

Généralités

Les glucides sont des composés moléculaires organiques constitués de C, H et O.

Ils constituent 2 à 3% de la masse corporelle. Ils regroupent de nombreuses molécules assurant diverses fonctions.

Les glucides sont classés en trois principaux groupes en fonction de leur taille :

- **Les oses ou monosaccharides** : molécules les plus simples des glucides et non hydrolysables (ne se décomposent pas sous l'action de l'eau). Exemples : le glucose, le fructose, le ribose.
- **Les oligosaccharides** (ou oligoholosides) composés de quelques oses. Parmi ces glucides on trouve :
 - ✓ Les dioses ou disaccharides (encore appelés diholosides) : comme le préfixe di- l'indique, ils sont composés de deux oses associés par une liaison osidique. Exemples : saccharose, lactose, maltose.
 - ✓ De la même façon on inclut dans ce groupe de glucide les trisaccharides, les tétrasaccharides...
 - ✓ la diversité des oligosaccharides dépend de la diversité de l'enchaînement des oses mais aussi de la nature de la liaison osidique.
 - ✓ Les oligosaccharides sont des glucides qui peuvent s'associer avec des protéines ou des lipides. Ce sont des molécules dites glycoconjuguées (conjugué signifiant donc associé et ici par liaison covalente).
 - ✓ Les oligosaccharides sont hydrolysables.
- **Les polysaccharides** sont composés d'un grand nombre d'oses associés par liaisons covalentes.
 - ✓ Il s'agit de molécules constituées de centaine à des milliers d'oses liés entre eux au cours de réaction de déshydratation.
 - ✓ Comme les oligosaccharides, les polysaccharides sont hydrolysables.
 - ✓ Parmi les polysaccharides, on trouve l'amidon, le glycogène, la cellulose...
 - ✓ Les glycanes sont des polymères composés de monosaccharides (ou oses). On utilise ce terme lorsque le polysaccharide est associé à des protéines ou des lipides.

Le rôle des glucides est très diversifié : support moléculaire entrant dans la composition de protéines et de lipides membranaires, constituant de la paroi cellulaire des bactéries, des champignons, molécules de réserves (sous forme d'amidon chez les végétaux, de glycogène chez les champignons et les animaux) et enfin et surtout, les glucides sont des molécules intervenant dans le métabolisme énergétique des cellules. Ils interviennent aussi comme des signaux de reconnaissance et de communication entre les cellules.

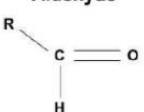
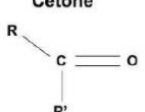
I Les monosaccharides**A Composition et structure des oses**

- **Les oses sont des composés de formule générale $(\text{CH}_2\text{O})_n$** avec n nombre entier variant de 3 à 7. Ils possèdent donc un squelette carboné. (Les anglosaxons les appelle des carbohydrates ou hydrates de carbone car on note aussi les oses de la façon suivante : $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$).

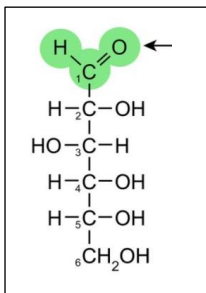
Exemple : le glucose de formule $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ peut s'écrire $(\text{CH}_2\text{O})_6$

- Tous les oses comprennent
 - des groupements **hydroxyles -OH**
 - et un **groupement (ou fonction) carbonyle** : soit un **aldéhyde** ou une **cétone**.
- Les oses peuvent être classés de deux façons :
 - **par la nature de la fonction du carbonyle** : on parle d'**aldoses** lorsque le groupement est un **aldéhyde** ou de **cétooses** lorsque le groupement est une **cétone**.
 - **par le nombre de carbone de leur squelette** : 3C => trioses, 4C => tétroses, 5C => pentoses, 6C => hexoses...
 - les deux classifications peuvent être combinées: un aldotérose est un aldose dont le squelette possède 4 Carbone, et un cétopentose est un cétose dont le squelette comporte 5 Carbone.

