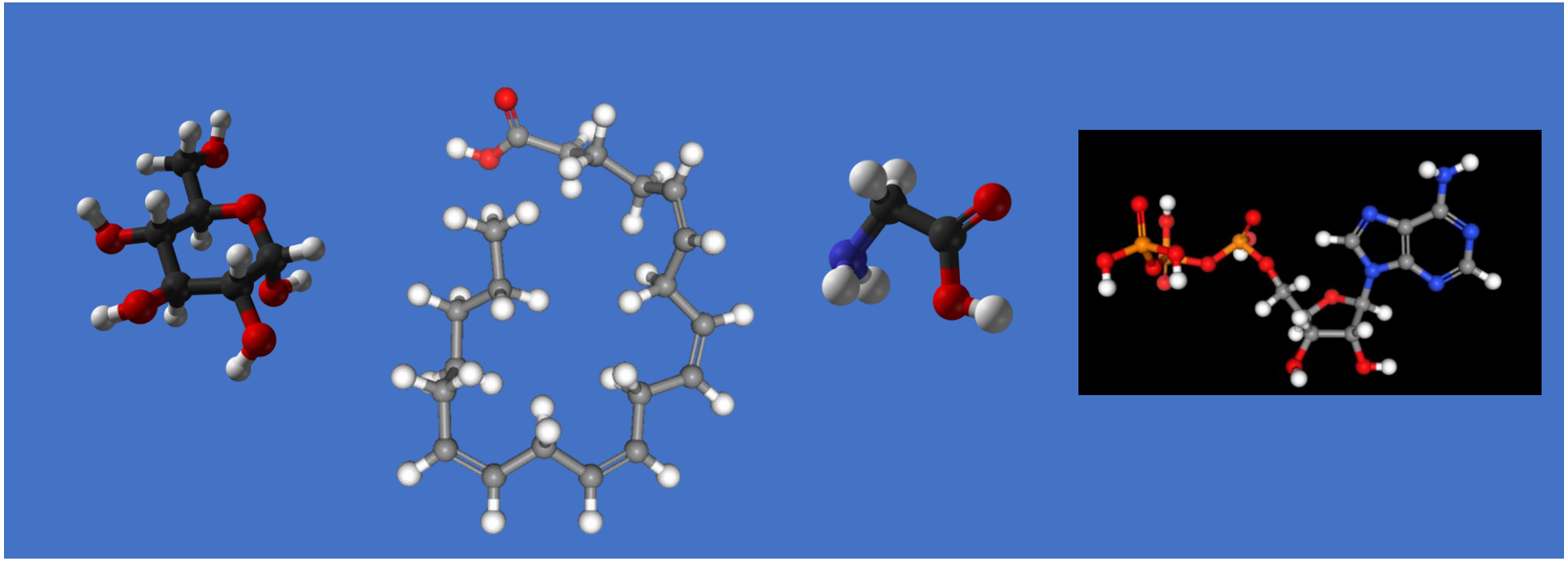
SV-D-2-2 OSES ET POLYOSIDES

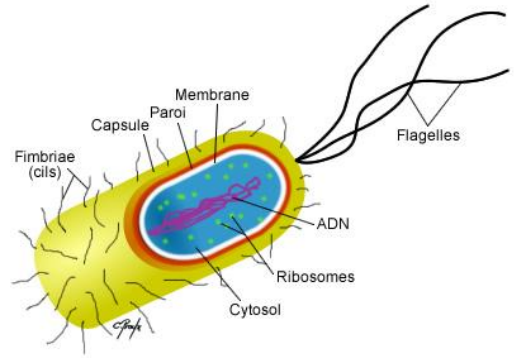
SV-D-ORGANISATION FONCTIONNELLE DES MOLÉCULES DU VIVANT

SV-D-2 LES GRANDES FAMILLES BIOCHIMIQUES



SV-D-2-2 oses et polyosides

INTRODUCTION GÉNÉRALE



Eubactérie

Cellule eucaryote

- 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**

	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 polyosides

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Connaissances clés à construire	Commentaires, capacités exigibles
Les oses sont des polyalcools, possédant un groupement carbonyle qui est soit une fonction aldéhyde (aldose), soit une fonction cétone (cétose). **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.** **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.**	- 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 polyosides

INTRODUCTION

Glucides = Saccharides = Sucres

Origine des glucides :
principalement végétale via la photosynthèse

$$6\ CO_2 + 12\ H_2O \xrightarrow{\text{Énergie lumineuse}} \underset{\text{sucre}}{C_6H_{12}O_6} + 6\ O_2 + 6H_2O$$

Sources de glucides

Fruits

Céréales

Tubercules

Cuticule des insectes

Sève (sirop d'érable)

Miel

Foie

Lait

SV-D-2-2 oses et polyosides

INTRODUCTION

Glucides = Saccharides = Sucres

Glucide : n.m. biomolécule constituée d'oses

X = 1

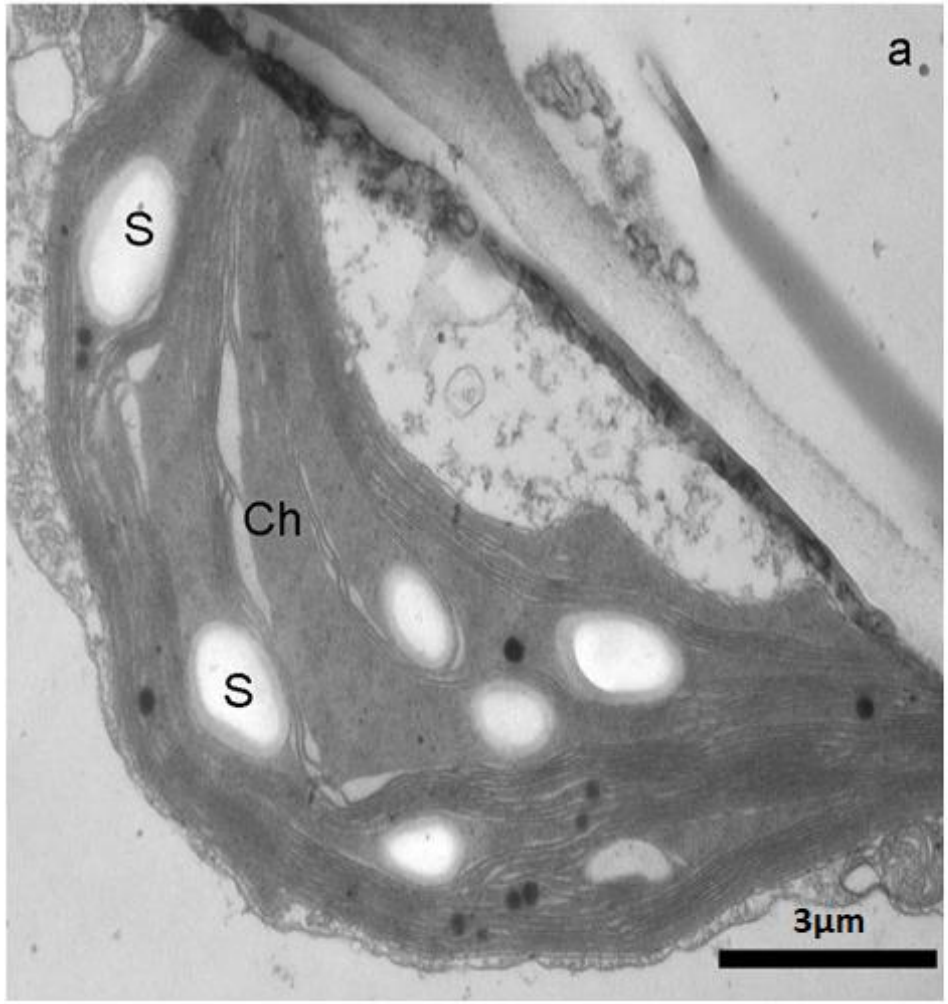
X > 1

X: nombre de monomères

Oses = glucides simples

Osides = glucides complexes

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



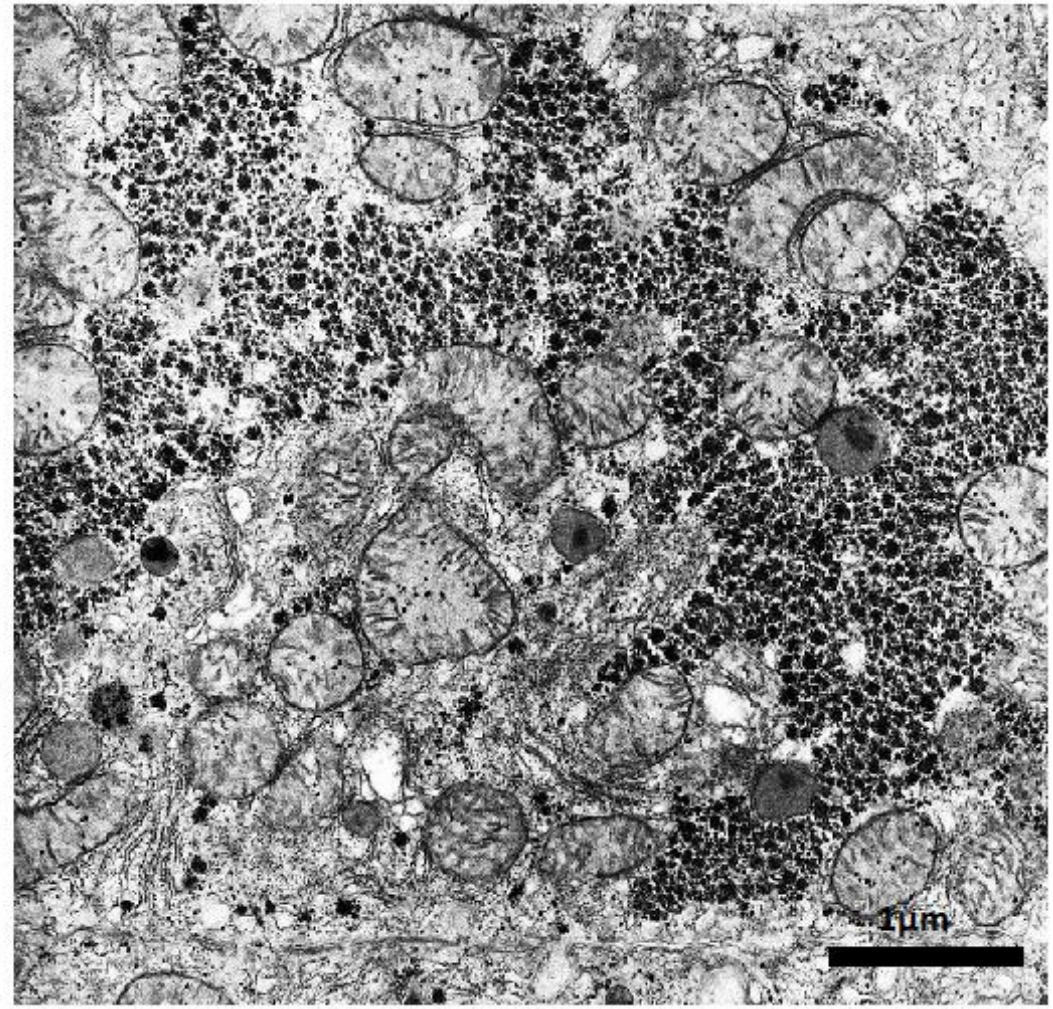


Figure 1 : Un chloroplaste riche en grains d'amidon et un cytoplasme de cellule hépatique contenant du glycogène, observés au MET.

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

SV-D-2-2 oses et polyosides

I. **Les oses sont cycliques en solution**

- A. Définition et nomenclature
- B. Chiralité et isomérie
- 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

I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

A. DÉFINITION ET NOMENCLATURE

Formule brute du glucose et du fructose :

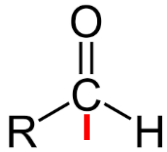
$C_6H_{12}O_6$

- Les oses sont des molécules **ternaires,** faites de **C,H,O**

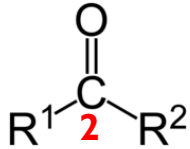
- Ce sont des **hydrates de carbone ;** formule générale :
  - ✓ $(CH_2O)_n$ avec $3 \leq n \leq 7$
  - ✓ *Exceptions – ex: désoxyribose*

- Un **ose** comprend :
  - ➢ **un groupement carbonyle**

Aldéhyde



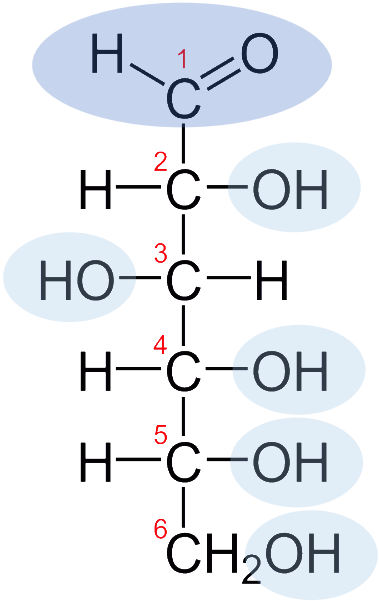
Cétone



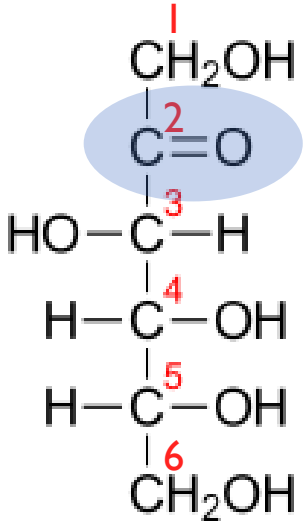
  - ➢ plusieurs **groupements hydroxyles** (1 par C en général)

→ **Ces sont de polyalcools**

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 :
  1) de la fonction **carbonyle :** aldéhyde ou cétone
  2) du **nombre** de **carbones :** de 3 à 7 C

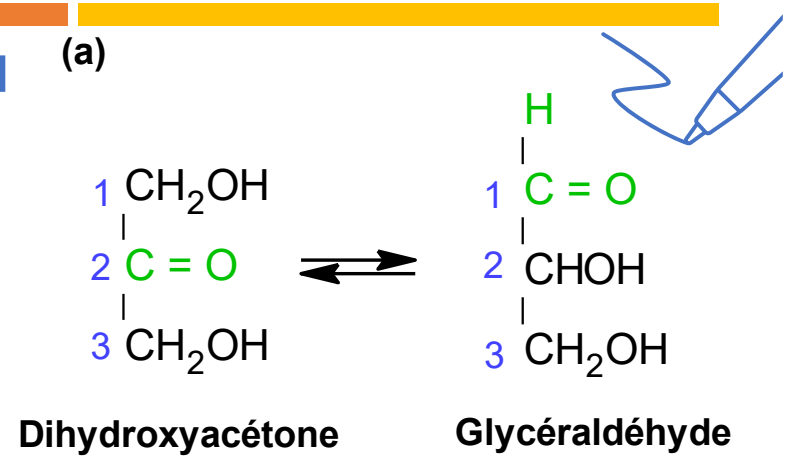


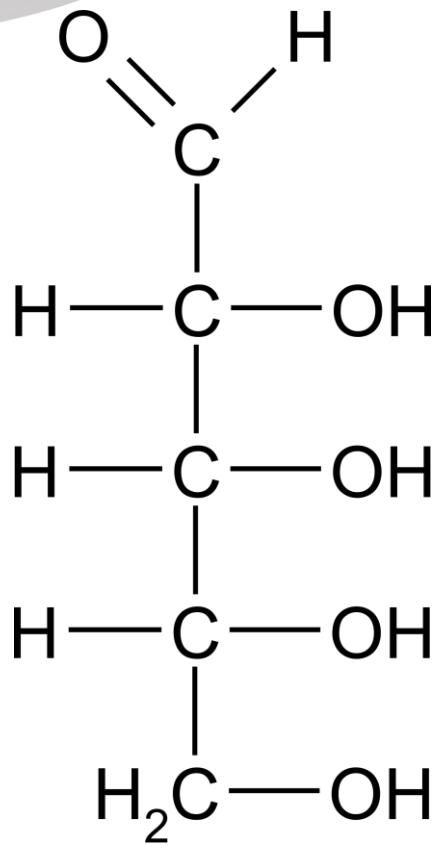
Figure 2 : Formules linéaires de la dihydroxyacétone et du glycéraldéhyde (a)

Nombre de C		Aldéhyde		Cétone	
		Aldose		**Cétose**	
3 C	**Triose**	Aldotriose	*Ex: glycéraldéhyde*	Cétotriose	*Ex: dihydroxyacétone*
4 C	**Tétrose**	Aldotétrose		Cétotétrose	
5 C	**Pentose**	Aldopentose	*Ex: ribose*	Cétopentose	*Ex: ribulose*
6 C	**Hexose**	Aldohexose	*Ex: glucose, galactose*	Cétohexose	*Ex: fructose*
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

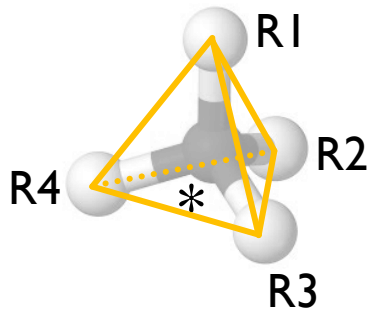
B. CHIRALITÉ ET ISOMÉRIE

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

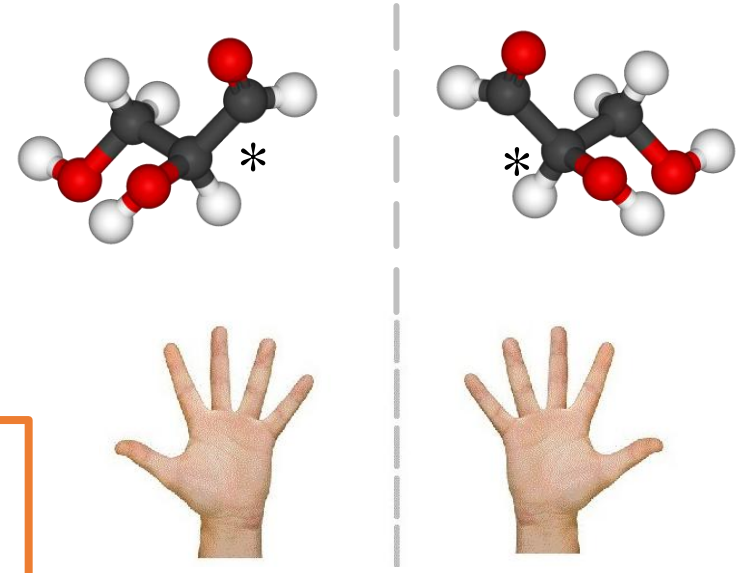
1. Définition

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

Carbone asymétrique : carbone portant 4 groupes différents



Deux énantiomères (molécules chirales)



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

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

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

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

I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

B. CHIRALITÉ ET ISOMÉRIE

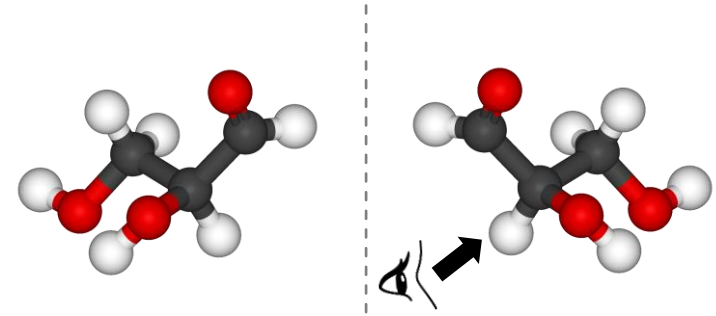
2. Cas du glycéraldéhyde

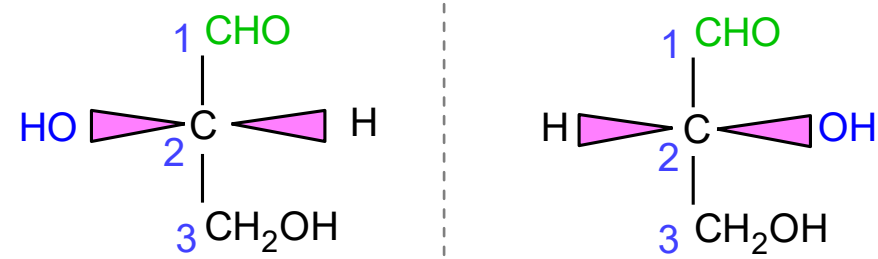
- L'ose chiral le plus simple est le glycéraldéhyde (aldose)
  → 2 stéréoisomères : forme **L** et forme **D**

- Les formes L et D sont définies à partir de la **projection de Fischer**, par convention :

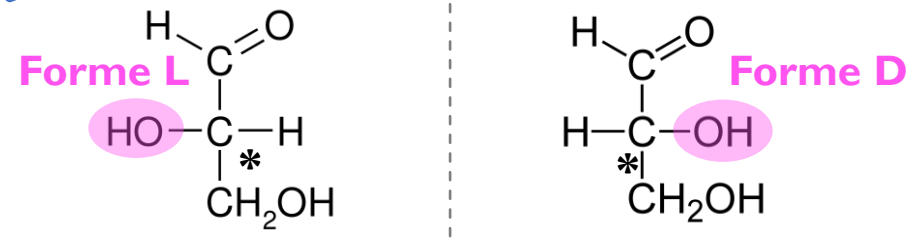
Dans la **projection de Fischer,** quand le groupement **carbonyle** est **en haut** ; et que le –OH est…
- ✓ …à droite → **forme D**
- ✓ …à gauche → **forme L**

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

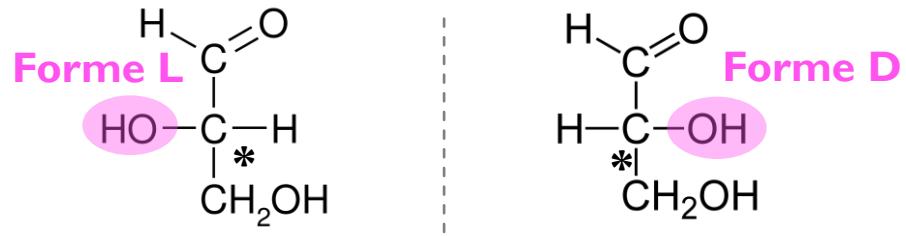
- Pour les oses plus complexes, il y a plusieurs C*
- Pour chaque C*, 2 **stéréoisomères** (images en miroir)
- On généralise alors la définition des formes L et D du glycéraldéhyde

Convention

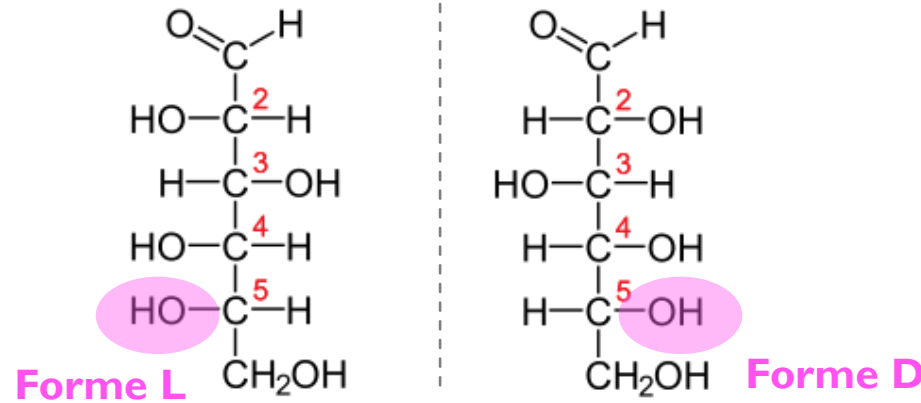
Dans la **projection de Fischer,** quand le groupement **carbonyle** est **en haut,** avec le –OH du C* de plus grand nombre …

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

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



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

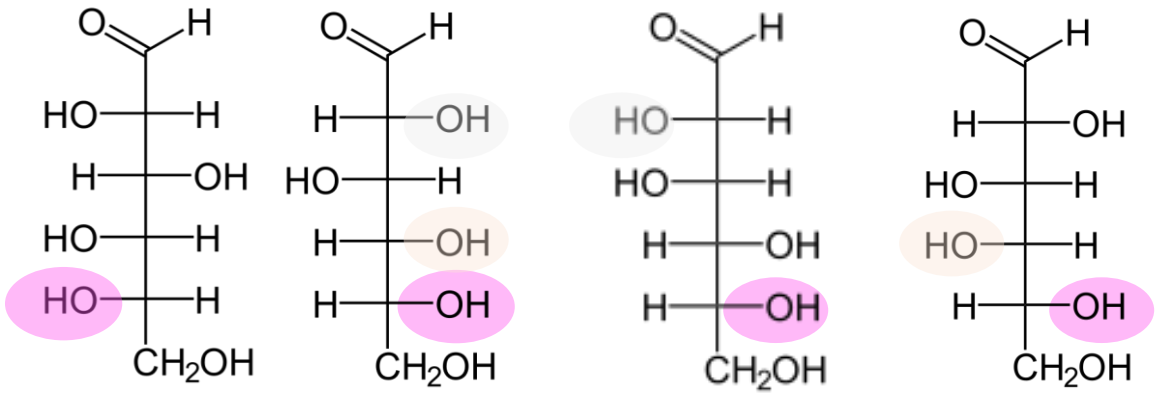
4. Conséquences

- 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**.
  - ✓ <u>Exception</u> : 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.



