



PHARMACIE 1ère année
Cours de Biologie Cellulaire (2021-2022_S2)



LES CONSTITUANTS BIOCHIMIQUES DE LA CELLULE EUCARYOTE

Présentée par TOURE Dinkorma Ouologuem, PhD

Bamako 21 septembre 2022

OBJECTIFS

1. Citer les quatre grandes catégories de molécules organiques
2. Décrire les constituants unitaires des molécules organiques
3. Décrire la structure des quatre catégories de macromolécules

PLAN

1. Généralités
2. Les lipides
3. Les glucides
4. Les protéines
5. Les acides nucléiques
6. Conclusion

1. Généralités

1.1. Les constituants chimiques de la cellule

- La cellule est composée **d'éléments minéraux** et **d'éléments organiques** qui participent aux réactions de synthèse (**anabolisme**) et aux réactions de dégradation (**catabolisme**)

1.1. Les constituants chimiques de la cellule

Eléments de la matière minérale (~ 2%)	Eléments atomique de la matière organique (~ 98%)
<ul style="list-style-type: none">• Calcium (Ca^{2+})• Chlore (Cl^-)• Magnésium (Mg^{2+})• Fer (Fe^{2+})• Potassium (K^+)• Sodium (Na^+)• Phosphate (PO_4^{3-})	<ul style="list-style-type: none">• Carbone (C) ~20%• Hydrogène (H) ~ 10%• Oxygène (O) ~63%• Soufre (S) 0.6%• Phosphore (P) 0.6 %• Azote (N) ~ 5%

1.1. Les constituants chimiques de la cellule

- Éléments atomiques de la matière organique s'assemblent pour former **les molécules inorganiques** (minérales) et **molécules organiques**
- **Les molécules inorganiques** qui ne peuvent pas contenir à la fois du carbone (C) et de l'hydrogène (H).
- Les molécules inorganiques **ne sont pas une source d'énergie** (ex. le dioxyde de carbone CO_2 , l'eau H_2O)

1.1. Les constituants chimiques de la cellule

L'eau est un constituant fondamental des cellules:

- le corps humain contient ~60% d'eau
- Point de vue chimique: **molécule dipolaire**: établissement de **liaisons électrostatiques** avec des molécules chargées; établissement de **liaisons hydrogènes**
- Eau joue un rôle de **solvant** des molécules organiques et minérales;



1.1. Les constituants chimiques de la cellule

- établissement de liaisons entre les molécules d'eau et les **molécules solubles** ou **molécules hydrophiles**
- Certaines molécules ne peuvent pas établir de liaisons avec l'eau ou **molécules hydrophobes**.
- L'eau intervient dans de nombreuses réactions chimiques cellulaires



1.1. Les constituants chimiques de la cellule

- **Les molécules organiques** sont des molécules qui contiennent à la fois du carbone (C) et de l'hydrogène (H) ainsi que d'autres éléments
- Les molécules organiques **sont une source d'énergie** et sont élaborées par les êtres vivants
- Les biomolécules sont construites essentiellement autour de 4 éléments: **Carbone, Hydrogène, Oxygène, Azote**

1.1. Les constituants chimiques de la cellule

La cellule contient quatre grandes catégories de molécules organiques:

- Les protéines ou « protides »
- Les lipides ou « graisse »
- Les glucides ou « sucres »
- Les acides nucléiques et dérivés



1.2. Intérêt

Les macromolécules sont les constituants cellulaires qui assurent les fonctions importantes du vivant:

- Organisation ou support structurel
- Source d'énergie
- Stockage de l'énergie
- Récupération de l'information génétique
- L'accélération des réactions biochimiques
- etc...

2.

LES LIPIDES

2.1. Caractéristiques des lipides

- Les lipides sont des corps gras composés de **C**, **H** et **O**
- Certains lipides contiennent du **phosphate** (ex. les phospholipides)
- Les lipides se définissent par:
 - Faible solubilité dans l'eau (voire nulle)
 - Solubilité dans les solvants organiques apolaires(éther, acétone, cyclohexane)
- Ce sont des molécules **hydrophobes** ou **amphiphiles**

2.1. Caractéristiques des lipides

- **Les lipides ne sont pas des polymères**
- **Les lipides sont un groupe diversifié de molécules, qui se présentent sous diverses formes**

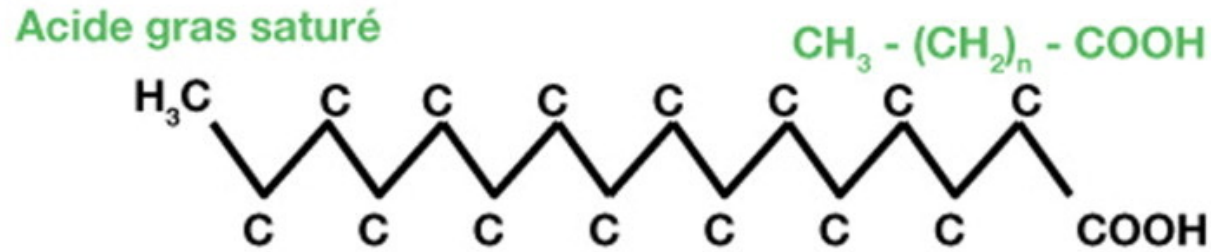
2.2. Les constituants unitaires des lipides

2.2.1. Les acides gras:

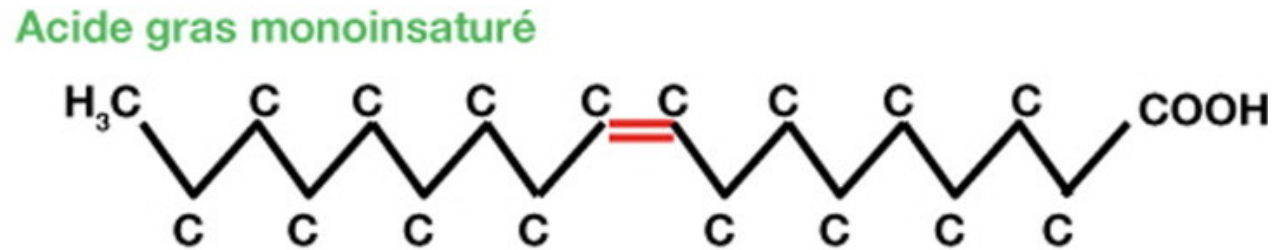
- Ce sont des acides carboxyliques constitués d'une chaîne linéaire non ramifiés de 12 à 24 carbones
- La **fonction acide carboxylique** (-COOH) est portée par le carbone situé à l'extrémité de la chaîne
- **Acide gras insaturé**: présence d'une double liaison dans la chaîne