Rappel :

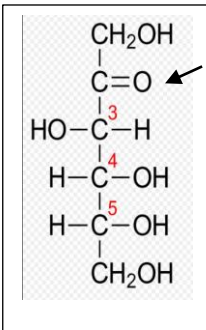
Groupement carbonyle : comporte une double liaison entre un atome de carbone et un atome d'oxygène	
Aldéhyde 	Cétone 

Exemple du glucose :



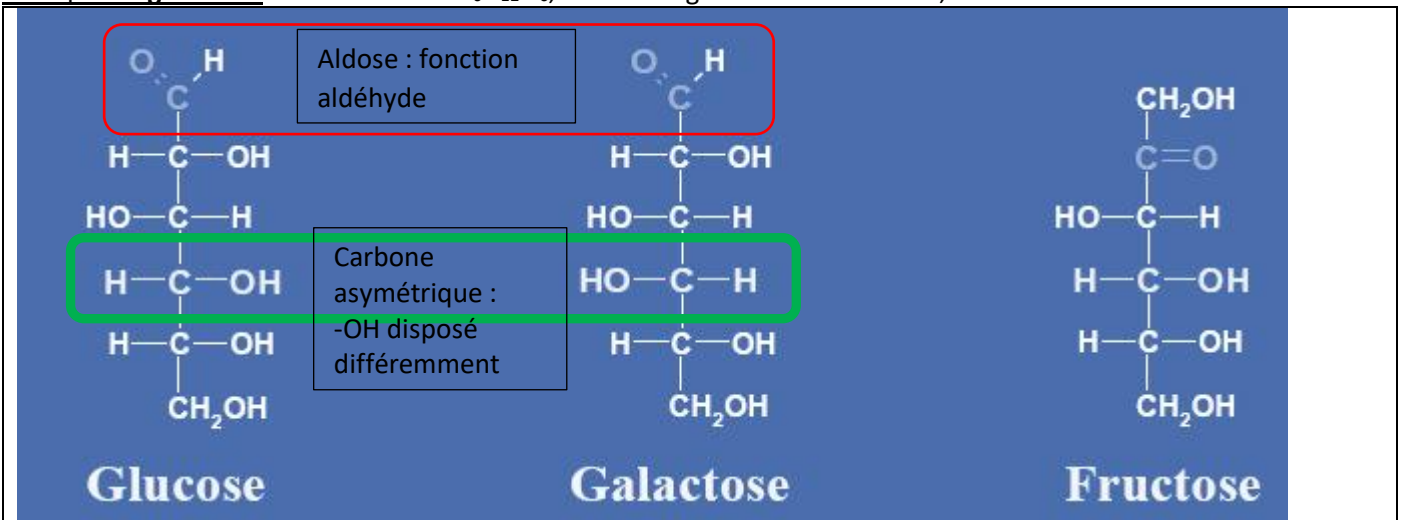
Le glucose présente un groupement **aldéhyde** : c'est donc un **aldose** et c'est un **hexose**.
Les atomes de carbone sont numérotés.

Exemple du fructose : formule brute $C_6H_{12}O_6$, comme le glucose c'est un **hexose** mais...



Le fructose présente un groupement **cétone** : c'est donc un **cétose** et un hexose

Exemple du galactose : formule brute $C_6H_{12}O_6$, comme le glucose et le fructose, c'est donc un **hexose** mais...



Le galactose est donc un hexose et un aldose comme le glucose mais... il est différent du glucose par la position du groupe hydroxyle -OH sur le carbone 4. **Glucose et galactose sont des isomères.**

Tableau I Quelques monosaccharides classés :

	Trioses	Pentose	Hexose
	Glycéraldéhyde	Ribose	Glucose
ALDOSES			

CETOSES	Trioses	Pentose	Hexose
	Dihydroxyacétone	Ribulose	Fructose
	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array} $

Parmi les monosaccharides cités ci-dessus, certains ont déjà été vus en SVT au lycée.

