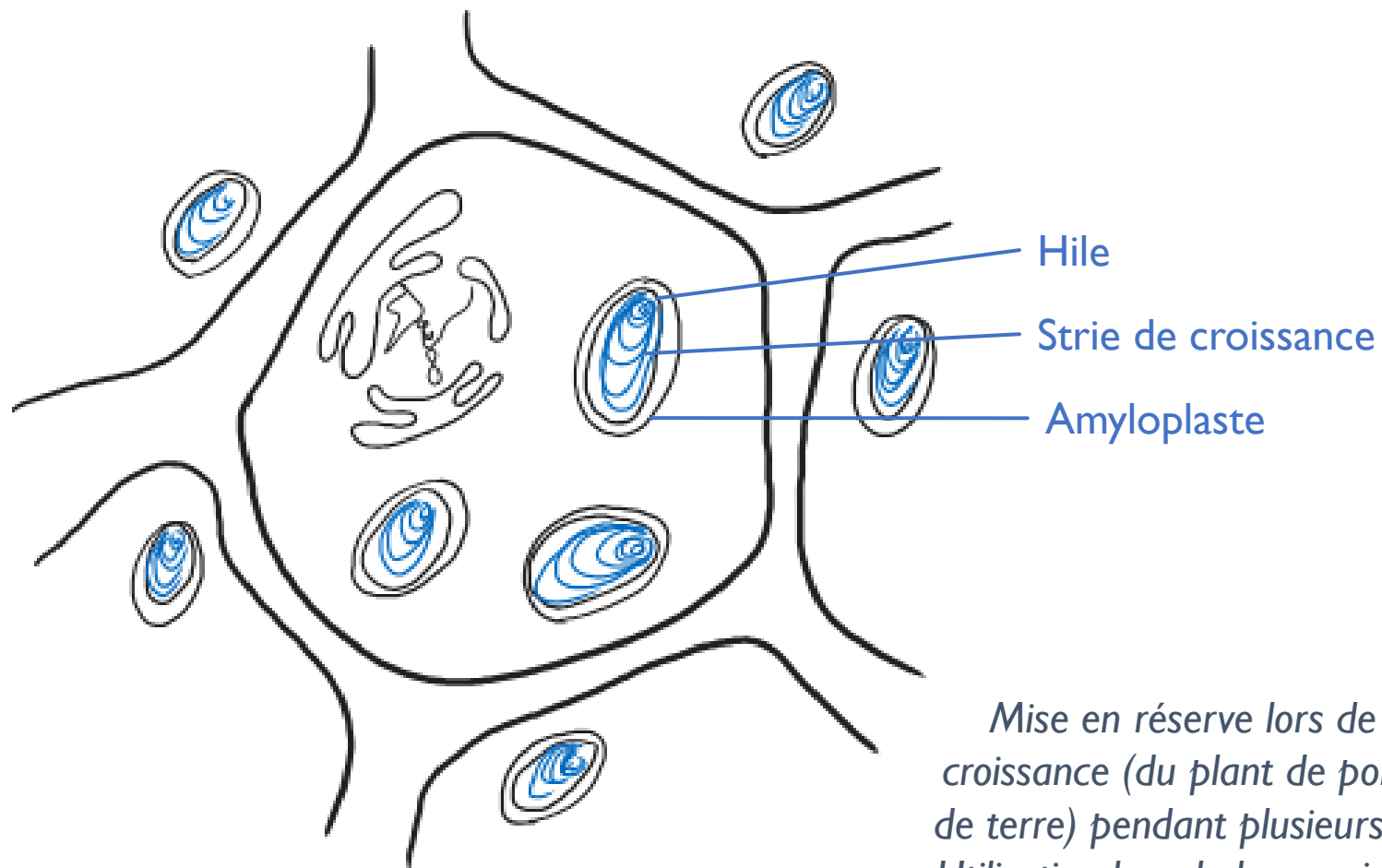
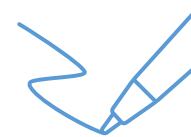


Chloroplaste
Mise en réserve le jour
Exportation des photoassimilats la nuit



Saccharose élaborée vers les organes puits (nuit)





Cellule du parenchyme amylifère

Mise en réserve lors de la croissance (du plant de pomme de terre) pendant plusieurs mois
Utilisation lors de la germination

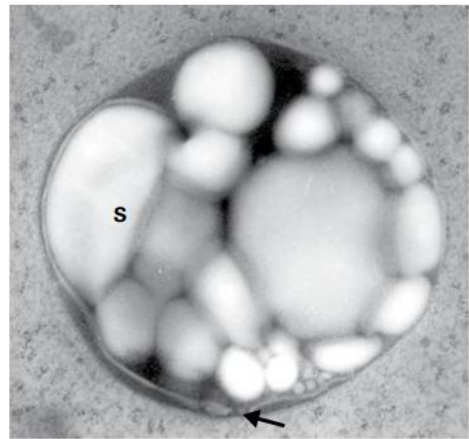
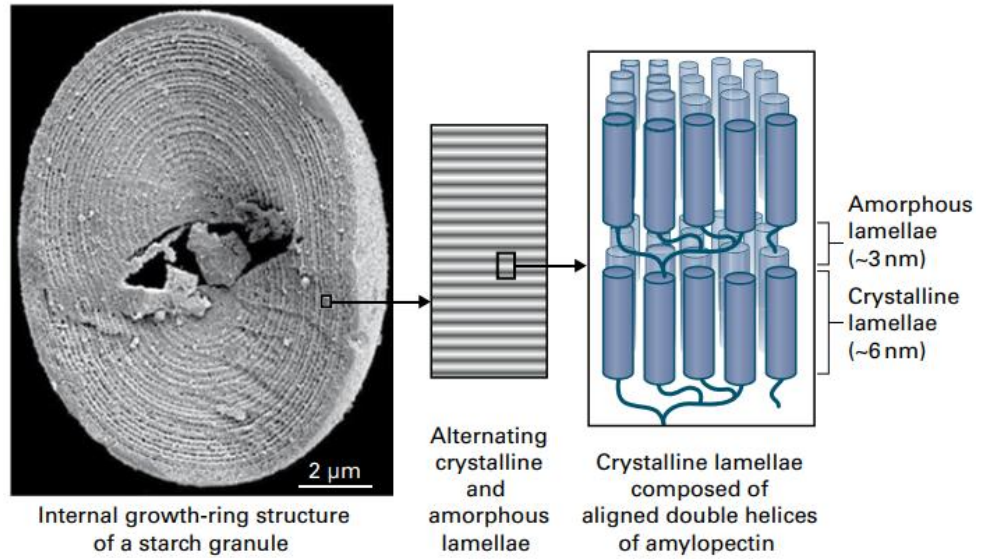
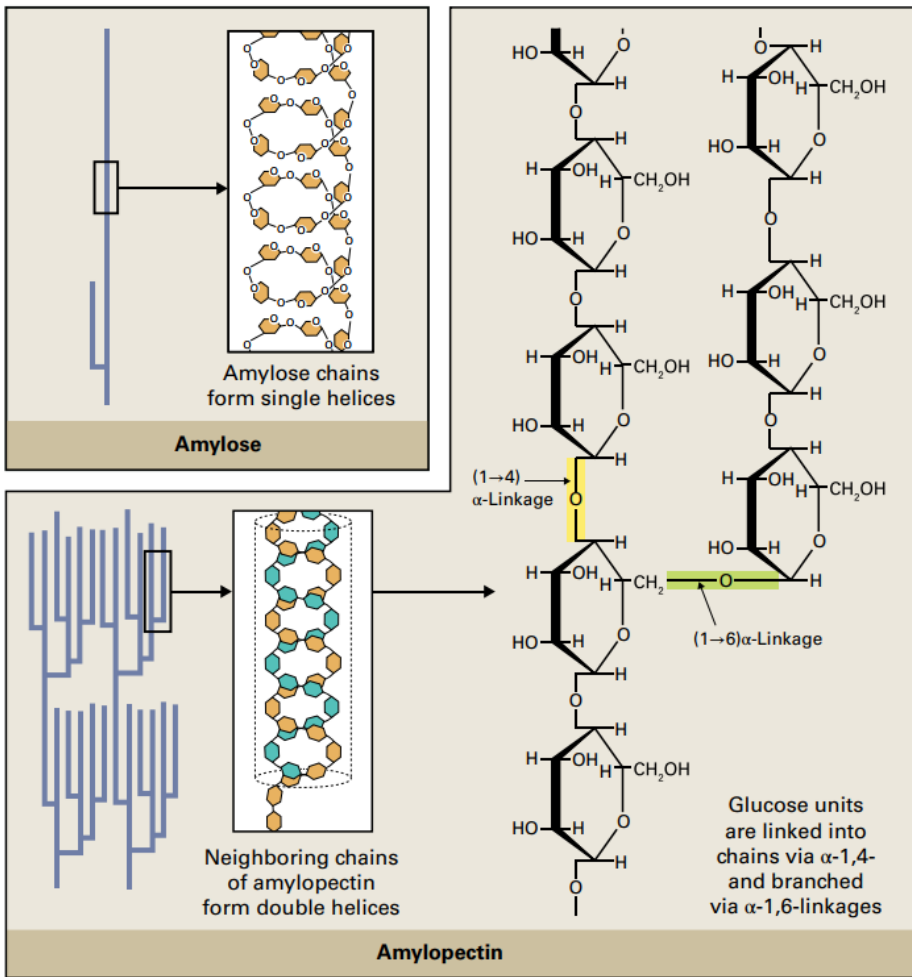


FIGURE 1.59 TEM of an amyloplast with many starch granules (S) and flattened membrane sacs (arrow) that underlie the inner envelope membrane in an *Arabidopsis columella* cell. *Columella* cell amyloplasts serve as statoliths of the gravity-sensing apparatus of root tips. Amyloplasts also store starch in potato tubers. Source: Micrograph by Monica Schoenwaelder, University of Colorado, Boulder.