2.2. Les constituants unitaires des lipides

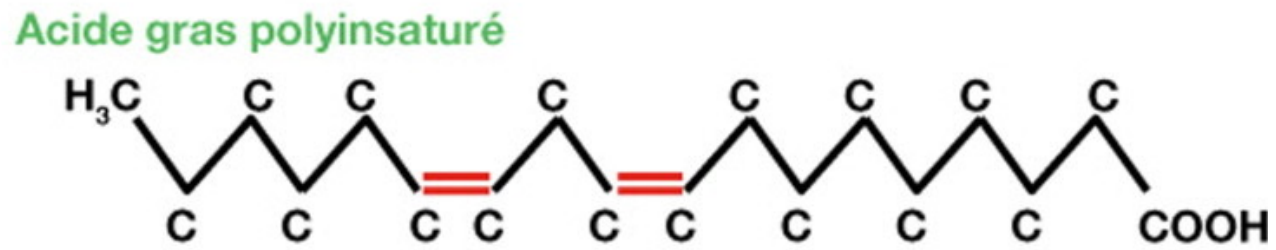
Acide palmitique



Acide oléique



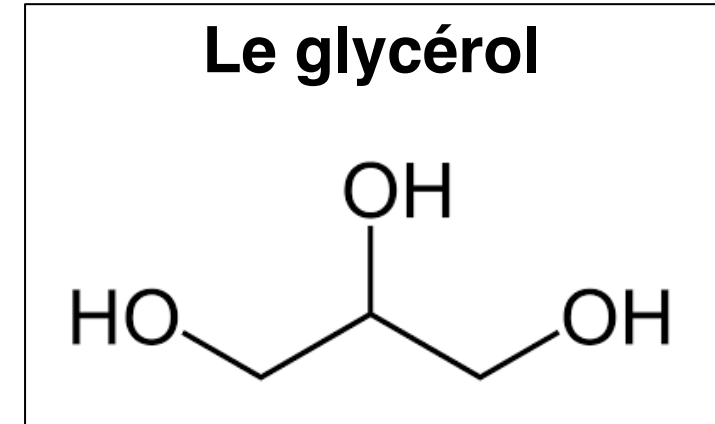
Acide linoléique



2.2. Les constituants unitaires des lipides

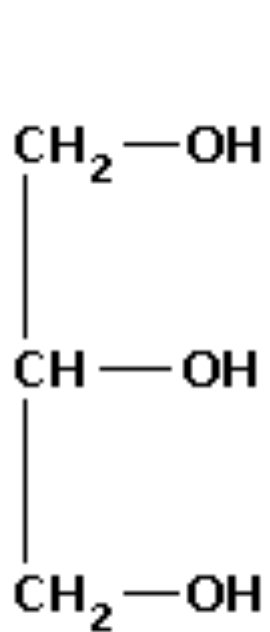
2.2.2. Les glycérides:

- Il s'agit de l'association **Acide gras + glycérol**
- Le glycérol est une molécule comportant **3 fonctions hydroxyle OH**
- **Monoglycéride**: estérification 1 acide gras + 1 glycérol
- **Diglycéride = ?**, **triglycérides = ?**

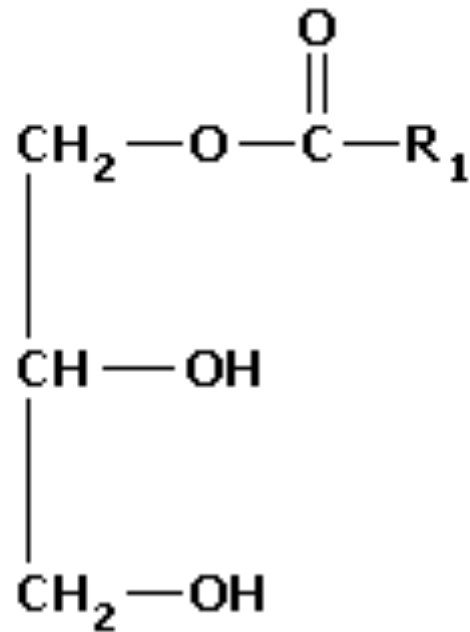


2.2. Les constituants unitaires des lipides

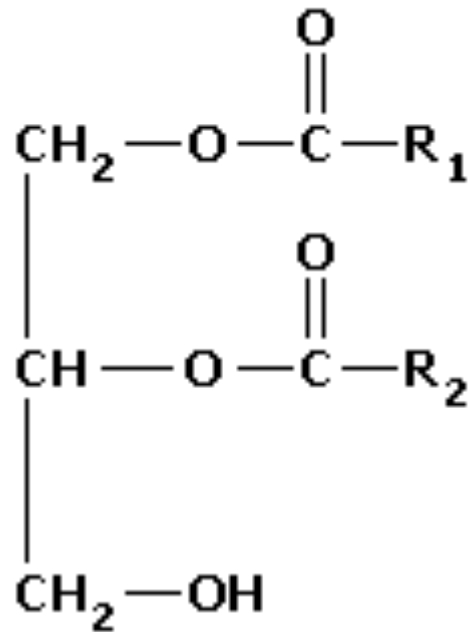
2.2.2. Les glycérides



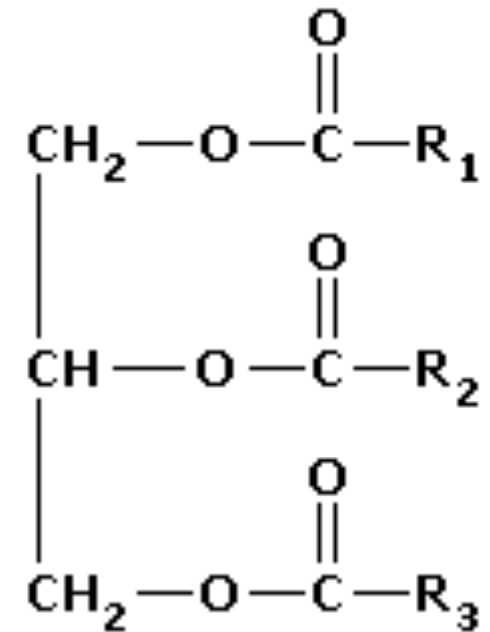
Glycérol



Monoglycéride



Diglycéride



Triglycéride

Forme de choix pour les réserves énergétiques

2.3. Classification des lipides

- Les lipides comprennent:
 - Acides gras
 - Les glycérides: Acide gras + glycérol
 - **Les phospholipides**
 - **Le Cholestérol et les stéroïdes**
 - Etc...