- **le glucose** : déjà rencontré à de nombreuses reprises de la 2de à la Terminale Spé SVT.
A quelle occasion ? - molécule substrat de la respiration utilisée comme source d'énergie par les organismes hétérotrophes (2de – Terminale Spé SVT : respiration cellulaire)
- molécule qui entre dans la composition de l'amidon (2de et terminale Spé SVT : molécules de réserves dans les amyloplastes)
- molécule qui entre dans la composition du glycogène (Terminale Spé SVT)
- **le ribose** : « sucre » en C5 qui entre dans la composition de l'ARN (1^{ère} Spé SVT) et dans l'ATP (Terminale Spé SVT)
- **le glycéraldéhyde** : « sucre » en C3 qui intervient dans le cycle de Calvin (phase chimique de la photosynthèse permettant l'incorporation du CO₂ Terminale Spé SVT)
- **le fructose** : « sucre » en C6 vu en terminale spé, sucre simple rencontré par exemple dans les fruits (Terminale Spé SVT)
- **le ribulose** : « sucre » en C5 vu au cours du cycle de Calvin sous sa forme Ribulose di-Phosphate (sur lequel se fixe le CO₂) au cours de la phase chimique de la photosynthèse (Terminale Spé SVT).

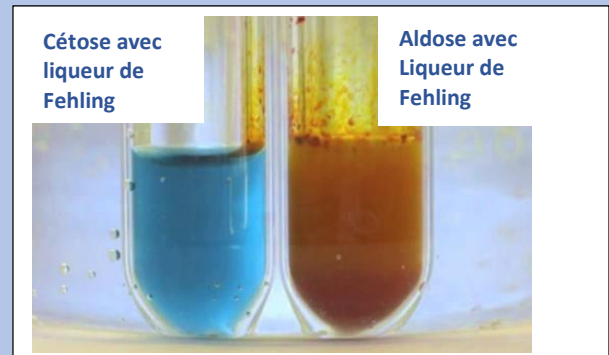
Conseils : pour donner du sens à toutes ces molécules, il est toujours conseillé de les resituer en contexte (à quoi « servent » ces molécules ?)

Vous avez aussi mis en évidence certains de ces monosaccharides à l'aide d'un réactif : la liqueur de Fehling (utilisée de la 2de à la Terminale)

Rappel :

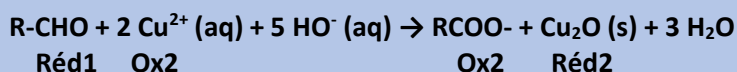
Tube témoin positif

Le glucose est un aldose, c'est la fonction aldéhyde qui réagit et on obtient, avec chauffage, un précipité rouge brique.



Les cétooses ne réagissent donc pas avec la liqueur de Fehling.

En effet, c'est la fonction aldéhyde - HC=O qui va être oxydée en présence des ions Cu²⁺ présents dans la liqueur de Fehling (couleur bleue). Les ions Cu²⁺ sont réduits et donnent des ions Cu⁺ (précipité rouge brique d'oxyde de cuivre) :

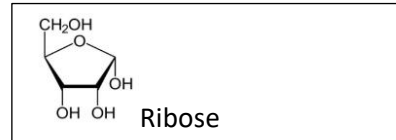
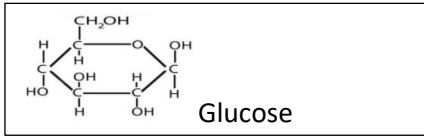


Donc, réagissent avec la liqueur de Fehling : glucose, galactose, maltose (le maltose est un dioside mais une fonction aldéhyde est libre voir II)...

Ne réagissent pas (sauf conditions particulières modifiant les sucres) : fructose, saccharose (le saccharose est un dioside sans fonction aldéhyde libre voir II)...

➤ **Cyclisation des oses**

Les pentoses et les hexoses sont « cyclisés » de façon spontanée (sans l'intervention d'une catalyse enzymatique). C'est pour cette raison que vous avez souvent vu des schémas de glucose ou de ribose par exemple comme:



Le groupement carbonyle est hautement réactif. La cyclisation se fait à composition chimique constante (donc même nombre d'atomes). Au cours de cette cyclisation, il y a un pont oxydique qui s'établit.