III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

C. LES POLYOSIDES DE RÉSERVE

2. Le glycogène

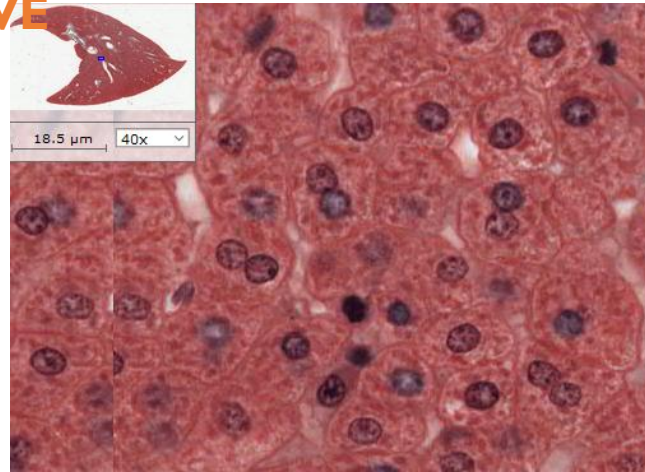
2.1. Mise en évidence et localisation

- Test au lugol → **rouge-orangé**

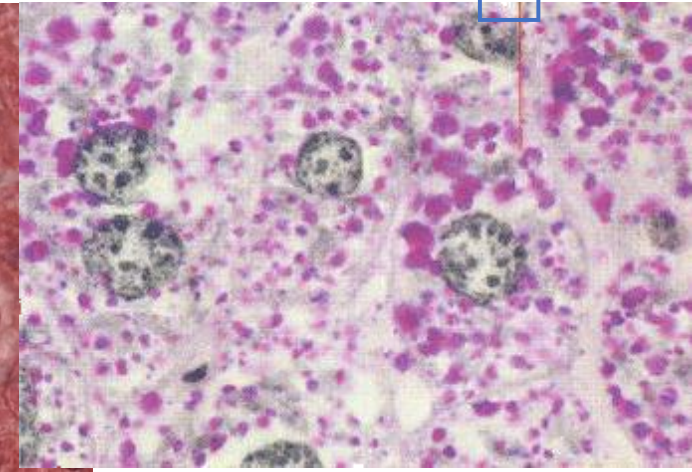


Coloration du glycogène par le lugol

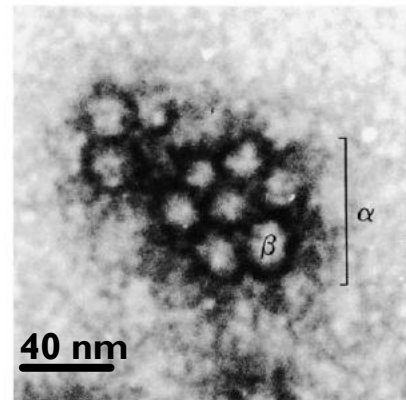
- Le glycogène produit par :
 - les animaux (foie, muscles)
 - les champignons
- Il se situe dans le cytoplasme des cellules, sous forme de **particules α et β** ($\varnothing \sim 20$ nm)



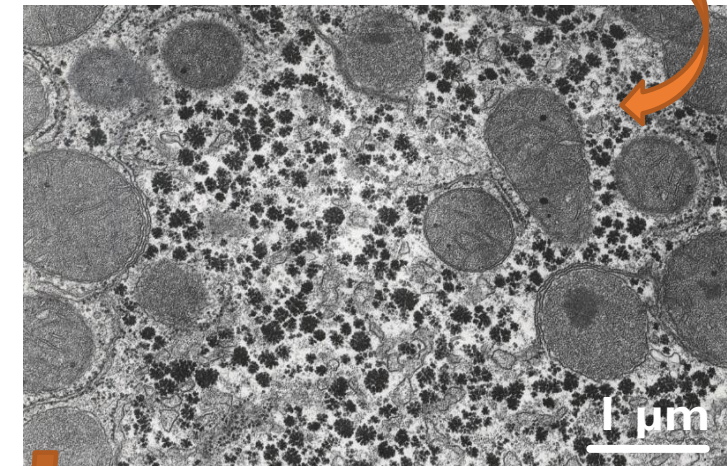
Coupe de foie avec glycogène coloré en rose (MO, x300)



Hépatocyte avec glycogène coloré en rose (MO, x300)



Particules de glycogènes (MET) (Voet)



Grains de glycogène dans un hépatocyte (MET)

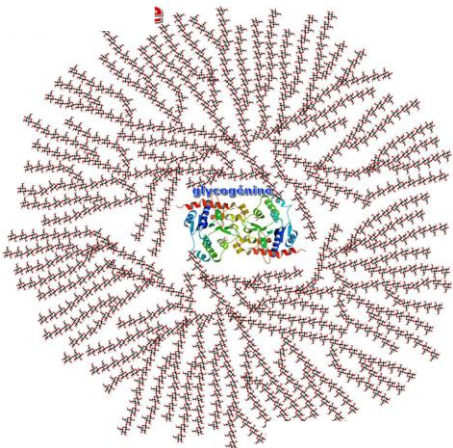
III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

C. LES POLYOSIDES DE RÉSERVE

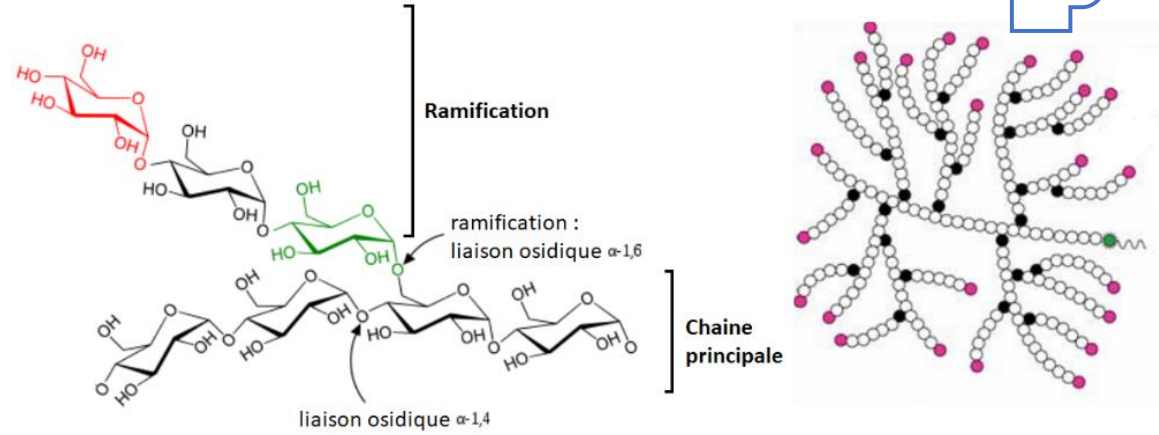
2. Le glycogène

2.2. Structure

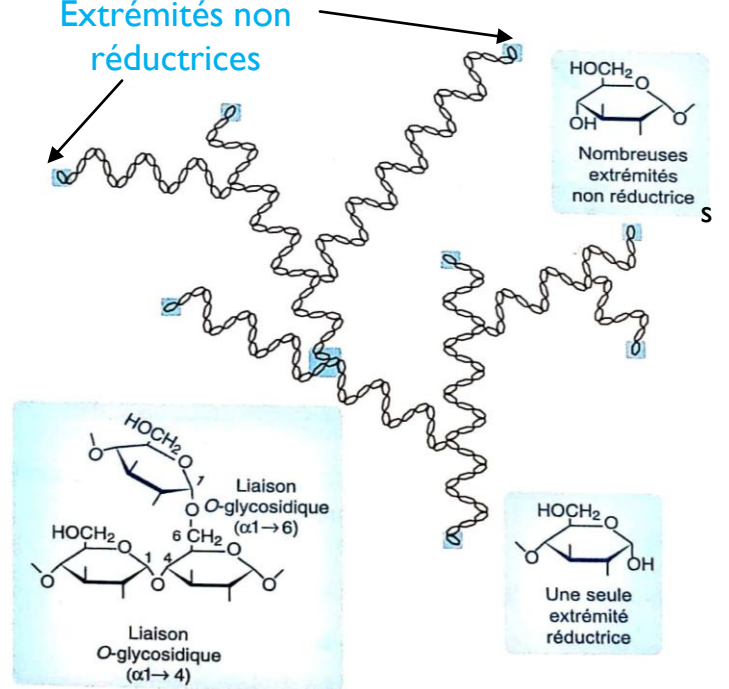
- Structure similaire à celle de l'amylopectine mais plus ramifiée
 - Monomères : α -D-glucopyranose
 - Types de liaisons osidiques :
 - ✓ $\alpha(1\rightarrow4)$
 - ✓ $\alpha(1\rightarrow6)$ tous les 10 résidus
 - Nb de résidus : $\sim 10^5$
 - Structure 3D : ramifiée, globulaire compacte



Grain de glycogène avec glycogénine au centre



Extrémités non réductrices



Structure du glycogène (Peycru, 2004)

III. Les oses peuvent s'associer par condensation

C. LES POLYOSIDES DE RÉSERVE

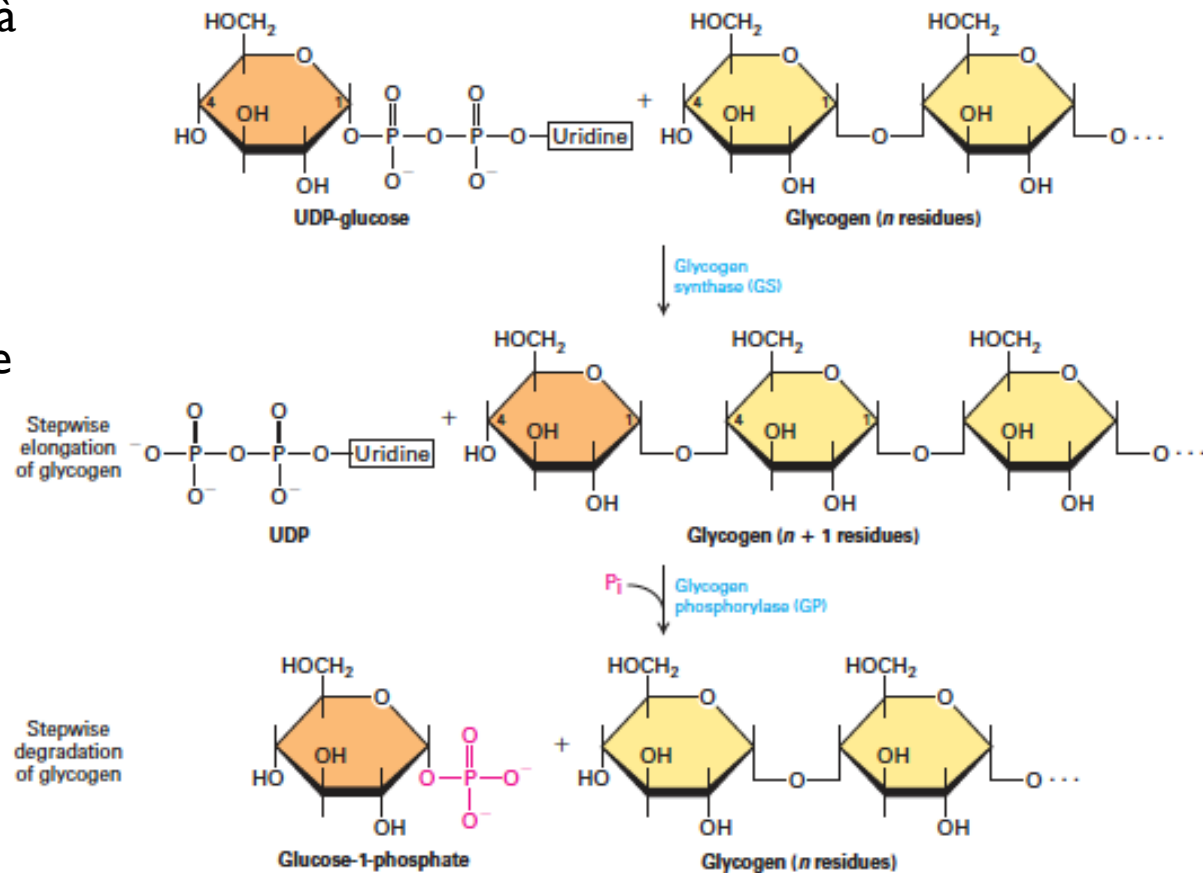
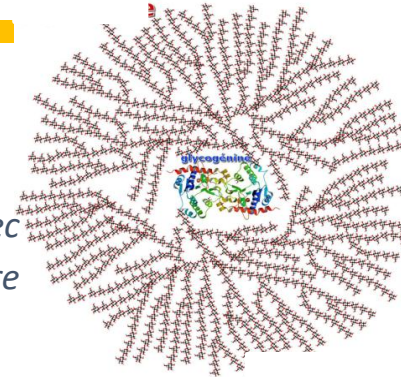
2. Le glycogène

2.3. Métabolisme

- Formation de réserves de glycogène suite à un repas.
- Au cœur **glycogénine** (prot) qui sert d'amorce à la polymérisation par le **glycogène synthétase**.
- Remobilisation en cas de besoin de glucose (effort physique, jeûne...)
- Hydrolyse par une **phosphorylase** qui libère du glucose-1-P
 - Dans cellules musculaires, glucose-1-P directement utilisé dans la glycolyse
 - Dans hépatocytes, glucose-1-P converti en Glucose-6-P puis déphosphorylé (**glycogène phosphorylase**)
→ libération glucose dans sang



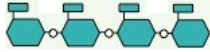
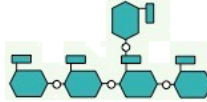
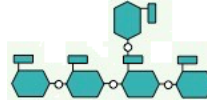

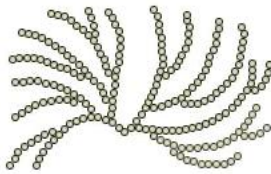
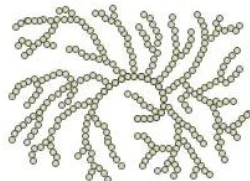
Grain de glycogène avec glycogénine au centre



Synthèse et hydrolyse du glycogène



BILAN

	Amidon		Glycogène
	Amylose (20%)	Amylopectine (80%)	
Origine	végétaux		animaux
Localisation	Tubercules (ex: pomme de terre) Graines (ex : blé)		Foie Muscles
Monomères	α -D-glucopyranose		
Nombre	10^3	10^5	10^5
Liaisons	$\alpha(1 \rightarrow 4)$	$\alpha(1 \rightarrow 4)$ + $\alpha(1 \rightarrow 6)$	$\alpha(1 \rightarrow 4)$ + $\alpha(1 \rightarrow 6)$
			
Ramifications	—	ramifications $\alpha(1 \rightarrow 6)$ tous les 24-30 résidus	ramifications $\alpha(1 \rightarrow 6)$ tous les 10 résidus
Structure			
Lien structure-fonction	Glucose immobilisé dans un polymère \rightarrow réserve de glucose ; Adaptations à la fonction de réserve : Structure ramifiée, compacte et déshydratée Molécules peu réactives (non réductrices) et sans effet sur l'osmolarité		

SV-D-2-2 oses et polyosides

I. Les oses sont cycliques en solution

- A. Définition et nomenclature
- B. Chiralité et isomérisation
- C. Cyclisation et conséquences

II. Les oses sont solubles et réactifs dans l'eau

- A. Solubilité des oses
- B. Propriétés redox des oses
- C. Dérivés d'oses
- D. Synthèse et dégradation des oses
- E. Oses et fonction

III. Les oses peuvent s'associer par condensation

- A. Les liaisons glycosidiques
- B. Classification des osides
- C. Les polyosides de réserve
- D. Les polyosides structuraux
- E. Les polyosides informationnels



III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

D. LES POLYOSIDES STRUCTURAUX

I. La cellulose

I.1. La cellulose - localisation

- **Mise en évidence** : coloration de Mirande → **rose**



CT de pédoncule de cerise MO X40
Carmino vert de Mirande

- **Localisation** : paroi de toutes les cellules végétales :

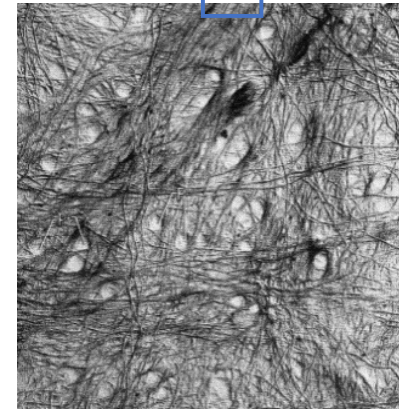
- Cellulose → charpente
- Pectine → remplissage
- Hémicellulose → verrouillage



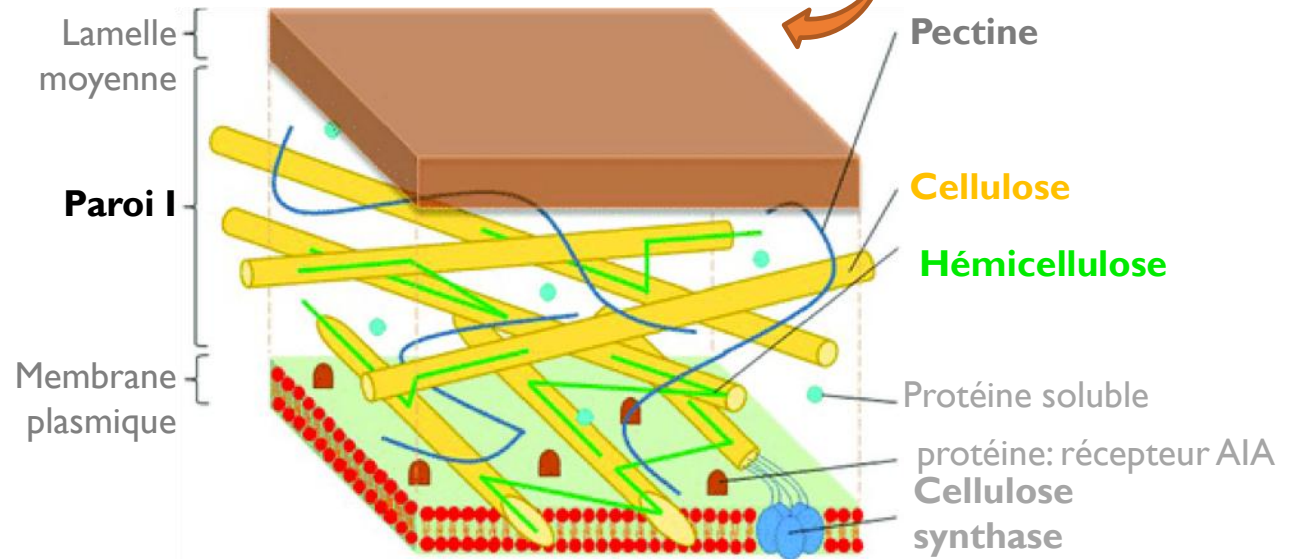
Cellule végétale



paroi



La paroi végétale (MEB)



La paroi primaire : un réseau cellulosique, inclus dans une matrice d'hémicelluloses et de pectines



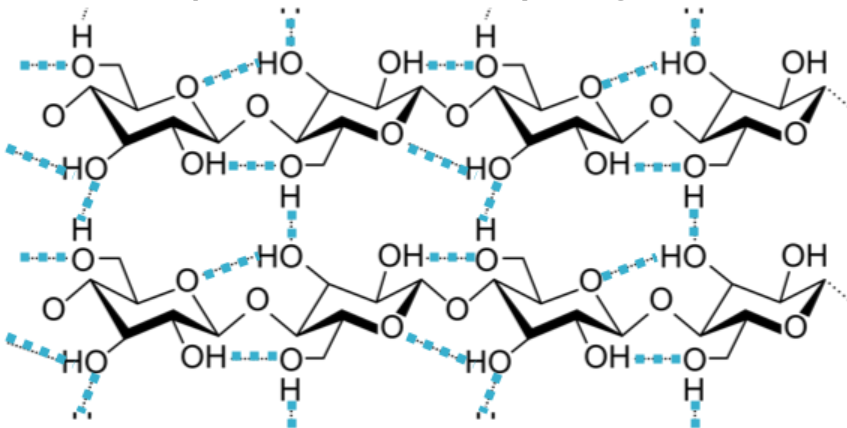
III. Les oses peuvent s'associer par condensation

D. LES POLYOSIDES STRUCTURAUX

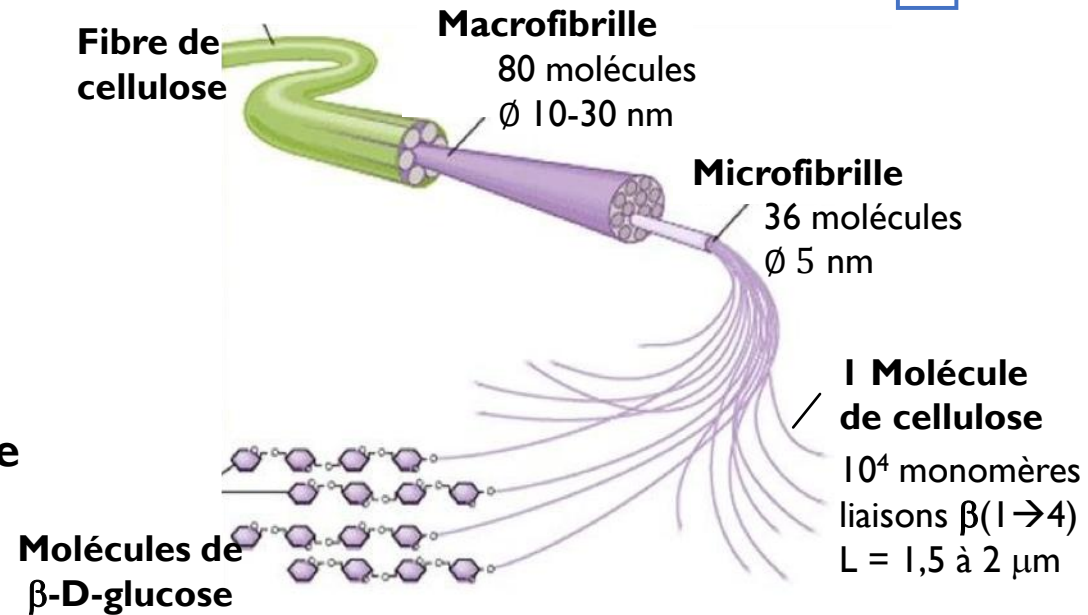
I. La cellulose

I.2. La cellulose - structure

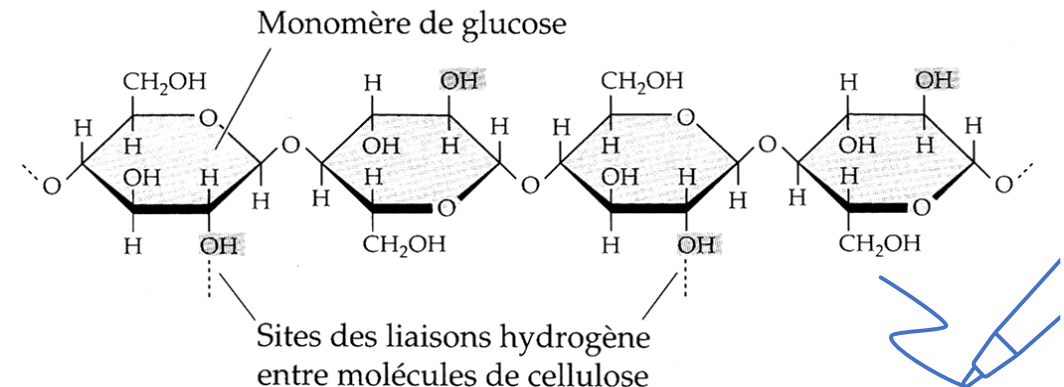
- Polymère de β -D-glucopyranoses liés par des liaisons $\beta(1 \rightarrow 4)$
- Assemblage en chaînes de 10^4 monomères > microfibrilles > macrofibrilles > fibres \rightarrow linéaire
- Microfibrille à structure **semi-cristalline** stabilisée par des liaisons hydrogènes



Liaisons H intra- et inter-chaînes impliquées dans la structure de la cellulose



Structure polycaténaire de la cellulose



Molécule de cellulose



III. Les oses peuvent s'associer par condensation

D. LES POLYOSIDES STRUCTURAUX

I. La cellulose

I.3. La cellulose – propriétés

- **Propriétés :**
 - Très hydrophiles
 - Insolubles dans l'eau
 - Résistantes à la tension
 - Souple



- **Utilisation :**
 - Textile (coton : 98% cellulose)
 - Papier





III. Les oses peuvent s'associer par condensation

D. LES POLYOSIDES STRUCTURAUX

I. La cellulose

I.4. La cellulose – métabolisme

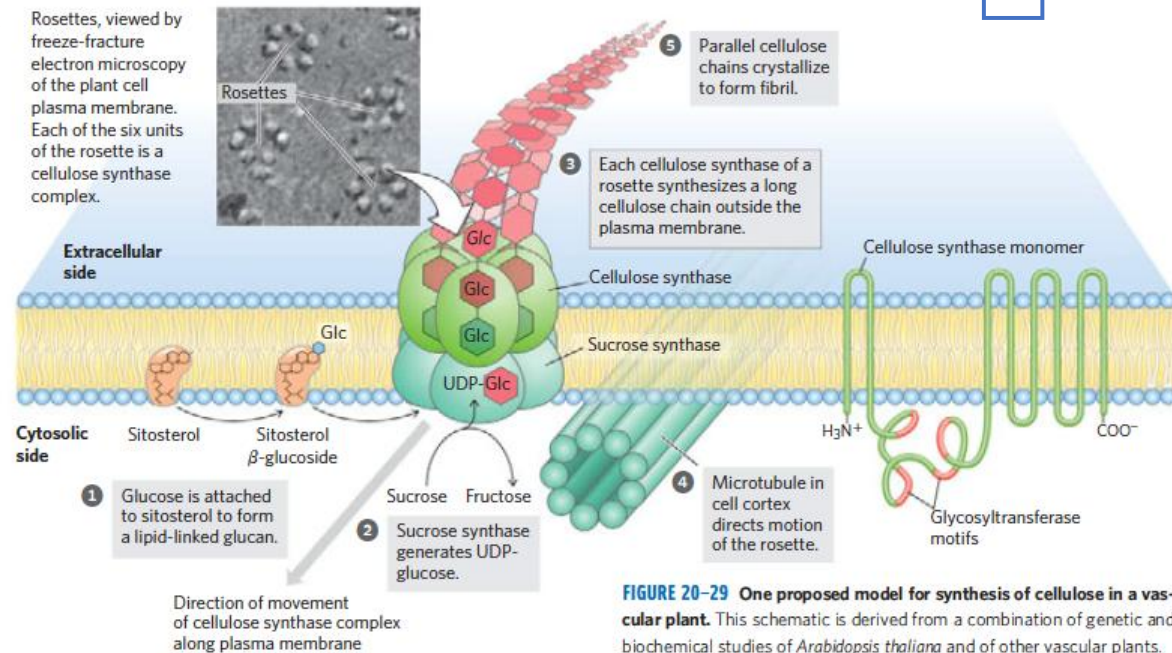
■ Synthèse

- **Cellulose synthétase**, située dans la membrane plasmique des cellules végétales et en lien avec le cytosquelette
- Production de microfibrilles de cellulose
- **Assemblage** du contenu de la paroi à l'extérieur de la cellule

■ Dégradation

- Enzymes **β -D glucosidases**, présentes chez seulement certains micro-organismes :
 - ✓ Bactéries et Microbiote intestinal de certains animaux
 - ✓ Champignons

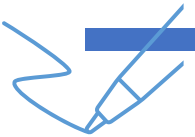
Rem : non digérée chez l'Homme mais aide au transit intestinal



Synthèse de la cellulose par la cellulose synthase (Lehninger)

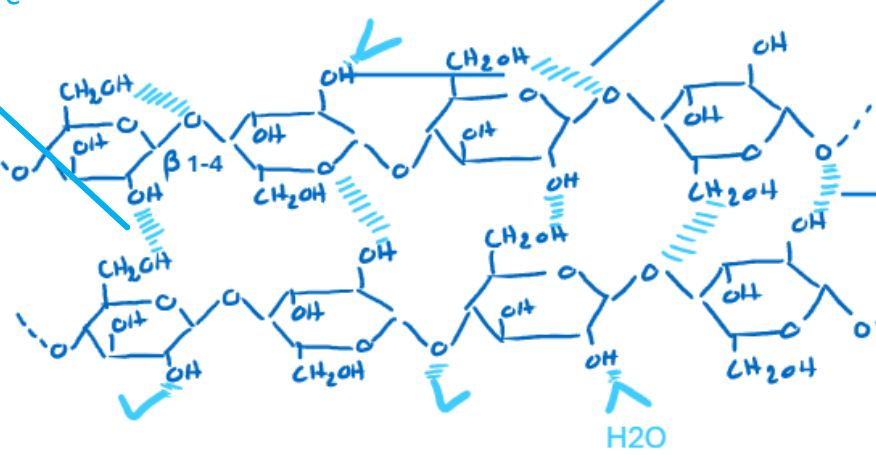
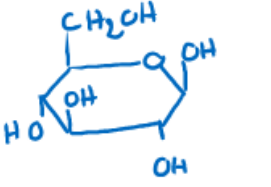
Bactéries cellulolytiques



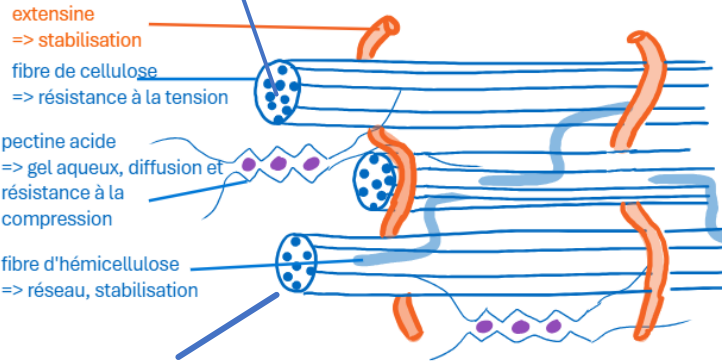


Liaison H intercaténaire

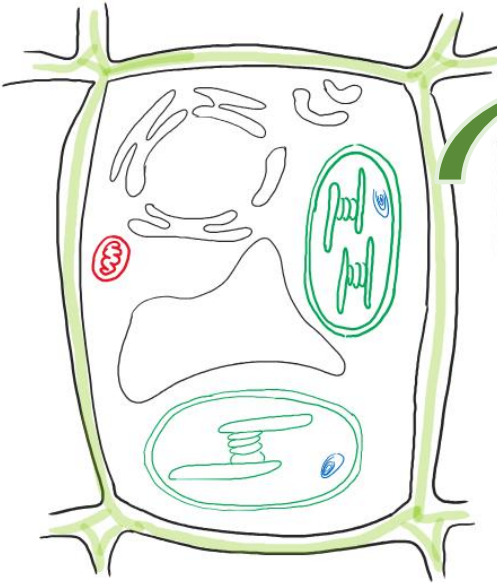
liaison H intracaténaire



Microfibrille 36 molécules Ø 5 nm

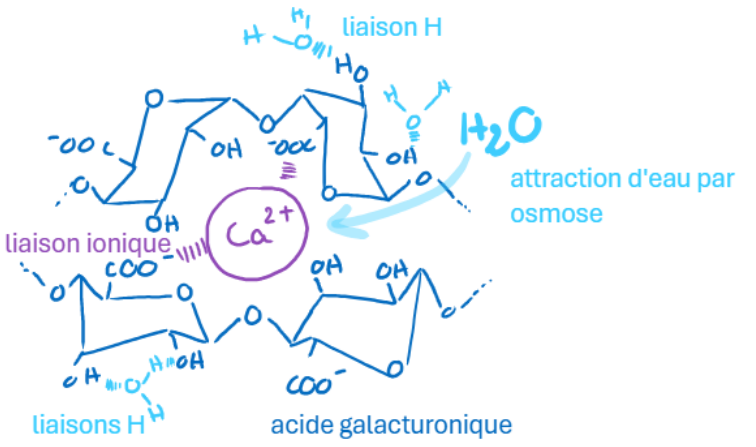


Macrofibrille 80 molécules Ø 10-30 nm

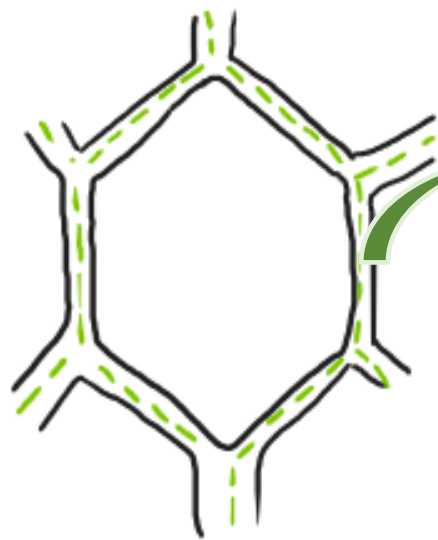


10 µm

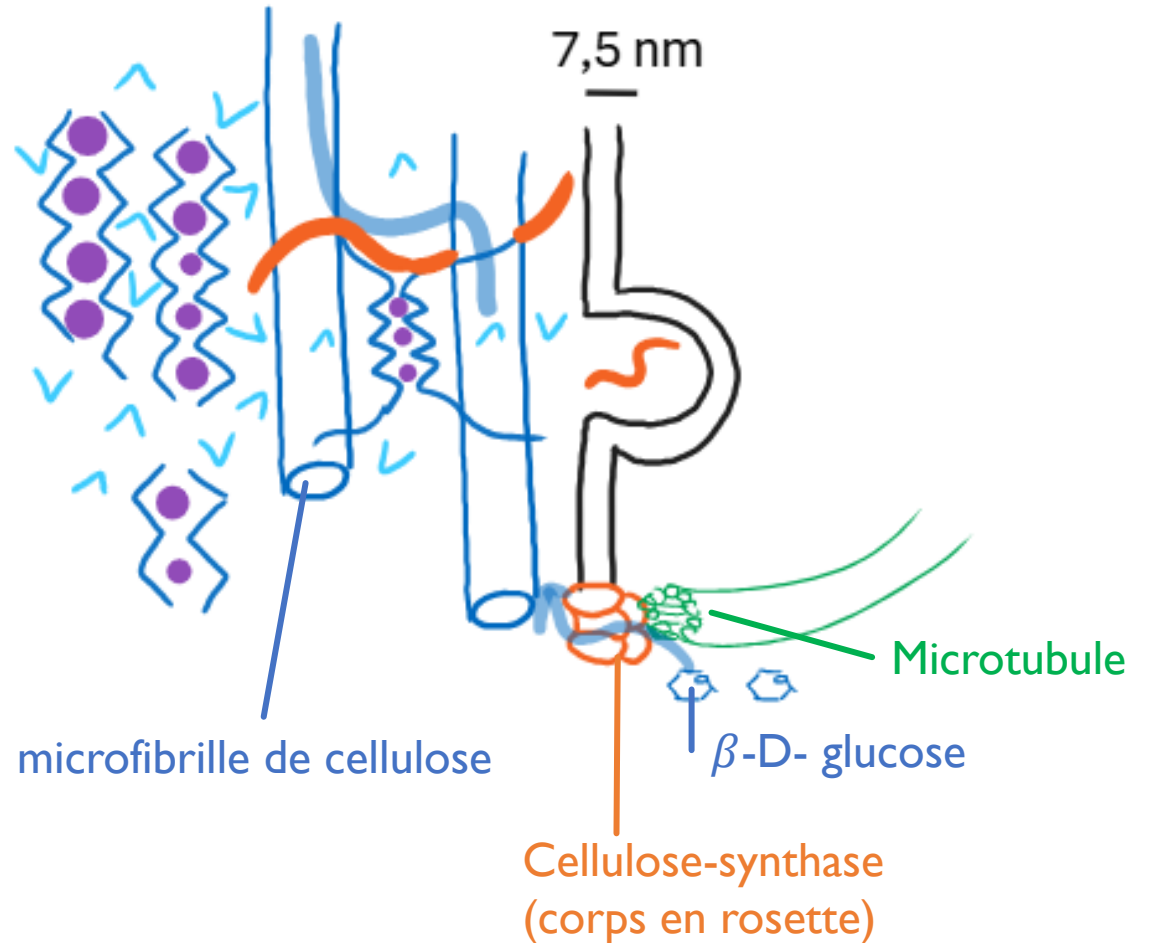
Pectine de la lamelle moyenne: hétéropolyside riche en acide galacturonique



- acide galacturonique (dérivé d'ose)
- rhamnose
- calcium



Cellule peu différenciée, paroi primaire



Synthèse des glucides de la paroi

III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

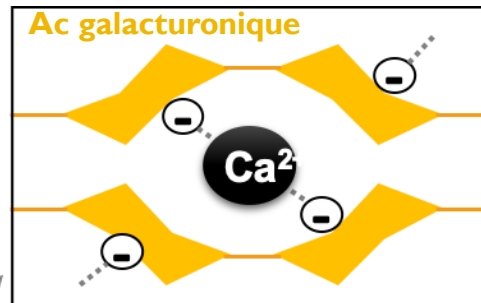
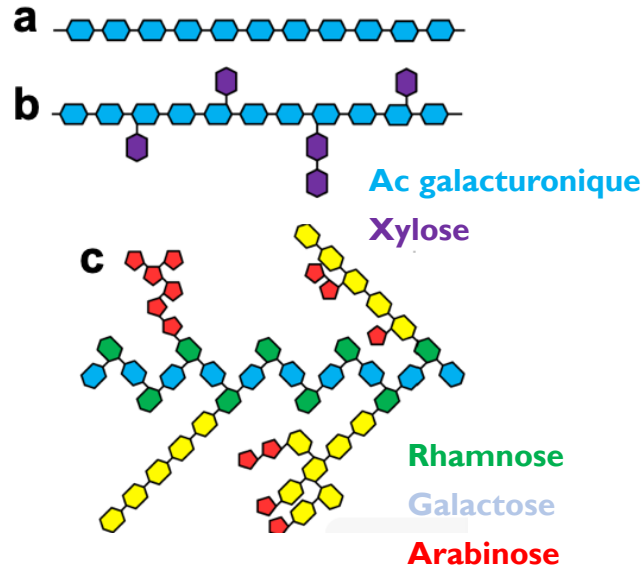


D. LES POLYOSIDES STRUCTURAUX

2. Les pectines et les hémicelluloses, des hétéropolyholosides

Pectines

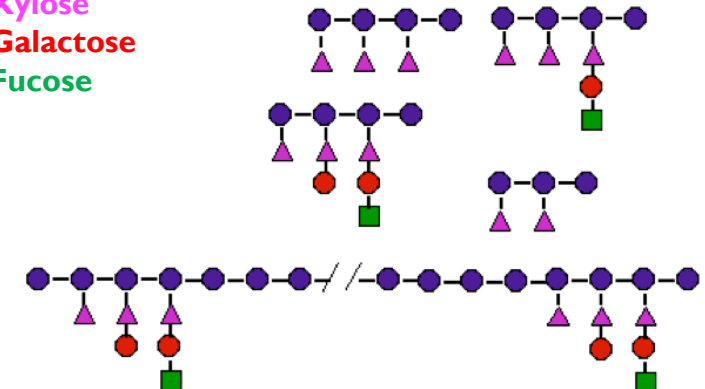
- chaînes de sucres ± ramifiées et coudées, **chargées négativement (a. galacturonique)**.
- Liaison les unes aux autres via des ions Ca^{2+} → « **boîtes à œufs** »



Hémicelluloses

- longues chaînes de glucose en $\beta(1 \rightarrow 4)$ et ± ramifiées
- Capables de former des liaisons faibles avec d'autres molécules → **verrouillage de la paroi**

Glucose
Xylose
Galactose
Fucose



III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

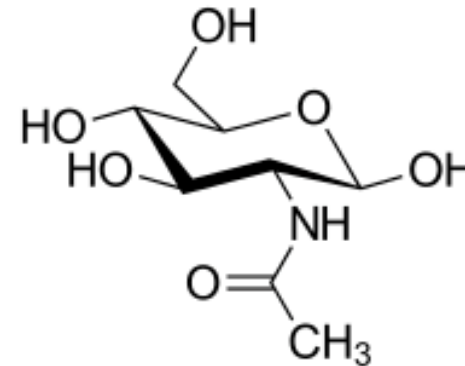
D. LES POLYOSIDES STRUCTURAUX

3. Polyoside de l'exosquelette des arthropodes



Localisation

- **exosquelette (MEC)** des Arthropodes
 - ✓ Carapace des crustacés
 - ✓ Cuticule des insectes
- **MEC** des champignons



Le N-acétyl-β-D-glucosamine (NAG)



Mue d'insecte – remplacement de l'exosquelette pour s'adapter à la croissance de l'organisme

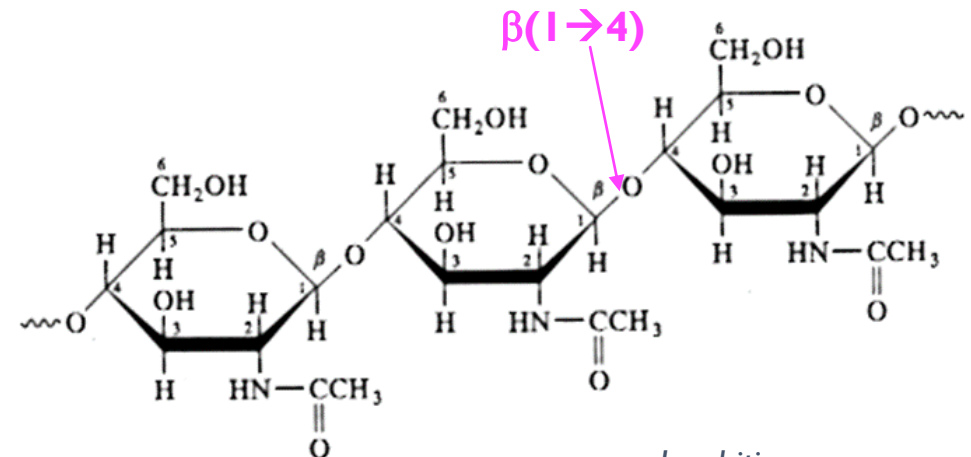
Structure

- polymère de **NAG (N-Acétyl-Glucosamine)** liés en β(1→4)
- **Linéaire, fibreuse**

Propriétés (cf. cellulose)

Métabolisme :

- Synthèse par une **chitine synthase**
- Hydrolyse par une **chitinase** chez animaux insectivores



La chitine

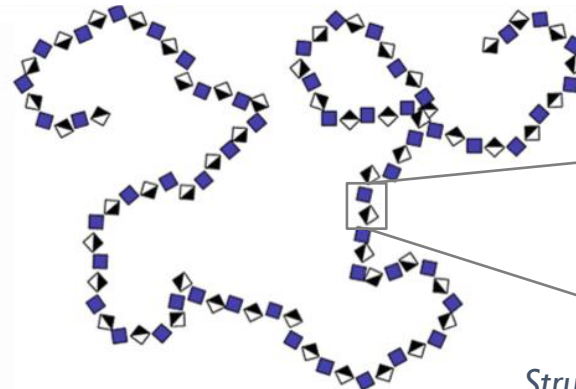
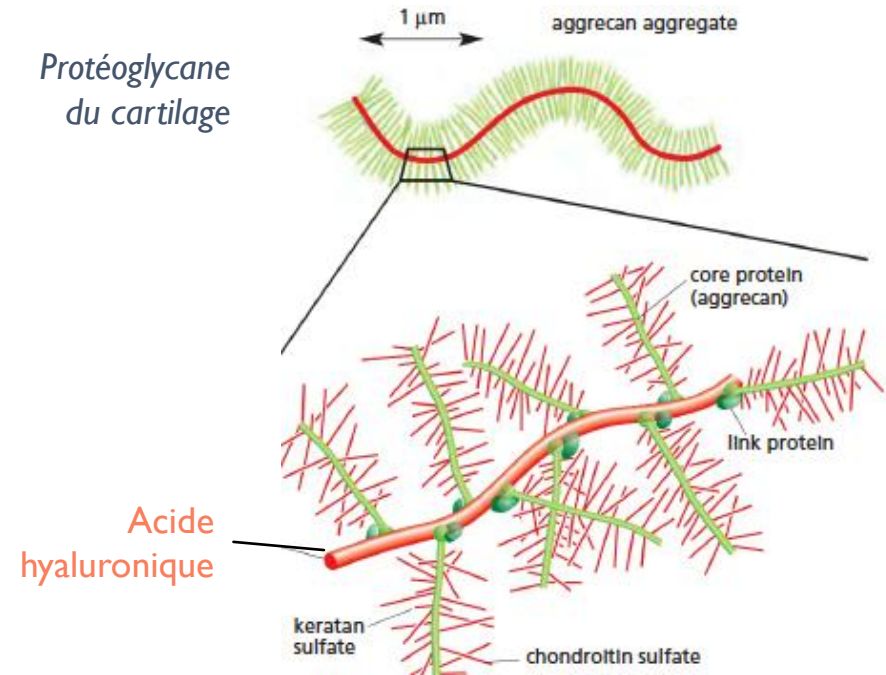


III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

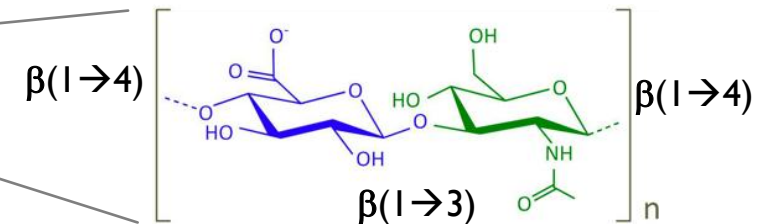
D. LES POLYOSIDES STRUCTURAUX

4. Protéoglycanes des MEC animales

- Les protéoglycanes sont des **glycoconjugués**
- Dans la MEC, la partie glucidique des protéoglycanes = **glycosaminoglycanes (GAG)** :
 - hétéropolyholosides en $\beta(1 \rightarrow 4)$
 - répétition d'un dioside : **1 NAG + 1 acide glucuronique**
- Les GAG sont riches en groupements **chargés (-)** : carboxylate ou sulfate
 - Molécules **hydrophiles**
 - Molécules hydratées formant des **gels**
- Structure à l'origine des propriétés des GAG :
 - **flexibilité**
 - **élasticité**
 - **compressibilité**



Acide glucuronique N-acétylglucosamine



Structure de l'acide hyaluronique

III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

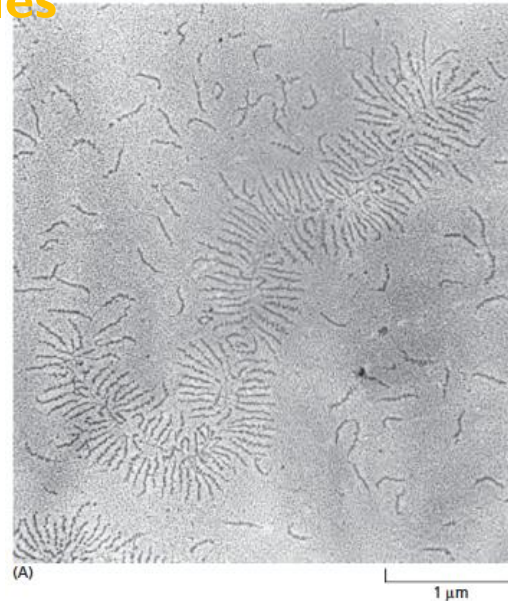
D. LES POLYOSIDES STRUCTURAUX

4. Protéoglycanes des MEC animales

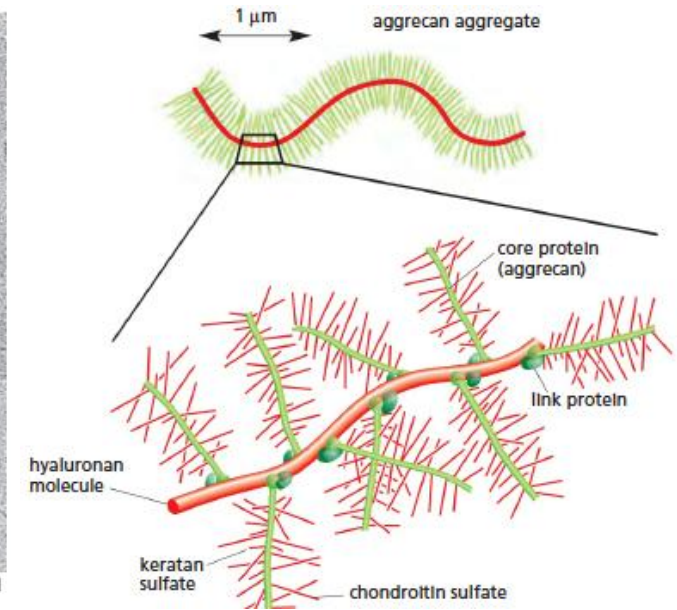
Protéoglycane du cartilage

- **Cartilage** = protéoglycane
- Pression sur le cartilage
→ eau des protéoglycanes éjectée de la MEC
→ **absorption des chocs** (~coussin d'eau)
- Relâchement de la pression
→ Réabsorption de l'eau

→ **Rôle des protéoglycanes hydrophiles : structure gel et absorption des chocs**



Protéoglycanes du cartilage au MET (Alberts 2017)



Structure des protéoglycanes du cartilage (Alberts 2017)

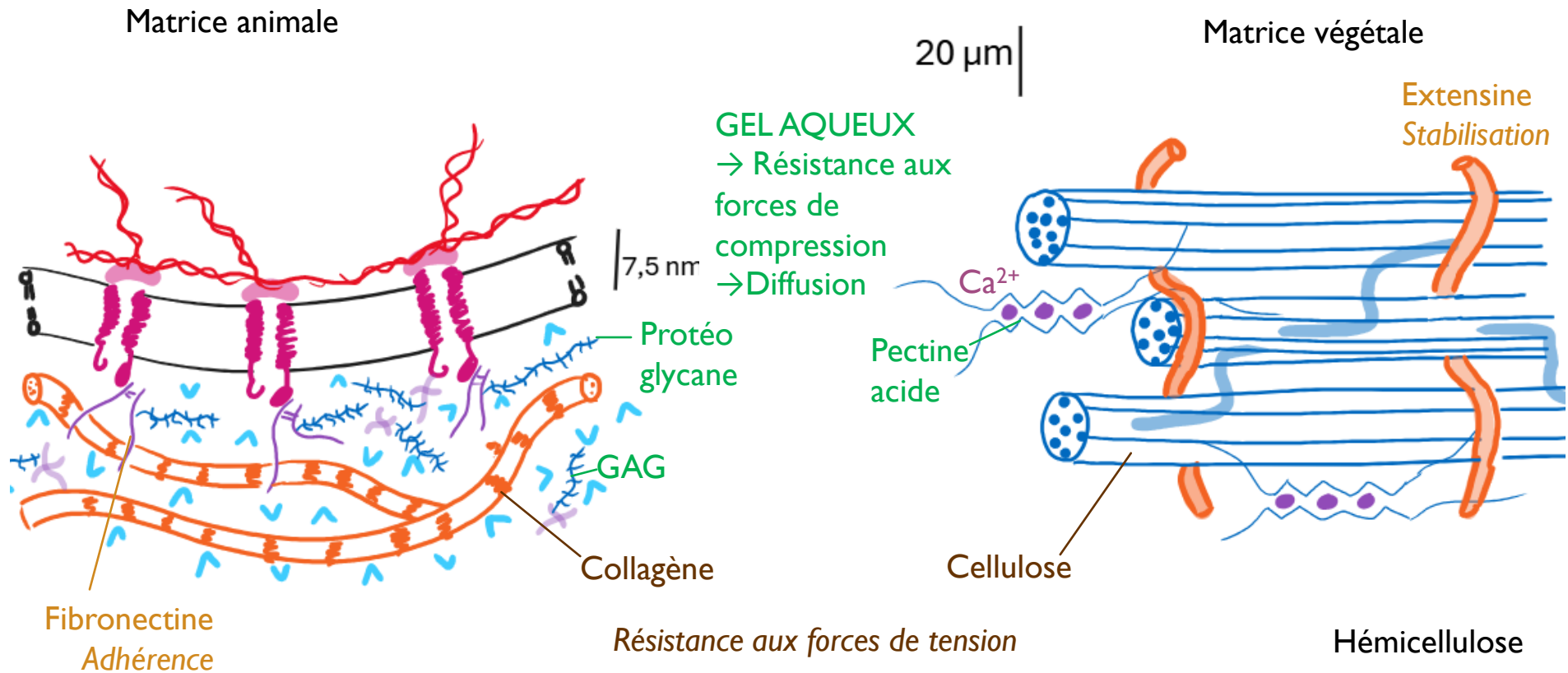


Le cartilage : rôle dans l'absorption des chocs (Alberts 2017)

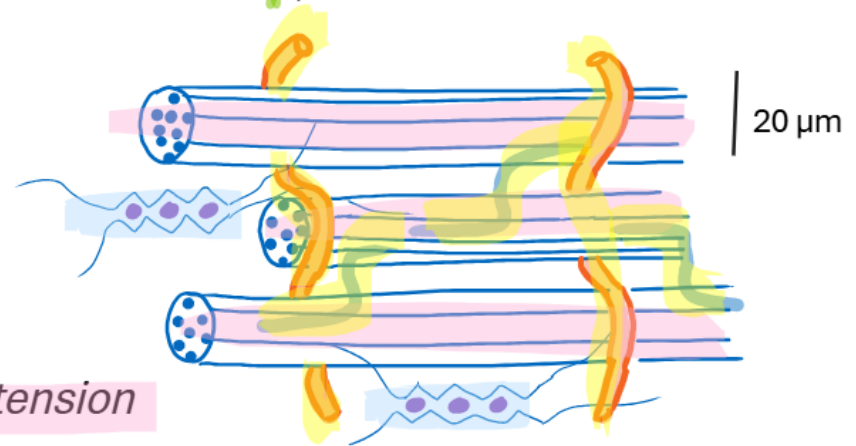
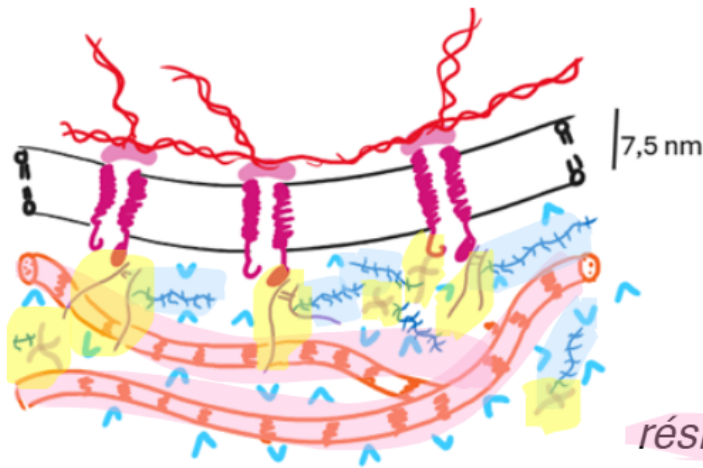
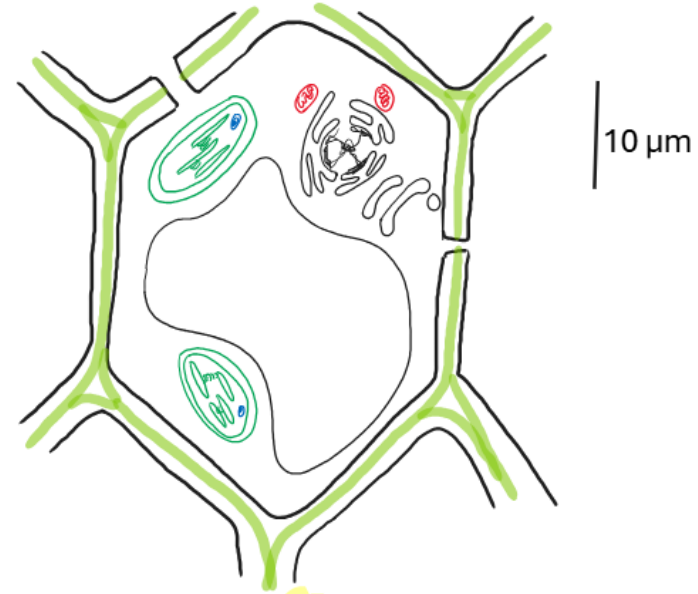
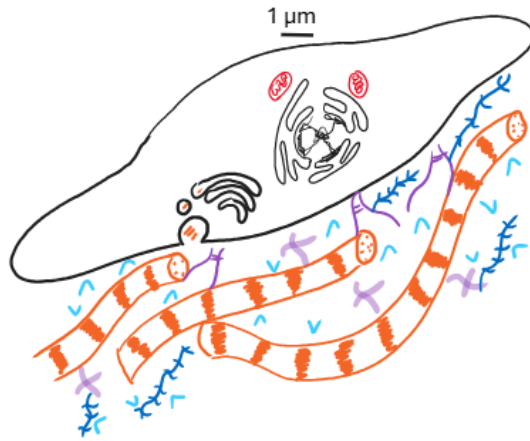
A. STRUCTURE EN RÉSEAU DES MATRICES EXTRACELLULAIRES ET RÉSISTANCE MÉCANIQUE DES TISSUS

2. Un gel glucidique hydrophile résistant à la compression.

2.3. Convergence structurale et fonctionnelle entre ces deux types de molécules pariétales



Bilan sur la composition de la MEC des tissus conjonctifs animaux



résistance à la tension

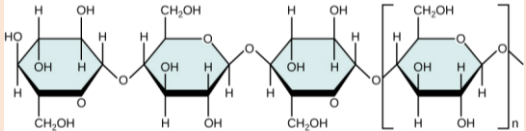
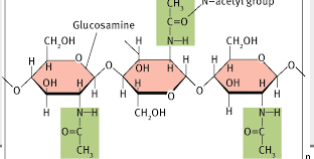
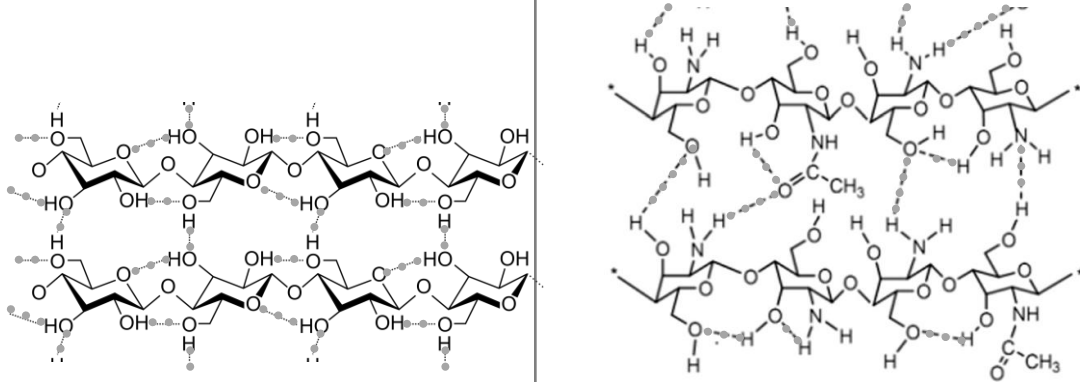
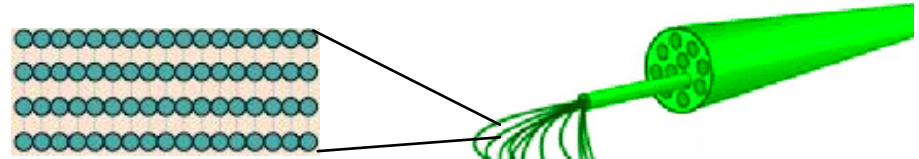
résistance à la compression

stabilisation, organisateur de réseau



BILAN

- Deux homoglycanes de structure importante :
 - cellulose
 - chitine
- Polymères **linéaires**, étirés et stabilisés par des **liaisons H** intra- et inter-chaines.
- Organisation en **fibres** de plus en plus larges, **résistantes** à la tension.
- Matériaux adaptés aux structures de **soutien** qui donnent leurs **formes** aux cellules et/ou aux organismes.

	Cellulose	Chitine
Origine	végétaux	animaux
Localisation	Paroi des cellules végétales	Exosquelette des insectes (cuticule) et crustacés (carapace)
Monomères	β -D-glucopyranose	N-acétyl- β -D-glucosamine (NAG)
Liaisons	$\beta(1 \rightarrow 4)$	
Structure		
		
		

BILAN

	Principaux groupes	Exemples	Formules	Fonctions
OSES	Trioses	Glycéraldéhyde Dihydroxyacétone	$C_3H_6O_3$	Métabolisme énergétique
	Pentoses	Ribose Désoxyribose	$C_5H_{10}O_5$ $C_5H_{10}O_4$	Structure des nucléotides
	Hexoses	Glucose, Fructose Galactose	$C_6H_{12}O_6$	Métabolisme énergétique
	OSIDES	Diosides	Maltose Lactose Saccharose	$C_{12}H_{22}O_{11}$ $C_{12}H_{22}O_{11}$
Polyosides		Amidon Glycogène	$\alpha-(C_6H_{10}O_5)_n$ $\alpha-(C_6H_{10}O_5)_n$	Réserve chez les végétaux Réserve des animaux et des mycètes
		Cellulose	$\beta-(C_6H_{10}O_5)_n$	Composant de la paroi végétale
		Polyosides hétérogènes (chitine des arthropodes, pectines des parois végétales) et glycoconjugués (protéoglycanes des matrices extracellulaires animales, glycoprotéines et glycolipides des membranes).		

SV-D-2-2 oses et polyosides

I. Les oses sont cycliques en solution

- A. Définition et nomenclature
- B. Chiralité et isomérisation
- C. Cyclisation et conséquences

II. Les oses sont solubles et réactifs dans l'eau

- A. Solubilité des oses
- B. Propriétés redox des oses
- C. Dérivés d'oses
- D. Synthèse et dégradation des oses
- E. Oses et fonction

III. Les oses peuvent s'associer par condensation

- A. Les liaisons glycosidiques
- B. Classification des osides
- C. Les polyosides de réserve
- D. Les polyosides structuraux
- E. **Les polyosides informationnels**



III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

E. LES POLYOSIDES INFORMATIONNELS

I. Rôle de certains protéoglycanes

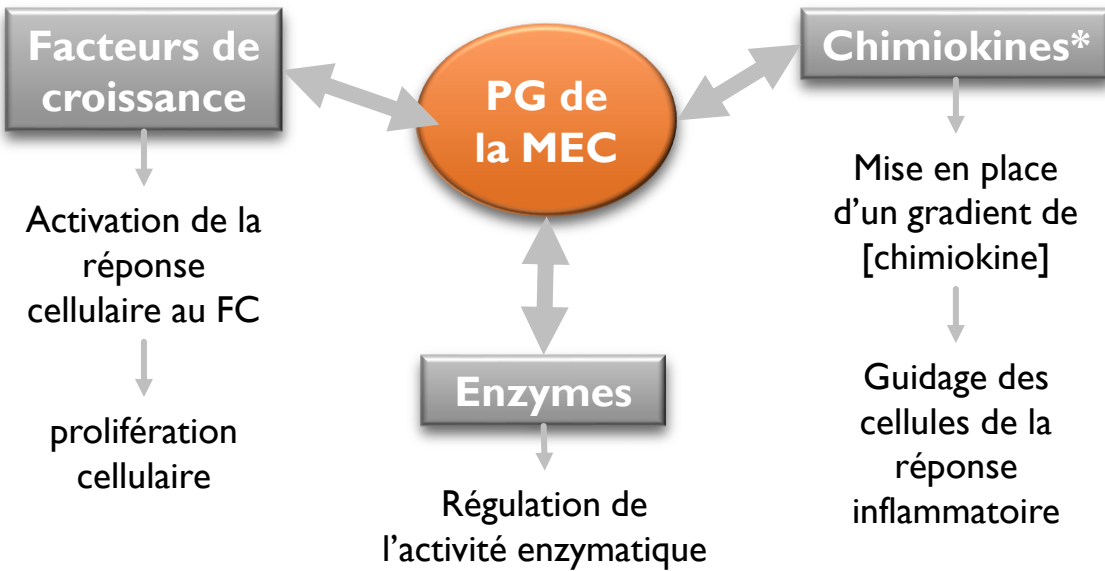
- PG de la MEC : rôle majeur dans la **signalisation** chimique entre cellules
- Par **interaction** avec d'autres molécules
→ modification du fonctionnement et/ou des effets de ces molécules

- PG membranaires (transmembranaires ou liés à une ancre GPI) : rôle de récepteurs ou de co-récepteurs

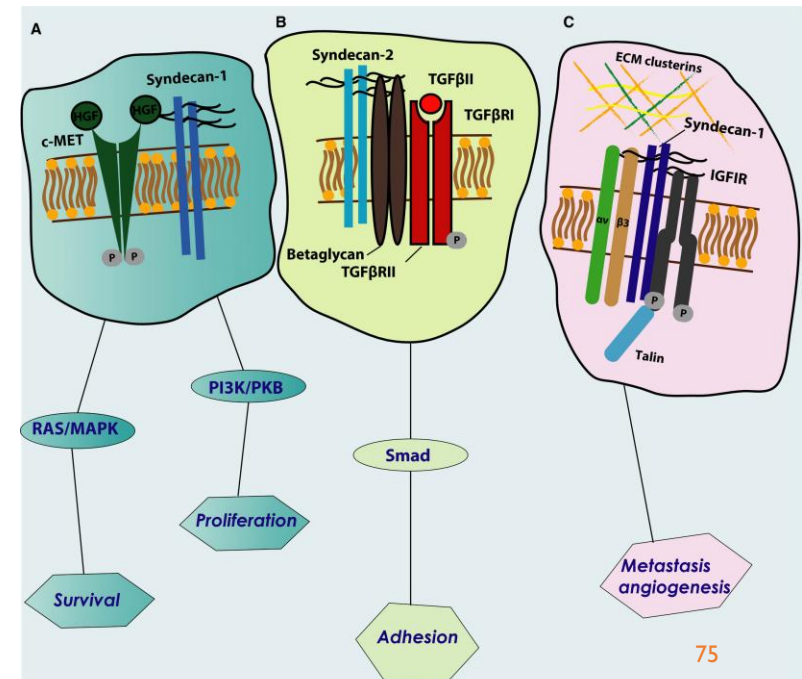


Les syndécanes

PG transmembranaires, à la surface de nombreux types cellulaires (ex: fibroblastes, cellules épithéliales)
→ Rôle de **récepteurs** aux protéines matricielles.



*Protéines sécrétées par les cellules endothéliales des vaisseaux sanguins lors de la **réponse inflammatoire**