2.4. Fonctions biologiques des lipides

- **Composition des membranes biologiques** (phospholipides, cholestérol)
- **Stockage d'énergie métabolique** (triglycérides)
- **Signalisation cellulaire** (stéroïdes)
- **Autres fonctions**

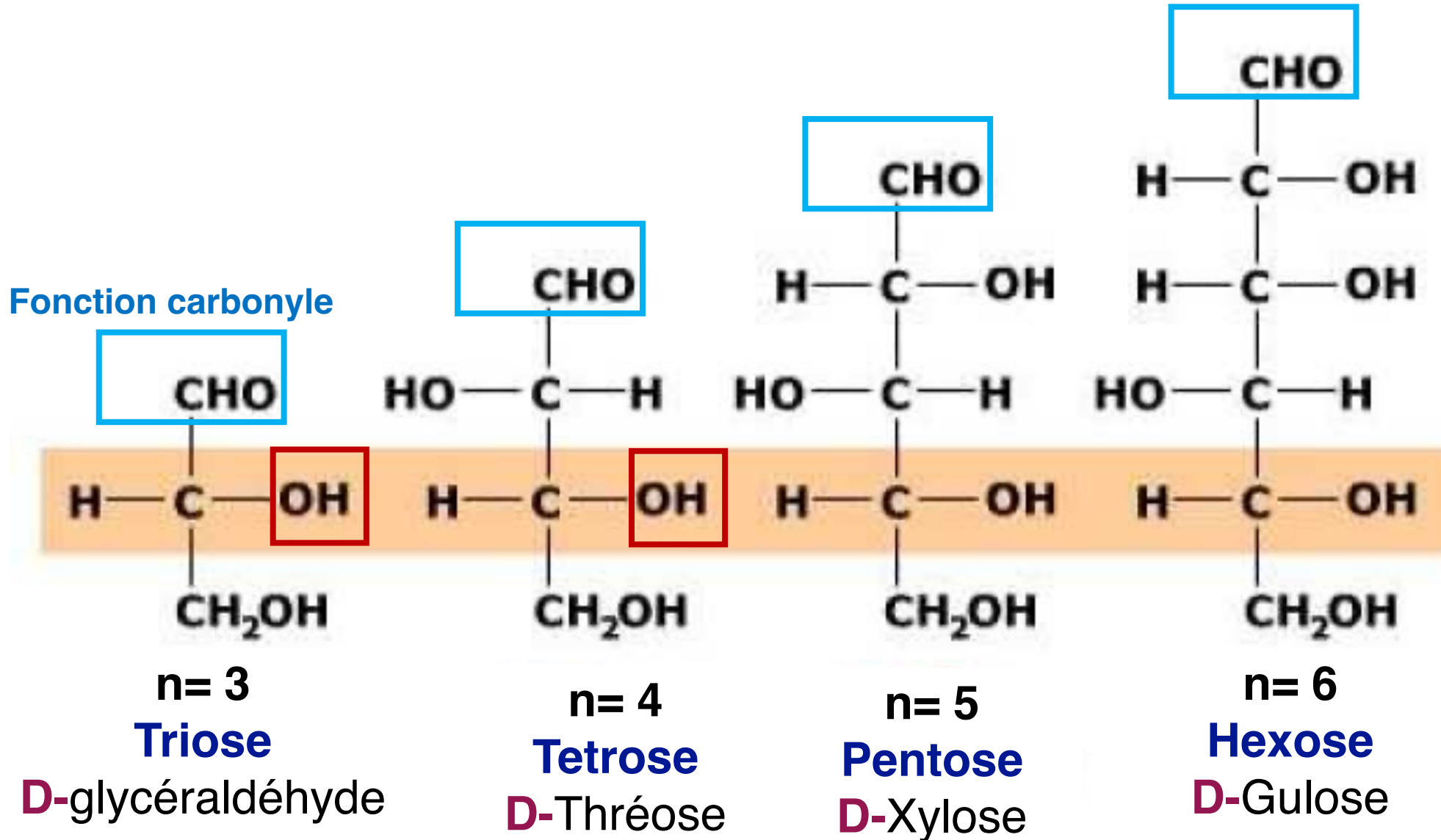
3.

LES GLUCIDES

3.1. Les constituants unitaires des glucides

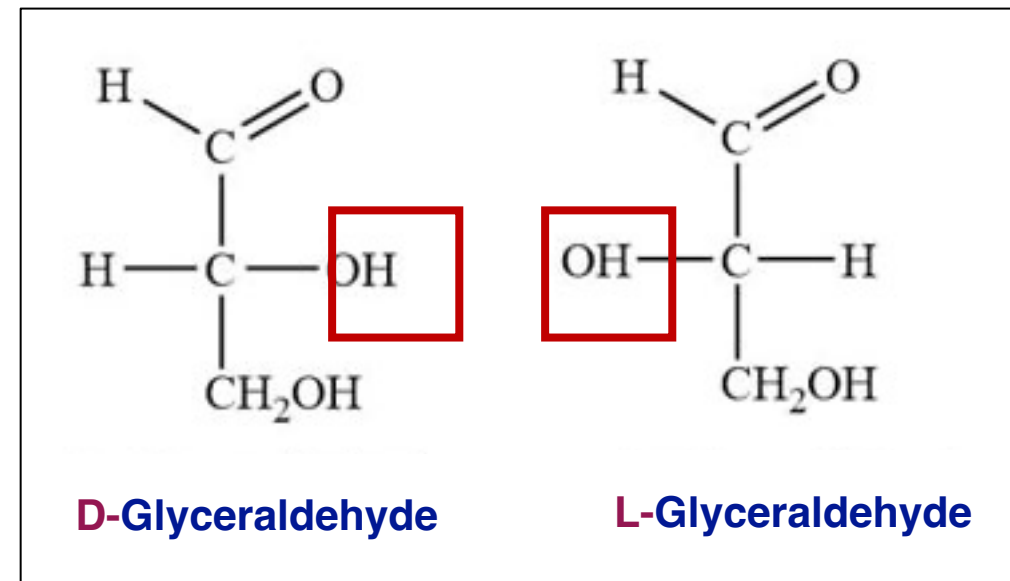
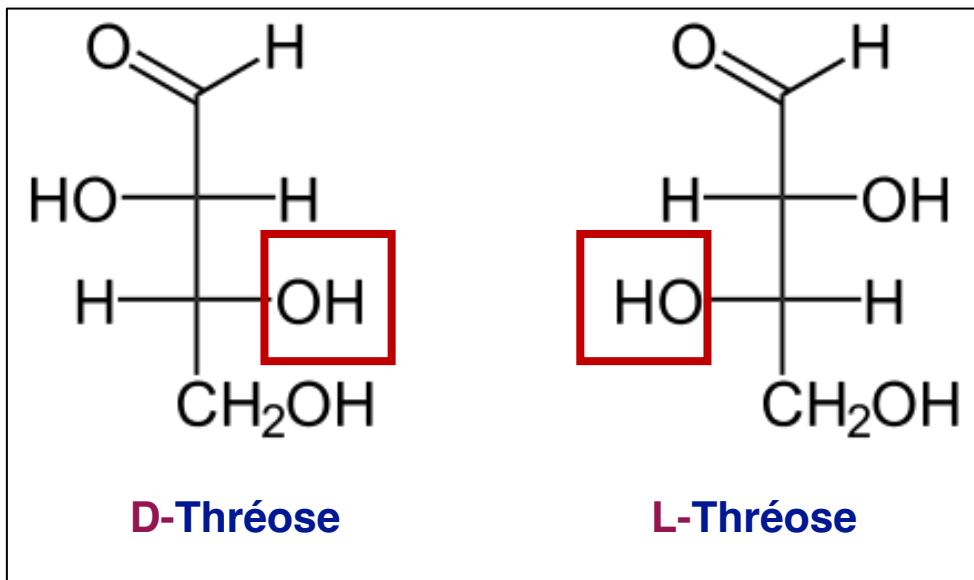
- Les glucides sont des composés ternaires constitué de 3 éléments organiques: **C, O et H**
- Les **constituants unitaires** des glucides sont des sucres simples appelés « **oses** » ou « **monosaccharides** ». (ils ne sont pas hydrolysable)
- Les oses contiennent **3 à 7** d'atomes de carbone
- Formule chimique: **(CH₂O)_n** avec n compris entre 3 et 7
- Le 1^{er} ou le 2^{ème} carbone porte une **fonction carbonyle** (C=O), tous les autres portent une **fonction hydroxyle** (C-OH)

3.1. Les constituants unitaires des glucides



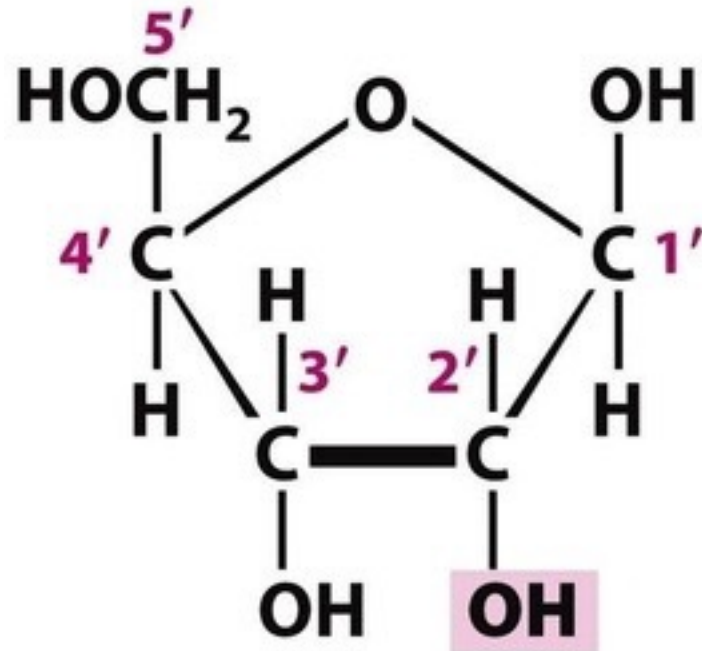
3.1. Les constituants unitaires des glucides

- On distingue les oses de la série D et les oses de la série L en fonction de la position de l'avant dernier groupement OH
- Les oses de la série D sont des oses naturels

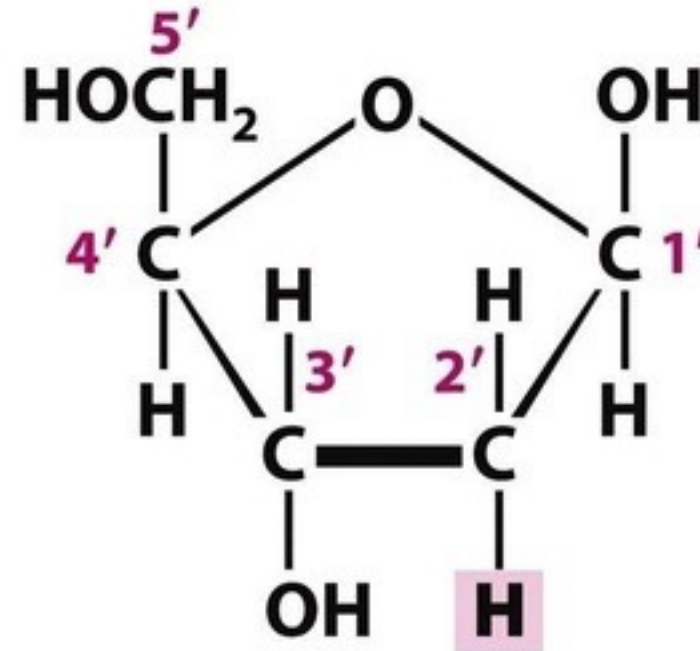


3.1. Les constituants unitaires des glucides

- Les oses à 5 ou 6 carbones sont majoritairement cyclisés dans les cellules



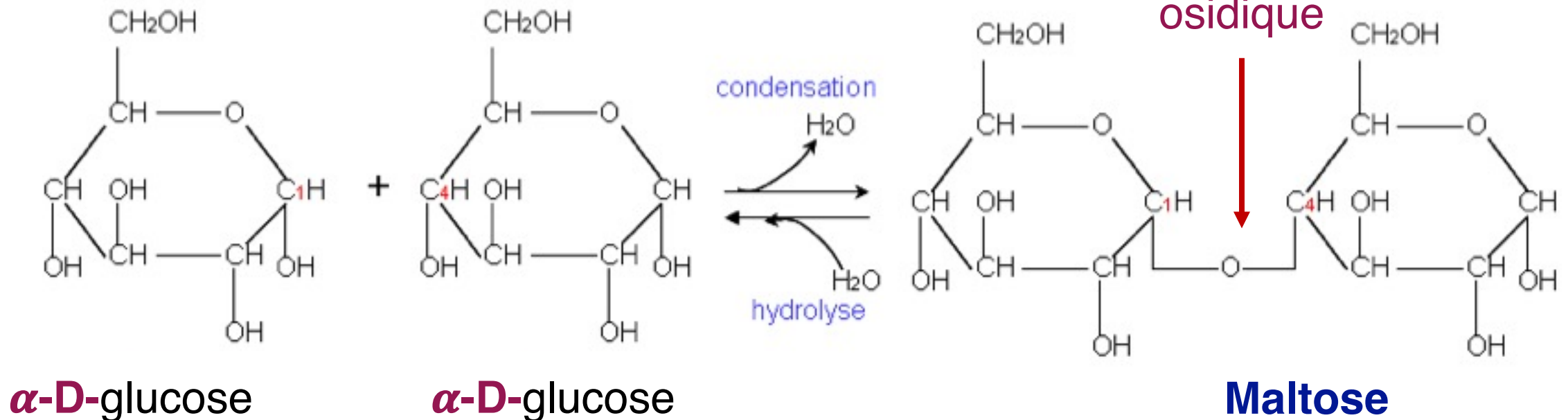
Ribose



Deoxyribose

3.2. Les polymères glucidiques

- **Les disaccharides:** Deux oses associées par une liaison covalente = **liaison osidique**
- Liaison osidique: Carbone portant la fonction carbonyle (position 1 ou 2) + Carbone hydroxylé



3.2. Les polymères glucidiques

- **Les polysaccharides:** Association de nombreux oses par des liaisons osidiques
 - Les disaccharides (maltose, lactose, etc...)
 - les polysaccharides (amidon, glycogène, etc...)

3.3. Fonctions biologiques des glucides

Les polysaccharides sont :

- Des réserves énergétiques intracellulaires
- Molécules structurales extracellulaire (matrice extracellulaire, glycocalyx = « cell coat » ou « manteau cellulaire »)

4.

LES PROTÉINES

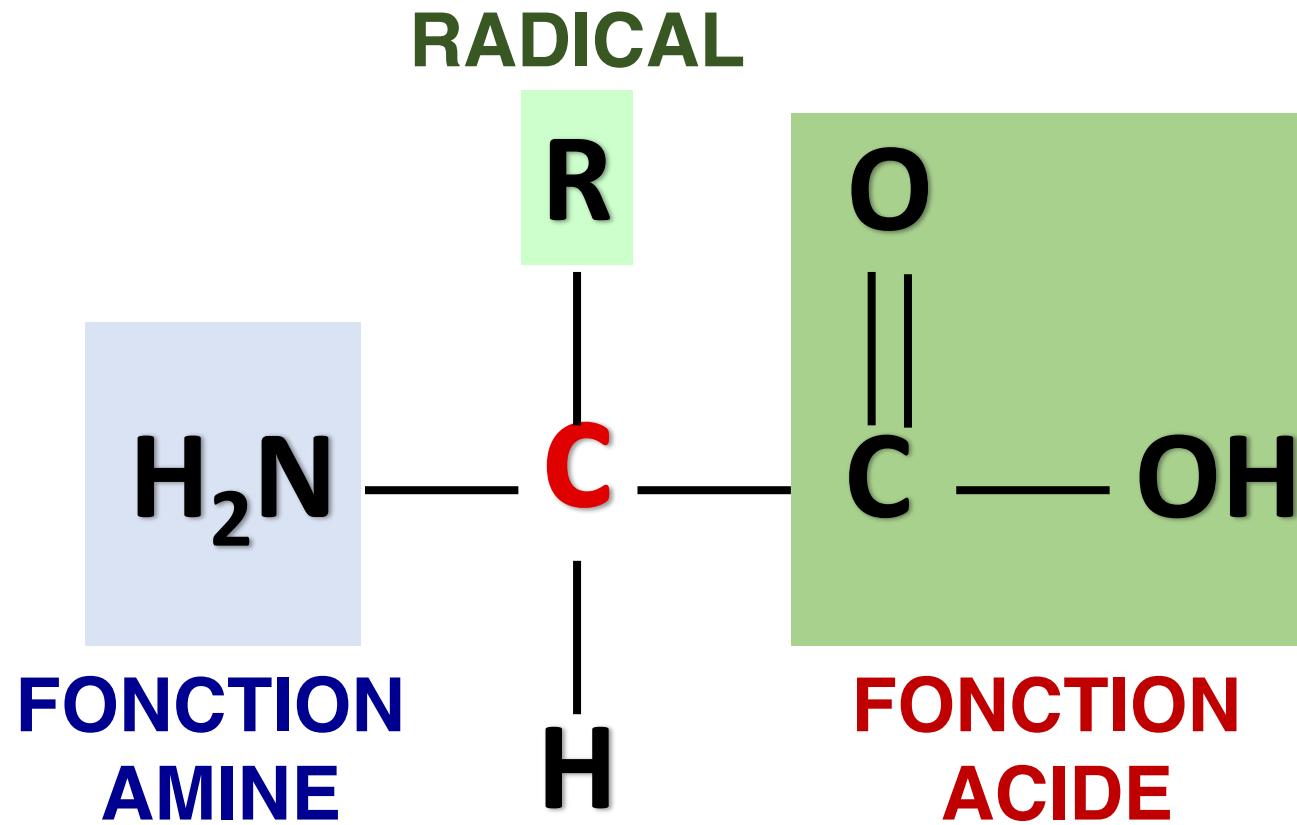
4. Les protéines

- Les protéines contiennent: C, O, H et **l'azote (N, caractère amine)**
- Les protéines peuvent également contenir du **soufre (S)** et du **phosphore (P)**
- les protéines sont de grosses molécules (macromolécules)
- Les protéines sont des **polymères d'acides aminés.**

4.1. Les constituants unitaires des protéines

- 2 groupements fonctionnels sont présents dans un acide aminé (sur le même carbone): **Fonction acide carboxylique** et **Fonction Amine**
- Le carbone est asymétrique (sauf pour la glycine)

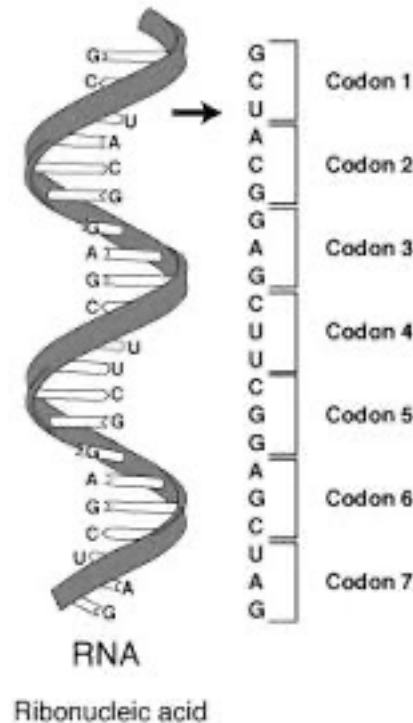
4.1. Les constituants unitaires des protéines



un groupement amine groupement carboxylique

4.1. Les constituants unitaires des protéines

- Il existe 21 a.a. différents en fonction de la nature chimique du radical
- Les acides aminés correspondent à un triplet de nucléotides codé par le code génétique.



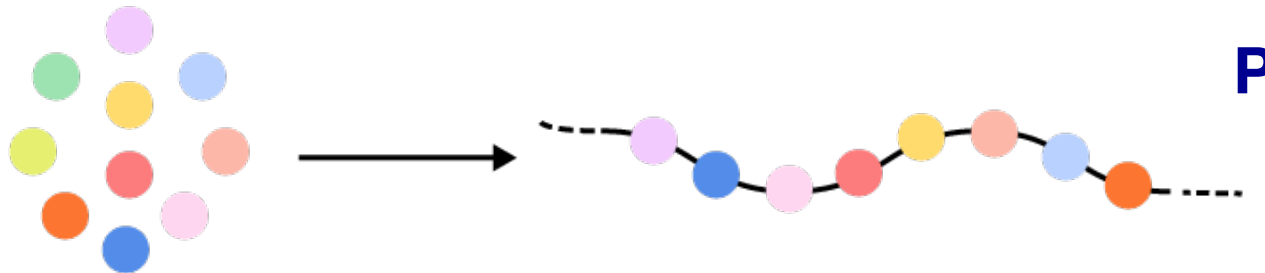
LE CODE GENETIQUE

		ARN messenger Codon : deuxième base azotée				
		U	C	A	G	
U	U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
		Phe	Ser	Tyr	Cys	C
		Leu	Ser	STOP	STOP	A
		Leu	Ser	STOP	Trp	G
C	C	Leu	Pro	His	Arg	U
		Leu	Pro	His	Arg	C
		Leu	Pro	Gln	Arg	A
		Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
		Ile	Thr	Asn	Ser	C
		Ile	Thr	Lys	Arg	A
		Met	Thr	Lys	Arg	G
G	G	Val	Ala	Asp	Gly	U
		Val	Ala	Asp	Gly	C
		Val	Ala	Glu	Gly	A
		Val	Ala	Glu	Gly	G

4.2. Polymères peptidiques

- Les acides aminés sont liés par une liaison covalente appelé **liaison peptidique**
- la liaison peptidique s'établit entre le groupement carboxylique d'un aa et le groupement amine de l'aa suivant
- La succession ordonnée d'aa forme une séquence => Séquence de la protéine = **la structure primaire**

Acides
aminés



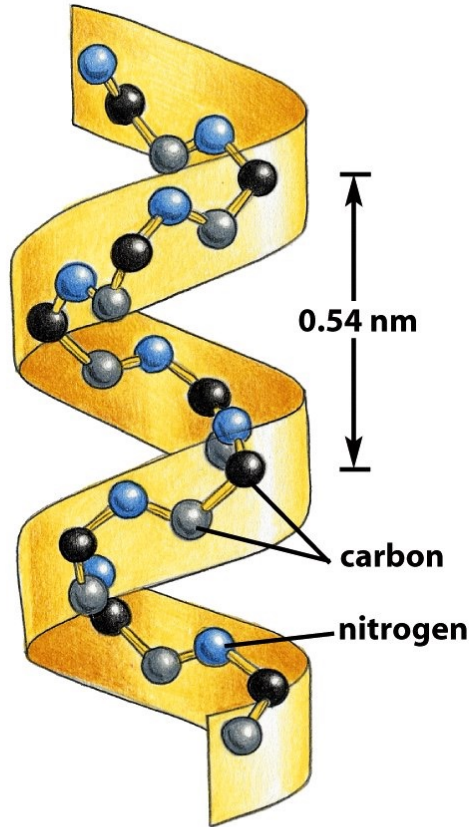
Polymère d'acides
aminés

4.2. Polymères peptidiques

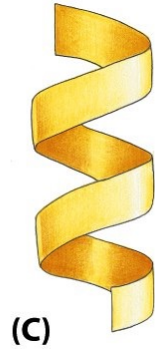
- **Les structures secondaires des protéines**: c'est un motif tridimensionnel; motif correspondant à une disposition précise dans l'espace maintenue par **des liaisons hydrogènes** impliquant les atomes constitutifs des liaisons peptidiques.
- Les principales structures secondaires sont l' **hélice α** et le **feuillet β**