✓ **Pour les aldoses :**

- dans le cas d'un pont oxydique entre C1 et C5, on obtient un **cycle hexagonal** comportant 5 carbones et un atome d'oxygène ; c'est un **noyau pyrane**.

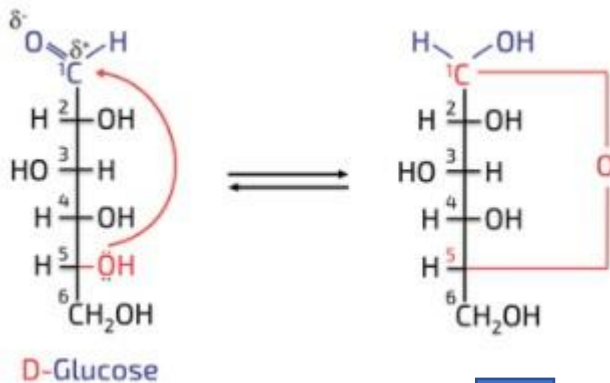
- dans le cas d'un pont oxydique entre C1 et C4, on obtient un **cycle pentagonal** comportant 4 carbones et un atome d'oxygène ; c'est un **noyau furane**.

✓ **Pour les cétooses :**

- dans le cas d'un pont oxydique entre C2 et C6, on obtient un **noyau pyrane**.

- dans le cas d'un pont oxydique entre C2 et C5, on obtient un **noyau furane**.

✓ **Exemple : cyclisation du D-Glucose**

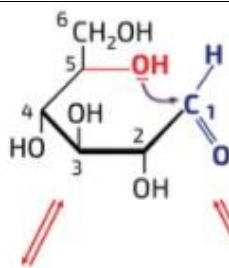


Au cours de la cyclisation, c'est une liaison covalente qui s'établit entre O et le carbone C1 ainsi qu'avec le carbone C5.

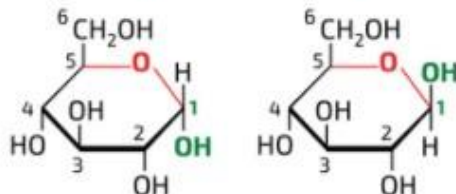
La cyclisation entre le C1 et le C5 aboutit à un cycle dit pyrane. On parle alors de pyranose pour ce type d'ose.

Formation d'un **pont oxydique C₁-C₅**, nouveau carbone asymétrique en C₁ d'où 2 stéréoisomères (anomères).

Anomères : 2 isomères différant par la position du groupement hydroxyle réducteur.

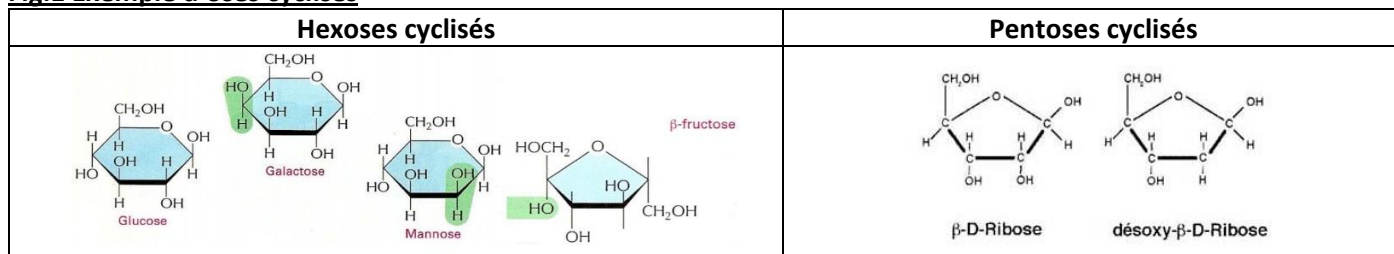


α-D-Glucopyranose
OH du C₁
en-dessous du cycle



β-D-Glucopyranose
OH du C₁
au-dessus du cycle

Fig.1 Exemple d'oses cyclisés



A propos du ribose et du désoxyribose :

Ces deux oses entrent dans la composition des acides nucléiques (que vous reverrez dans le Chapitre consacré aux acides nucléiques).