L-Glucose **D-Glucose** **D-Mannose** **D-Galactose**

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

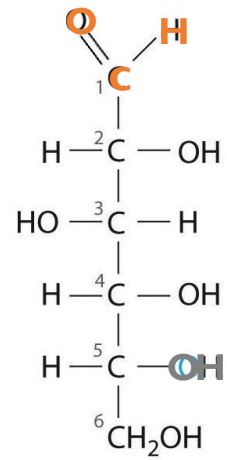
1. Principe

- En solution, les **oses** (≥ 5 C) **se cyclisent** par une réaction intramoléculaire entre :
  - La fonction **carbonyle très réactive**
  - Un groupe **hydroxyle** éloigné

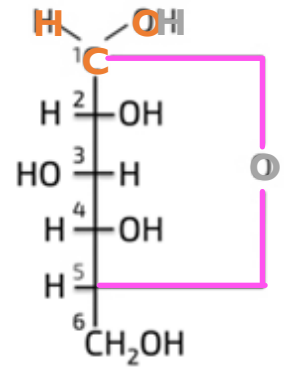
  → Formation d'un **hémiacétal** où C = **carbone hémiacétalique**

  → 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

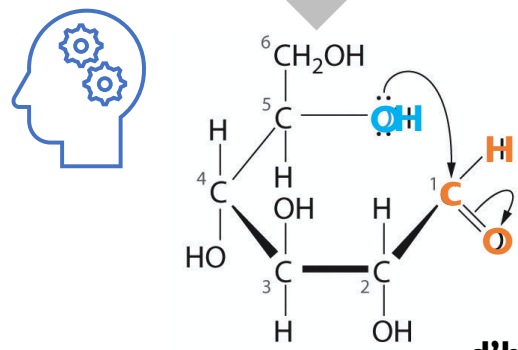


Projection de Fischer (linéaire)

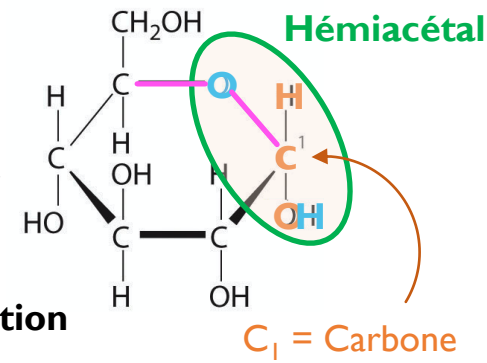


Pont oxydique (liaison éther)

Représentation de Tollens (cyclique et plane)



Réaction d'hémiacétylation



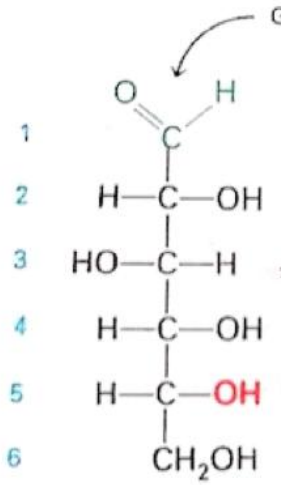
Projection de Haworth (cyclique, en perspective)

I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

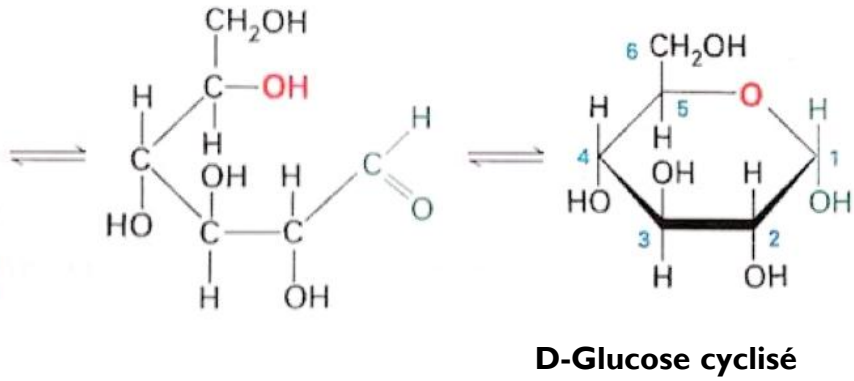
C. CYCLISATION ET CONSÉQUENCES

2. Diversité des cycles

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

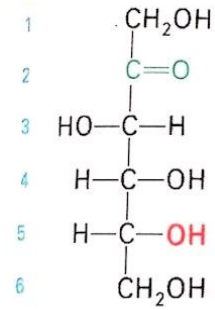


D-Glucose
(Forme linéaire)

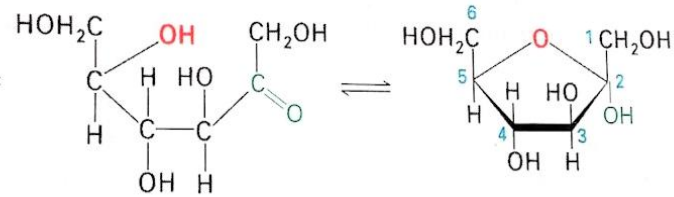


Cyclisation du Glucose

D-Glucose cyclisé

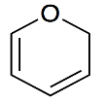
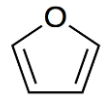
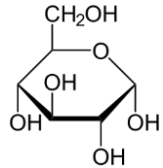
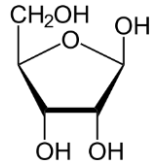


D-Fructose



D-Fructose cyclisé

Cyclisation du Fructose

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 

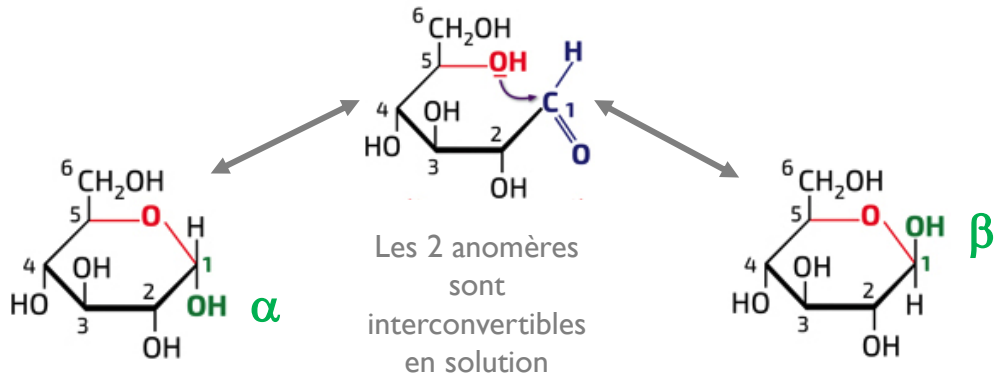
I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

C. CYCLISATION ET CONSÉQUENCES

3. Conséquence : l'anomérie

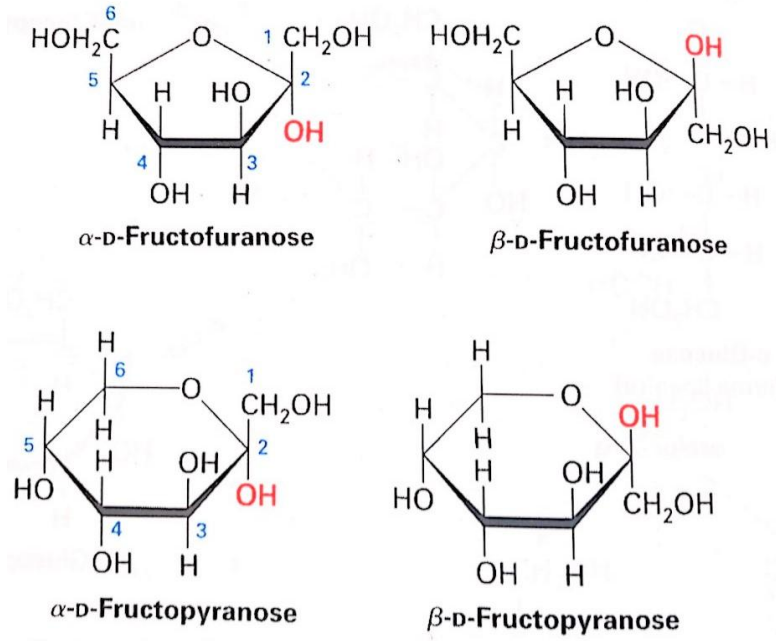
- La cyclisation entraine l'apparition d'un nouveau C* (C hémiacétalique)

- 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 »)



α-D-Glucopyranose **β-D-Glucopyranose**

Les 2 anomères du D-glucose

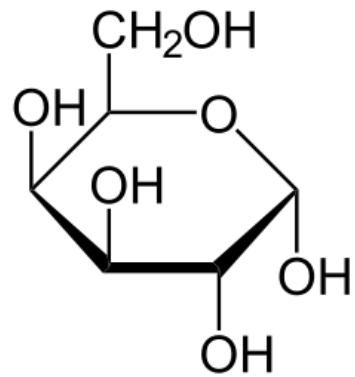


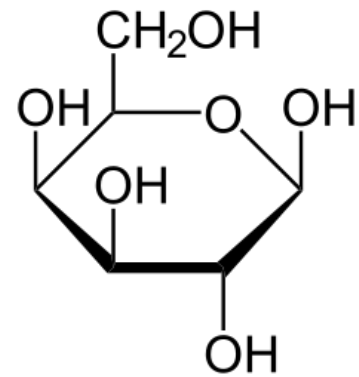
Les anomères du D-fructose

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

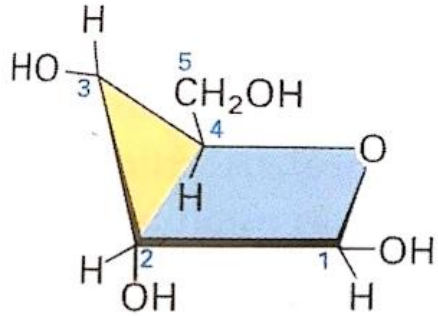
C. CYCLISATION ET CONSÉQUENCES

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

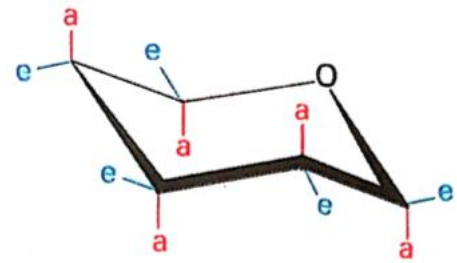
- Les **furanoses** peuvent prendre la conformation **enveloppe :**



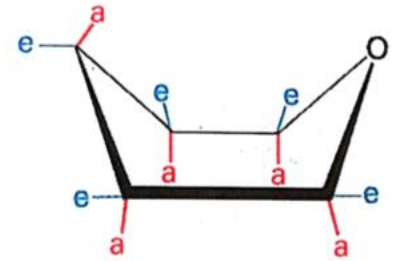
Convention de représentation

- 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

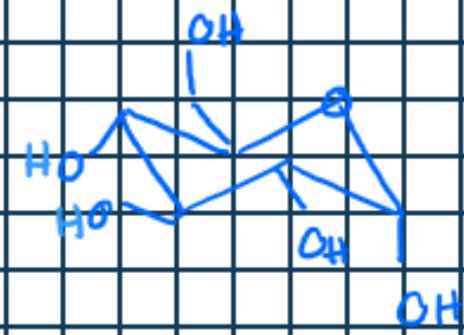


Conformation chaise

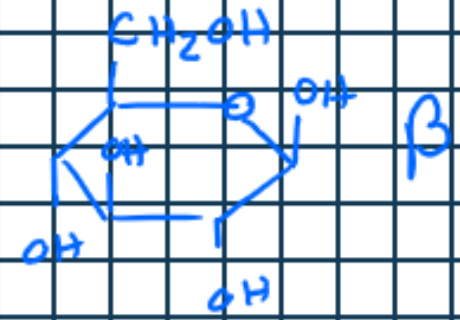


Conformation bateau

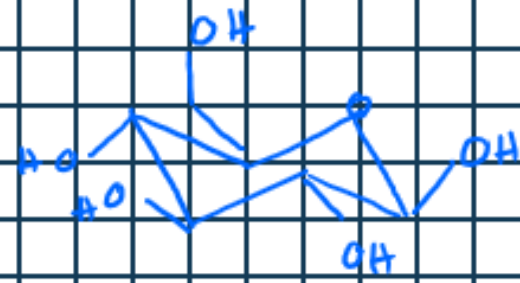
Projection de Haworth



Conformation chaise, anomérie alpha



Projection de Haworth



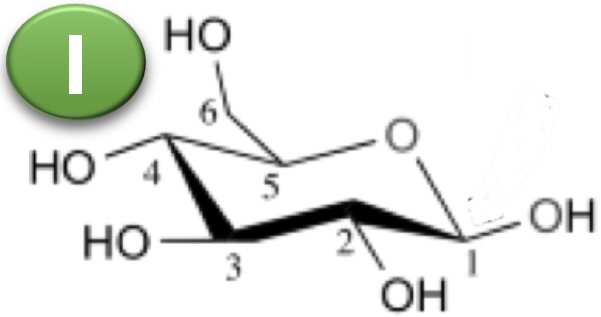
Conformation chaise, anomérie bêta

I. LES OSES SONT CYCLIQUES EN SOLUTION

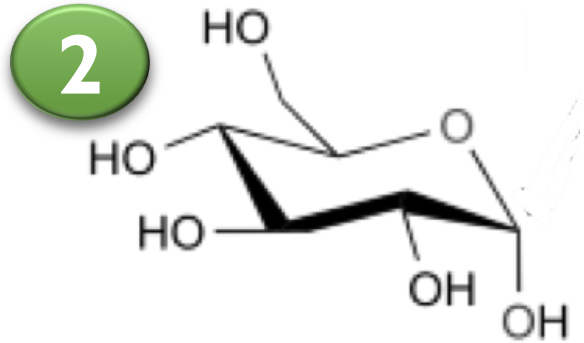
Laquelle de ces 2 représentations correspond au α-D-Glucopyranose ? Laquelle est la plus stable ?

Les 2 anomères du D-Glucopyranose

1



2



SV-D-2-2 oses et polyosides

I. **Les oses sont cycliques en solution**

A. Définition et nomenclature

B. Chiralité et isomérie

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

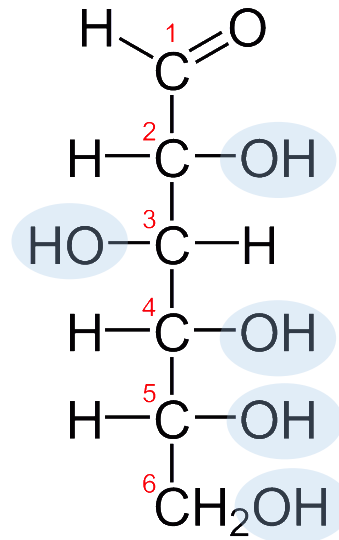
E. Les polyosides informationnels

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

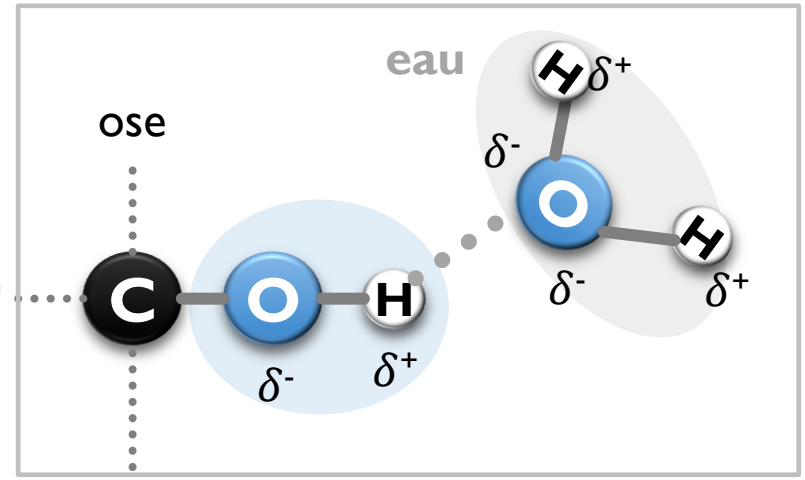
A. SOLUBILITÉ DES OSES

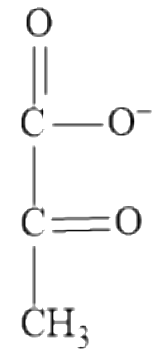
- Nombreuses fonctions **hydroxyles** (-OH) sur les oses
  - Molécules **polaires** mais non chargées
  - Liaison H

- 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*

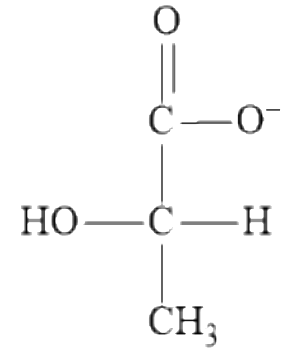


Glucose





pyruvate



lactate

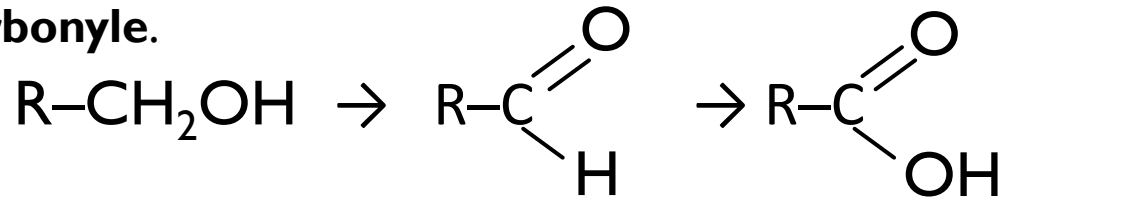
Rem : Certains dérivés d'oses sont également chargés
Ex : pyruvate ou lactate

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

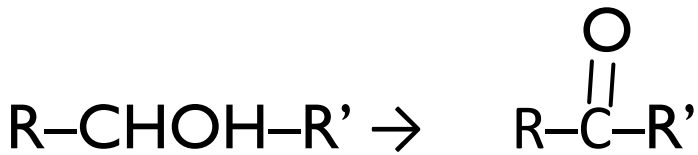
B. PROPRIÉTÉS REDOX DES OSES

- 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**.

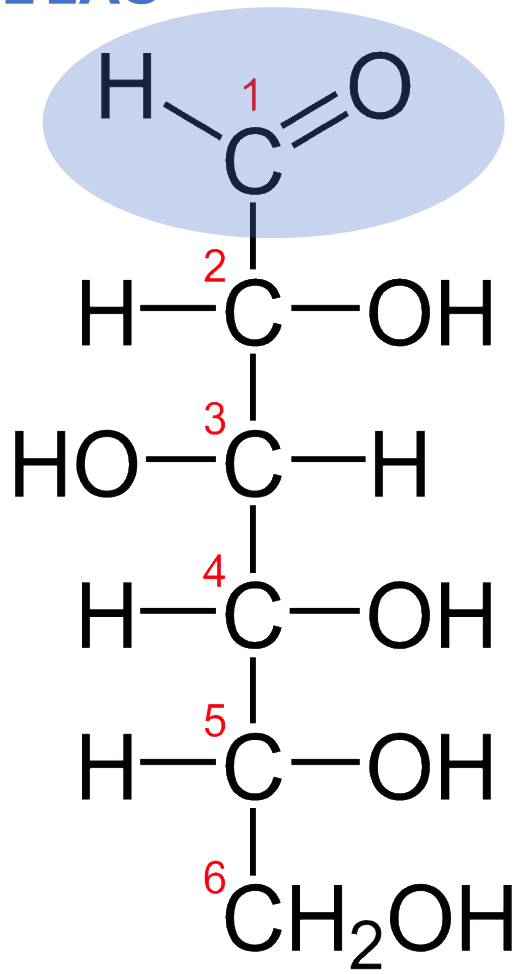


Alcool primaire — Aldéhyde — Acide carboxylique



Alcool secondaire — Cétone

Oxydation ménagée des alcools et aldéhyde



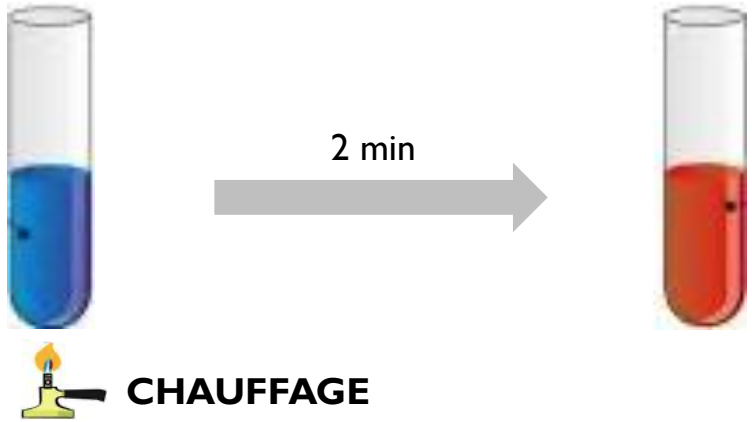
Formule développée du glucose

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

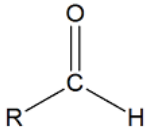
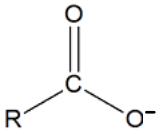
B. PROPRIÉTÉS REDOX DES OSES

- 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 cétoses ne sont pas réducteurs par leur fonction carbonyle

Liqueur de Fehling (milieu basique) + sucre réducteur



Précipité rouge brique

$2Cu^{2+}$ +  + 5 HO^- → Cu_2O +  + 3 H_2O

Ion cuivre (oxydant de l'aldéhyde)

Sucre réducteur

Oxyde cuivreux (précipité)

Sucre oxydé

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

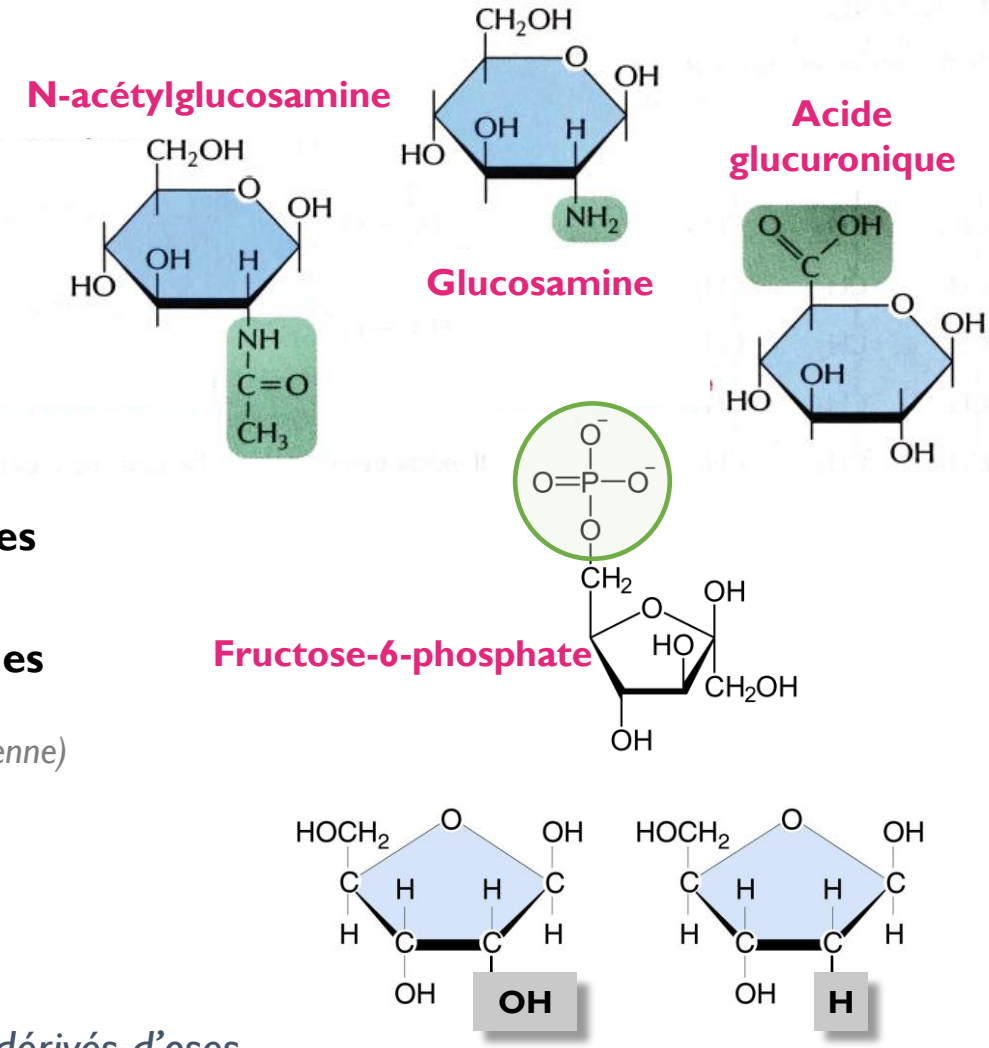
$CuSO_4$ → Cu^{2+} + SO_4^{2-}

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. SYNTHESE ET DEGRADATION DES OSES AU SEIN DU METABOLISME

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 CO_2 en carbone organique → autotrophie au carbone**.

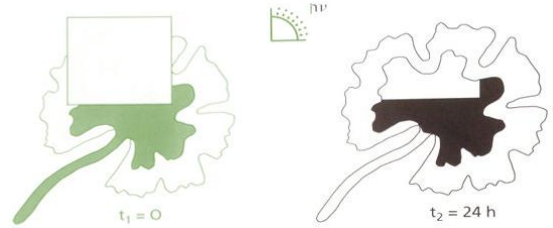
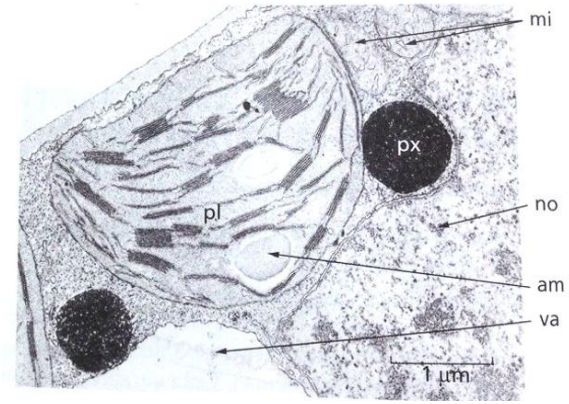


Figure 6.1 Mise en évidence de la synthèse d'amidon par les parties chlorophylliennes éclairées d'une feuille panachée de Pélargonium.



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)

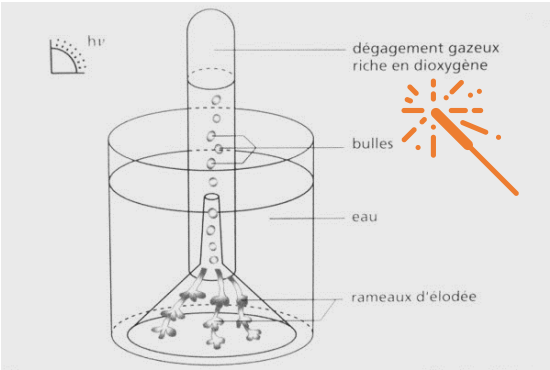
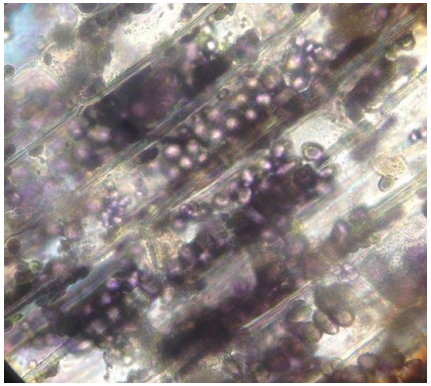


Figure 6.4 Dégagement de dioxygène par des rameaux d'Élodée éclairés.



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

D. SYNTHESE ET DEGRADATION DES OSES AU SEIN DU METABOLISME

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

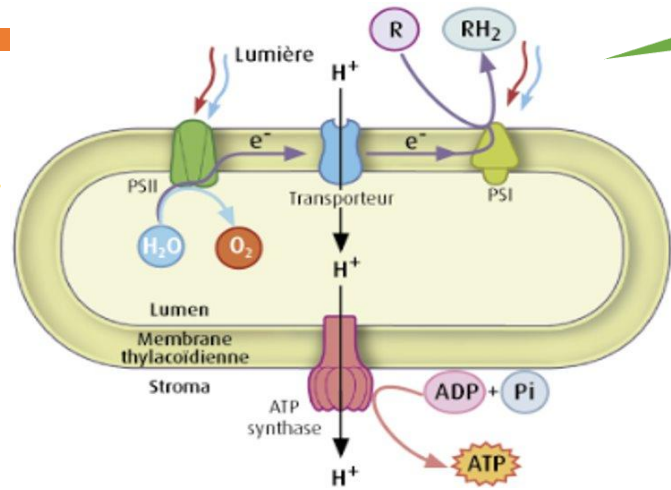
- **Deux phases de l**a photosynthèse :

➢ **Phase photochimique:** conversion de l'énergie lumineuse en **intermédiaires énergétiques** grâce à la chlorophylle ;

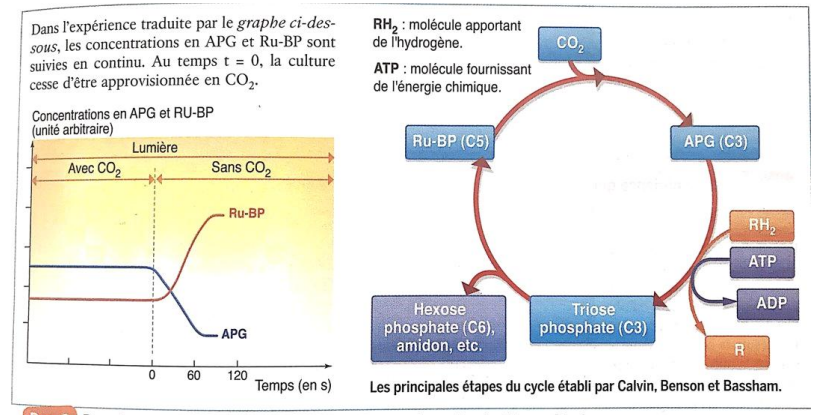
➢ **Phase non photochimique**, aussi appelée **cycle de Calvin:** utilisation des intermédiaires énergétiques pour **réduire le CO_2 en matière organique** (oses)

- ✓ oses produits par le cycle de Calvin = **glycéraldéhyde-3-phosphate**
- ✓ $3\ CO_2 + 3\ H_2O \rightarrow C_3H_6O_3 + 3\ O_2$
- ✓ **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

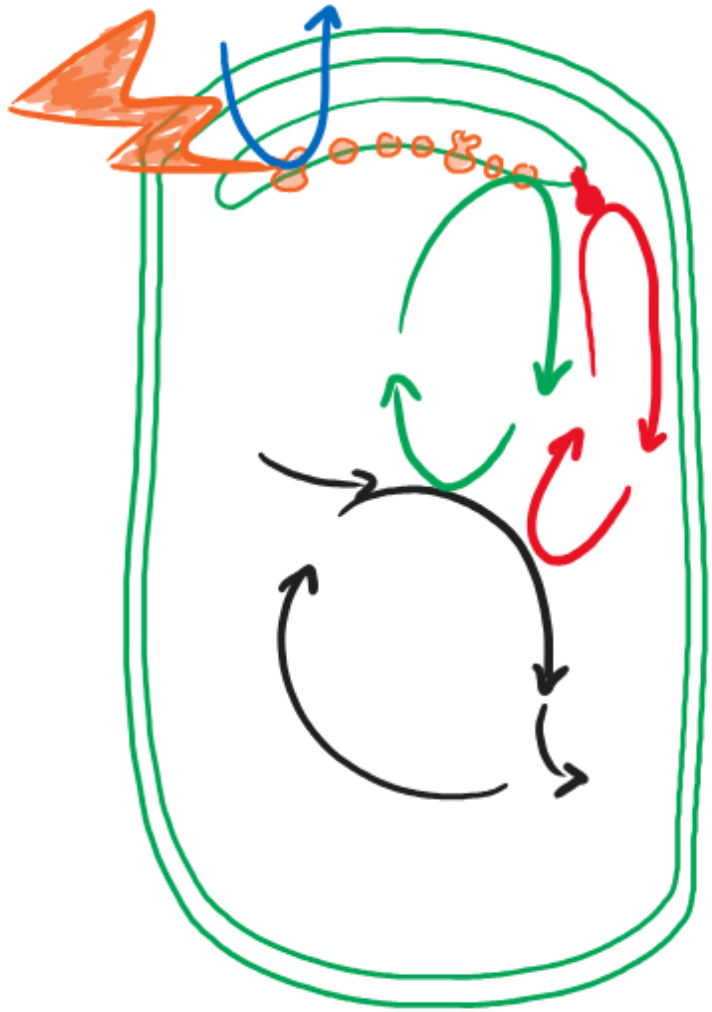


Doc. 3 Dans le stroma du chloroplaste, un cycle complexe de réactions chimiques.

Phase chimique de la photosynthèse : cycle de Calvin

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

http://jean-jacques.auclair.pagesperso-orange.fr/funaria/aveclugol.htm

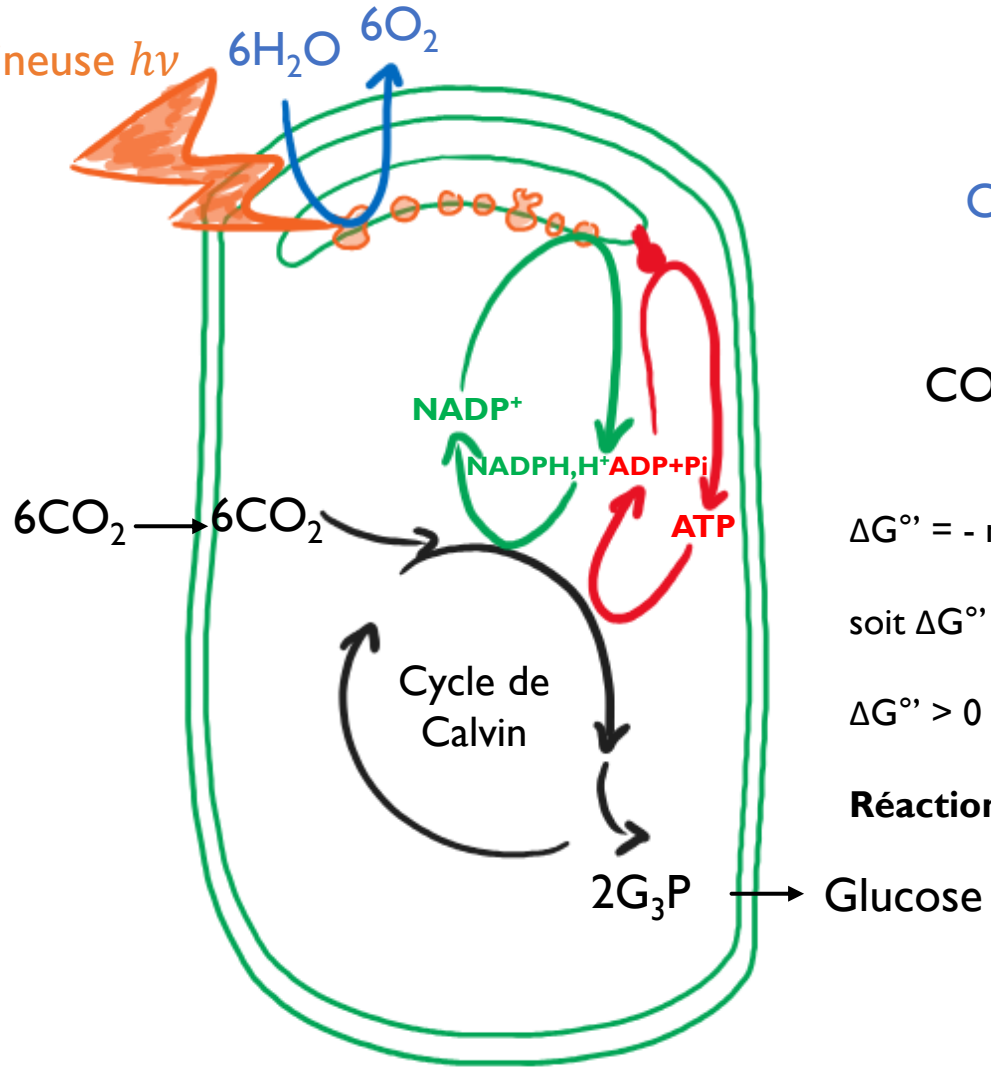


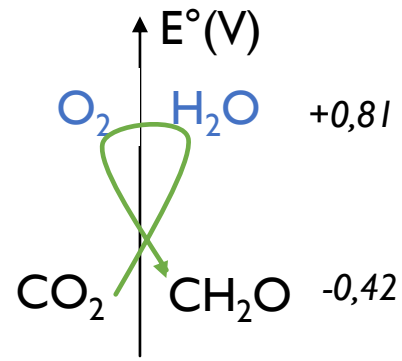
Formation d'oses au cours de la photosynthèse

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





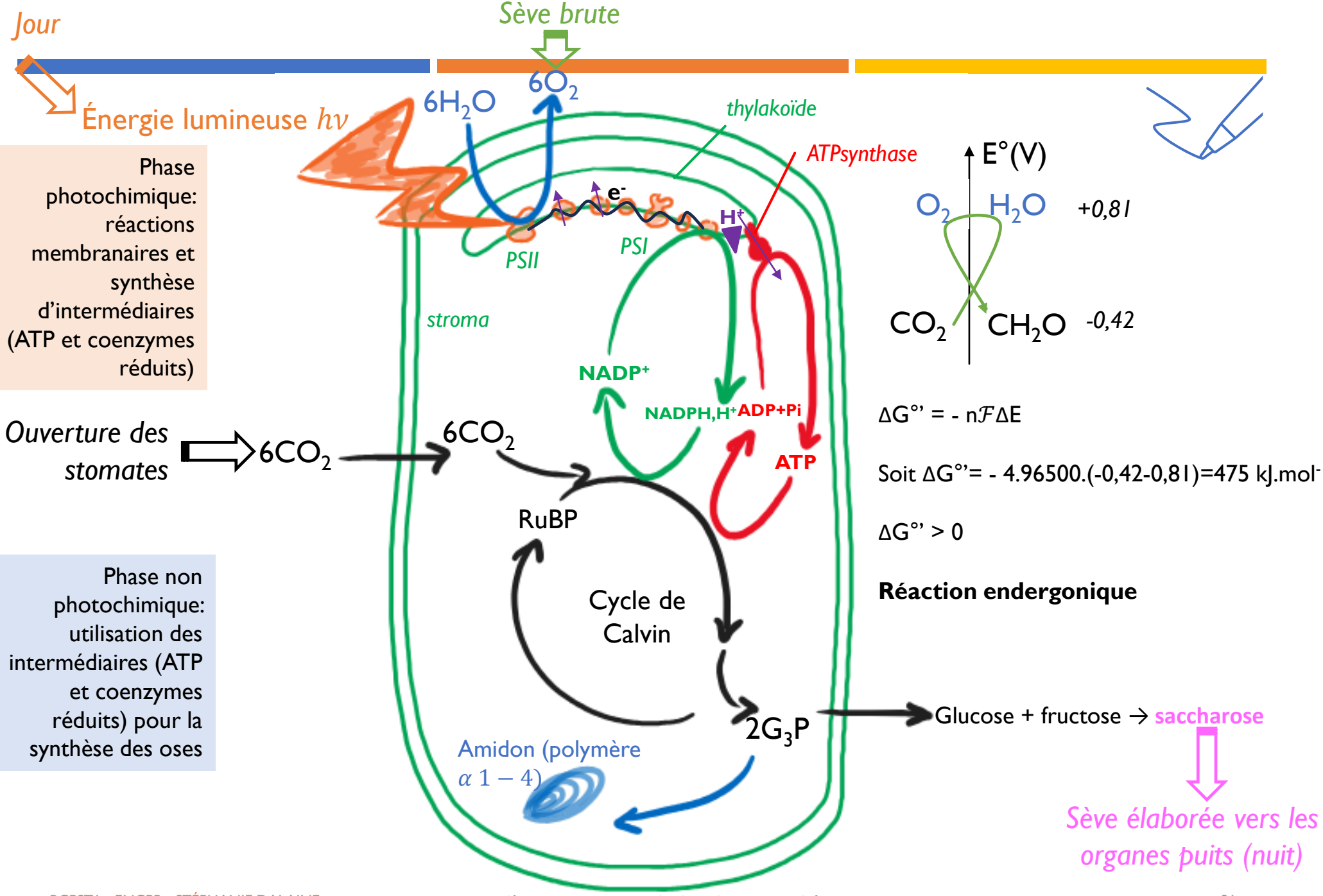
$\Delta G°' = - n\mathcal{F}\Delta E$

soit $\Delta G°' = -4.96\ 500.(-0,42-0,81) = 475\ kJ.mol^{-1}$

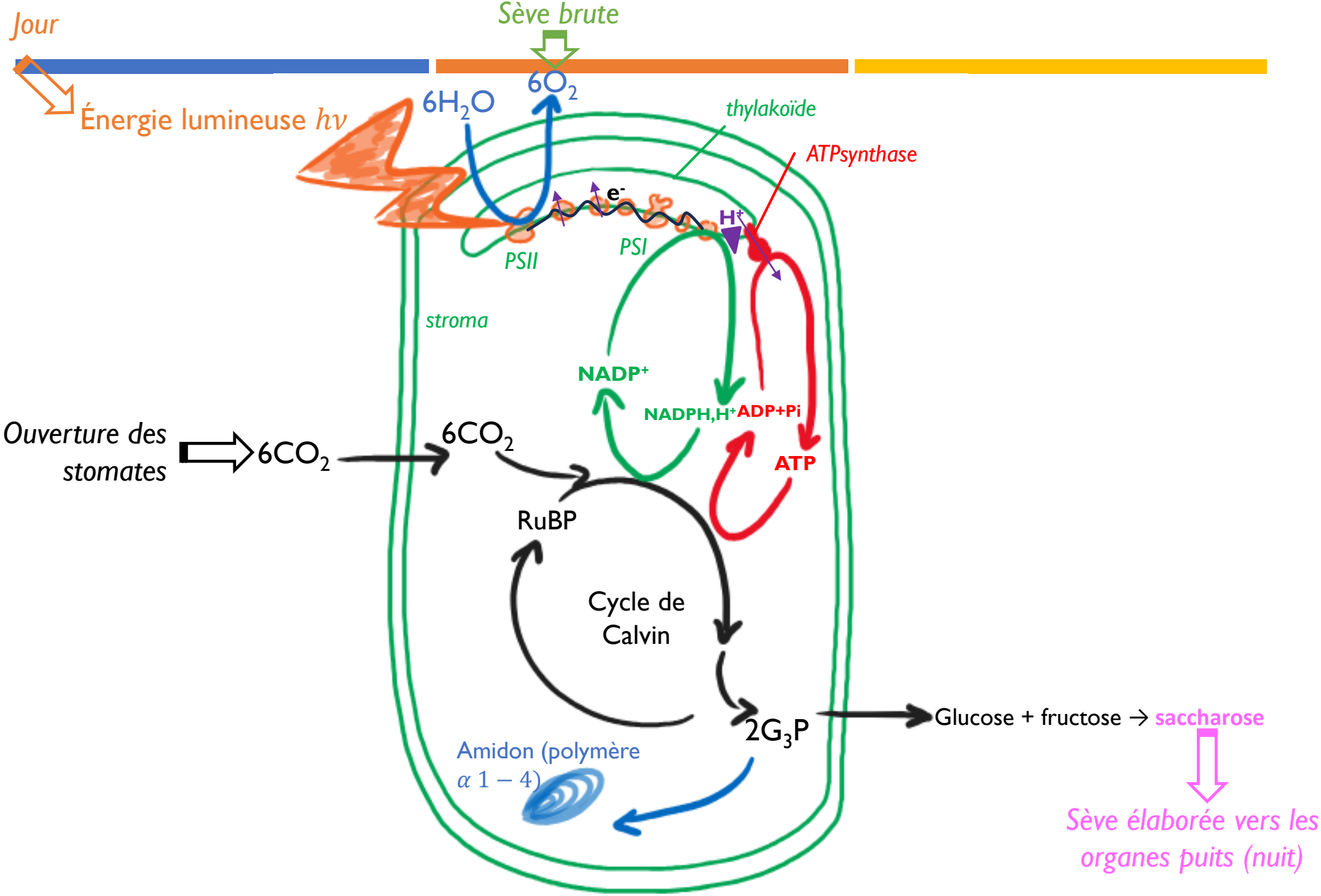
$\Delta G°' > 0$

Réaction endergonique

Formation d'oses au cours de la photosynthèse



Formation d'oses au cours de la photosynthèse


Jour
Sève brute
Énergie lumineuse $h\nu$
$6H_2O$
$6O_2$
thylakoïde
ATPsynthase
e^-
H^+
PSII
PSI
stroma
$NADP^+$
$NADPH,H^+$
ADP+Pi
ATP
Ouverture des stomates
$6CO_2$
$6CO_2$
RuBP
Cycle de Calvin
$2G_3P$
Glucose + fructose → saccharose
Amidon (polymère α 1 – 4)
Sève élaborée vers les organes puits (nuit)

D. SYNTHESE ET DEGRADATION DES OSES AU SEIN DU METABOLISME

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

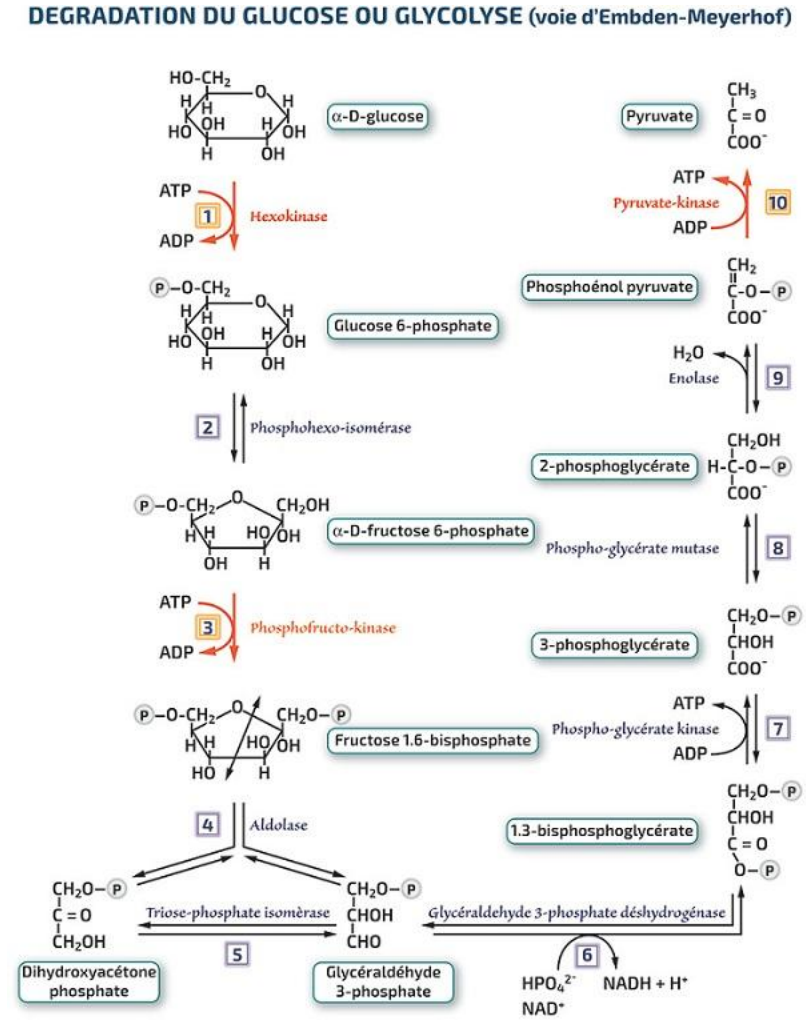
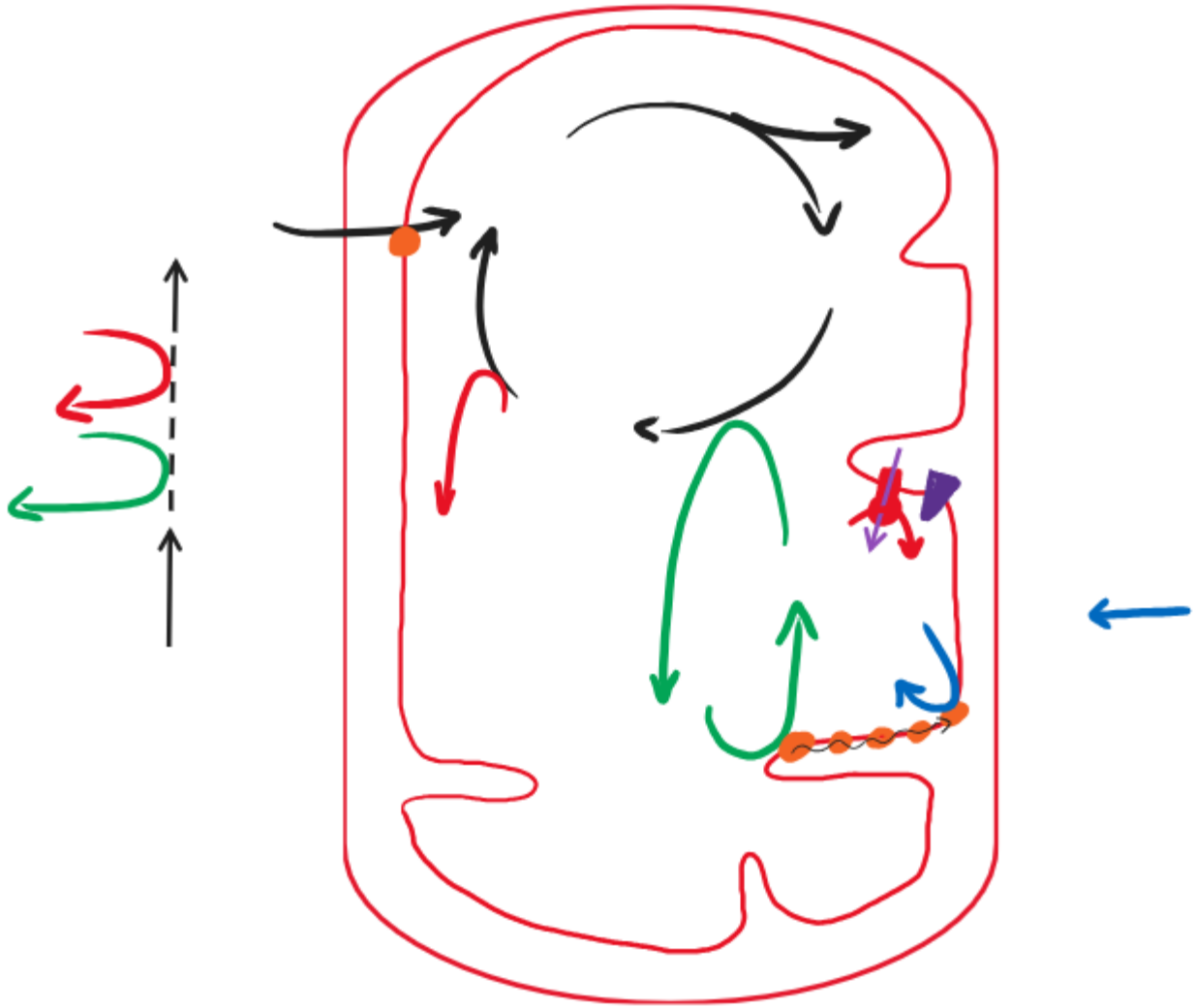
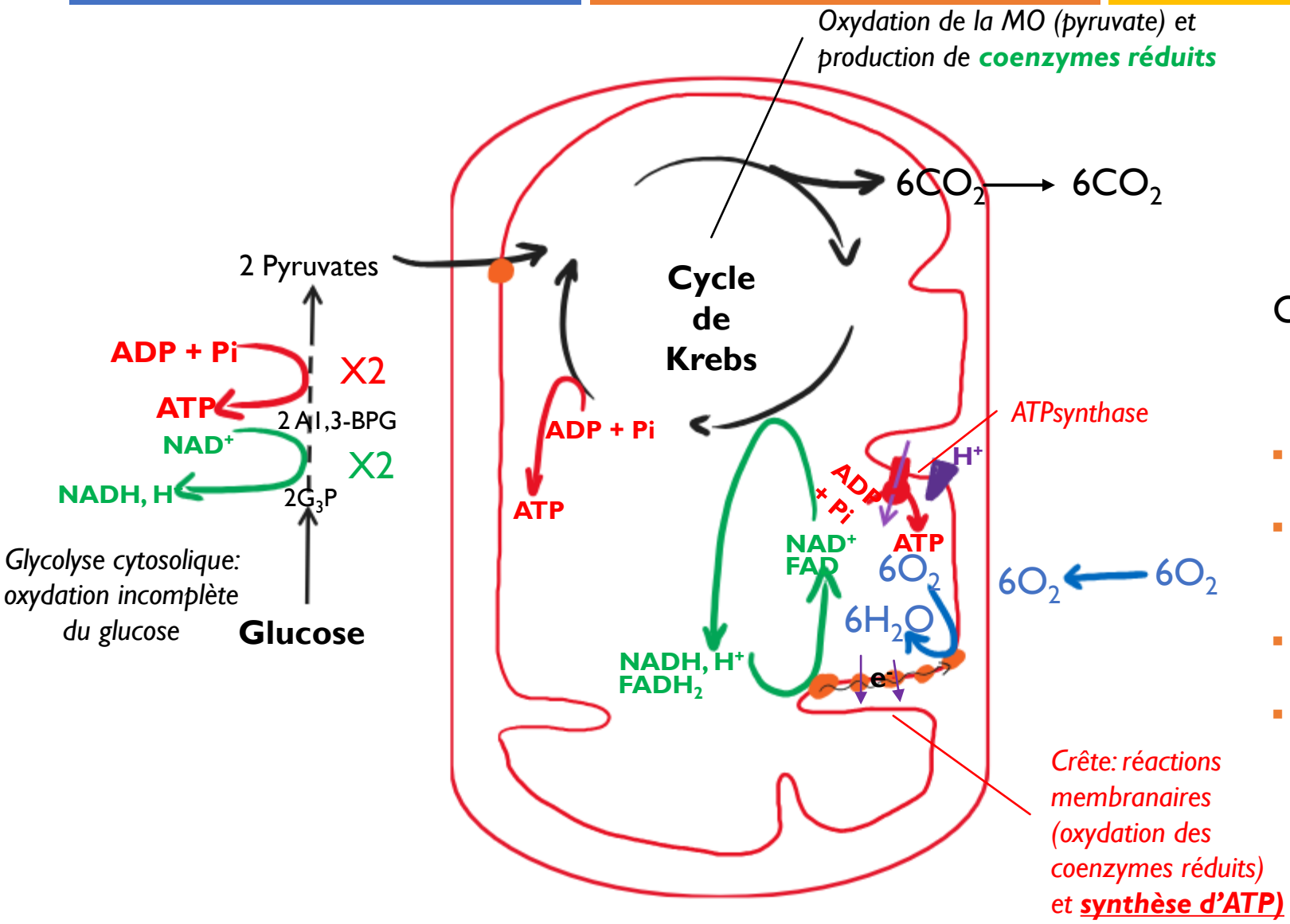
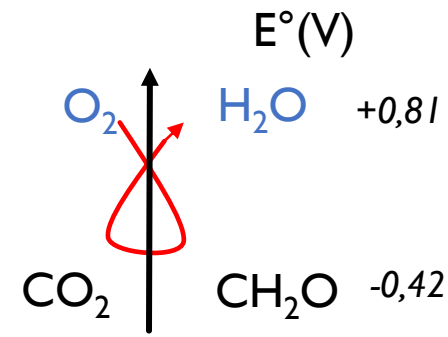


Figure 15 : la dégradation cytosolique du glucose, la glycolyse



Le catabolisme oxydatif du glucose : glycolyse et respiration mitochondriale





- $\Delta G°' = - n\mathcal{F}\Delta E$
- soit $\Delta G°' = - 4.96500.(+0,81-(-0,42)) = - 475$ kJ.mol^{-1}
- $\Delta G°' < 0$
- **Réaction exergonique = spontanée**

Dégradation des oses : glycolyse et cycle de Krebs

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

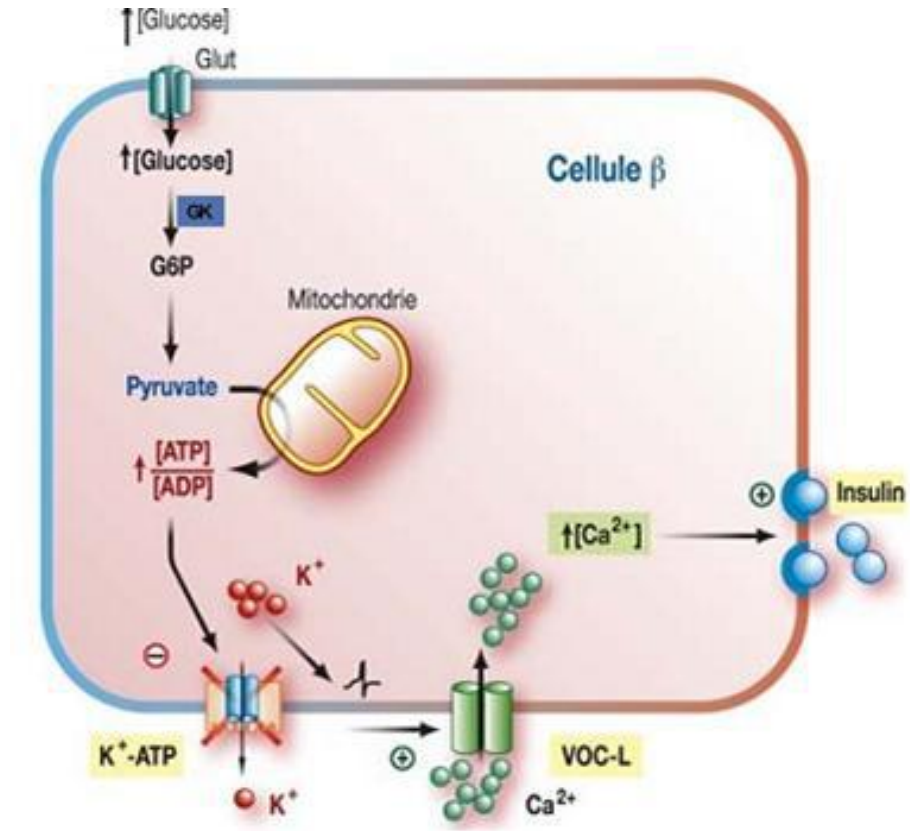
E. OSES ET FONCTION

1. Le glucose, une molécule signal : la glycémie

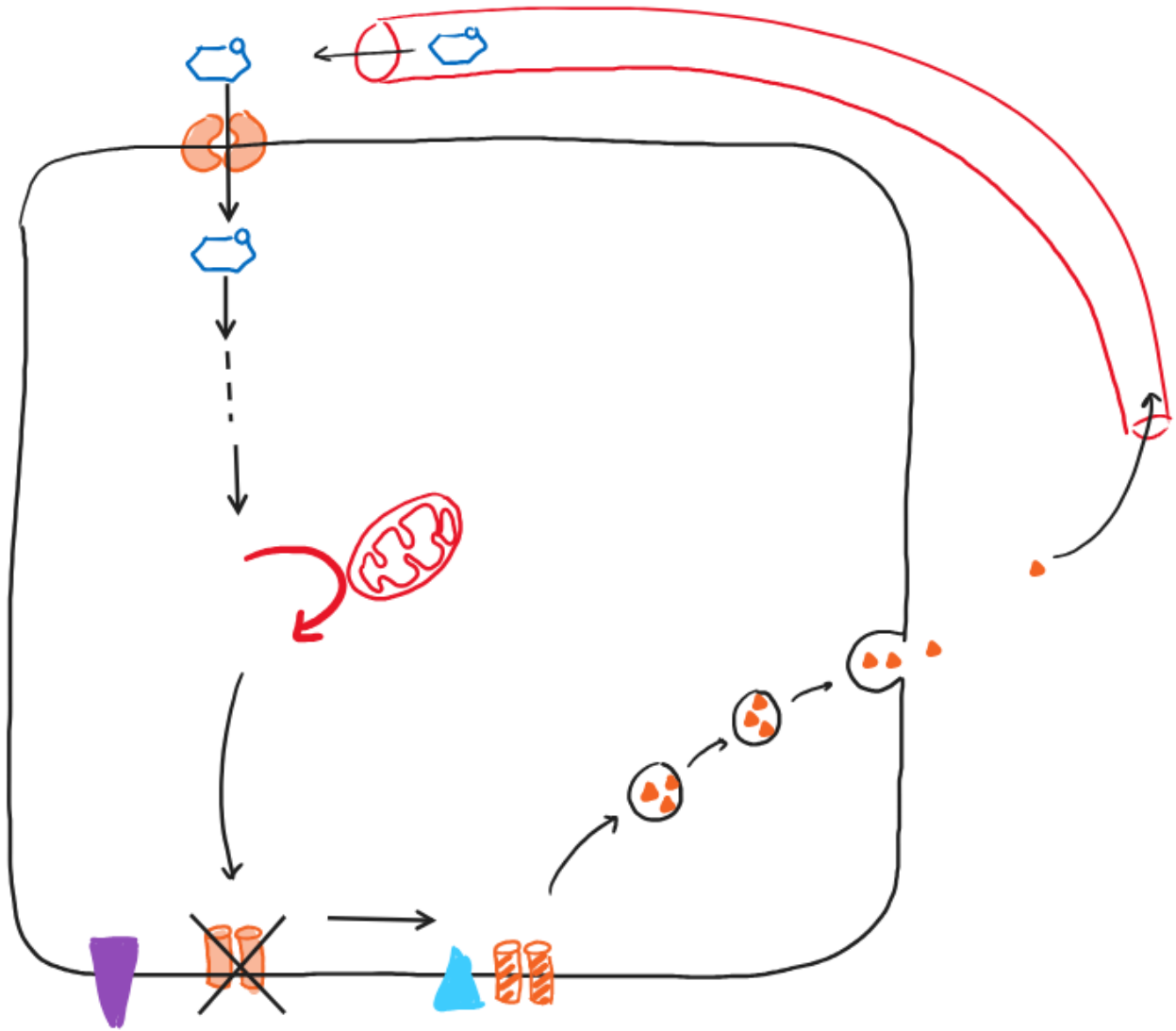
- Le glucose définit la **glycémie** = concentration de glucose dans le sang → paramètre physiologique majeur: 1g/L (0,6 $g.L^{-1}$ chez la vache)

- Le glucose → rôle essentiel dans régulation de glycémie, au niveau du pancréas (cellules bêta des îlots de Langerhans) :

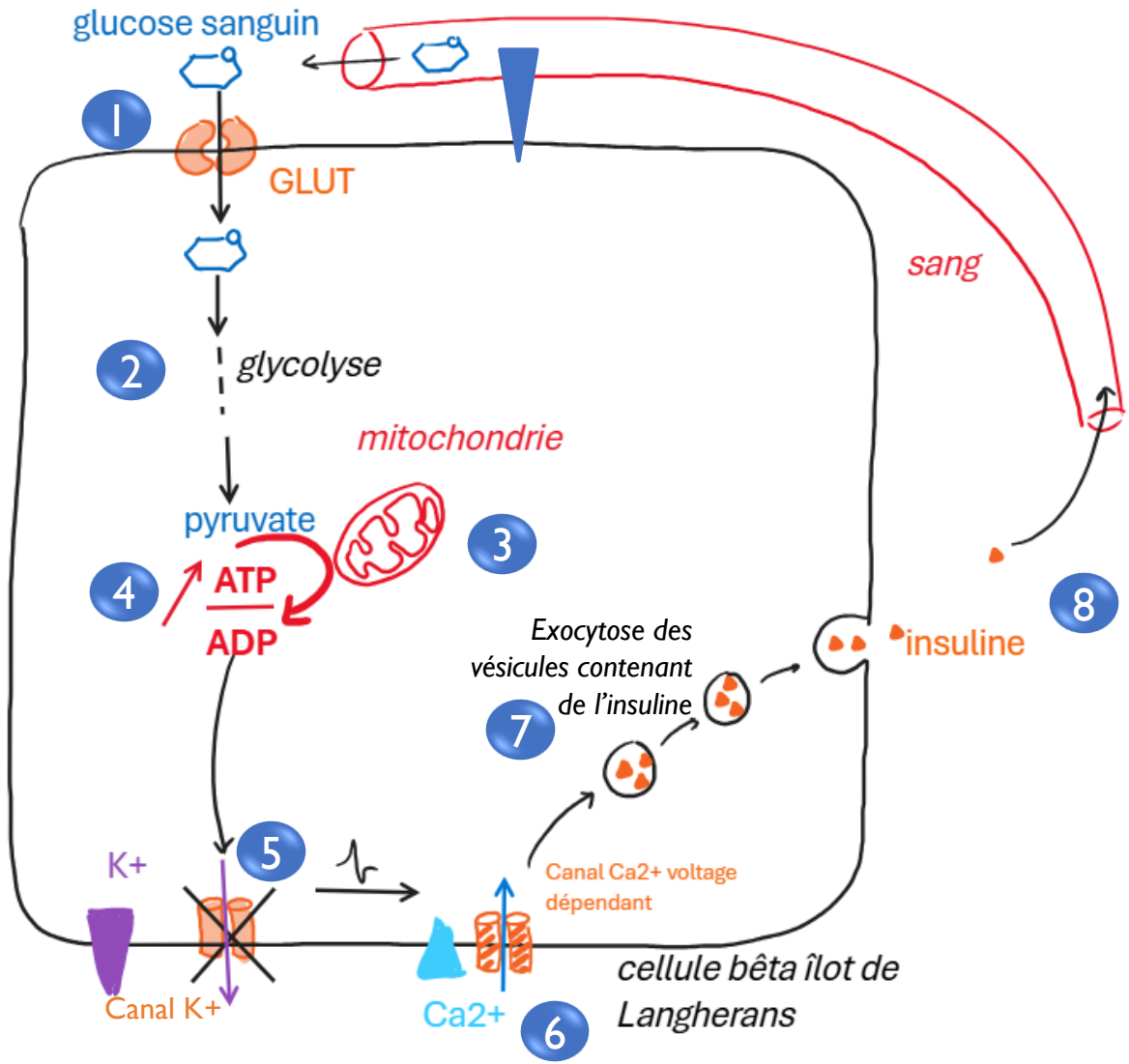
  - Entrée du glucose dans la cellule → sécrétion d'insuline → homéostasie du glucose



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

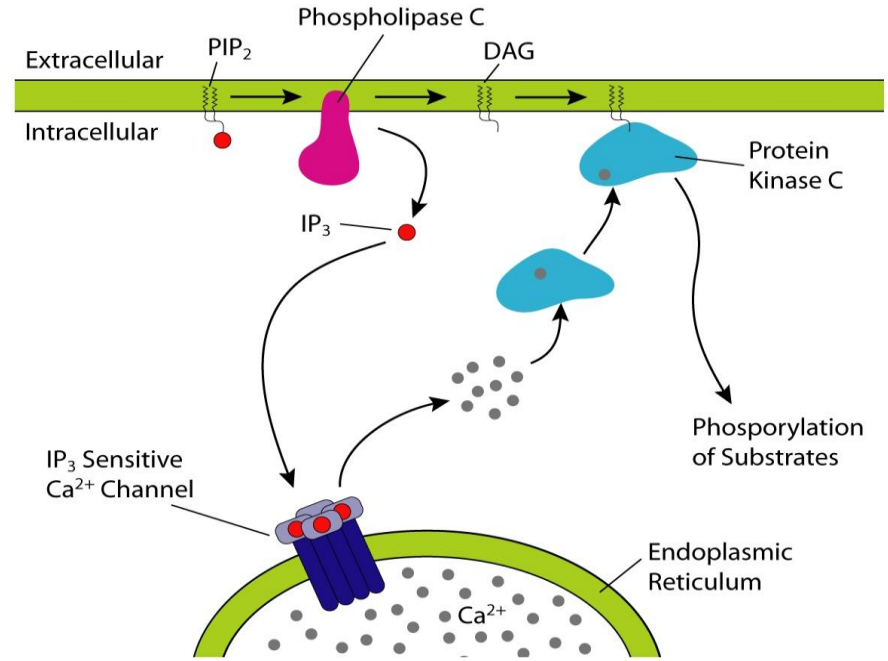
E. OSES ET FONCTION

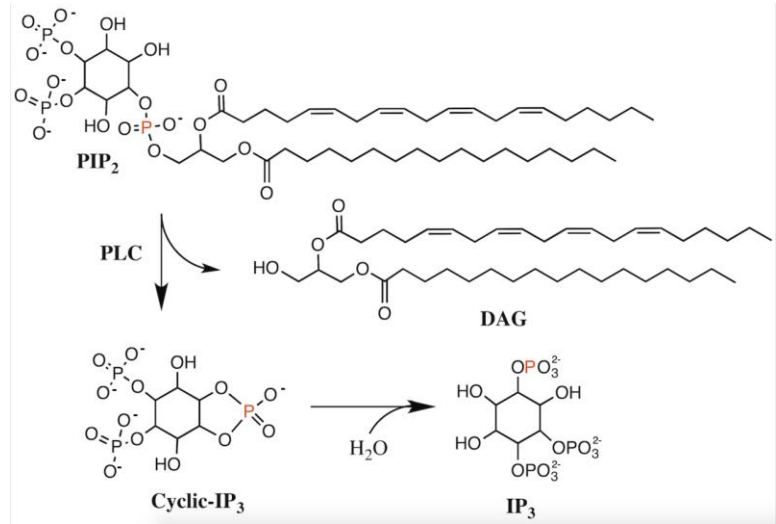
2. L'inositol-3-phosphate, un second messager

- IP3 issu du clivage du PIP2 en IP3 et DAG

➢ **IP3 soluble dans le cytosol** = un **2nd messager intracellulaire.**

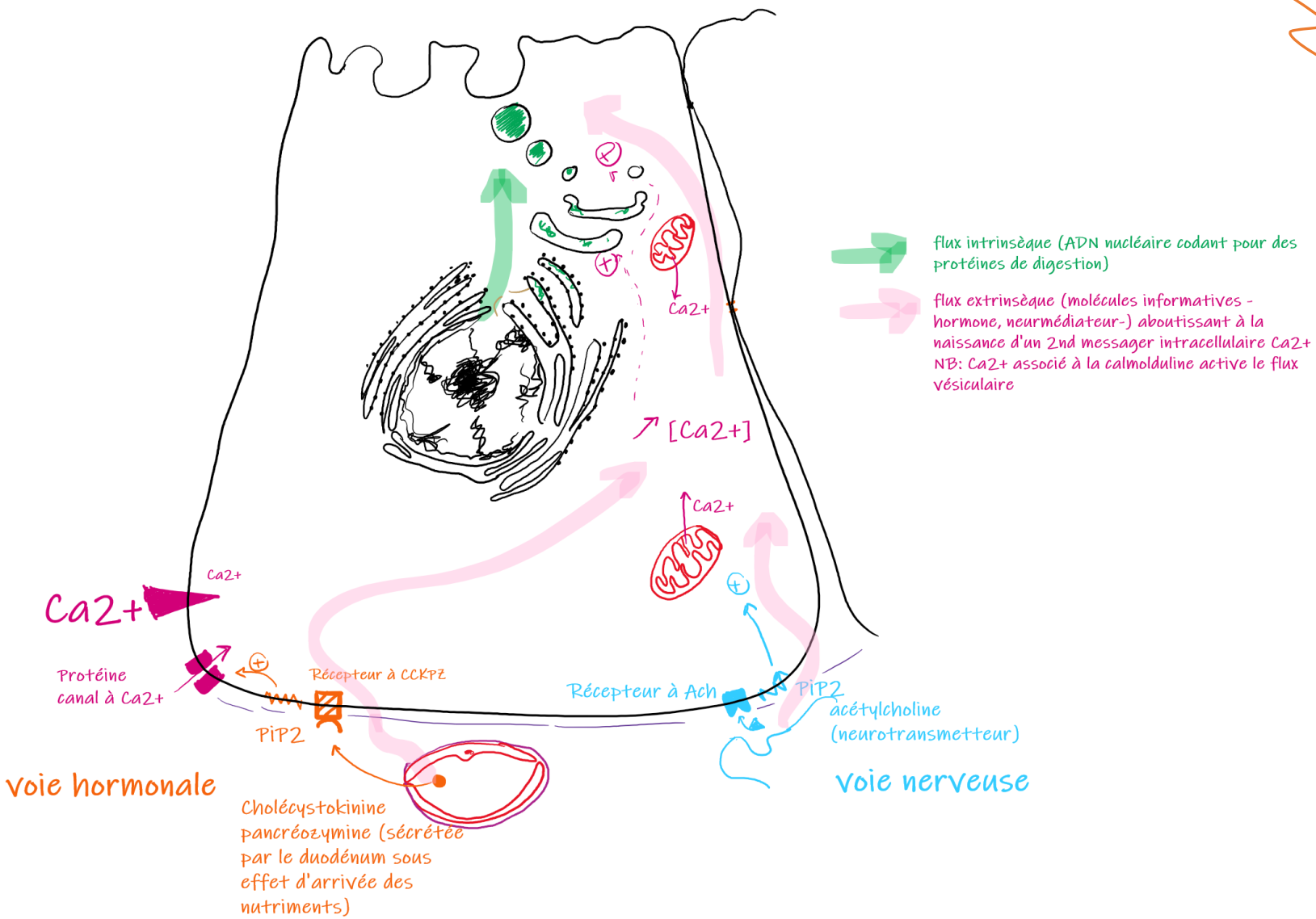
- Clivage du PIP2 en IP3 + DAG grâce à phospholipase C activée par un RCPG de type Gq.





Flux d'information au travers de la CAP

S. Dalaine



flux intrinsèque (ADN nucléaire codant pour des protéines de digestion)

flux extrinsèque (molécules informatives - hormone, neurmédiateur-) aboutissant à la naissance d'un 2nd messager intracellulaire Ca2+
NB: Ca2+ associé à la calmolduline active le flux vésiculaire

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

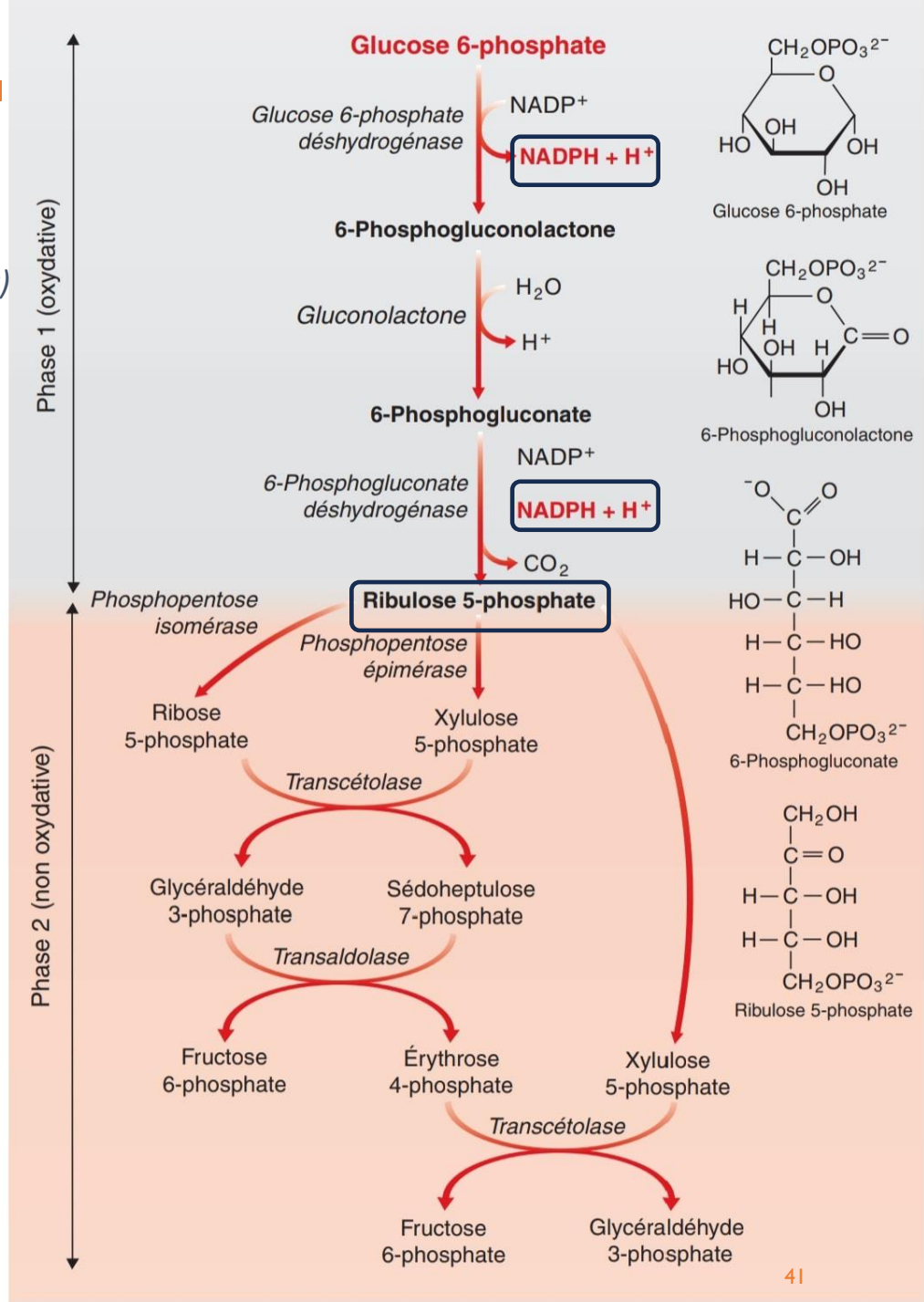
- La voie des pentoses phosphates, ou voie du phosphogluconate, génère
  - du **NADPH** = **pouvoir réducteur** → biosynthèses cellulaires = **anabolisme**
    - ✓ *Ex : acides gras et des stéroïdes*
  - du **ribulose-5-P** → **précurseurs** des nucléotides, acides nucléiques et coenzymes

- 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



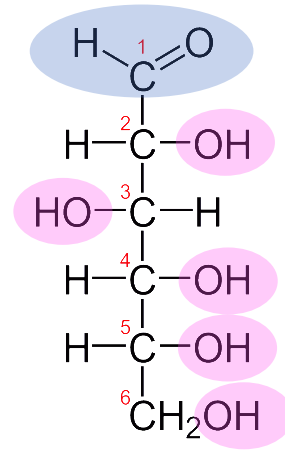
BILAN

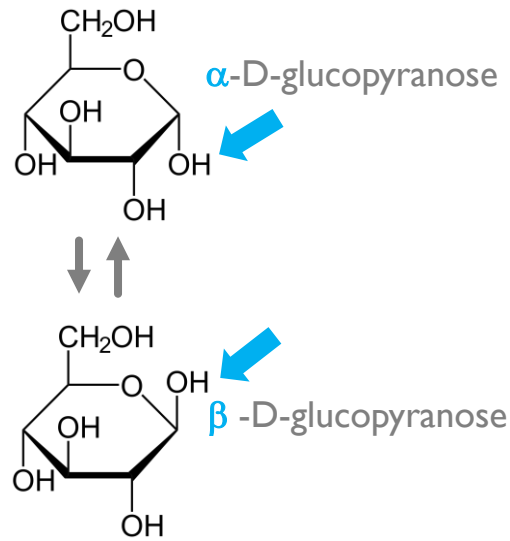
- Les oses sont des aldéhydes ou cétones polyhydroxylés avec **3 à 7 C**.
- Il existe une grande **diversité** d'oses du fait…
  - du groupement carbonyle (aldéhyde ou cétone)
  - du nombre de C (3 à 7)
  - de la stéréoisomérie (due aux C*)
  - des modifications des groupes hydroxyle et carbonyle → dérivés 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

$C_6H_{12}O_6$

$2^4 = 16$ *stéréoisomères*





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 polyosides

I. **Les oses sont cycliques en solution**
   A. Définition et nomenclature
   B. Chiralité et isomérie
   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

A. LIAISONS GLYCOSIDIQUES

1. Principe

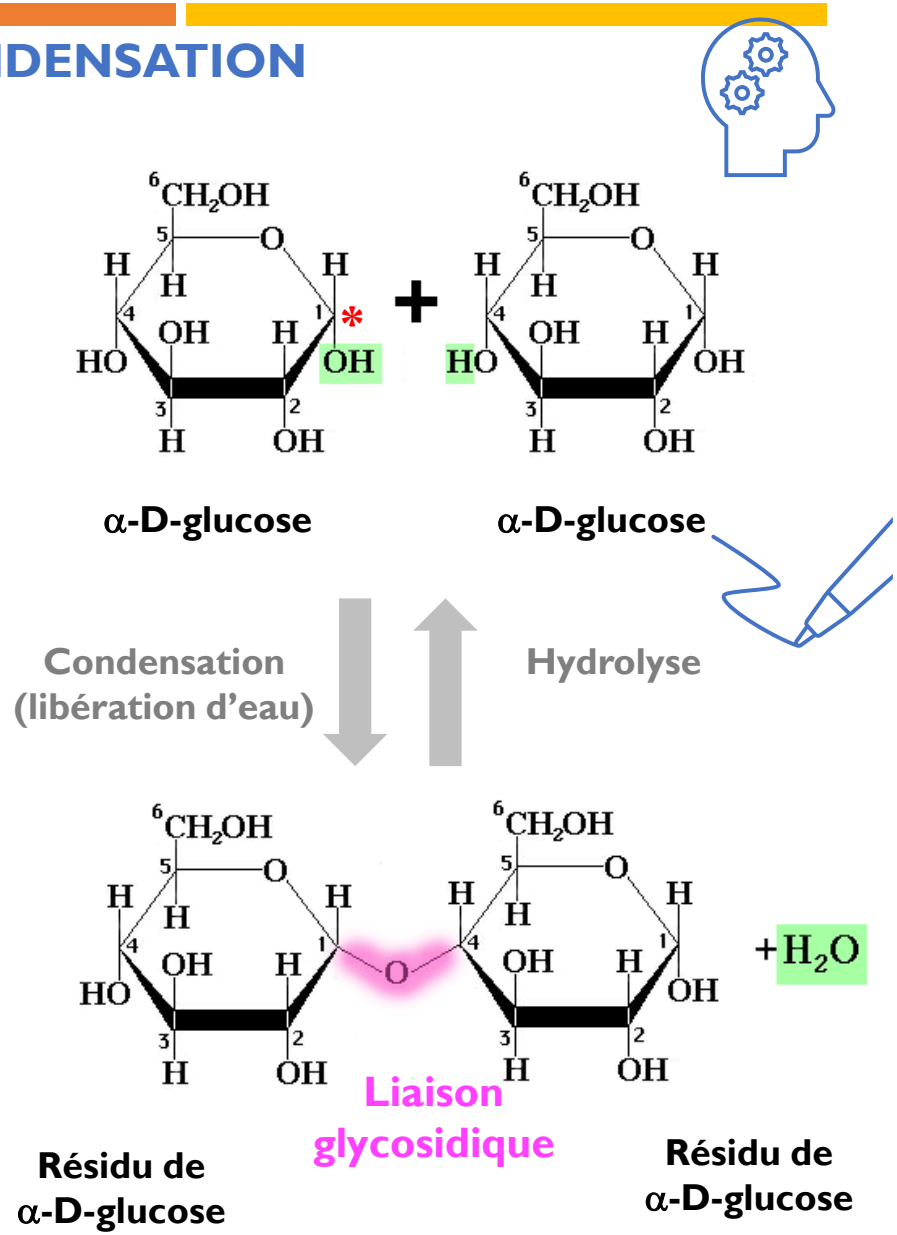
- Les oses (ou dérivés d'oses) peuvent se lier entre eux via une liaison **glycosidique** ou **osidique**.

- Elle se forme par une réaction de condensation entre :
  - le **carbone hémiacétalique*** (C_1 ou C_2) 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

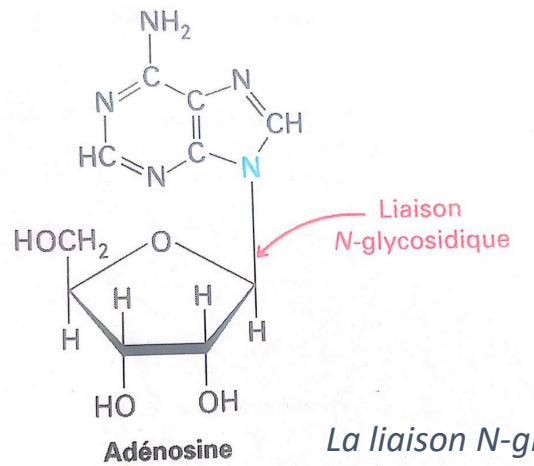
A. LIAISONS GLYCOSIDIQUES

* : C hémiacétalique asymétrique

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)

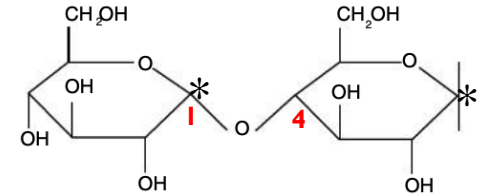


La liaison N-glycosidique

Ex : maltose

α-D-glucose α-D-glucose

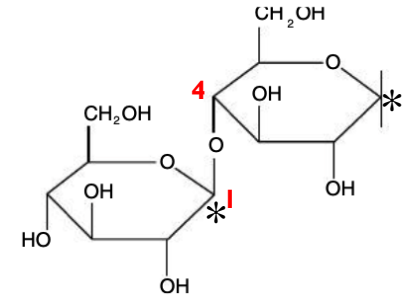
Liaison α(1→4)



Ex : cellobiose

β-D-glucose β-D-glucose

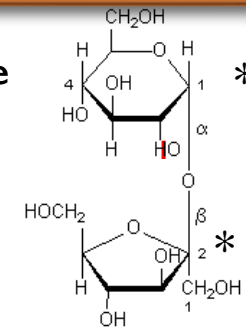
Liaison β(1→4)



Ex : saccharose

α-D-glucose

Liaison α1→β2



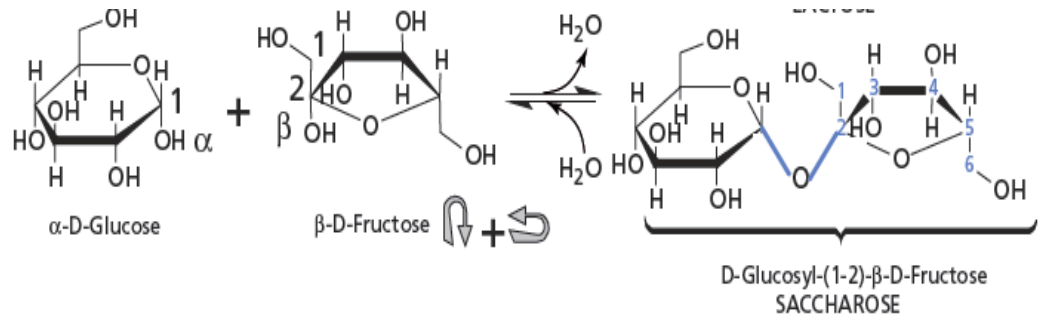
β-D-fructose

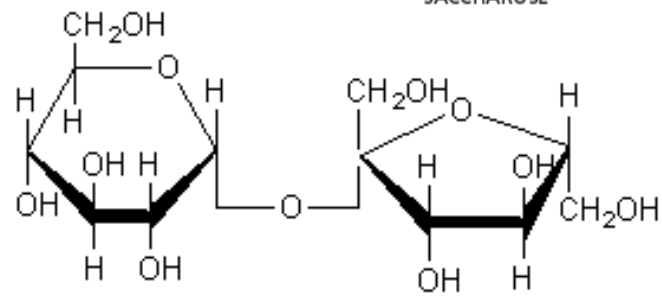
III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

A. LIAISONS GLYCOSIDIQUES

3. Conséquences

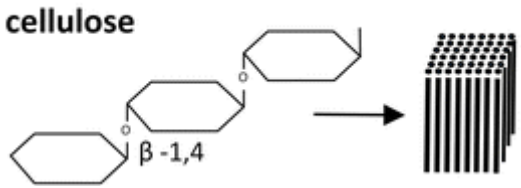
- Conséquences du type de liaison :
  1. Pouvoir réducteur des diosides (cf. test liqueur de Fehling)
     - Diosides **réducteurs** : maltose, cellobiose, lactose
     - Diosides **non réducteurs** : **saccharose**
  2. Structure des osides (cf. exemple ci-dessous)





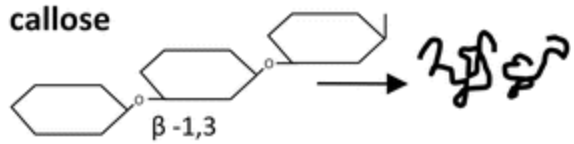
β-D-glucose
β(1→4)

→ **cellulose** cristalline, résistante

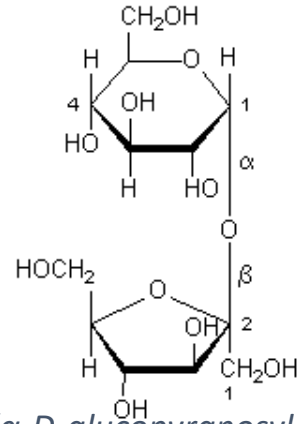


β-D-glucose
β(1→3)

→ **callose** amorphe



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



Le saccharose (α-D-glucopyranosyl-(1→2)-β-D-fructofuranoside), un dioside non réducteur ; diverses représentations

III. Les oses peuvent s'associer par condensation

B. CLASSIFICATION DES OSIDES

Glucides = Saccharides = Sucres

Oses **Glucides simples** (Monomères)	**Osides** **Glucides complexes** (Polymères)				
➢ Aldoses ➢ Cétoses	**Holosides = Glycanes** ➢ Homoholosides = Homoglycanes= Homopolyoside (1 seul type de monomère) ➢ Hétéroholosides = Hétéroglycanes= Hétéropolyoside (différents types de monomères)				**Hétérosides**
Ose Monosaccharide	Dioside Disaccharide	Trioside Trisaccharide	Oligoside Oligosaccharide	Polyoside Polysaccharide	
1	2	3	4-10	<10	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

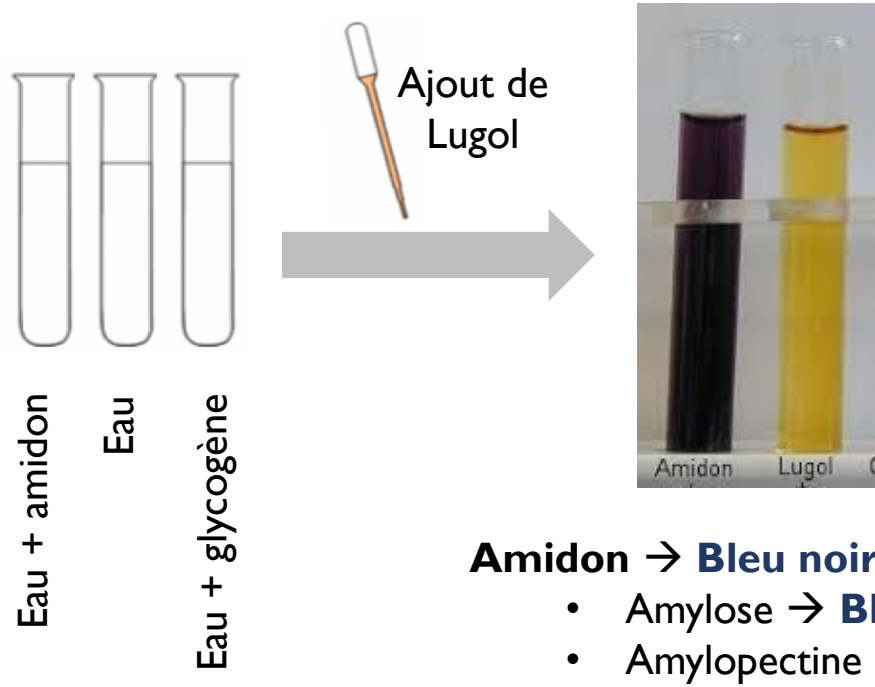
III. Les oses peuvent s'associer par condensation

C. LES POLYOSIDES DE RÉSERVE

1. L'amidon

1. 1. Mise en évidence

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



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 entre I_2 et I^- de gros complexes solubles : I_9^- et I_{15}^-

$$IK \rightarrow I^- + K^+$$

$$I^- + 4\,I_2 \rightarrow I_9^-$$

$$I^- + 7\,I_2 \rightarrow I_{15}^-$$

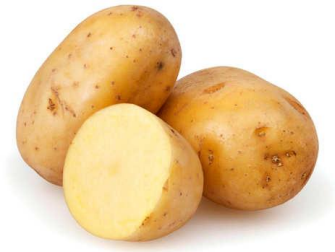
III. Les oses peuvent s'associer par condensation

C. LES POLYOSIDES DE RÉSERVE

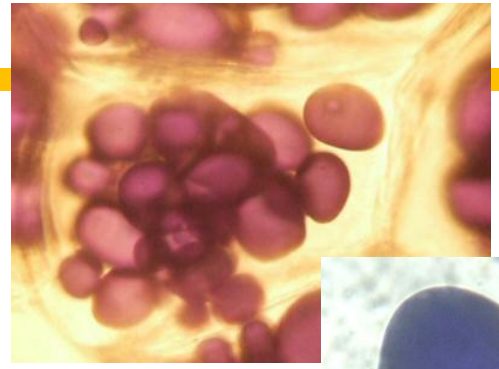
1. L'amidon

1. 2. Localisation

- L'amidon : polymère **d'origine végétale**
- Accumulation sous forme de grains d'amidon

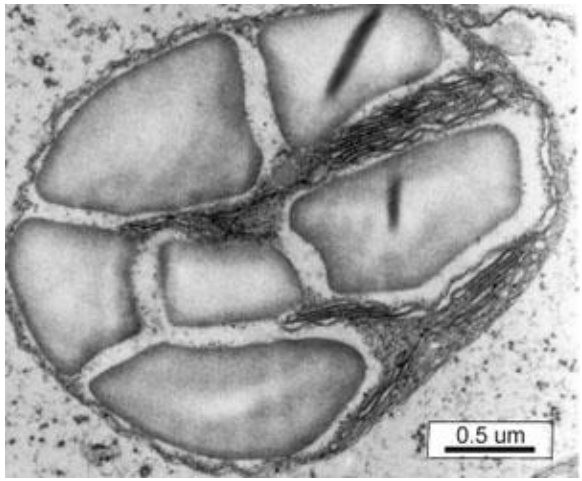


Cellule de tubercule de pomme de terre colorée à l'eau iodée (MO)

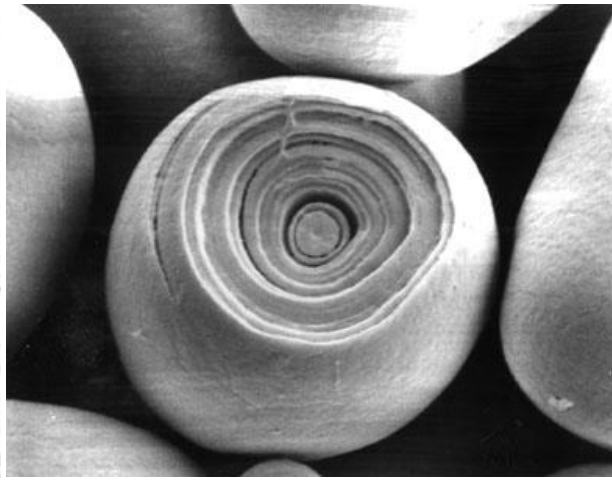


stries d'accroissement MO X600

- Localisation:
  - Dans les **organes de réserve** (tubercules, rhizome…) ou les **graines**, au niveau des **amyloplastes** (organites spécialisés)
    → **Localisation durable**
  - Dans les **organes photosynthétiques**, au niveau des **chloroplastes** pendant le jour
    → **Localisation temporaire**



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

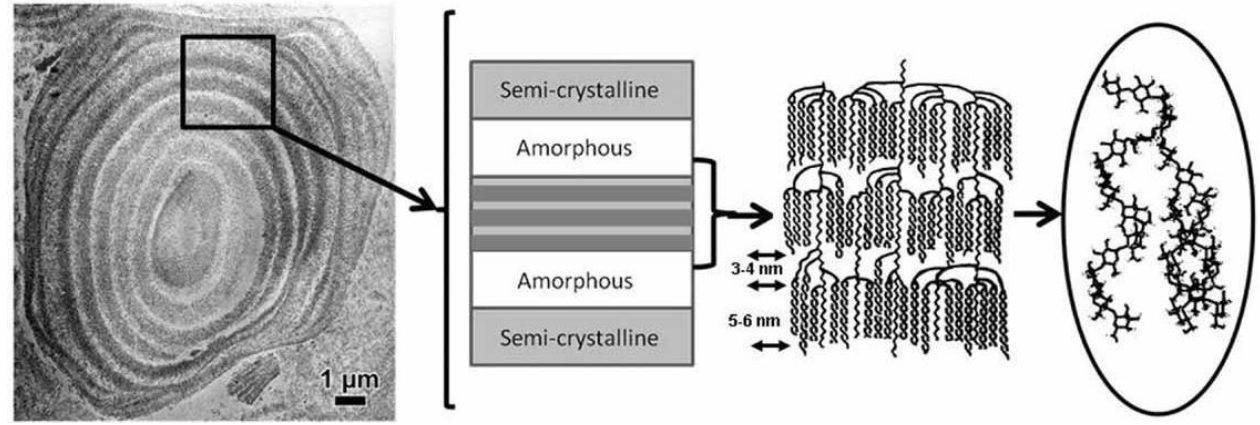
1. L'amidon

1.3. Structure

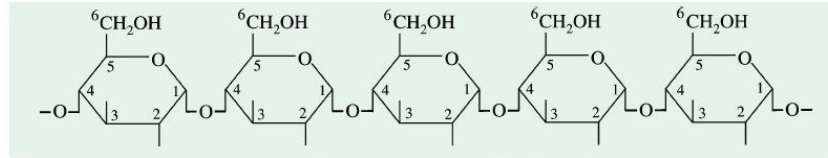
- Amidon = mélange **d'amylose** et **amylopectine** (proportions variables)

➢ **Amylose** :
- ✓ Monomères : α-D-glucopyranose
- ✓ Types de liaisons osidiques : **α(1→4)**
- ✓ Nb de résidus : ~ 10^3
- ✓ Structure 3D : linéaire et hélicoïdale (6-8 résidus/tr)

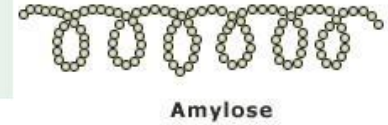
➢ **Amylopectine**
- ✓ Monomères : α-D-glucopyranose
- ✓ Types de liaisons osidiques :
  - **α(1→4)**
  - **α(1→6)** tous les 24-30 résidus
- ✓ Nb de résidus : ~ 10^5
- ✓ Structure 3D : ramifiée, globulaire
- ✓ **Insoluble => bonne réserve**

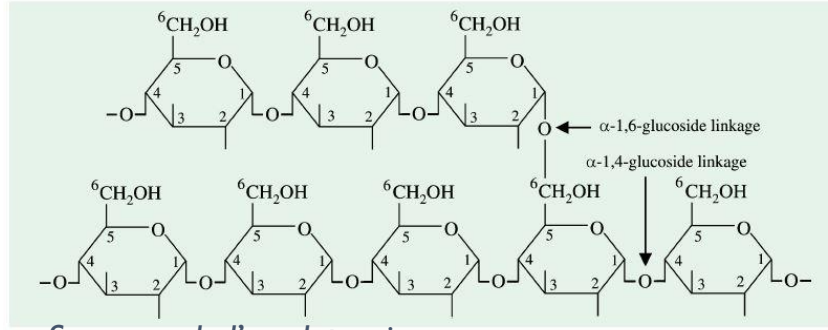


Niveaux d'organisation d'un grain d'amidon

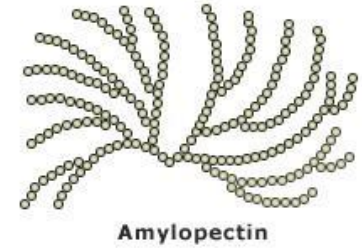


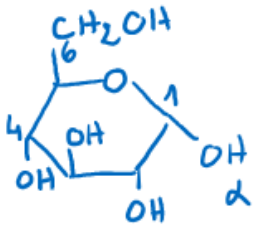
Structure de l'amylose



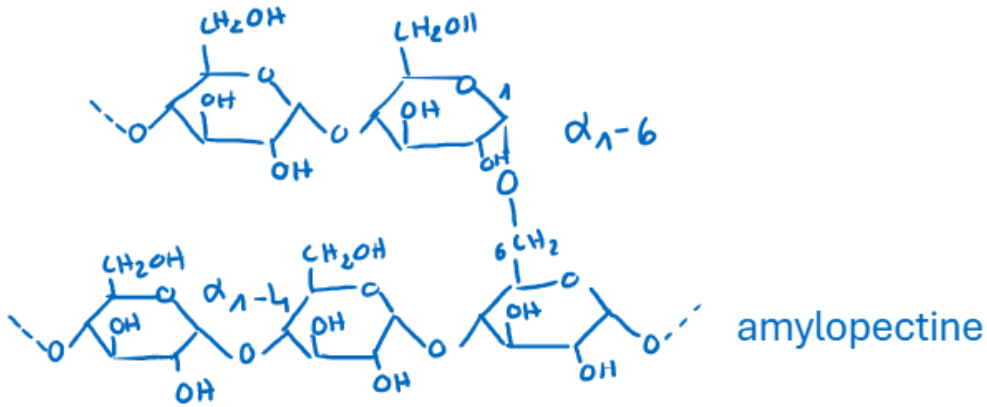


Structure de l'amylopectine



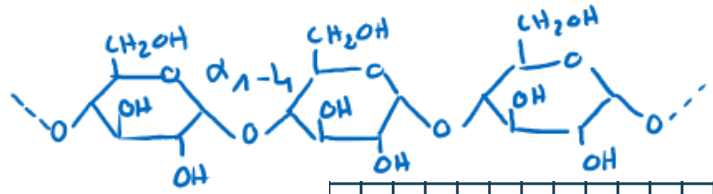


α-D-glucopyranose



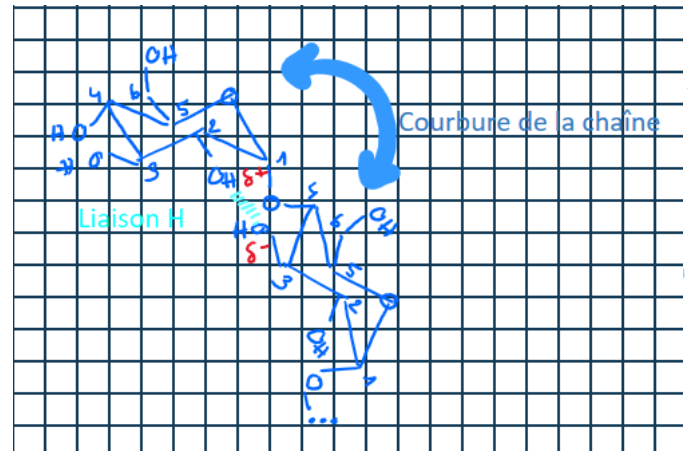
amylopectine

Amylopectine ramifiée



amylose

6 glucoses par tour



Amylose linéaire spiralée

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

III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

C. LES POLYOSIDES DE RÉSERVE

1. L'amidon

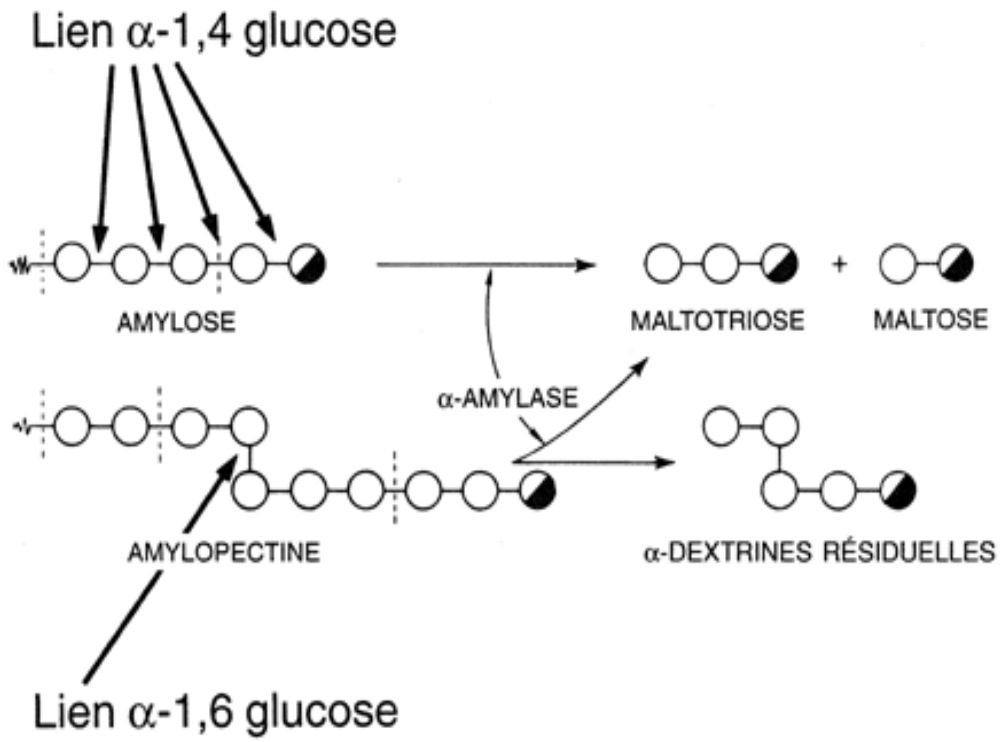
1.4. Métabolisme

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

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

$$(glucose)_n + ADP\text{-}glucose = (glucose)_{n+1} + ADP$$

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

III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

C. LES POLYOSIDES DE RÉSERVE

1. L'amidon

1.5. Utilisation

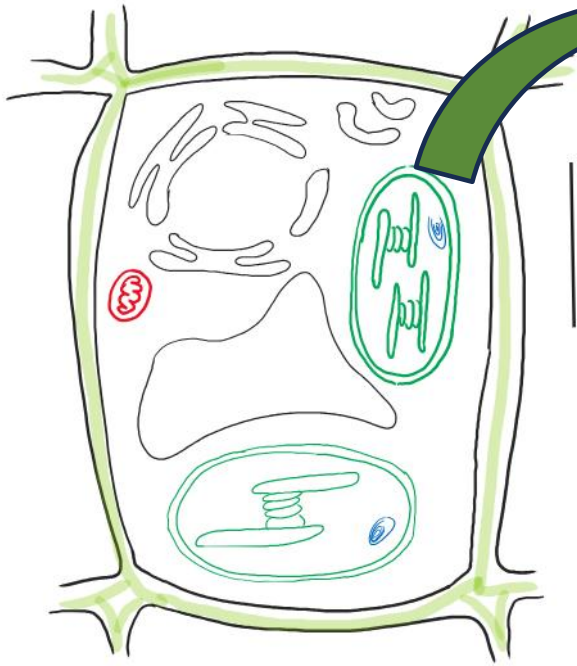
- Alimentation des hommes et des animaux
  - Digestion par amylases salivaires et pancréatiques

- Production de bioplastiques biodégradables
  - Sacs en amidon de pomme de terre

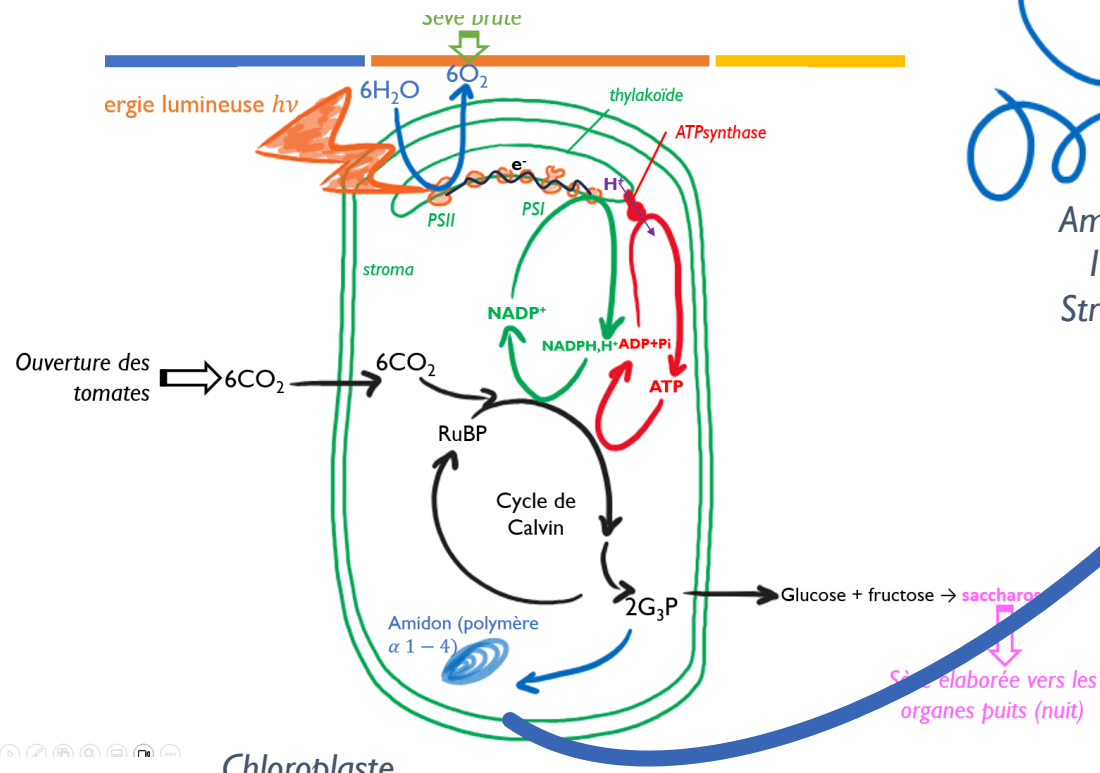
- Production d'empois d'amidon

  - Historiquement : amidonnage des tissus et coiffes

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

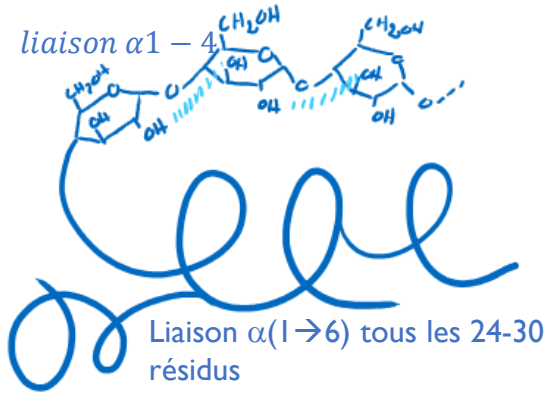


Cellule du parenchyme palissadique de la feuille



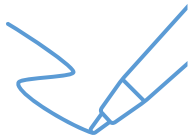
Chloroplaste
Mise en réserve le jour
Exportation des photoassimilats la nuit

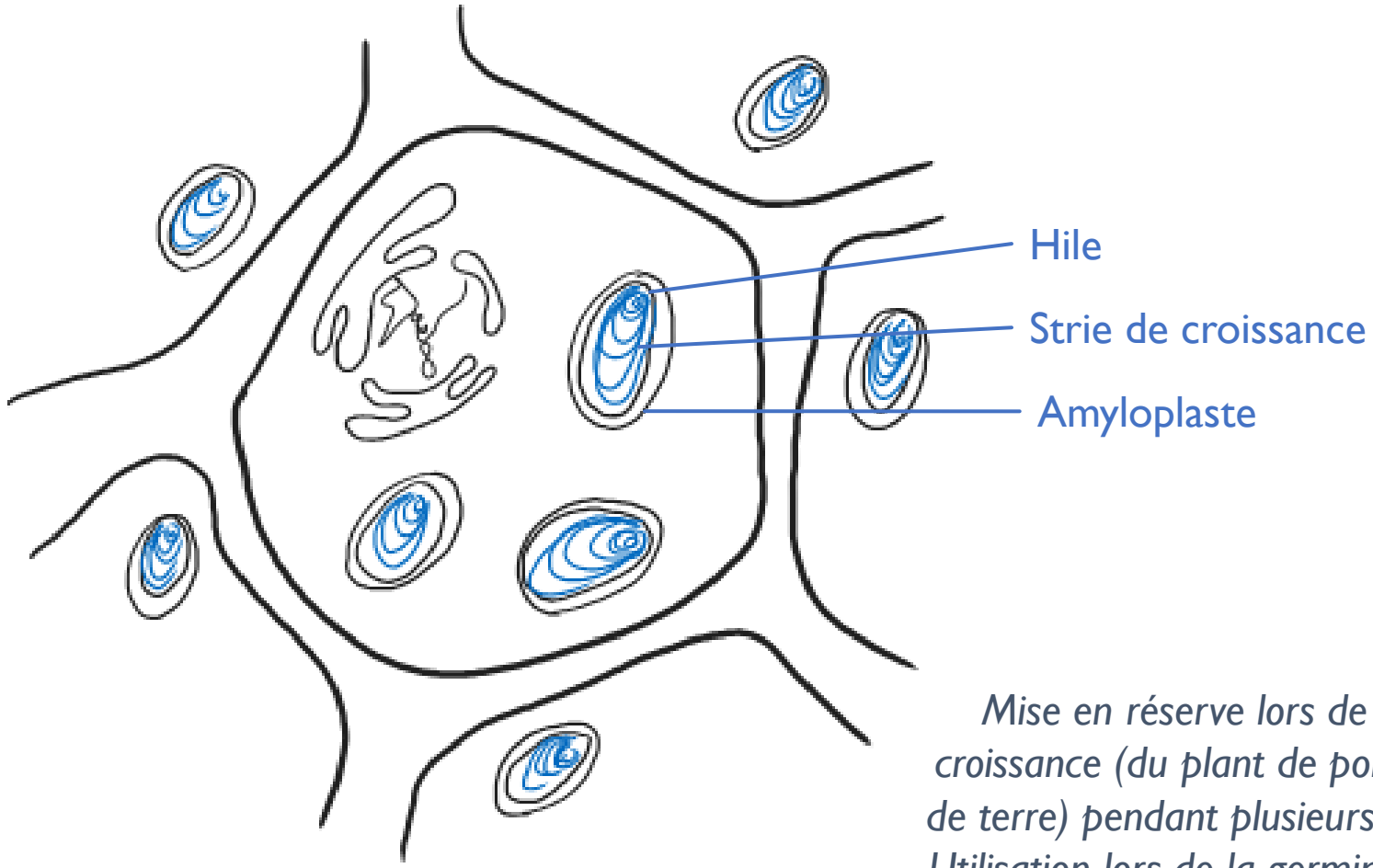
α D-glucopyranose



Liaison $\alpha(1 \rightarrow 6)$ tous les 24-30 résidus

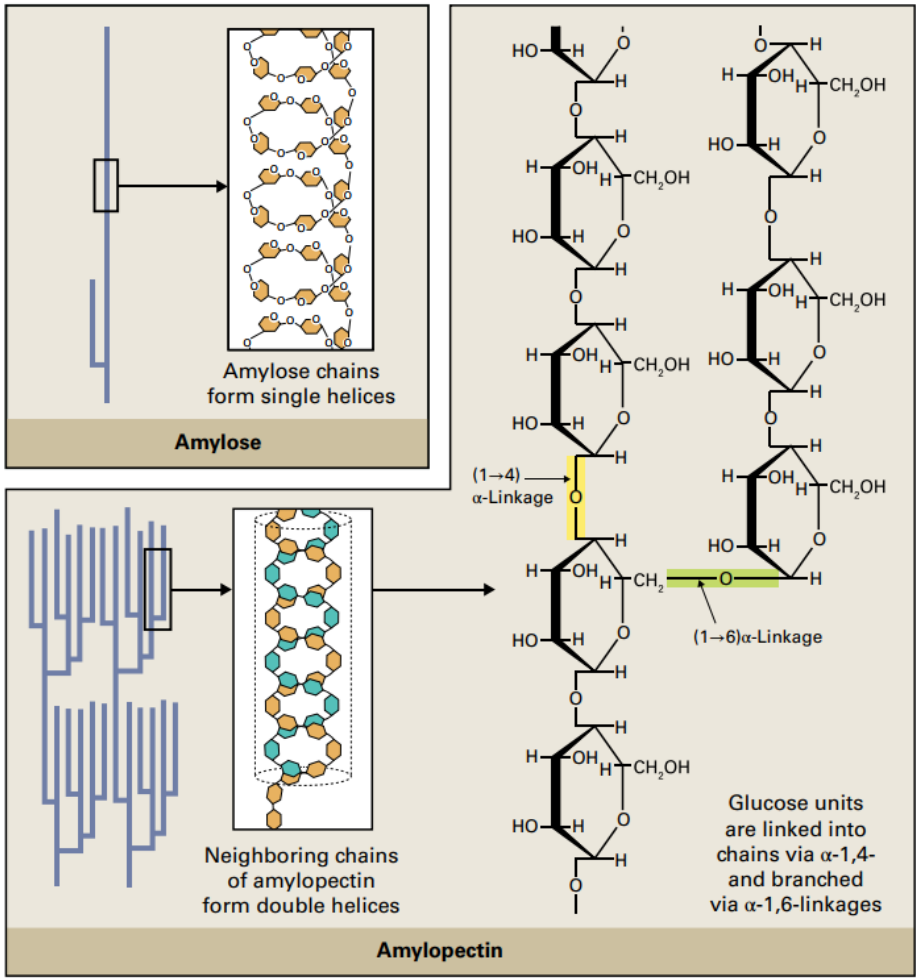
Amylopectine: homopolyoside ~ 10^5 résidus de α -D-glucose
Structure ramifiée et globulaire, insoluble

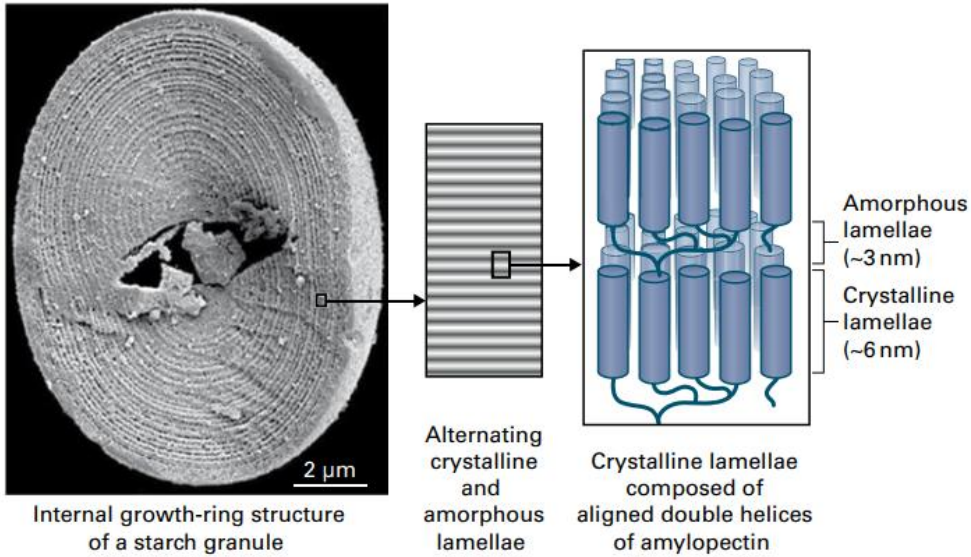




Cellule du parenchyme amylifère

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





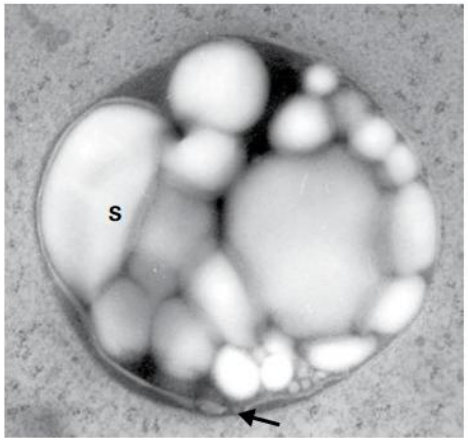


FIGURE 1.59 *TEM of an amyloplast with many starch granules (S) and flattened membrane sacs (arrow) that underlie the inner envelope membrane in an* Arabidopsis *columella cell. Columella cell amyloplasts serve as statoliths of the gravity-sensing apparatus of root tips. Amyloplasts also store starch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

III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

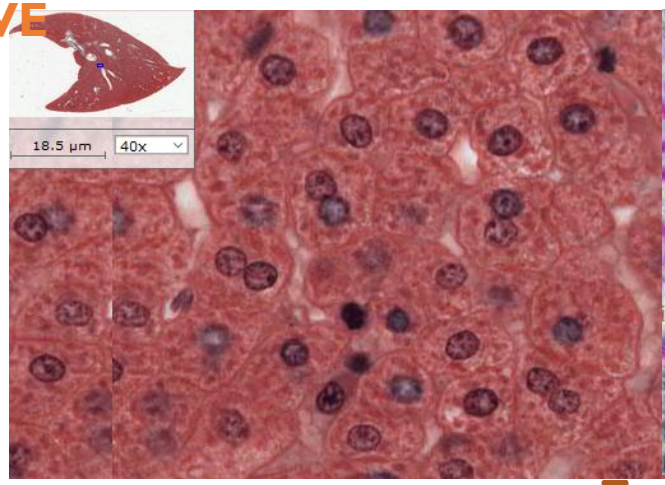
C. LES POLYOSIDES DE RÉSERVE

2. Le glycogène

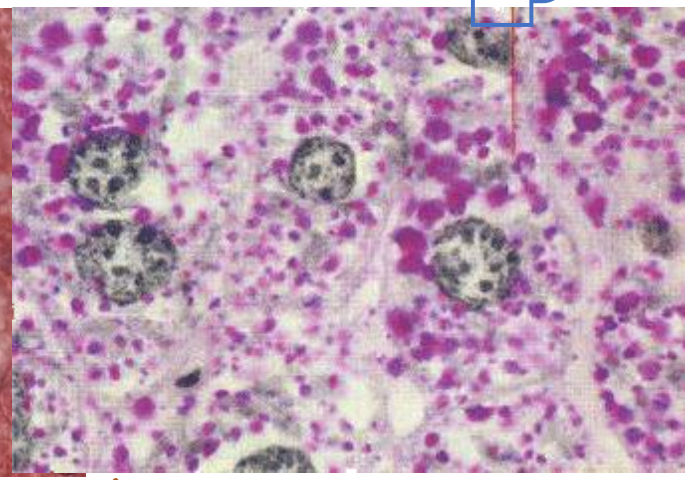
2.1. Mise en évidence et localisation

- Test au lugol → **rouge-orangé**

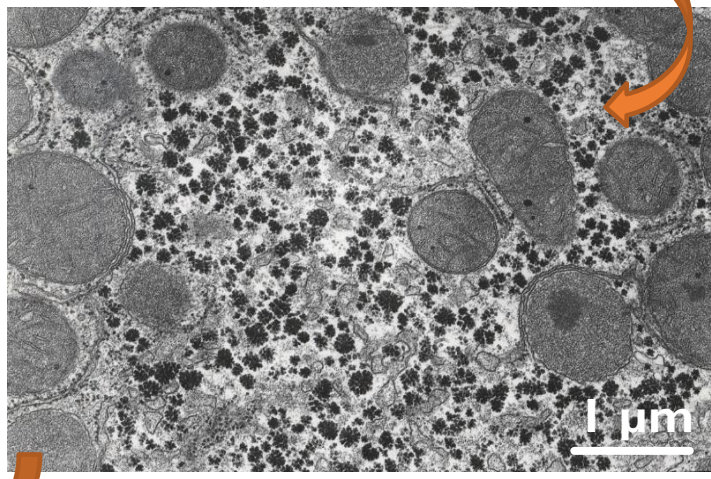
Coloration du glycogène par le lugol



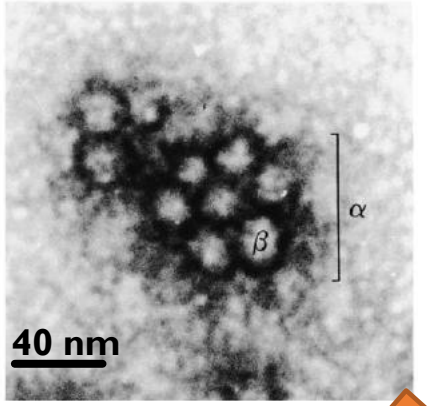
Coupe de foie avec glycogène coloré en rose (MO, x300)



Hépatocyte avec glycogène coloré en rose (MO, x300)



Grains de glycogène dans un hépatocyte (MET)



Particules de glycogènes (MET) (Voet)

- 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** (Ø ~20 nm)

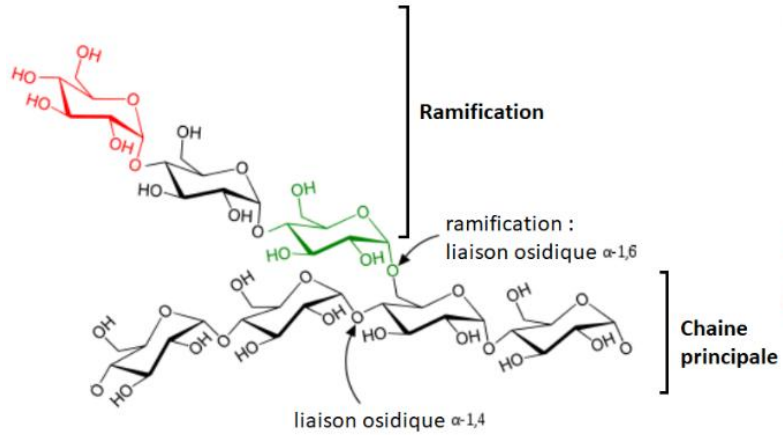
III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

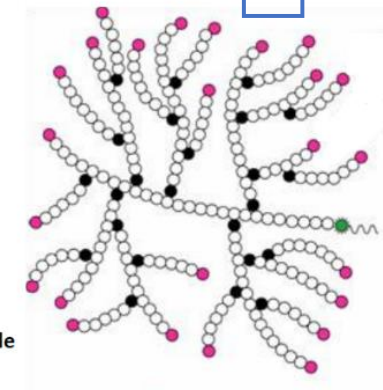
C. LES POLYOSIDES DE RÉSERVE

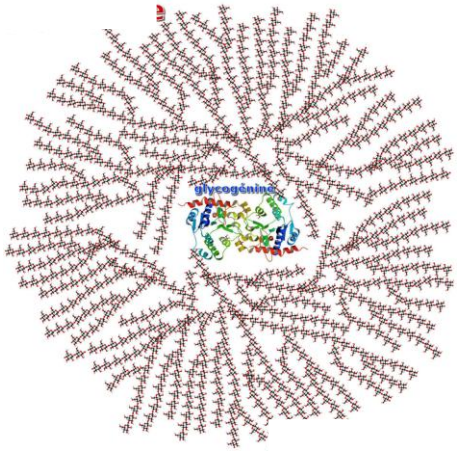
2. Le glycogène

2.2. Structure

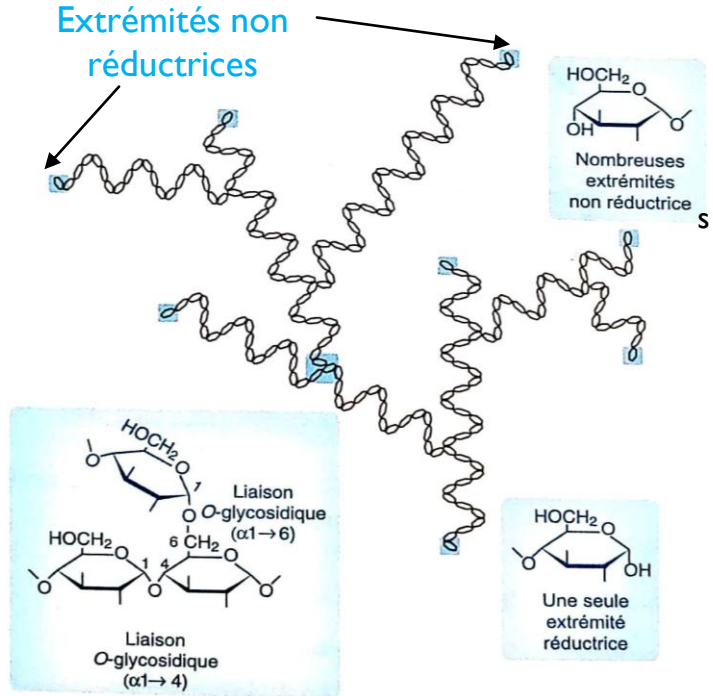
- Structure similaire à celle de l'amylopectine mais plus ramifiée
  - Monomères : α-D-glucopyranose
  - Types de liaisons osidiques :
    - ✓ **α(1→4)**
    - ✓ **α(1→6) tous les 10 résidus**
  - Nb de résidus : ~ 10^5
  - Structure 3D : ramifiée, globulaire compacte







Grain de glycogène avec glycogénine au centre



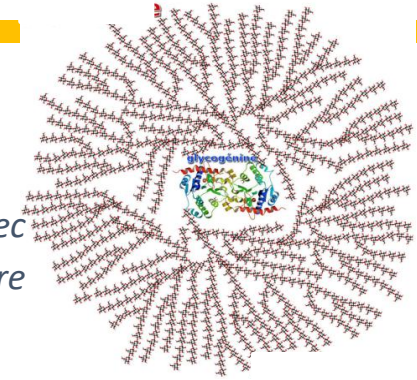
Structure du glycogène (Peycru, 2004)

III. Les oses peuvent s'associer par condensation

C. LES POLYOSIDES DE RÉSERVE

2. Le glycogène

2.3. Métabolisme

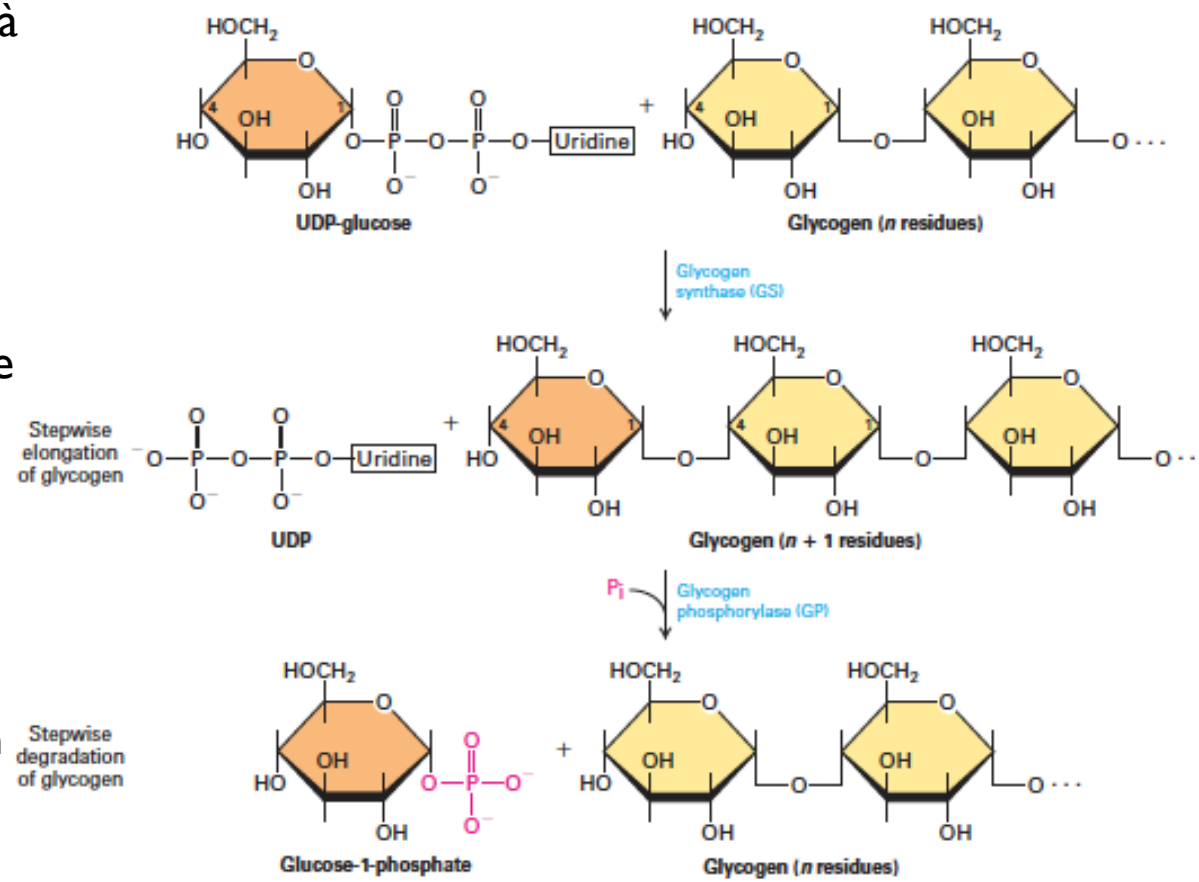


Grain de glycogène avec glycogénine au centre

- Formation de réserves de glycogène suite à un repas.
- Au cœur **glycogénine** (prot) qui sert d'amorce à la polymérisation par le **glycogène synthétase**.

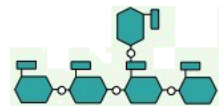
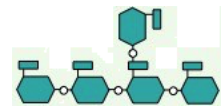
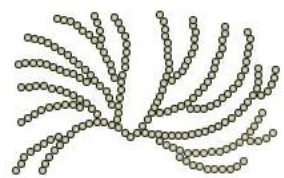
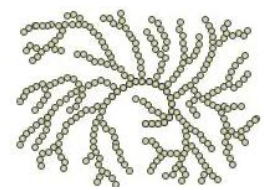
- Remobilisation en cas de besoin de glucose (effort physique, jeûne…)
- Hydrolyse par une **phosphorylase** qui libère du glucose-1-P
  - Dans cellules musculaires, glucose-1-P directement utilisé dans la glycolyse
  - Dans hépatocytes, glucose-1-P converti en Glucose-6-P puis déphosphorylé (**glycogène phosphorylase**)

  → libération glucose dans sang



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	α(1→4)	α(1→4) + α(1→6)	α(1→4) + α(1→6)
			
Ramifications	–	ramifications α(1→6) tous les 24-30 résidus	ramifications α(1→6) tous les 10 résidus
Structure			
Lien structure-fonction	Glucose immobilisé dans un polymère → 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 isomérie
   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

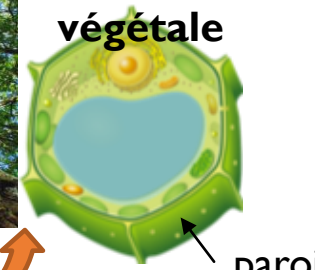
III. **Les oses peuvent s'associer par condensation**
   A. Les liaisons glycosidiques
   B. Classification des osides
   C. Les polyosides de réserve
   D. Les polyosides structuraux
   E. Les polyosides informationnels

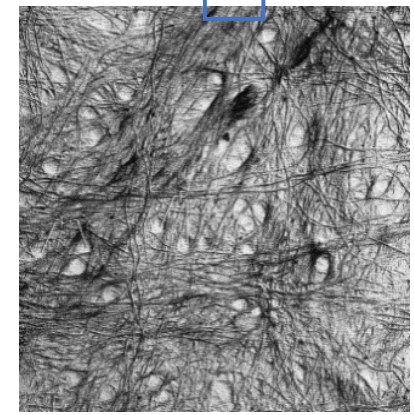
III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

D. LES POLYOSIDES STRUCTURAUX

1. La cellulose

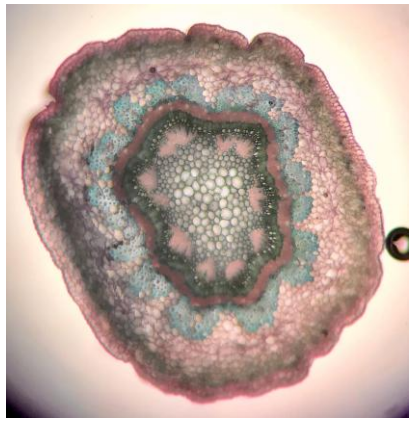
1.1. La cellulose - localisation





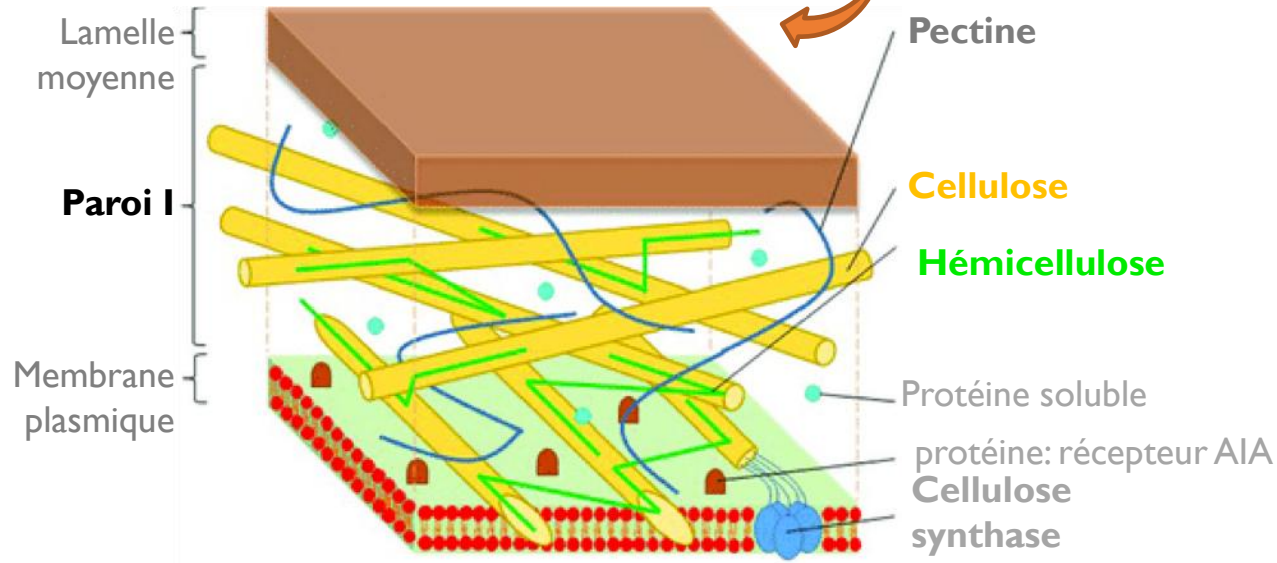
La paroi végétale (MEB)

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

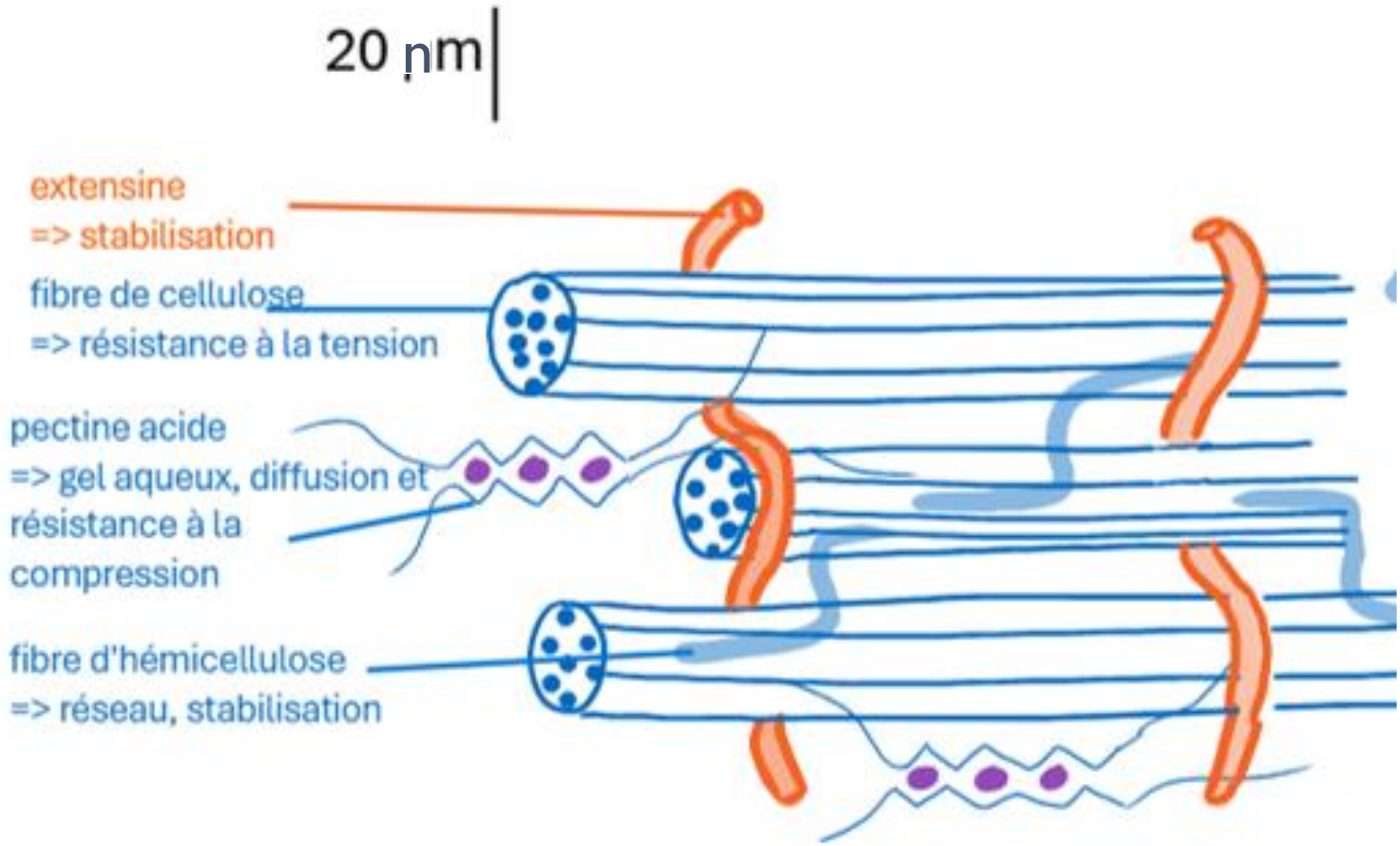


CT de pédoncule de cerise MO X40
Carmino vert de Mirande

- **Localisation** : paroi de toutes les cellules végétales :
  - Cellulose → charpente
  - Pectine → remplissage
  - Hémicellulose → verrouillage



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


20 nm
extensine
=> stabilisation
fibre de cellulose
=> résistance à la tension
pectine acide
=> gel aqueux, diffusion et résistance à la compression
fibre d'hémicellulose
=> réseau, stabilisation

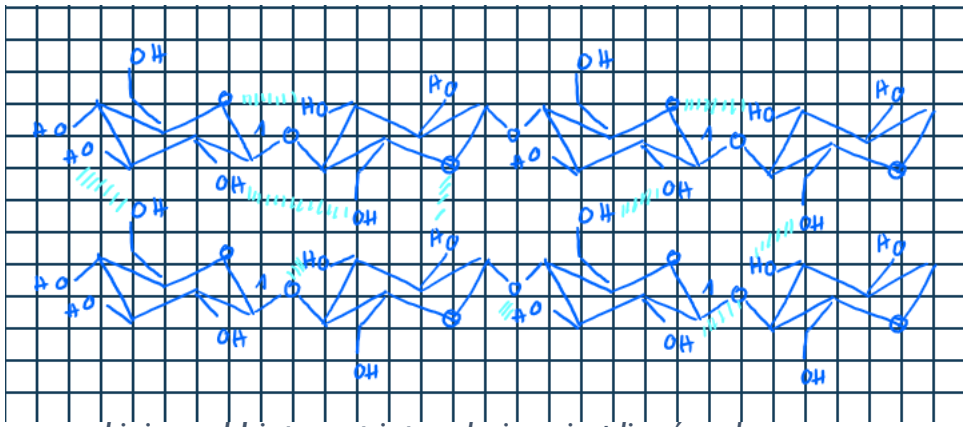
III. Les oses peuvent s'associer par condensation

D. LES POLYOSIDES STRUCTURAUX

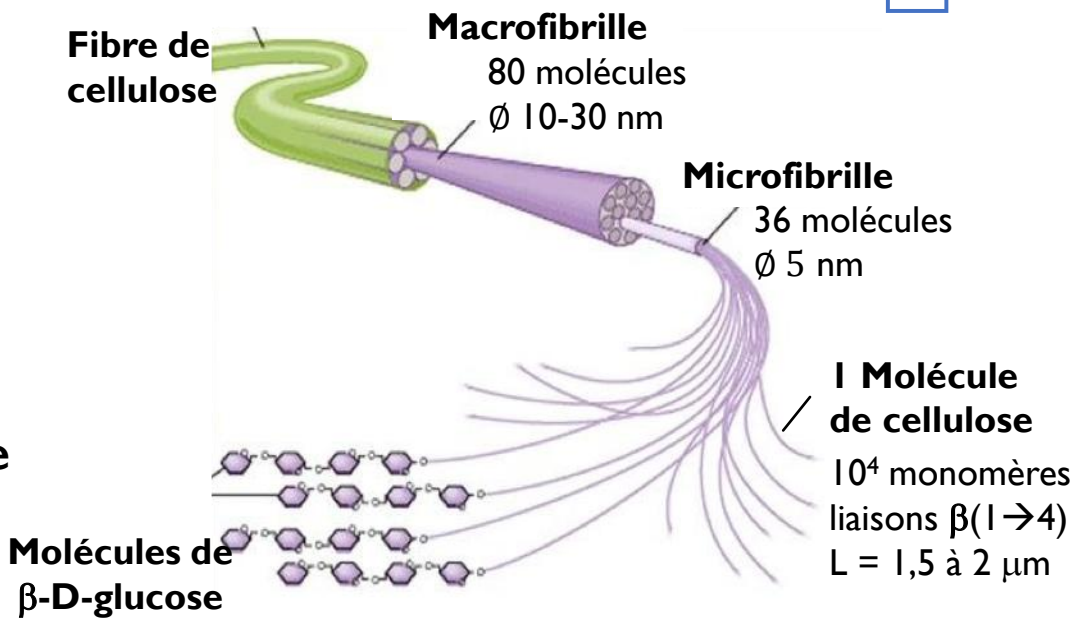
1. La cellulose

1.2. La cellulose - structure

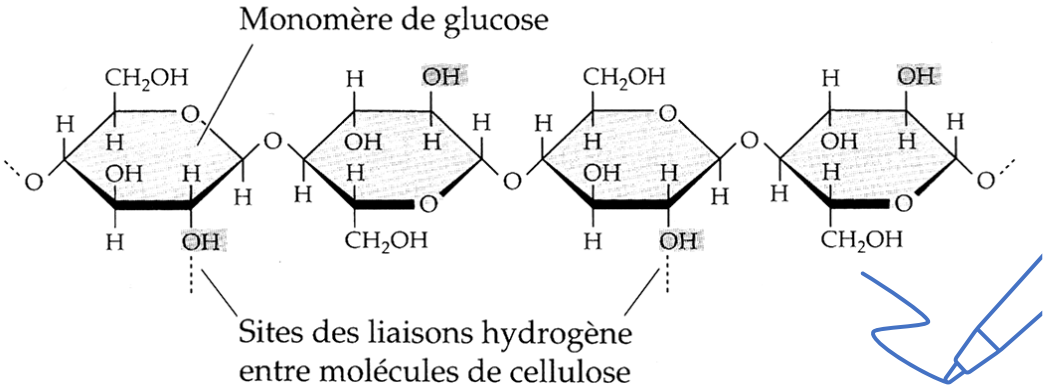
- **Polymère de β-D-glucopyranoses liés par des liaisons β(1→4)**
- Assemblage en chaines de 10^4 monomères > microfibrilles > macrofibrilles > fibres → **linéaire**
- Microfibrille à structure **semi-cristalline** stabilisée par des liaisons hydrogènes



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



Structure polycaténaire de la cellulose



Molécule de cellulose

D. LES POLYOSIDES STRUCTURAUX

1. La cellulose

1.3. 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

1. La cellulose

1. 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**

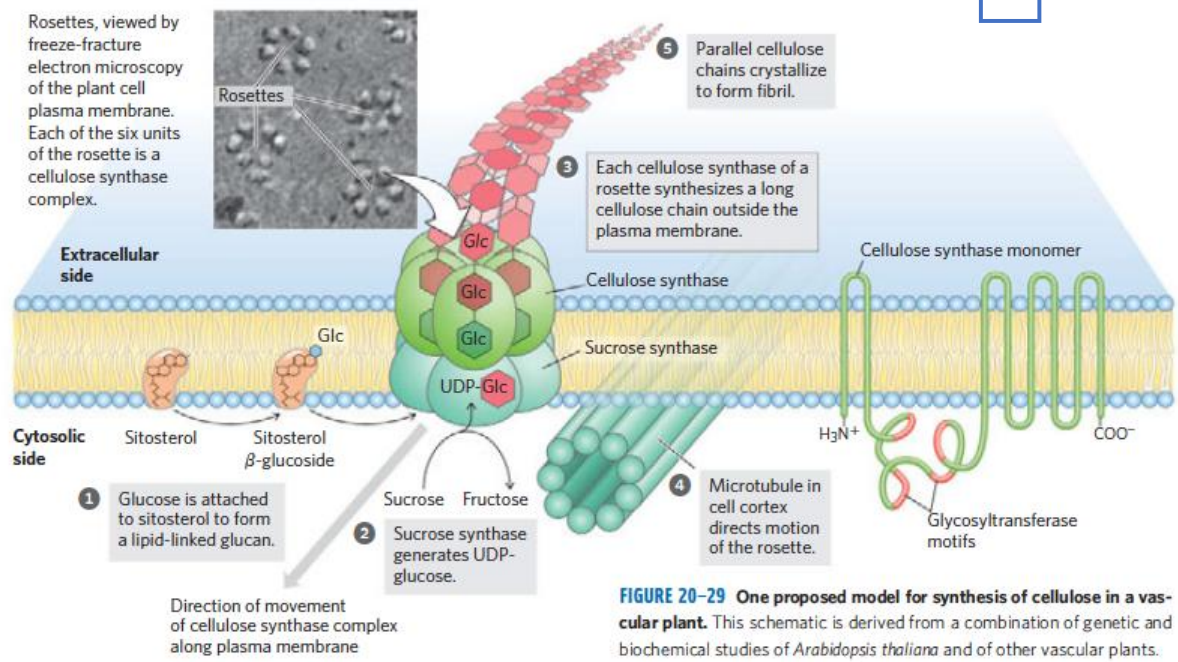


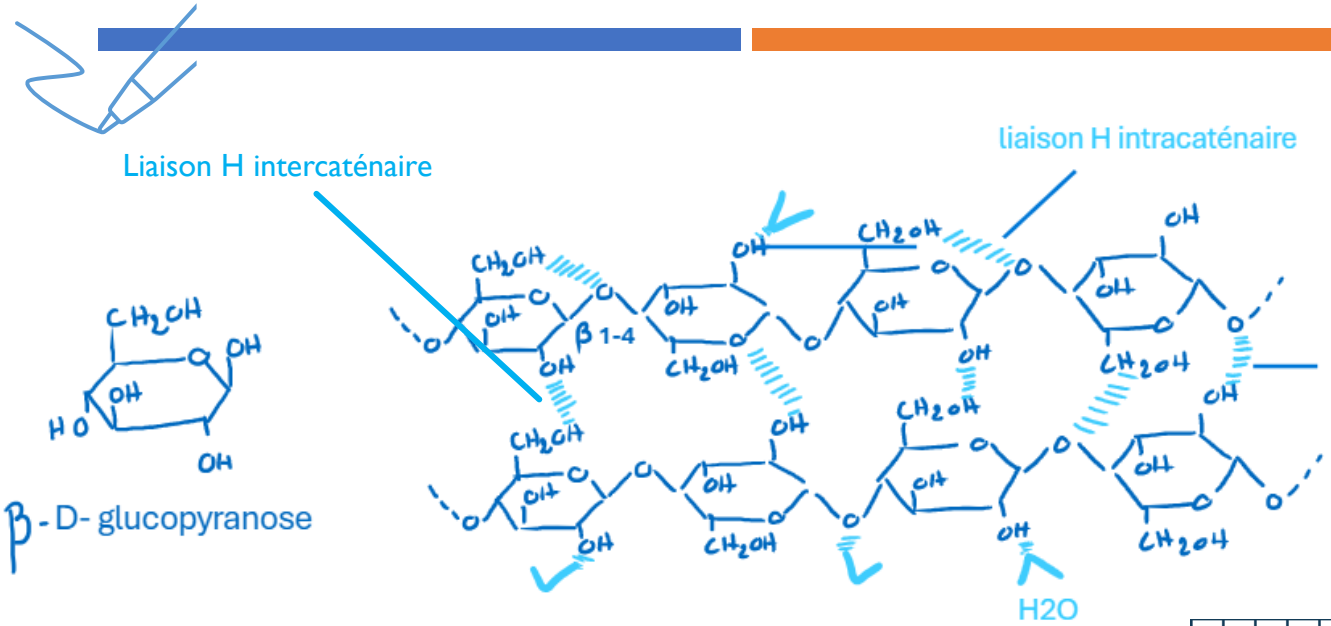
FIGURE 20–29 One proposed model for synthesis of cellulose in a vascular plant. This schematic is derived from a combination of genetic and biochemical studies of *Arabidopsis thaliana* and of other vascular plants.

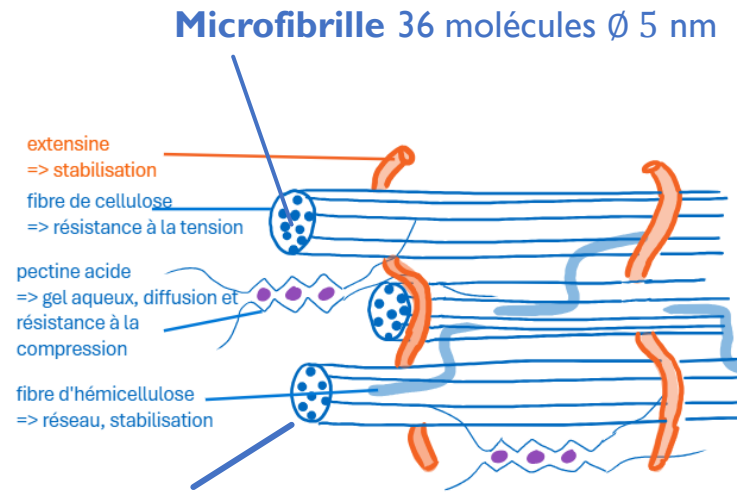
Synthèse de la cellulose par la cellulose synthase (Lehninger)

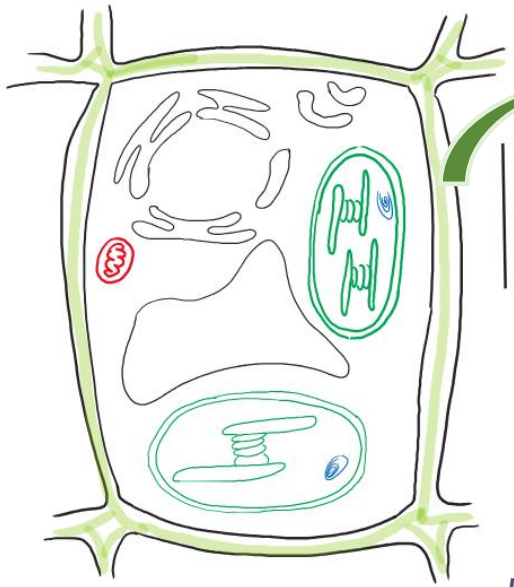
- **Dégradation**
  - Enzymes **β-D glucosidases**, présentes chez seulement certains micro-organismes :
    - ✓ *Bactéries et Microbiote intestinal de certains animaux*
    - ✓ *Champignons*

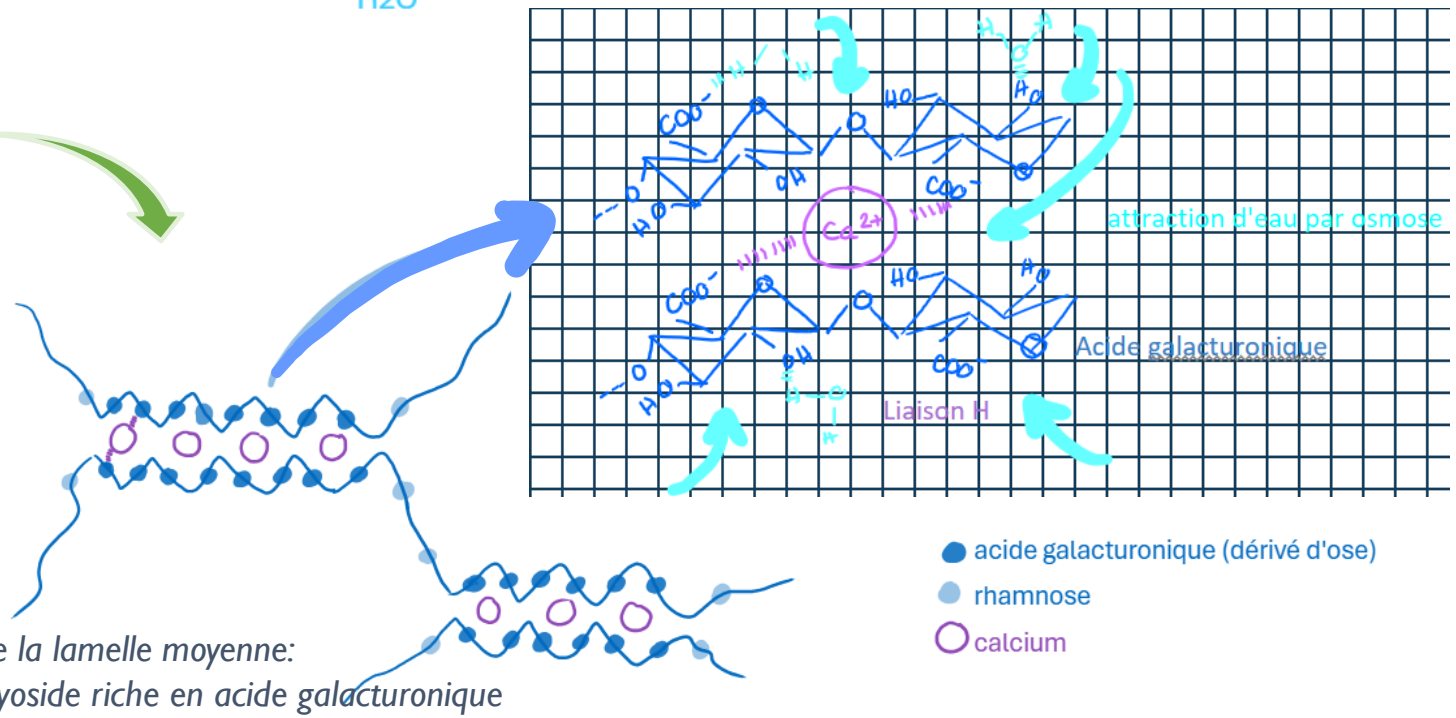
Rem : non digérée chez l'Homme mais aide au transit intestinal

Bactéries cellulolytiques

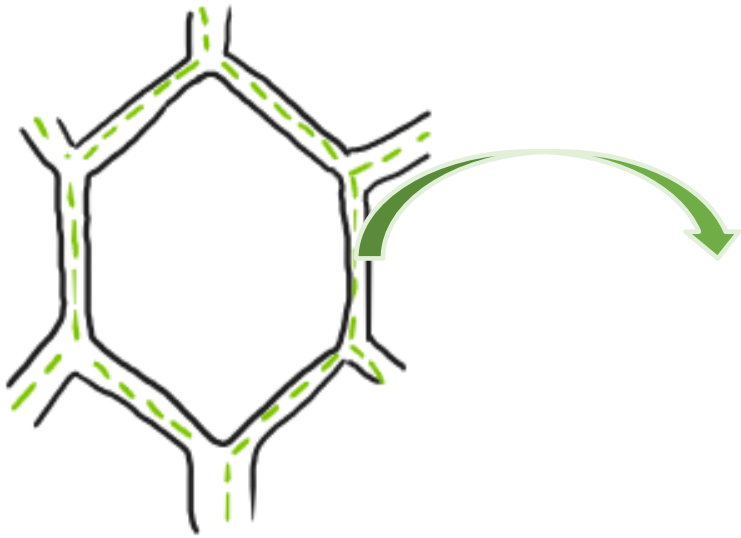




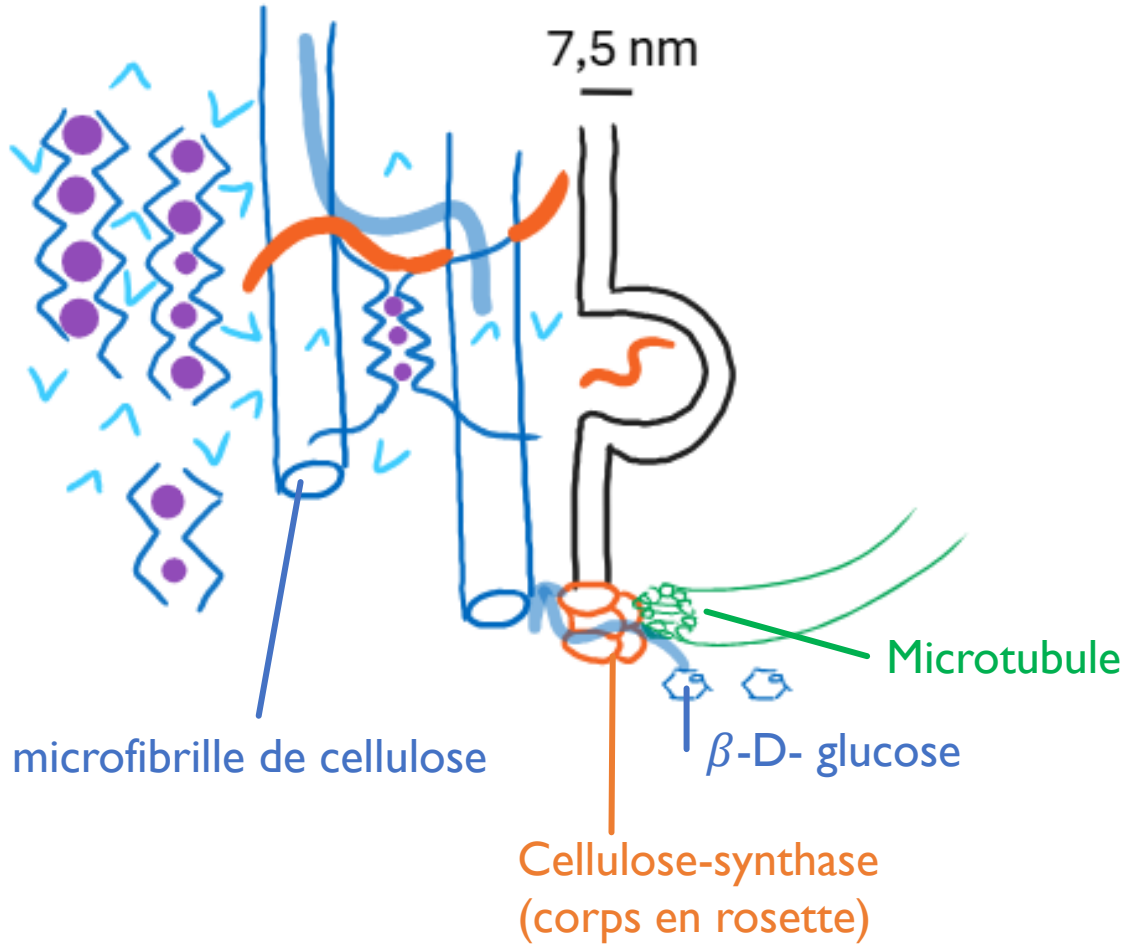




Pectine de la lamelle moyenne:
hétéropolyoside riche en acide galacturonique



Cellule peu différenciée, paroi primaire



Synthèse des glucides de la paroi

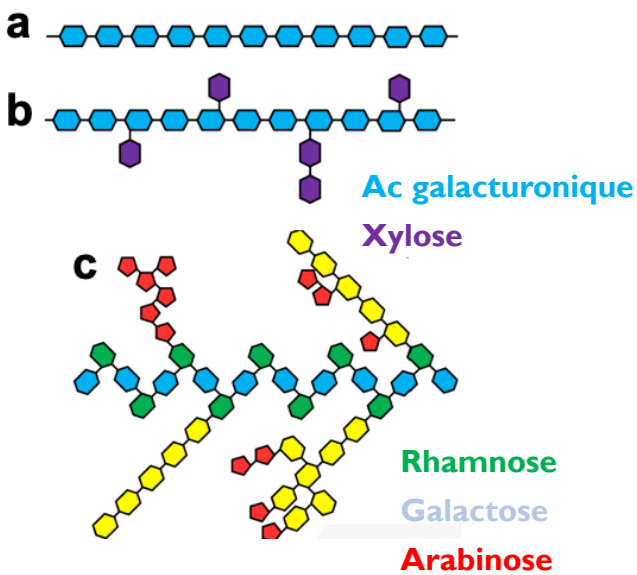
III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

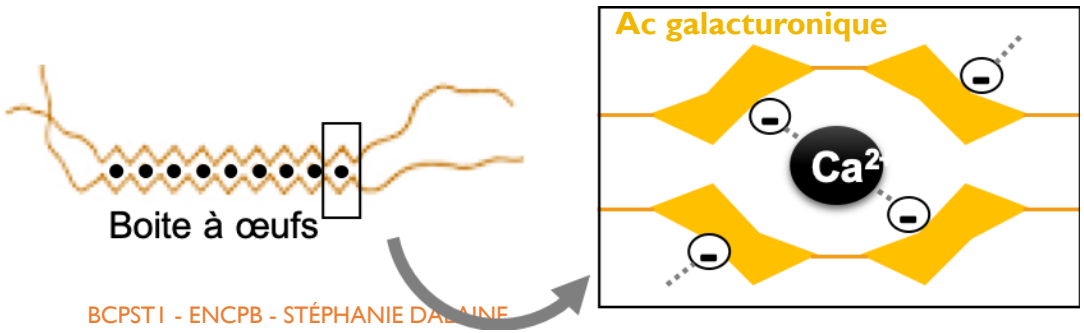
D. LES POLYOSIDES STRUCTURAUX

2. Les pectines et les hémicelluloses, des hétéropolyholosides

Pectines

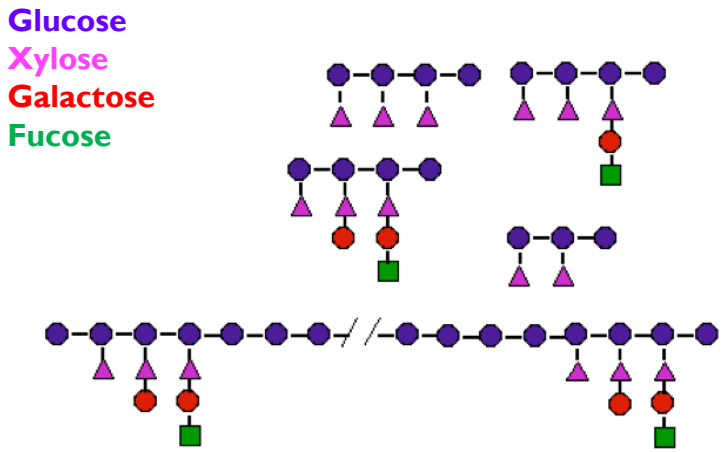
- chaines de sucres ± ramifiées et coudées, **chargées négativement (a. galacturonique)**.
- Liasion les unes aux autres via des ions **Ca^{2+}** → « **boîtes à œufs** »





Hémicelluloses

- longues chaines de glucose en β(1→4) et ± ramifiées
- Capables de former des liaisons faibles avec d'autres molécules → **verrouillage de la paroi**

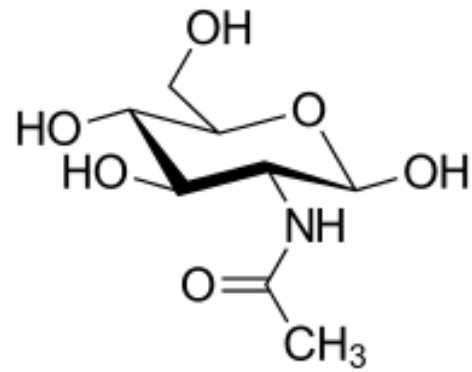


III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

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**



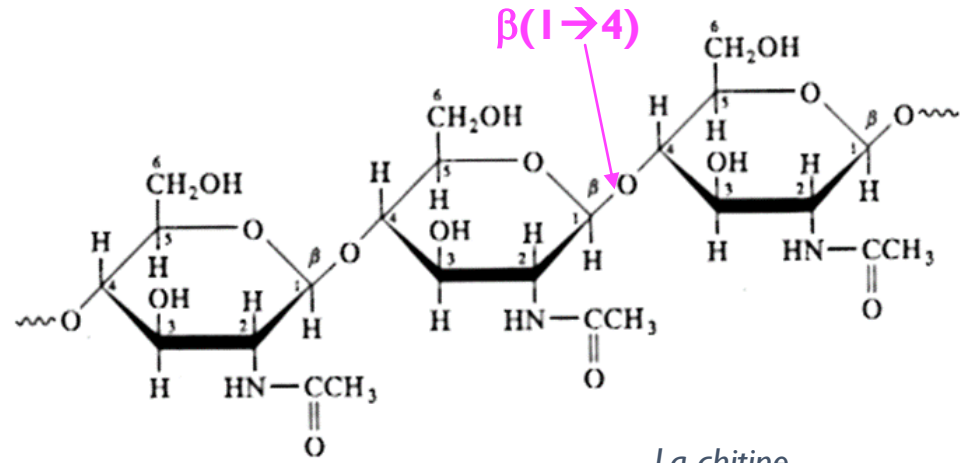
Le N-acétyl-β-D-glucosamine (NAG)

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

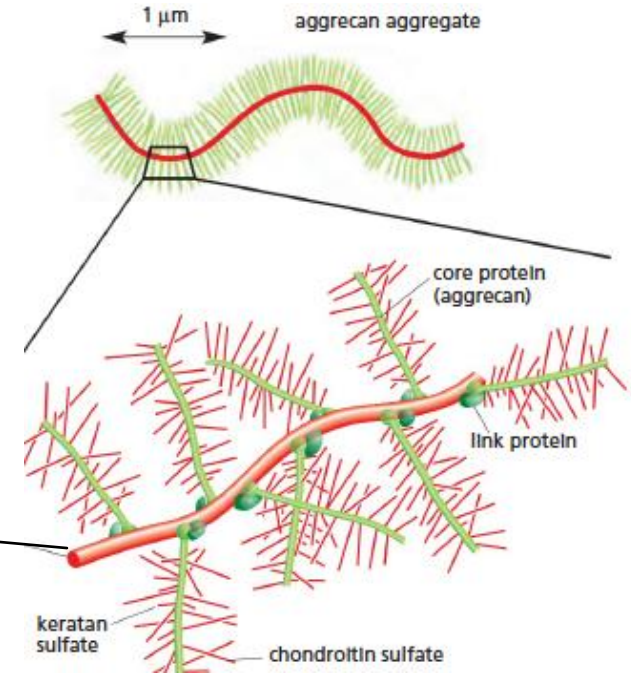
III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

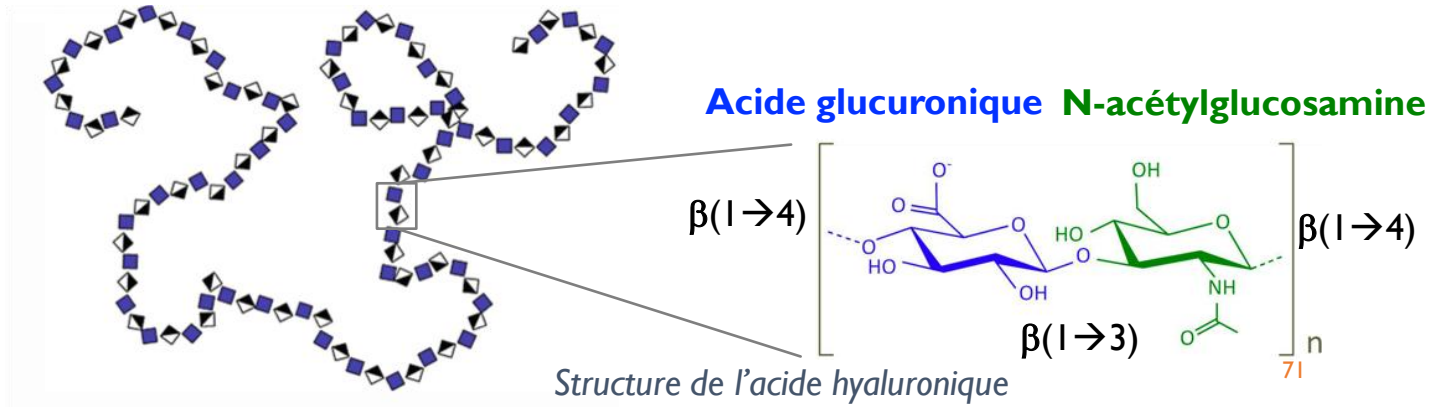
D. LES POLYOSIDES STRUCTURAUX

4. Protéoglycanes des mec animales

- Les protéoglycanes sont des **glycoconjugués**
- Dans la MEC, la partie glucidique des protéoglycanes = **glycosaminoglycanes** (GAG) :
  - hétéropolyholosides en β(1→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**

Protéoglycane du cartilage





Structure de l'acide hyaluronique

III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

D. LES POLYOSIDES STRUCTURAUX

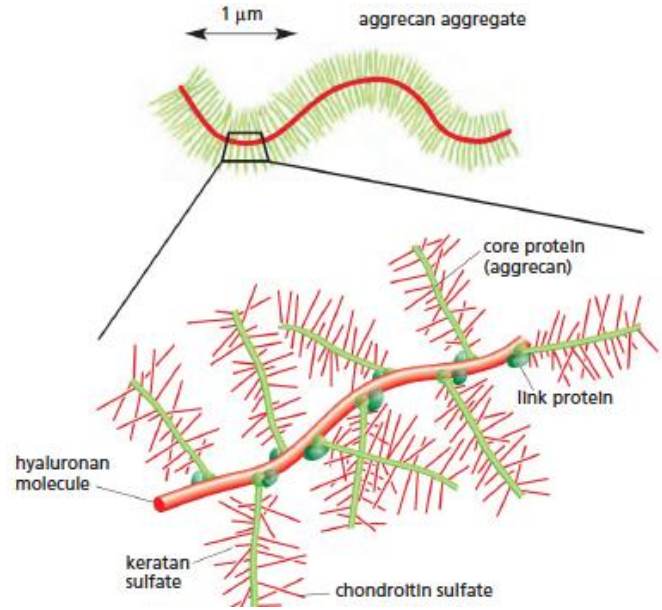
4. Protéoglycanes des mec animales

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)

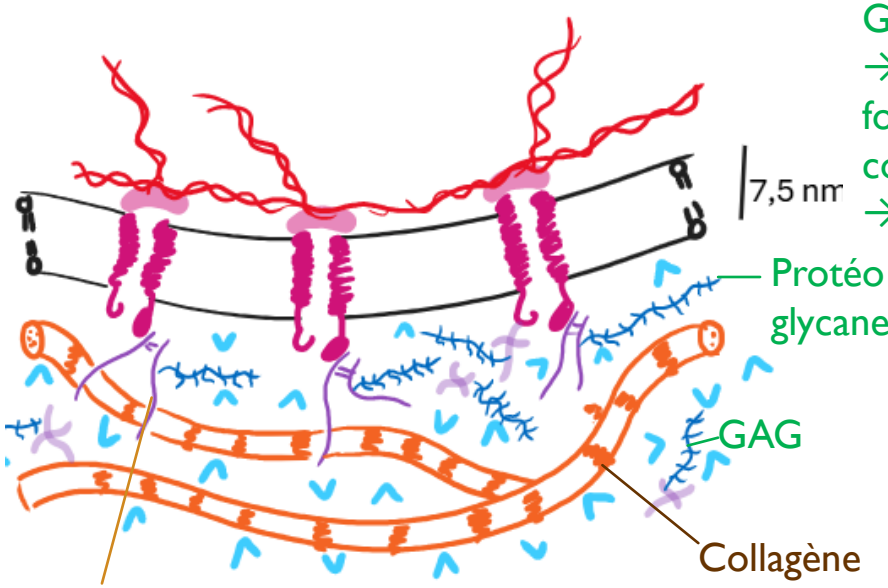
Le cartilage : rôle dans l'absorption des chocs (Alberts 2017)

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

2. Un gel glucidique hydrophile résistant à la compression.

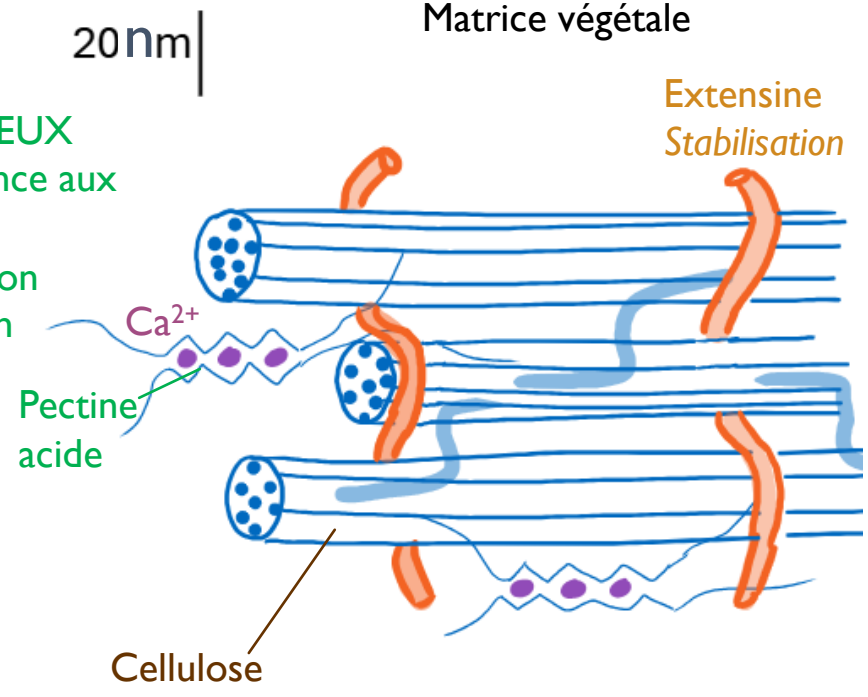
2.3. Convergence structurale et fonctionnelle entre ces deux types de molécules pariétales

Matrice animale



GEL AQUEUX
→ Résistance aux forces de compression
→Diffusion

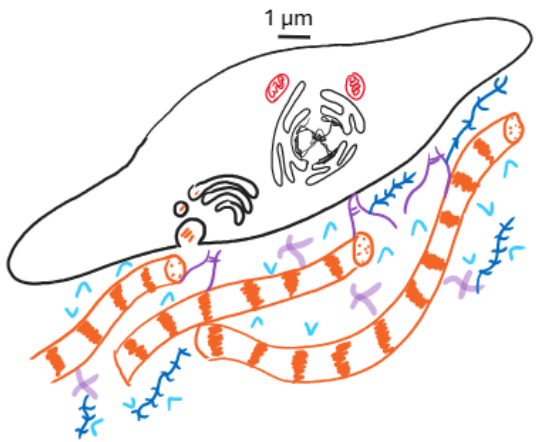
Matrice végétale

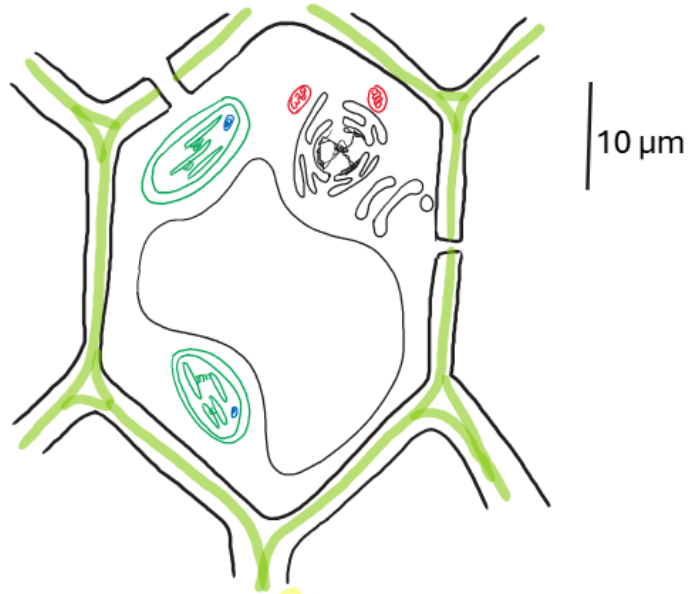


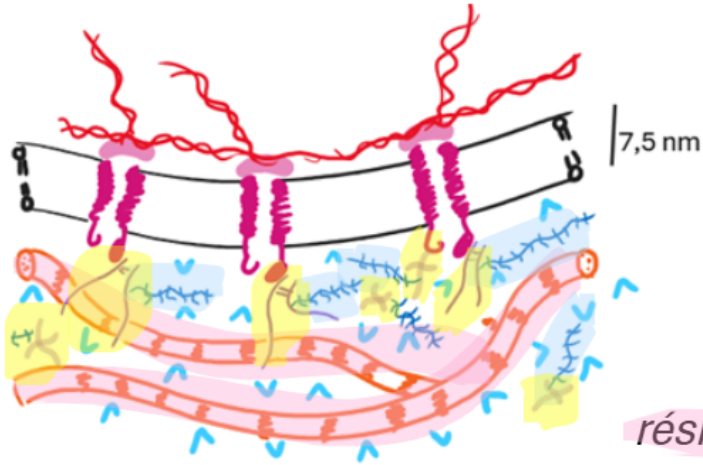
Résistance aux forces de tension

Bilan sur la composition de la MEC des tissus conjonctifs animaux

Cf SV-C-1A-B







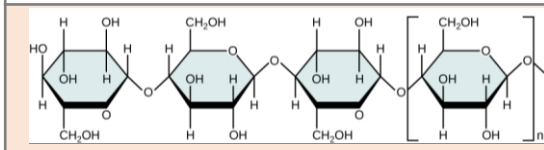
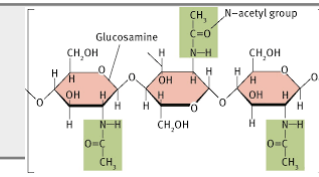
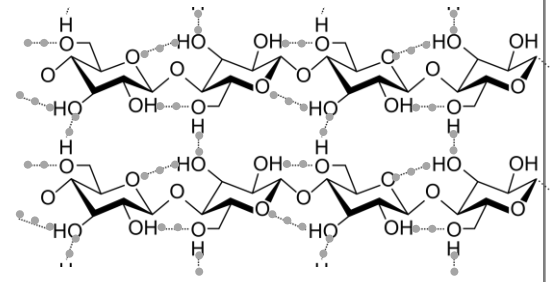
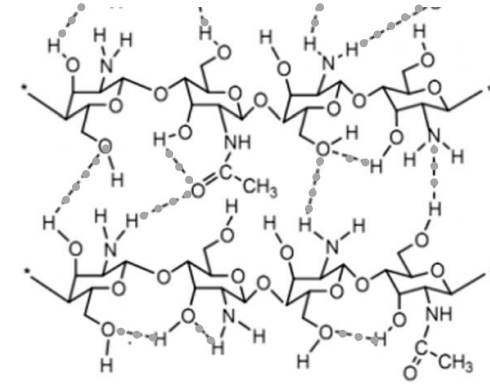
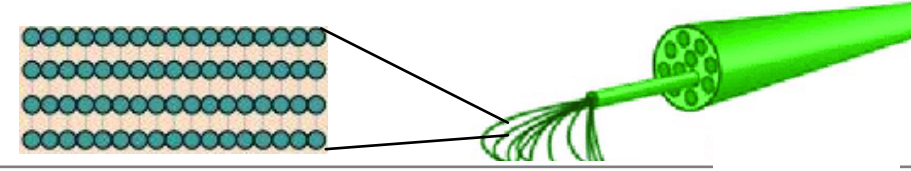
résistance à la tension

résistance à la compression

stablisation, 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	β(1→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	$C_{12}H_{22}O_{11}$	Métabolisme énergétique
		Saccharose	$C_{12}H_{22}O_{11}$	Transport chez les végétaux (sucre non réducteur)
	Polyosides	Amidon	α-$(C_6H_{10}O_5)n$	Réserve chez les végétaux
		Glycogène	α-$(C_6H_{10}O_5)n$	Réserve des animaux et des mycètes
		Cellulose	β-$(C_6H_{10}O_5)n$	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 isomérie

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

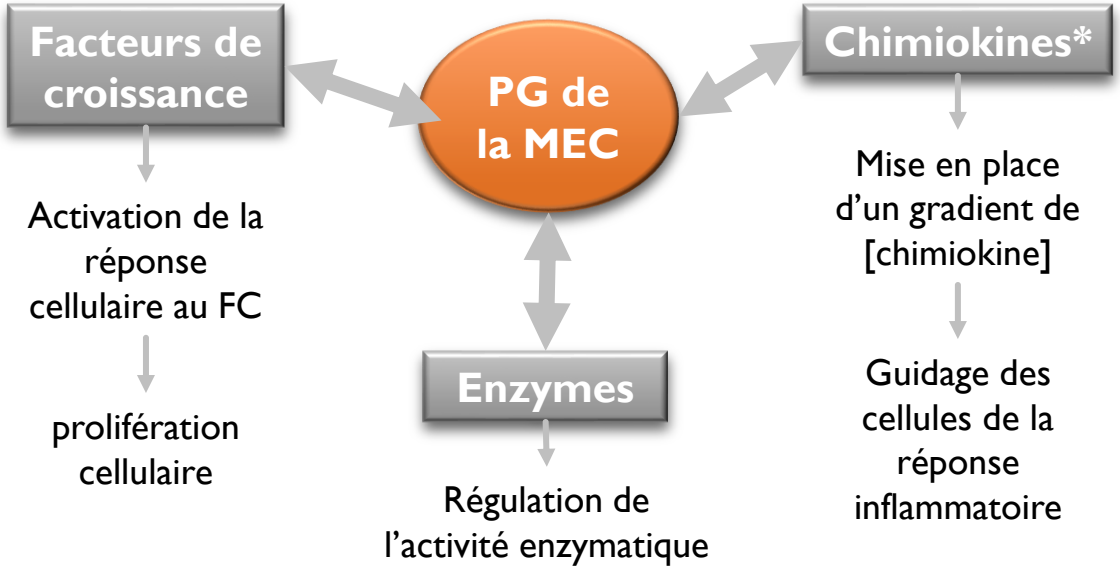
E. Les polyosides informationnels

III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

E. LES POLYOSIDES INFORMATIONNELS

1. Rôle de certains protéoglycanes

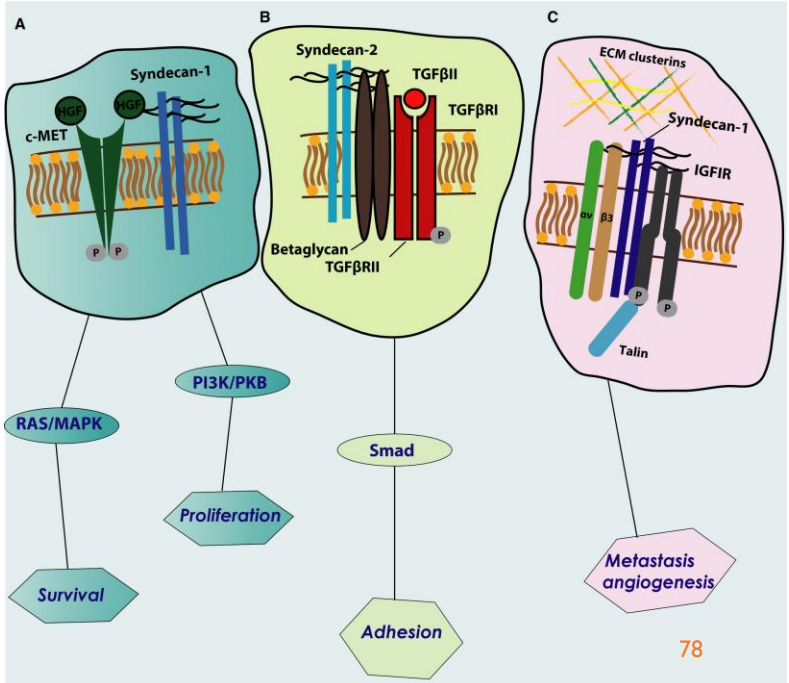
- PG de la MEC : rôle majeur dans la **signalisation** chimique entre cellules
- Par **interaction** avec d'autres molécules
  → modification du fonctionnement et/ou des effets de ces molécules



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

- 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.*



https://febs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/febs.13940

III. Les oses peuvent s'associer par condensation

E. LES POLYOSIDES INFORMATIONNELS

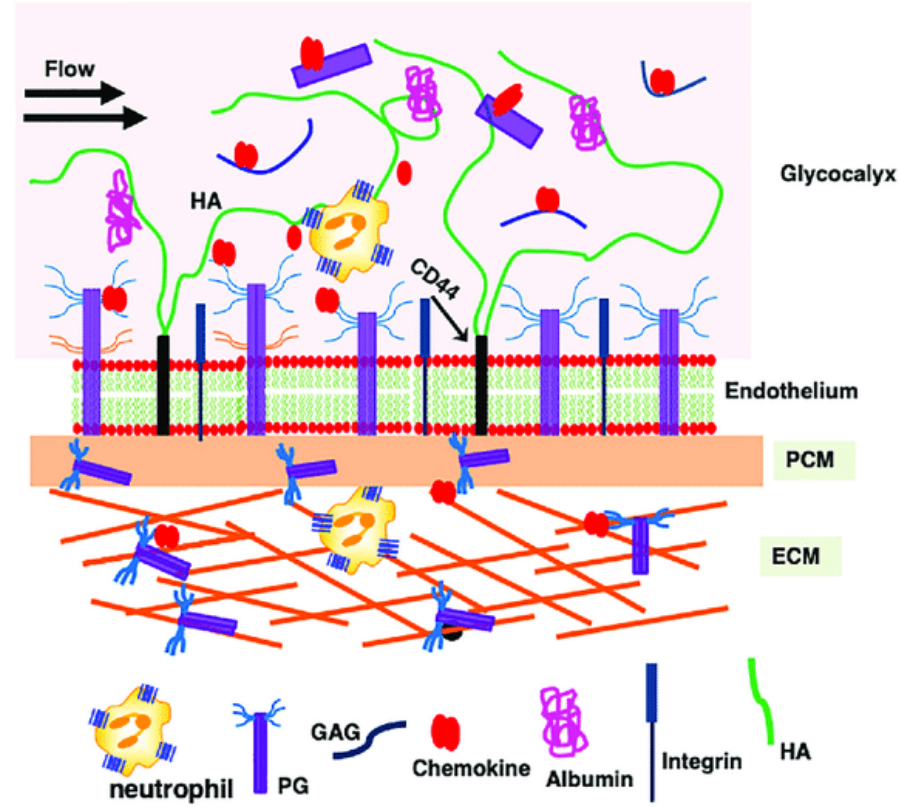
1. Rôle de certains protéoglycanes

- 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 chimiotaxisme (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

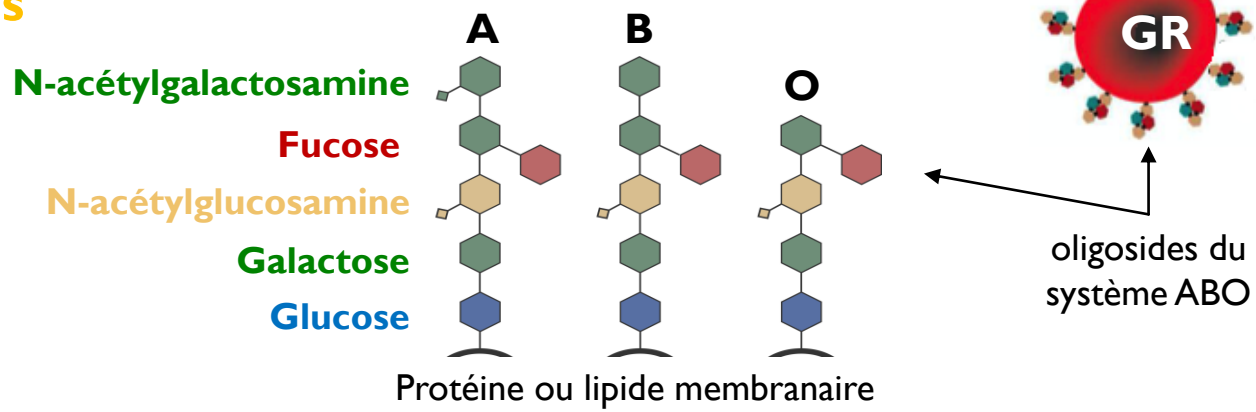
III. LES OSES PEUVENT S'ASSOCIER PAR CONDENSATION

E. LES POLYOSIDES INFORMATIONNELS

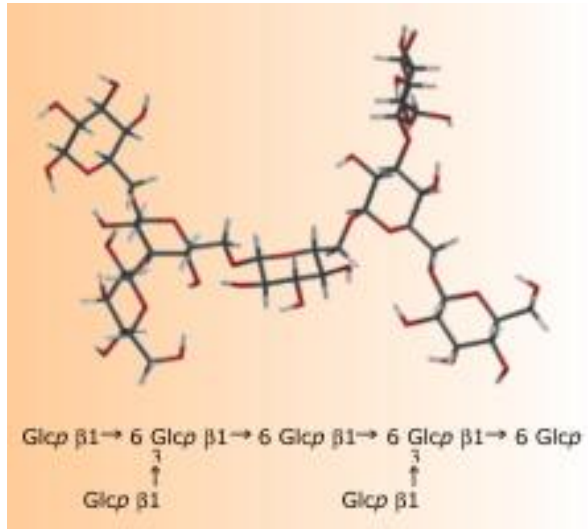
2. Les oligosides membranaires

- Oligosides portés par des protéines ou lipides membranaires, vers l'extérieur = porteurs d'information
- Information contenue dans la séquence (ordre, position) des oses
- Diversité des signaux grâce à :
  - Diversité des oses
  - Diversité des liaisons

Le système sanguin ABO

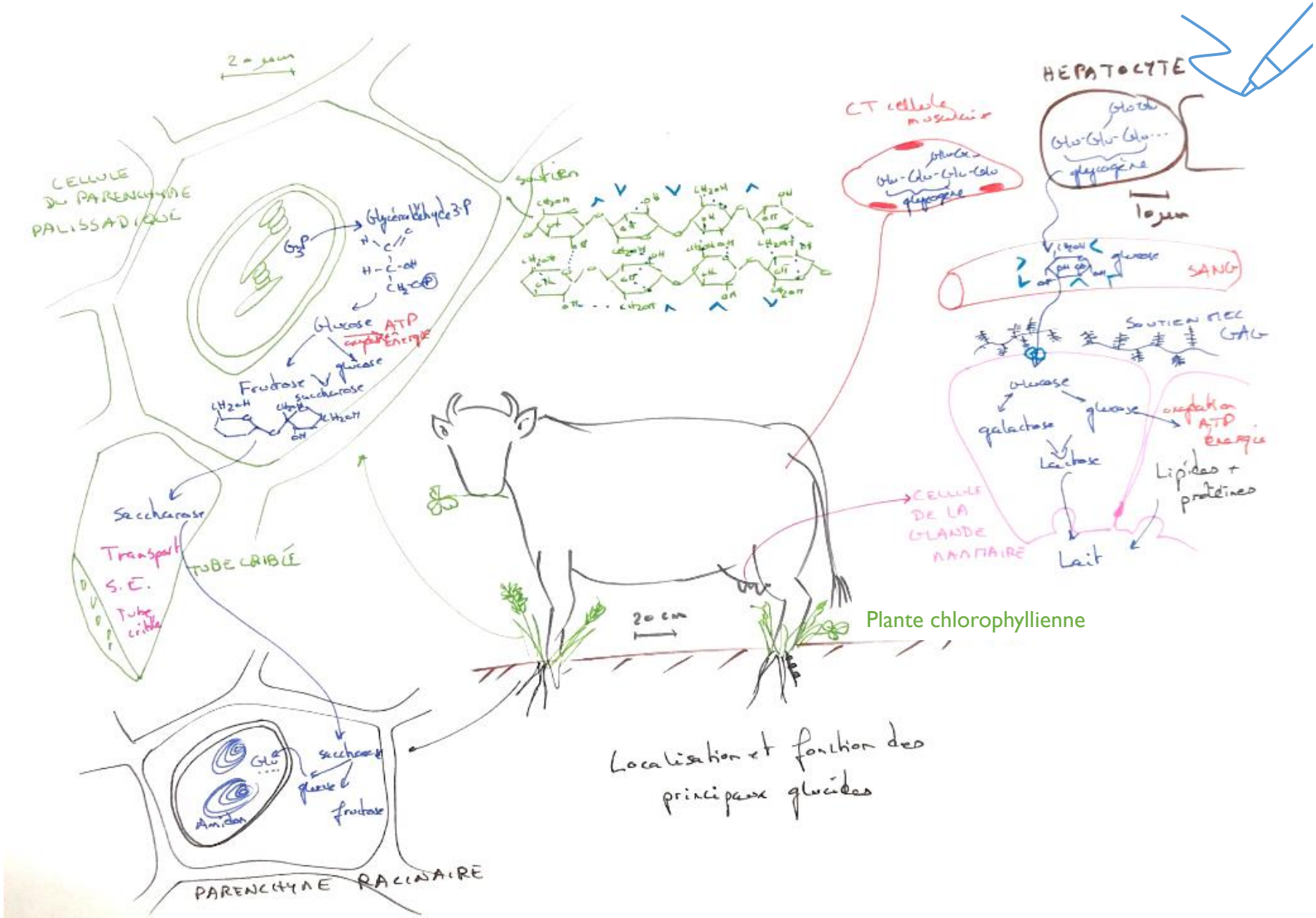


Le système sanguin ABO est déterminé par des oligosides rattachés à des protéines/lipides de la membrane plasmique des globules rouges
Ils définissent l'identité de la cellule



Les oligosaccharines des végétaux

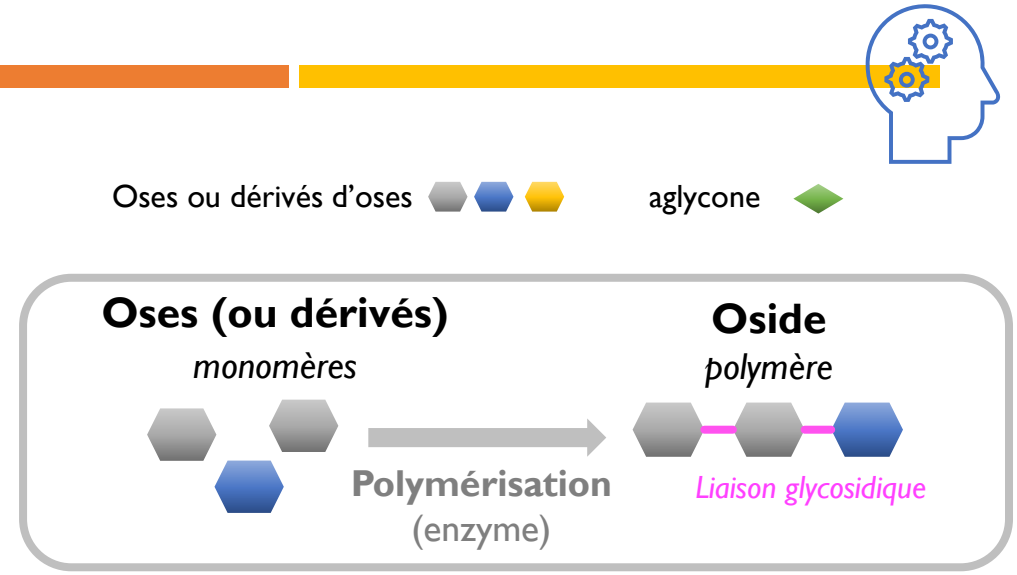
Lors d'une infection par un champignon pathogène, libération d'oligosaccharides (oligosaccharines) → réponse de défense de la plante

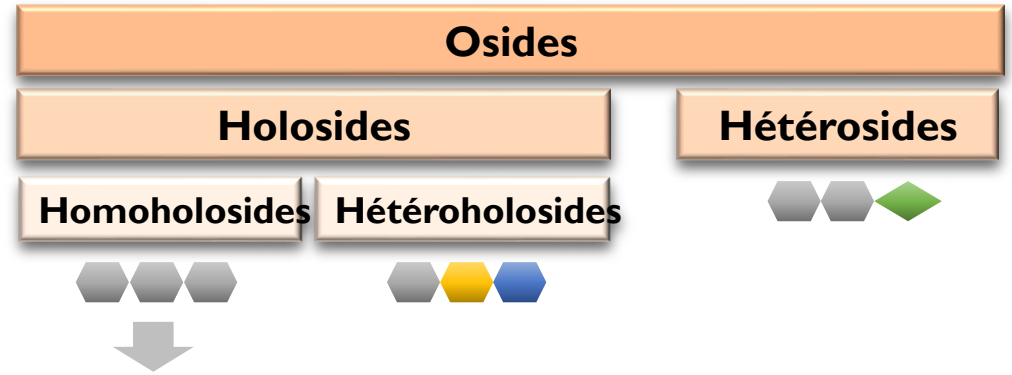

CELLULE DU PARENCHYME PALISSADIQUE
Glucose
ATP
Fructose
saccharose
Saccharose
Transport
S.E.
TUBE CRIBLÉ
PARENCHYME RACINAIRE
Amidon
HEPATOCYTE
glycogène
SANG
glucose
galactose
lactose
Lipides + protéines
Lait
CELLULE DE LA GLANDE MAMMAIRE
20 cm
Plante chlorophyllienne
Localisation et fonction des principaux glucides

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	$\alpha(1\rightarrow4)$ + $\alpha(1\rightarrow6)$	$\beta(1\rightarrow4)$
Structure des molécules	Ramifiée, compacte, amorphe	Linéaire, rigide, polycaténaire
Exemples	Amidon Glycogène	Cellulose Chitine

BILAN

Quelques exemples de polyosides 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

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)
= *Glucides simples*

→ polymérisation

Osides
= *Glucides complexes*

	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