4.2. Polymères peptidiques

Hélice α



α helix



Feuillet β

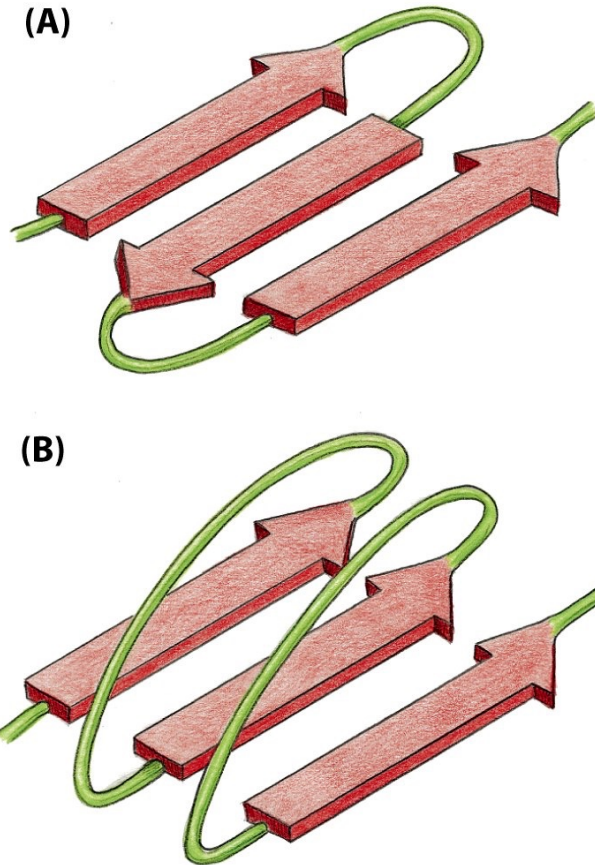


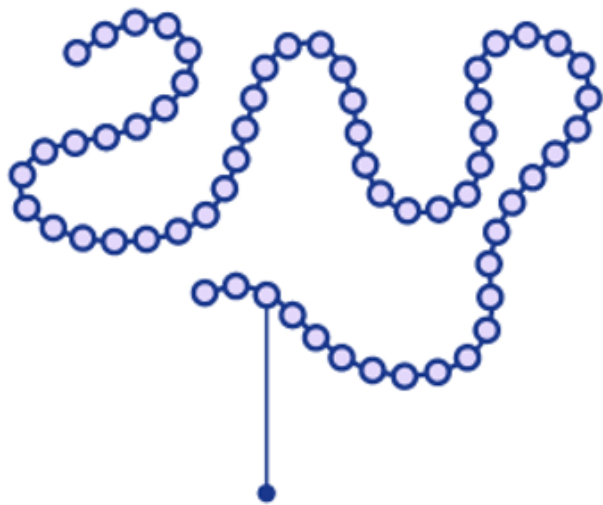
Figure 3-8 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

4.2. Polymères peptidiques

- **Les structures tertiaires des protéines:** Il s'agit du repliement dans l'espace de l'ensemble d'une chaîne polypeptidique.
- De nombreuses protéines sont constituées d'une seule chaîne d'acides aminés => structure tridimensionnelle de la protéine
- Interaction entre les groupes latéraux des chaînes polypeptidique: Liaisons hydrogène, hydrophobes, électrostatiques, covalentes...
- Cette structure confère à la protéine une activité spécifique

4.2. Polymères peptidiques

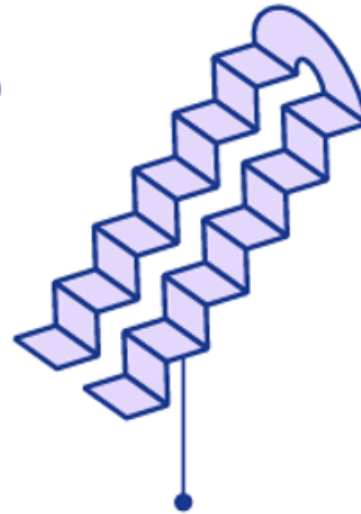
**Structure
primaire**



Séquence d'acides
aminés



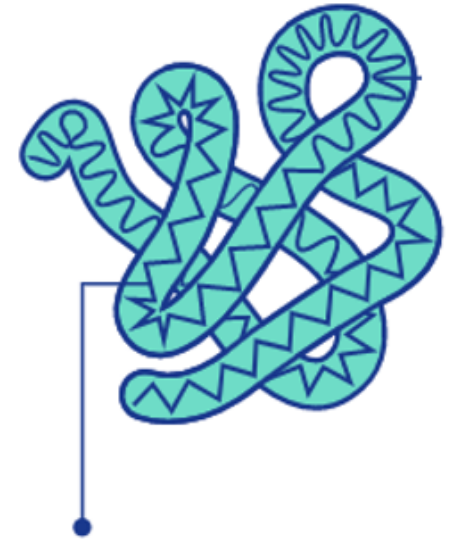
Hélice α



Feuillets β



**Conformation
native**



Structure 3D

4.2. Polymères peptidiques

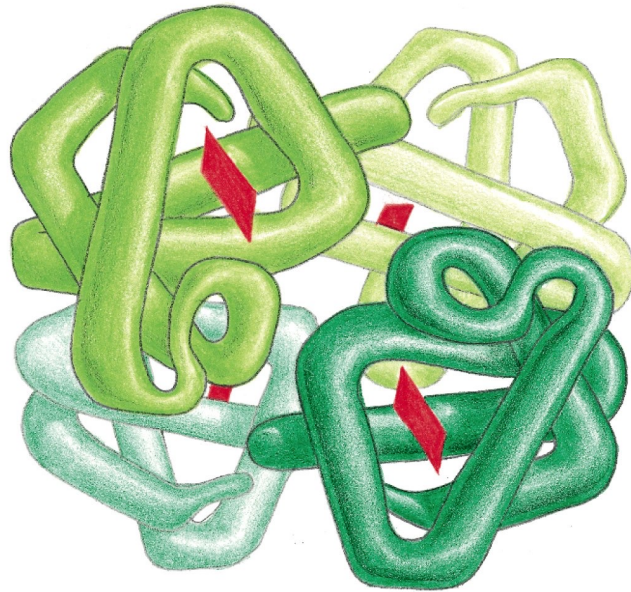
Les structures quaternaires d'une protéine multimérique concerne l'association des différentes chaînes polypeptidiques

- Certaines protéines sont formées par plusieurs sous-unités (plusieurs chaînes polypeptidiques)

4.2. Polymères peptidiques

Chaîne de
globine β

Chaîne de
globine β



Chaîne de
globine α

Chaîne de
globine α

L' hémoglobine est constituée de 4 sous-unités (4 chaînes polypeptidiques)

Une molécule d' hémoglobine

4.3. Fonctions biologiques des protéines

Les protéines jouent un rôle dans:

- Le métabolisme cellulaire (catalyseur des réactions)
- Structure des tissus
- Stockage et le transport de petites molécules et d'ions
- Communication cellulaire
- Les mouvements de contraction des muscles
- Défenses de l'organisme...

5.

LES ACIDES NUCLÉIQUES

5. Les acides nucléiques

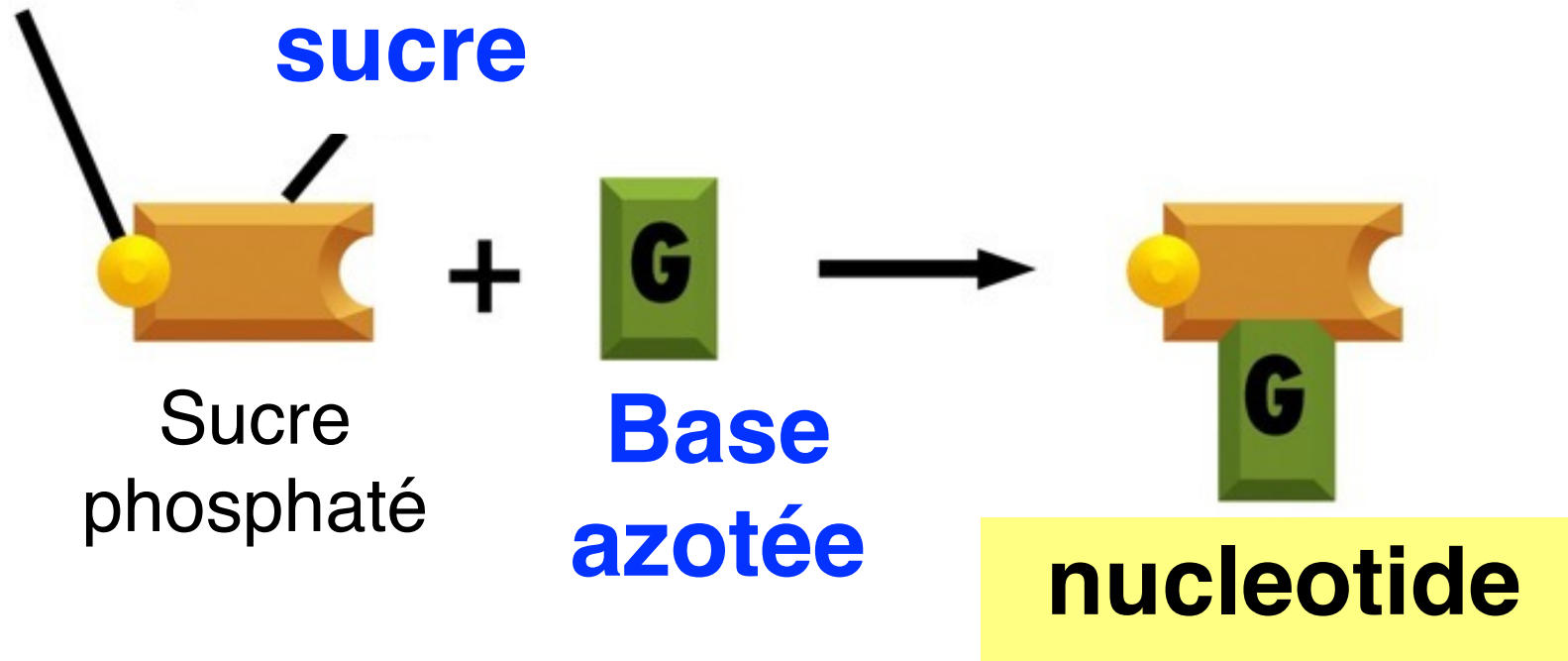
- Les acides nucléiques contiennent: C, O, H, N et **phosphore (P)**
- Les acides nucléiques sont des polymères **des nucléotides**

5.1 Les nucléotides

- Les nucléotides sont composés de 3 éléments :
 - **Un Ose** (pentose): **Ribose** ou **désoxyribose**
 - **Une Base azotée**: **base puriques** (Adénine **A**, Guanine **G**); **base pyrimidiques** (cytosine **C**, thymine **T**, uracile **U**); fixée sur le 1^{er} carbone de l'ose par une **liaison osidique**
 - **Phosphate (1 , 2 ou 3)** associé au 5^{ème} carbone de l'ose
- Les nucléotides peuvent être mono-, di- ou tri-phosphaté
- **Nucléoside**= nucléotide sans phosphate

5.1 Les nucléotides

Phosphate



5.2. Les dérivés des nucléotides

- Plusieurs **coenzymes** sont formés à partir de nucléotides
- **AMP** = Adénosine monophosphate (messager)
- **ADP** = Adénosine diphosphate
- **ATP** = Adénosine triphosphate => déphosphorylation libère de l'énergie
- Coenzyme A (respiration cellulaire) est constituée d'ADP
- **NAD** (oxydo réduction)= Nicotinamide Adénosine diphosphate

5.3. Les polymères nucléotidiques

- Les nucléotides sont reliés par des **liaisons phosphodiesters**
- Il existe deux types d'acides nucléiques :
 - **l'acide désoxyribonucléique (ADN):**
 - **l'acide ribonucléique (ARN) :**

5.3. Les polymères nucléotidiques

Éléments comparatifs	ADN	ARN
Pentose	Désoxyribose	Ribose
Bases	Adénine, <u>Thymine</u> , Guanine, Cytosine	Adénine, <u>Uracile</u> , Guanine, Cytosine
Structure standard	Double hélice (deux brins= deux chaînes polynucléotidiques); les chaînes sont antiparallèles et complémentaires;	Monocaténaire (1 seul brin = une chaîne polynucléotidique)

5.4. Fonctions biologiques des acides nucléiques

- **ADN**: le support de l'information génétique
- **ARN jouent plusieurs rôles**:
 - **ARNm** : il peut être le messenger qui copie l'information génétique de l'ADN; sera traduit en protéines
 - **ARN non codant** qui joue un rôle catalytique ou régulateur: L'ARN de transfert (ARNt), l'ARN ribosomique (ARNr), les petits ARNs interférant (miARN), etc...

6.

CONCLUSION

6. Conclusion

- La cellule est constituée par l'assemblage et l'organisation complexe de quatre grandes catégories de molécules organiques: Les lipides, les glucides, les protéines et les acides nucléiques
- Toutes les macromolécules à l'exception des lipides sont considérées comme des polymères, c.a.d une chaîne de sous-unités similaires (monomères), qui sont liées entre elles par des liaisons covalentes

6. Conclusion

- Dans les **protéines**, les monomères sont des **acides aminés** ;
- Dans les **glucides**, les monomères sont des **oses** ;
- Dans les **acides nucléiques**, les monomères sont des **nucléotides**.
- **Les lipides sont un groupe diversifié** de molécules, qui se présentent sous **diverses formes non polymères**.

6. Conclusion

- Chacune de ses grandes familles de molécules organiques ont des structures caractéristiques et des fonctions précises dans le vivant;
- La structure d'une macromolécule est intimement liée à sa fonction

Références

1 : Abrégés de Biologie Cellulaire de Marc Maillet, 9^{ème} ou 10^{ème} Edition; chez MASSON

2: Molecular Biology of the Cell, 6th Edition de Bruce Alberts

3. Pass Biologie cellulaire **EDISCIENCE**