- ✓ Le **ribose** est le « sucre » qui entre dans la composition de l'ARN ou acide ribonucléique.
- ✓ Le **désoxyribose** entre dans la composition de l'ADN ou acide **désoxyribo**nucléique.
- ✓ Ribose et désoxyribose présente un cycle de type furane (cyclisation C1 – C4) : ce sont des furanoses.

Le désoxyribose est un dérivé du ribose par une réduction de la fonction alcool secondaire du carbone C2. Le désoxyribose confère à l'ADN une plus grande stabilité (qui est nécessaire à la fonction de conservation de l'information génétique de l'ADN).

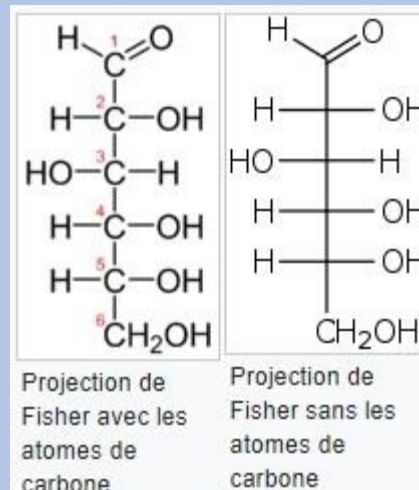
B Représentation des monosaccharides

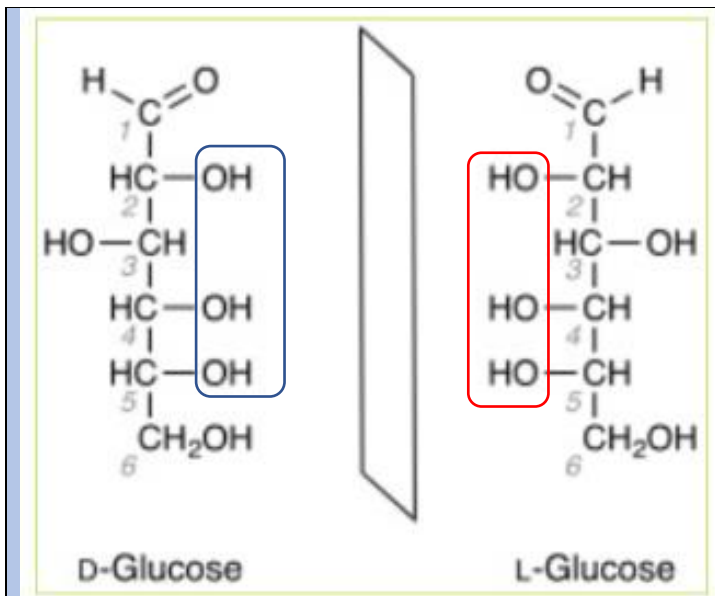
Dans ce qui précède, vous avez pu constater que le glucose par exemple est parfois noté D-Glucose et voir α D-Glucose.

➤ **Représentations de Fischer**

Les projections de Fischer sont le plus souvent utilisées en biochimie pour représenter les monosaccharides, (mais aussi pour les acides aminés par exemple). Elles permettent de déterminer la stéréochimie, donc les structures tridimensionnelles, d'une molécule. Elles sont très utiles pour différencier les énantiomères* de molécules chirales*.

* Enantiomères : se dit pour deux isomères dont les images ne sont pas superposables par un miroir. Dans ce cas, la molécule est dite chirale (chirale : « main »).





Le glucose (ici forme linéaire) est une molécule chirale : il possède deux énantiomères dont les images dans un miroir ne sont pas superposables. On peut ainsi définir l'appartenance d'une espèce chirale à la série D (*dexter*, droite) ou L (*laevus*, gauche).