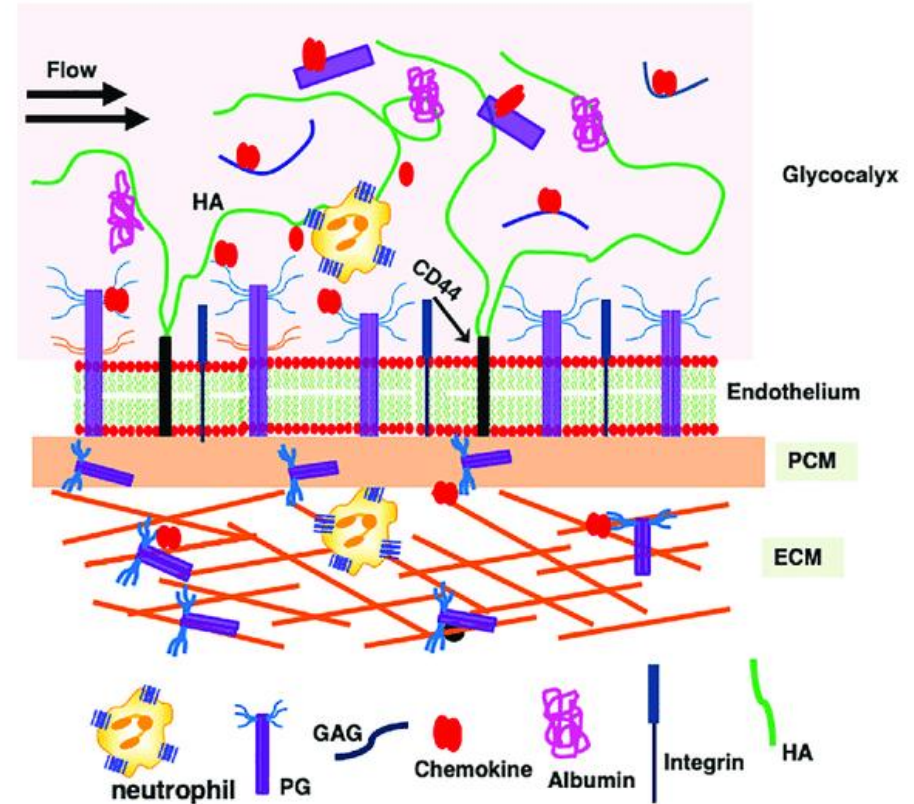


III. Les oses peuvent s'associer par condensation

E. LES POLYOSIDES INFORMATIONNELS

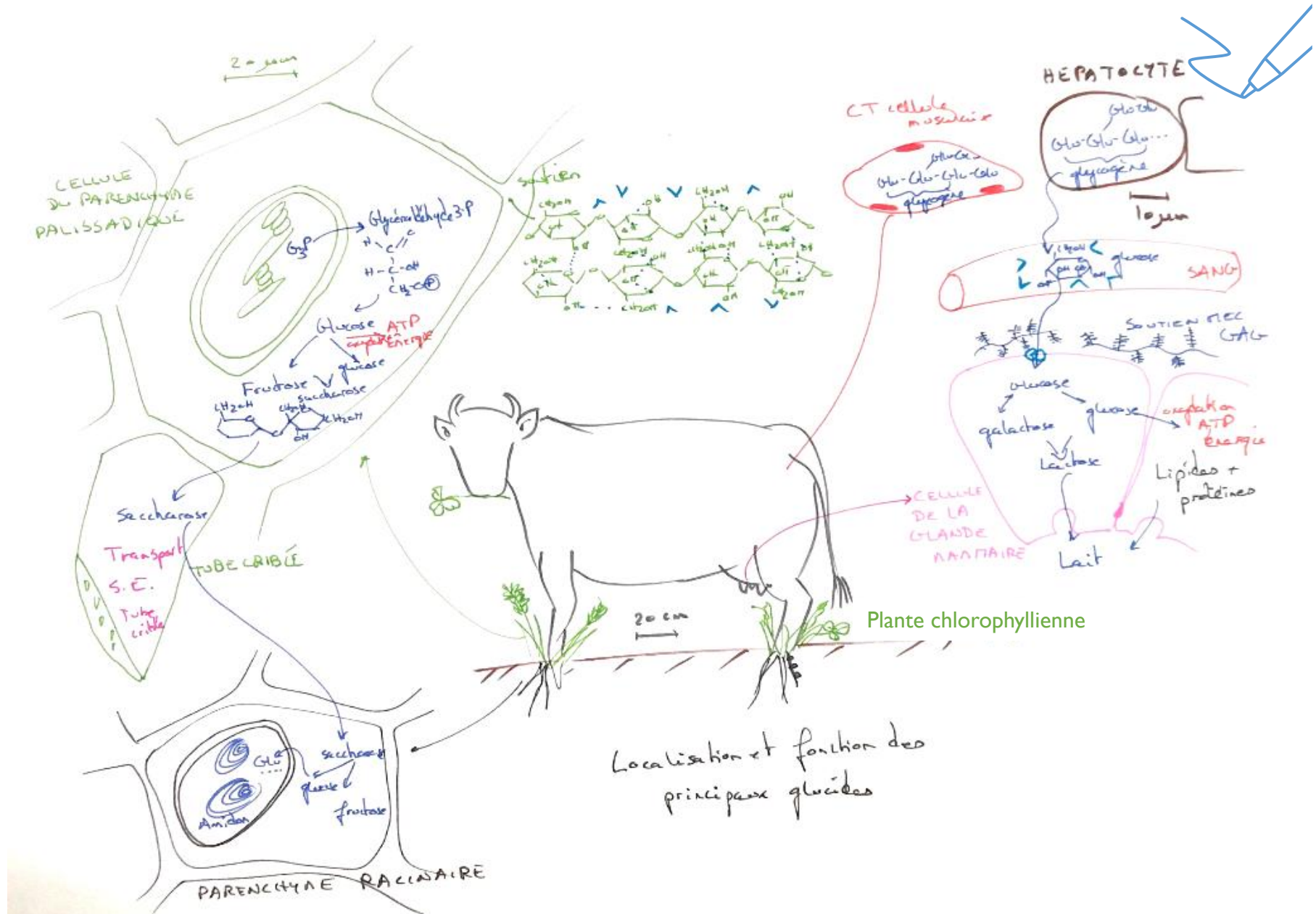
I. Rôle de certains protéoglycanes

- Protéoglycanes très abondants et très variés dans les MEC
 - rôle majeur dans la **signalisation chimique** entre les cellules = **GLYCOCALYX**
 - ✓ Régulation de la **sécrétion cellulaire** de molécules comme des **facteurs de croissance**, par la partie protéique ou leur chaîne de GAG
 - ✓ Fixation sur d'autres protéines, comme des **protéases** (action protéolytique) et régulent leur activité (ex : évite la dégradation d'une protéine)
 - ✓ Interaction avec des **chimiokines** et fixation localisée formant un gradient de concentration moléculaire extracellulaire, permettant le **chiotaxisme** (attirer une cellule ou une structure par un gradient chimique, comme lors d'inflammation).







A schematic showing how proteoglycan interactions regulate chemokine-mediated neutrophil trafficking. Endothelial glycocalyx consists of a number of secreted PGs and various proteins such as albumin that functions as a barrier between blood flow and the endothelium. Critical components of the endothelium and glycocalyx are labeled. This figure is not drawn to scale, and its purpose is to illustrate different anatomical regions that are involved in chemokine-mediated neutrophil recruitment to the insult site.

https://www.researchgate.net/figure/A-schematic-showing-how-proteoglycan-interactions-regulate-chemokine-mediated_fig2_340895961



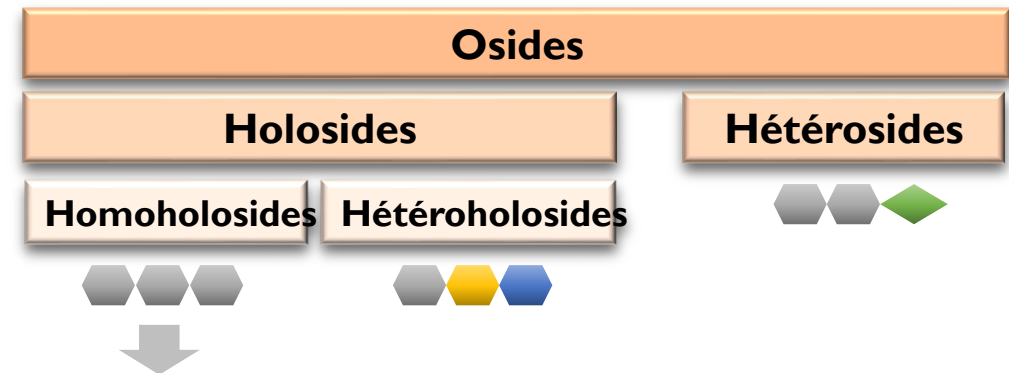
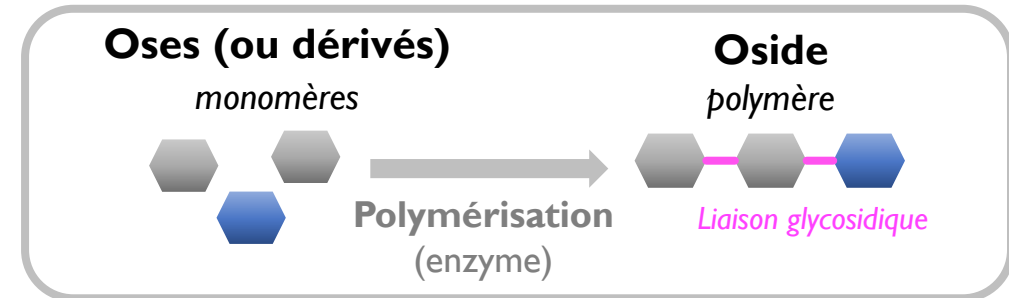


Oses ou dérivés d'oses   

aglycone 

BILAN

- Les **osides** sont des **polymères d'oses** (ou dérivés).
- Il en existe une grande **diversité**, due à...
 - la diversité des monomères (oses et dérivés d'oses)
 - la diversité des liaisons entre oses
 - la diversité de longueur des polymères (2 à 10^6)
 - **l'absence d' « encodage »**
- Les **holosides** ont des rôles biologiques importants.
 - On distingue :
 - ✓ Les *homoholosides* ou *homoglycanes*
 - ✓ Les *hétéroholosides* ou *hétéroglycanes*
 - Les **homoglycanes** assurent principalement 2 fonctions :
 - ✓ réserve (*amidon, glycogène*)
 - ✓ structure (*cellulose, chitine*)
 - Le type de liaison entre monomères est déterminant pour la structure et la fonction des osides.



	Réserve	Structure
Types de liaisons	$\alpha(1 \rightarrow 4)$ + $\alpha(1 \rightarrow 6)$	$\beta(1 \rightarrow 4)$
Structure des molécules	Ramifiée, compacte, amorphe	Linéaire, rigide, polycaténaire
Exemples	Amidon Glycogène	Cellulose Chitine

BILAN

Quelques exemples de polysides importants

Molécule	Rôle	Localisation	Monomère	Liaison	Structure générale
Amylose (amidon)	Réserve chez les végétaux	Intracellulaire dans les tubercules, graines...	α -D-glucopyranose	Linéaire α – 1-4	Fibre linéaire enroulée
Amylopectine (amidon)			α -D-glucopyranose	Linéaire α – 1-4 Ramifications α – 1-6	Fibre ramifiée enroulée
Glycogène	Réserve chez les animaux	Intracellulaire dans le foie ou les muscles	α -D-glucopyranose	Linéaire α – 1-4 Ramifications α – 1-6	Fibre ramifiée enroulée
Cellulose	Structure : paroi des cellules végétales	Paroi des cellules végétales	β -D-glucopyranose	Liaisons β 1-4	Fibres linéaires stabilisées entre elles par des liaisons H
Chitine	Structure : exosquelette des arthropodes (cuticule ou carapace)	Squelette externe d'arthropodes	N-acétyl- β -D-glucosamine	Liaisons β 1-4	Fibres linéaires stabilisées entre elles par des liaisons H

Macromolécules

BILAN – LES GLUCIDES

- Les **glucides** (ou saccharides ou sucres) sont principalement **d'origine végétale** ; ils sont issus de la **photosynthèse** :
 - ✓ Faits de C,H,O
 - ✓ Formule générale : $(CH_2O)_n$
 - ✓ « hydrates de carbone »
- La classe des glucides rassemble une grande **diversité** de molécules.
 - ✓ On distingue **oses** et **osides**
 - ✓ Les osides sont des **polymères** d'oses
- Les glucides jouent un rôle central dans le **métabolisme énergétique** des cellules, mais ont aussi d'autres fonctions :
 - ✓ structure,
 - ✓ signalisation,
 - ✓ osmolarité
- Les glucides peuvent **s'associer** à d'autres **biomolécules** (peptides, protéines, lipides) pour former des structures complexes.
 - rôle structural ou de signalisation

Glucides = Saccharides = Sucres



	Oses (ou dérivés)	Osides
Structure	Monomères	Polymères
Fonctions	Source d'énergie (ATP) Constituants de macromolécules Rôle de signal	Réserve d'énergie Molécules structurales Rôle de signal
Effet sur l'osmolarité	oui	non
Exemples	Glucose, galactose, mannose Fructose Ribose Acide glucuronique N-acétylglucosamine	Saccharose, lactose Amidon, glycogène Cellulose, chitine Pectine, hémicellulose Acide hyaluronique

SUJETS D'ORAUX

- Les glucides dans les systèmes biologiques
- Les réserves glucidiques
- Glucides et énergie