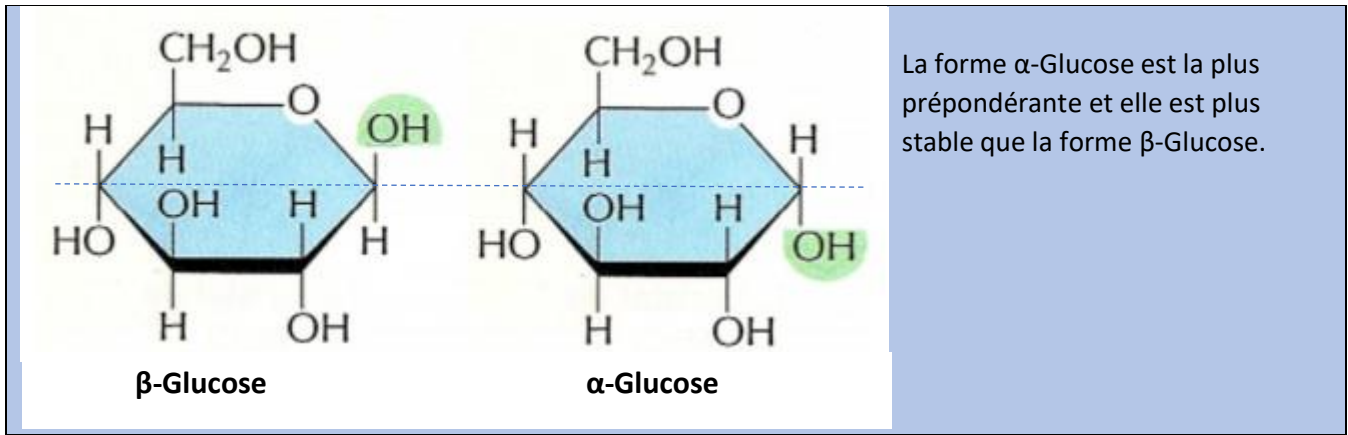
Le D-Glucose est le plus courant dans la nature.

D-Glucose is a sugar molecule that is abundant in nature	L-Glucose is a sugar molecule that is less abundant in nature	Récapitulation !
Can rotate plane polarized light in the clockwise direction	Can rotate plane polarized light in anticlockwise direction	
Fischer projection has a –OH group on the left side of the main carbon chain whereas other –OH groups are on the right side	Fischer projection has a –OH group on the right side of the main carbon chain whereas other –OH groups are on the left side	
Haworth projection has a –OH group in the upward direction whereas other –OH groups are downward	Haworth projection has a –OH group in the downward direction whereas other –OH groups are upward	

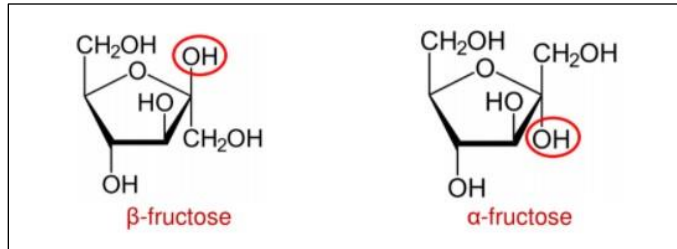
➤ **Représentation cyclisée : forme α ou β**

La différence entre les formes α et β est fondée sur la **position de la fonction -OH du carbone C1 par rapport au plan équatorial de la molécule** :

- ✓ forme α si la fonction -OH est en dessous,
- ✓ forme β si la fonction -OH est au-dessus.



On aura de même :



Cette isomérisie de la molécule de glucose n'est pas sans conséquence lors des réactions biochimiques.

Remarque : à propos des propriétés polaires des oses =>

Leur richesse en groupements hydroxyles leur confère des propriétés polaires capables de multiples liaisons hydrogène :

- ✓ avec l'eau : ils ont très hydrosolubles
- ✓ avec d'autres molécules comme les protéines

C Les molécules dérivés des monosaccharides

Les oses (ou monosaccharides) peuvent être modifiés lors de différentes réactions biochimiques et peuvent être aussi associés à des molécules non glucidiques.

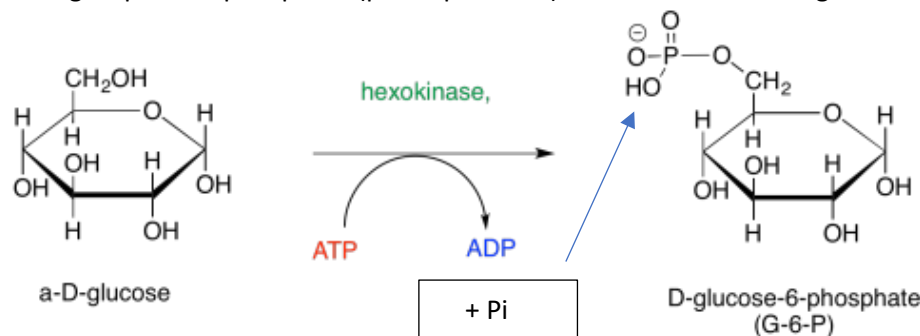
➤ Les dérivés des monosaccharides

La transformation par réaction chimique d'une ou plusieurs fonctions d'un ose aboutit à l'obtention de dérivés osidiques.

✓ Phosphorylation d'un ose

La phosphorylation correspond à l'addition d'un groupe phosphate sur une molécule.

Exemple : Phosphorylation du glucose et obtention de **Glucose 6-Phosphate** : cette réaction est couplée à l'hydrolyse de l'ATP en ADP. L'hydrolyse de l'ATP est exoénergétique (libère de l'énergie) et elle permet le transfert d'un groupement phosphate (perdu par l'ATP) sur le carbone C6 du glucose :

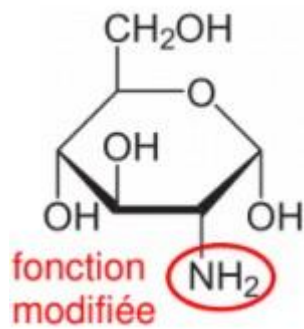


Pi : groupement phosphate perdu lors de l'hydrolyse de l'ATP

Retenir :

La phosphorylation du glucose se déroule dans le cytosol de la cellule. C'est la première étape de la **glycolyse**. Vous avez vu que la glycolyse (Terminale Spé SVT) correspond à une voie métabolique énergétique. Elle aboutit à partir d'une mole de glucose à deux moles de pyruvate.

✓ Addition d'un groupement amine – NH₂



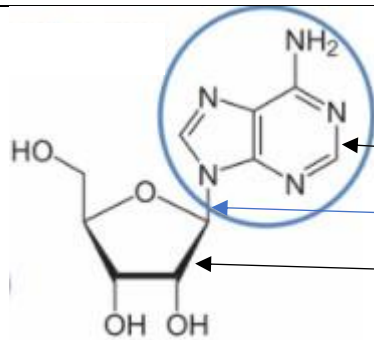
Molécule de glucosamine (formée à partir de glucose) :

Le carbone en position 2 ne porte pas de fonction alcool mais une fonction amine primaire (-NH₂) orientée de la même façon sur le carbone asymétrique.

Sa formule brute est C₆H₁₃NO₅.

La glucosamine est un des composants du cartilage. Elle joue un rôle essentiel au niveau des articulations en participant à la formation du cartilage articulaire.

✓ Association d'un ribose avec une base azotée : formation d'un nucléoside



La formation du nucléoside correspond à l'association d'un ose et d'une base azotée.

Base azotée
Liaison N-osidique
Ribose

Retenir : Les nucléosides sont les molécules précurseurs des nucléotides. Dans l'exemple présenté, il s'agit d'un nucléoside précurseur d'un ribonucléotide. (voir Chap. V Les acides nucléiques)

Petite récapitulation avant d'aller loin:

