

# La chimie du vivant

## partie II

Dr Pauline Neveu

# Plan : « La chimie du vivant – partie II »

1. Des monomères aux polymères
2. Lipides
3. Glucides
4. Protéines
5. Acides nucléiques

# 1. Des monomères aux polymères

## Monomères ?

=petites molécules organiques « unitaires »  
existant chez tous les êtres vivants

## Polymères ?

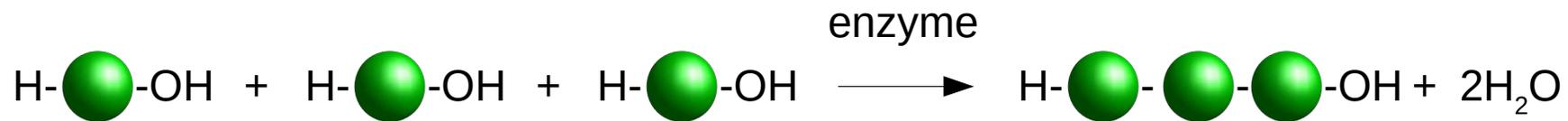
=assemblages de monomères  
différents degrés d'originalité



# 1. Des monomères aux polymères

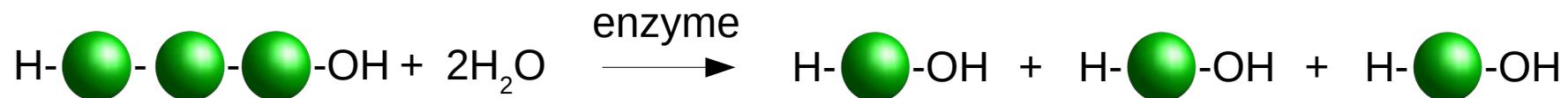
monomères → polymère

réaction de polymérisation (souvent condensation, souvent déshydratation)



polymère → monomères

réaction de dépolymérisation (souvent hydrolyse)



# 1. Des monomères aux polymères

Polymères = macromolécules

-lipides

-glucides

-protéines

-acides nucléiques

→ émergence !

# 2. Lipides

-point commun : hydrophobie

-grande diversité chimique

→ nombreuses fonctions :

-compartmentation

-stockage énergétique (maximum d'énergie dans minimum place)

-protection thermique

-protection mécanique

-signalisation chimique

-métabolisme...

→ sous-groupes :

-acides gras

-acylglycérols

-phosphoacylglycérols

-stérois (cholestérol et dérivés)

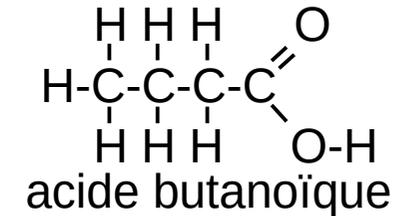
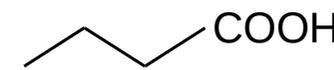
-...

# 2. Lipides

## Acides gras

-groupement carboxyle (-COOH) (acide carboxylique)

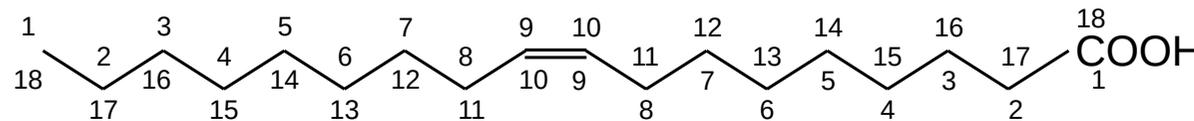
-chaîne carbonée



→ saturée: liaisons simples uniquement (solide)

→ insaturée: au moins une liaison double (liquide) (cis) ( $\Delta$ /carbone COOH (-  $\rightarrow$  hydrogénation possible) ou  $\omega$ /carbone  $\text{CH}_3$ )

-monoinsaturée (une seule liaison double)

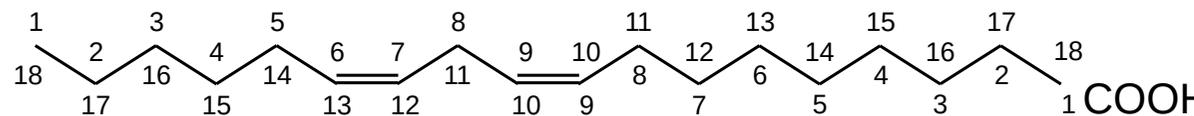


$\Delta 9$  (/carbone COOH)

acide oléique

$\omega 9$  (/carbone  $\text{CH}_3$ )

-polyinsaturée (plusieurs liaisons doubles)

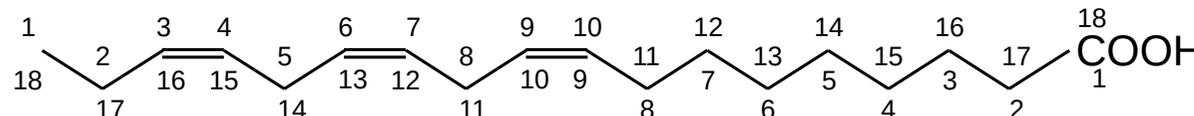


$\Delta 9,12$  (/carbone COOH)

acide linoléique

$2\omega 6$  (/carbone  $\text{CH}_3$ )

(essentiels car non synthétisés)



$\Delta 9,12,15$  (/carbone COOH)

acide  $\alpha$  linolénique (ALA)

$3\omega 3$  (/carbone  $\text{CH}_3$ )

# 2. Lipides

## Acylglycérols (glycérides) (esters d'acides gras et de glycérol)

-glycérol

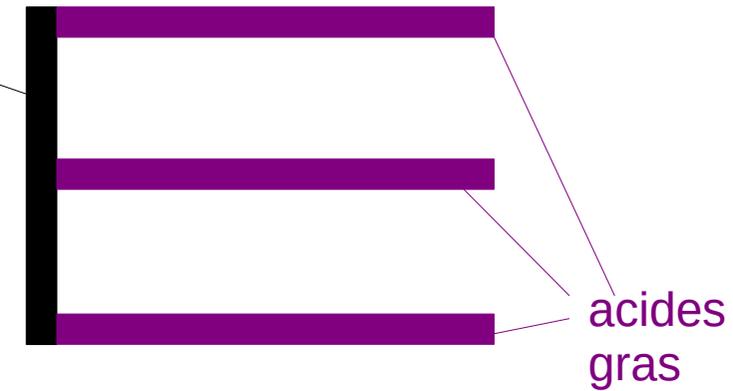
-acide(s) gras

→ 1 acide gras : monoacylglycérol

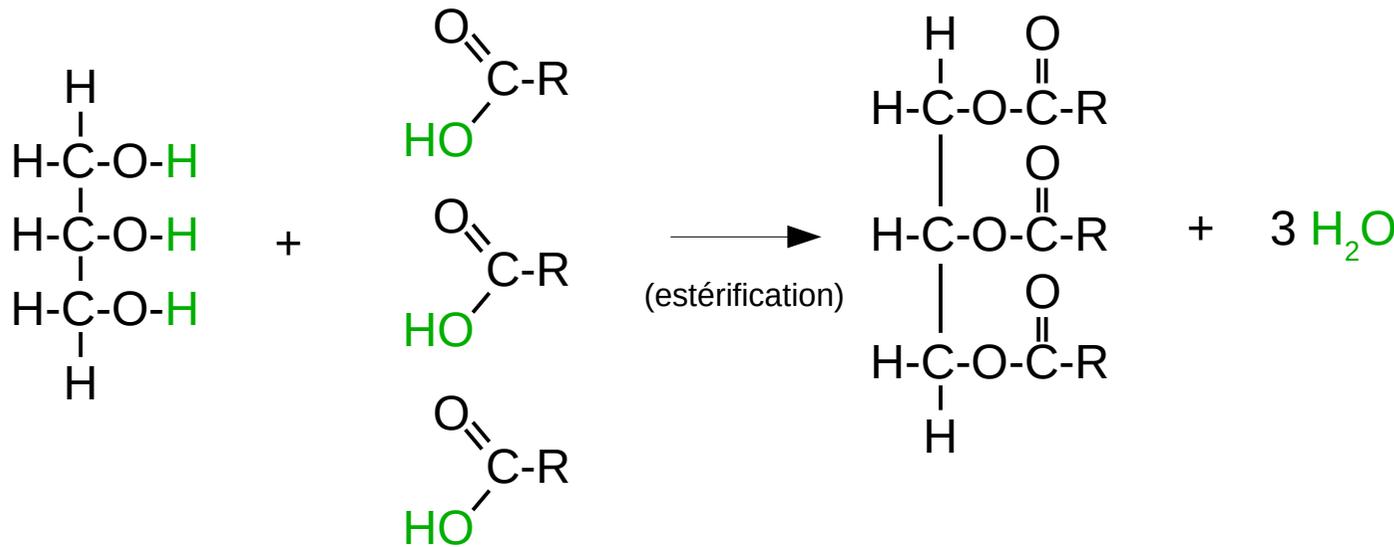
→ 2 acides gras : diacylglycérol

→ 3 acides gras : triacylglycérol

glycérol



molécules de réserve



glycérol

3 acides gras  
(identiques ou  
différents)

triacylglycérol  
(ester d'acides gras  
et de glycérol)

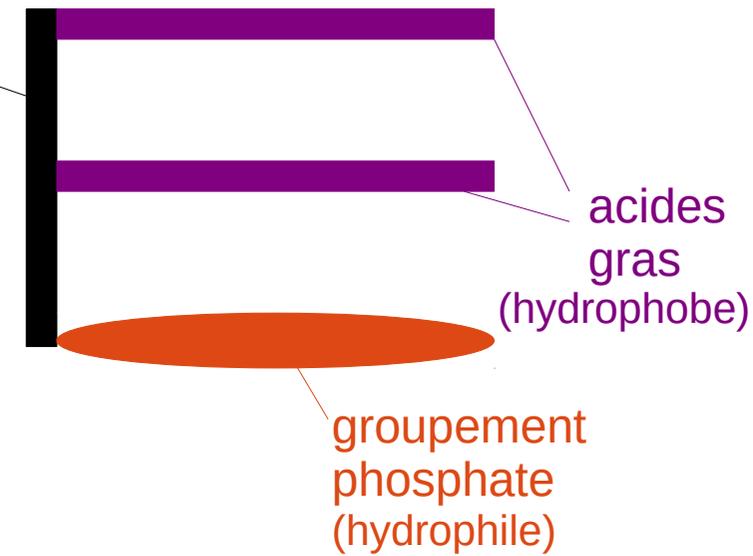
3 molécules d'eau

# 2. Lipides

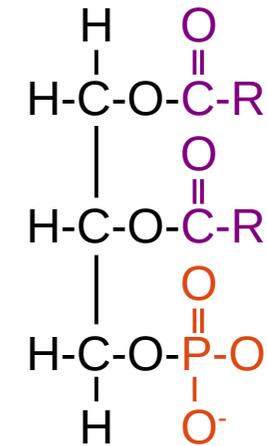
## Phosphoacylglycérols (phospholipides)

- glycérol
- 2 acide(s) gras
- 1 groupement phosphate (hydrophile)

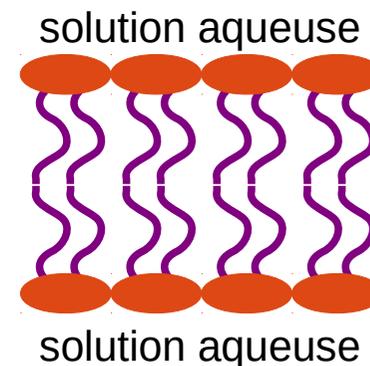
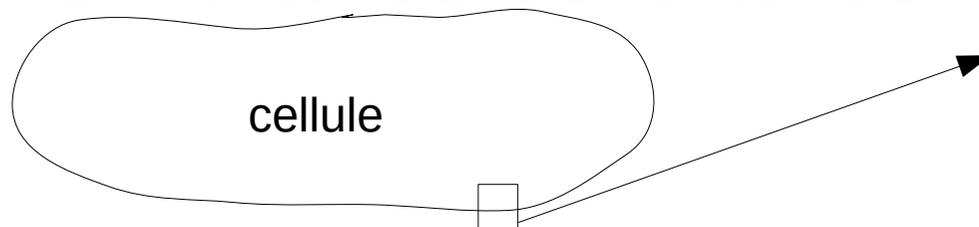
glycérol



→ amphiphiles  
(hydrophiles et hydrophobes)

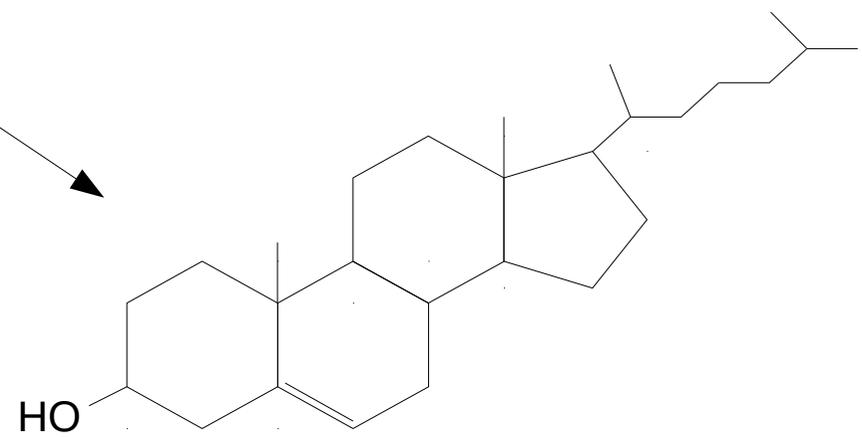


→ compartimentation :  
bicouche phospholipidique  
des membranes cellulaires



# 2. Lipides

## Dérivés du cholestérol (stérol)



**-cholestérides** (stérides ou esters de cholestérol :  
réaction d'un acide gras avec l'hydroxyle du cholestérol ; réserve de cholestérol)

**-stéroïdes** (hormones : sexuelles, glucocorticoïdes, minéralocorticoïdes)

**-vitamine D** (une des 4 vitamines liposolubles : A, D, E, K)

**-acides biliaires** (amphiphiles, émulsification graisses lors digestion)

...

# 3. Glucides

Sucres

## Plusieurs types

Oses (monomères)

**-monosaccharides** (monomères : oses simples ou hydrates de carbone : multiples de  $\text{CH}_2\text{O}$ )

Osidés (polymères), **holosides** (« tout en sucre »)

**-disaccharides** (diosides → dimères : 2 monomères)

-oligosaccharides (oligosides → oligomères : dizaine monomères)

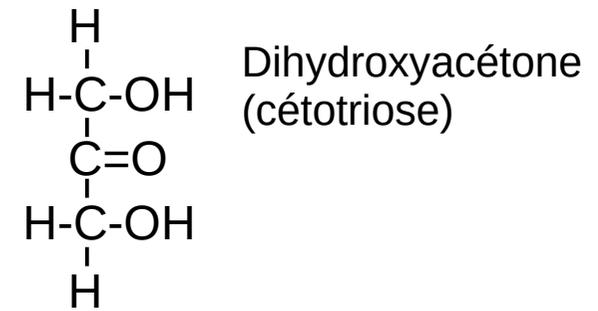
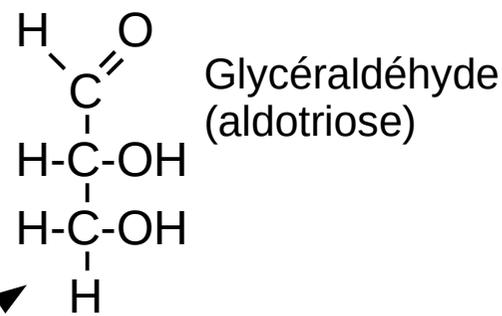
**-polysaccharides** (polyosides → polymères : n monomères)

Osidés (polymères), **hétérosides** (« sucre et autres »)

**-hétérosides** (ose + non ose ; ex : glycoprotéines, glycolipides)

# 3. Glucides

## Monosaccharides



Chaîne de carbonnes (3C triose ; 5C pentose ; 6C hexose)

→ portant:

-groupements hydroxyles (-OH)

-1 groupement carbonyle (=O)

-aldéhyde (aldose)

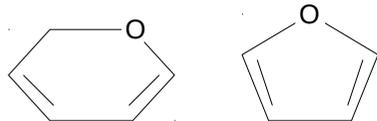
-cétone (cétose)

Ex :  
aldopentose  
cétohexose...

→ allure:

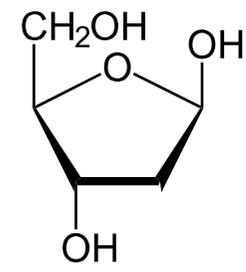
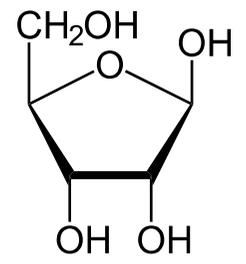
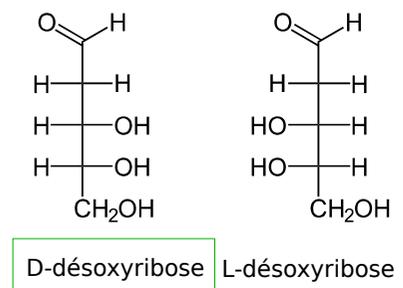
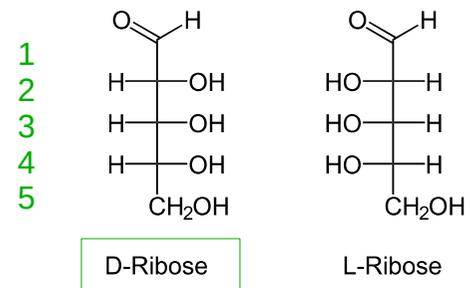
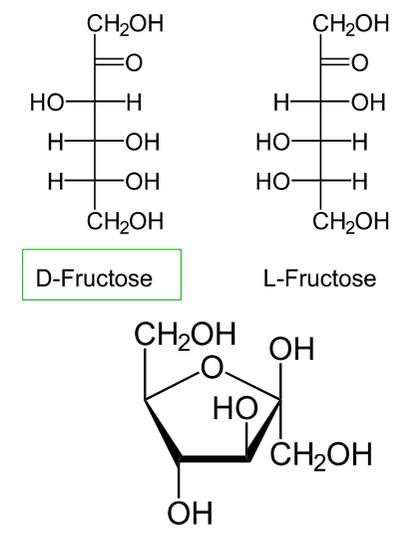
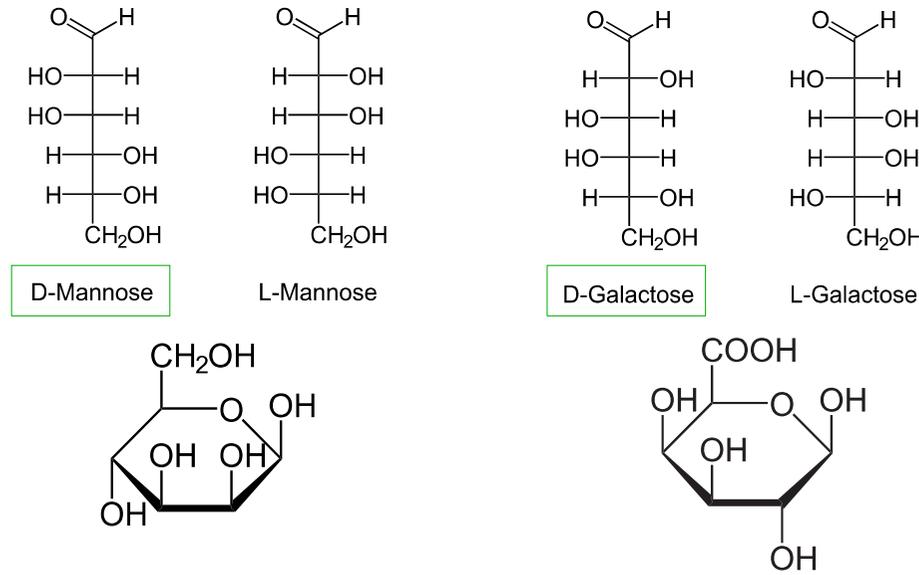
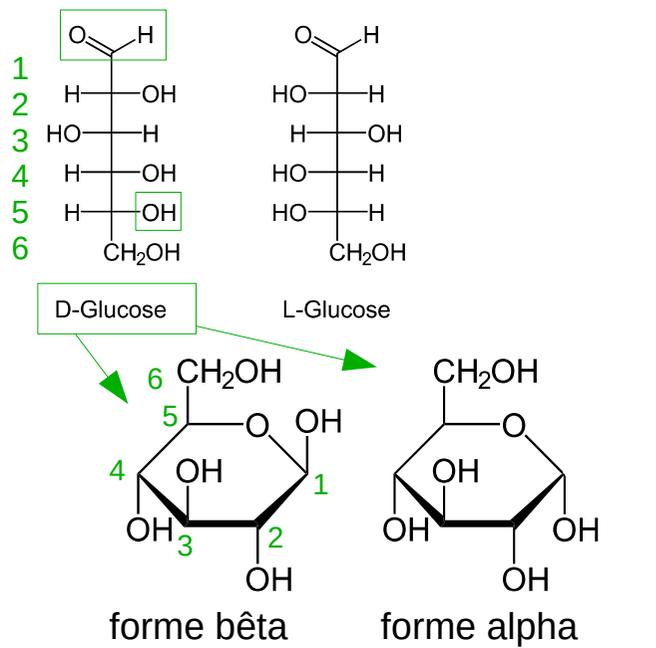
-linéaire

-cyclique (noyaux pyrane ou furane)



# 3. Glucides

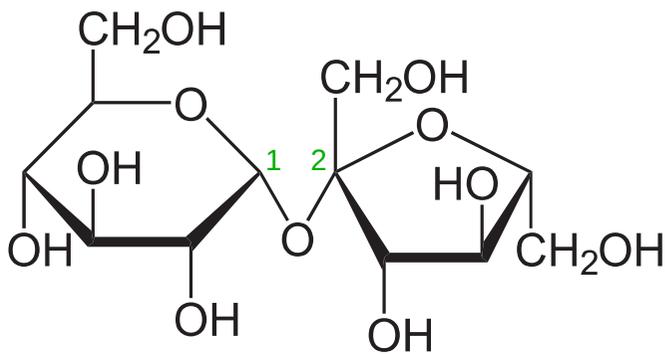
Images de NEUROtiker sur <https://commons.wikimedia.org>



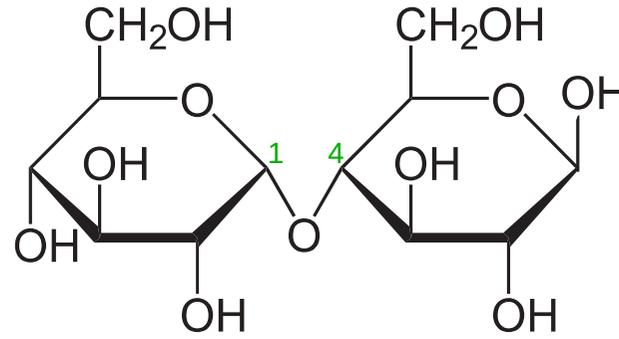
# 3. Glucides

## Disaccharides

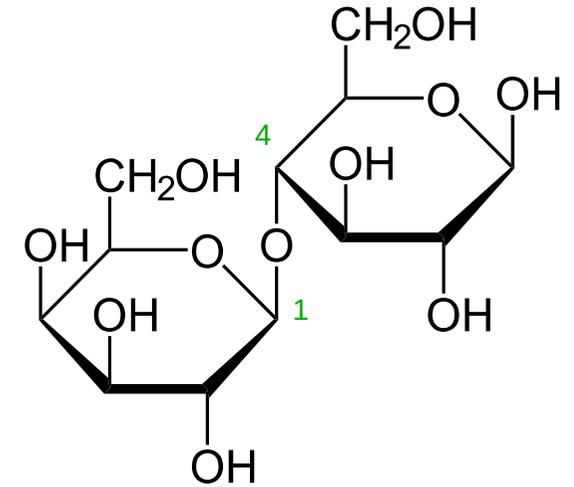
→ liaison de deux monosaccharides



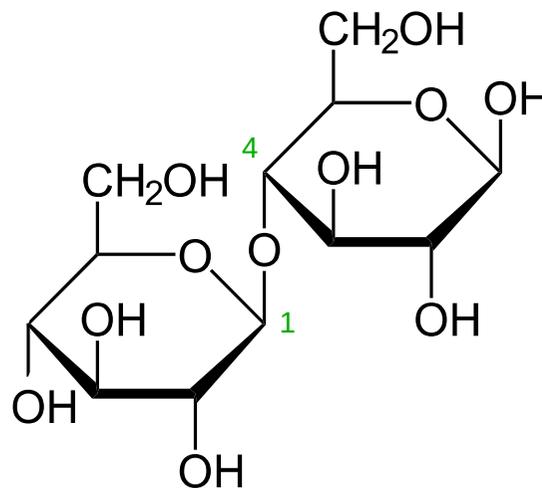
saccharose ou sucrose  
ou sucre de table :  
glucose  $\alpha$  + fructose  $\beta$   
(liaison  $\alpha$ 1-2)  
(liaison osidique)



maltose = glucose  $\alpha$  + glucose  $\beta$   
(liaison  $\alpha$ 1-4)



lactose = galactose  $\beta$  + glucose  $\beta$   
(liaison  $\beta$ 1-4)



cellobiose = glucose  $\beta$  + glucose  $\beta$   
(liaison  $\beta$ 1-4)

# 3. Glucides

## Polysaccharides

→ liaison centaines/milliers monosaccharides

-cellulose:

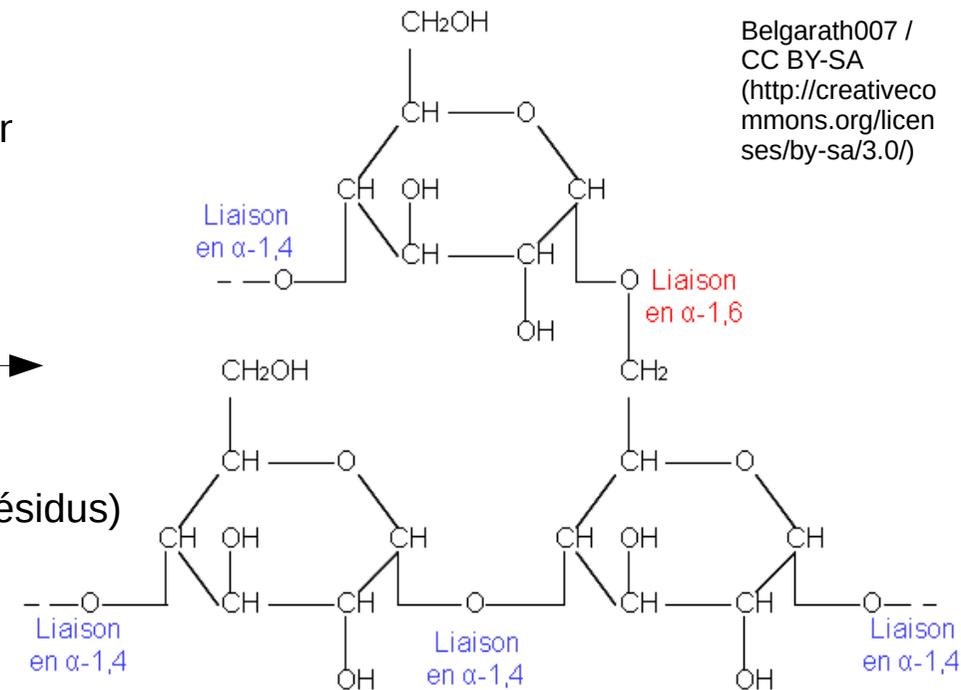
- .glucoses  $\beta$  en liaisons  $\beta$ 1-4
  - .sans ramifications (liaisons hydrogènes possibles et)
  - .molécule de structure (végétaux)
- Remarque : chitine : polymère de « glucoses azotés » en  $\beta$ 1-4

-amidon (amylose < amylopectine):

- .glucoses  $\alpha$  en liaisons  $\alpha$ 1-4
- .ramifications via liaisons  $\alpha$ 1-6 (>vingtaine résidus)
- .molécule de réserve (végétaux)

-glycogène:

- .glucoses  $\alpha$  en liaisons  $\alpha$ 1-4
- .nombreuses ramifications  $\alpha$ 1-6 (<dizaine résidus)
- .molécule de réserve (animaux)



# 4. Protéines

= polymères d'acides aminés

## Acides aminés (AA)

-20 (+2) acides aminés différents constituent les protéines  
(d'autres existent mais n'entrent pas dans la composition des protéines : non protéinogènes)

-structure : carbone alpha porte

-deux groupements

-**carboxyle** -COOH (classe des acides carboxyliques)

-**amine** -NH<sub>2</sub> (classe des amines)

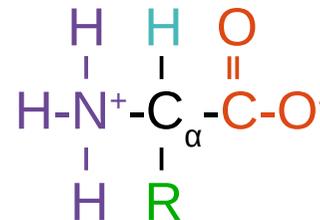
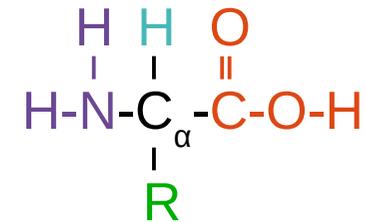
-un **hydrogène**

-un **radical** ou résidu (**R**) ou chaîne latérale (20 radicaux différents)

↓  
donne ses propriétés  
à l'acide aminé

-énantiomère naturel : L

-amphion ou zwitterion (COO<sup>-</sup> et NH<sub>3</sub><sup>+</sup> dans conditions cellulaires)



# 4. Protéines

## Acides aminés protéinogènes

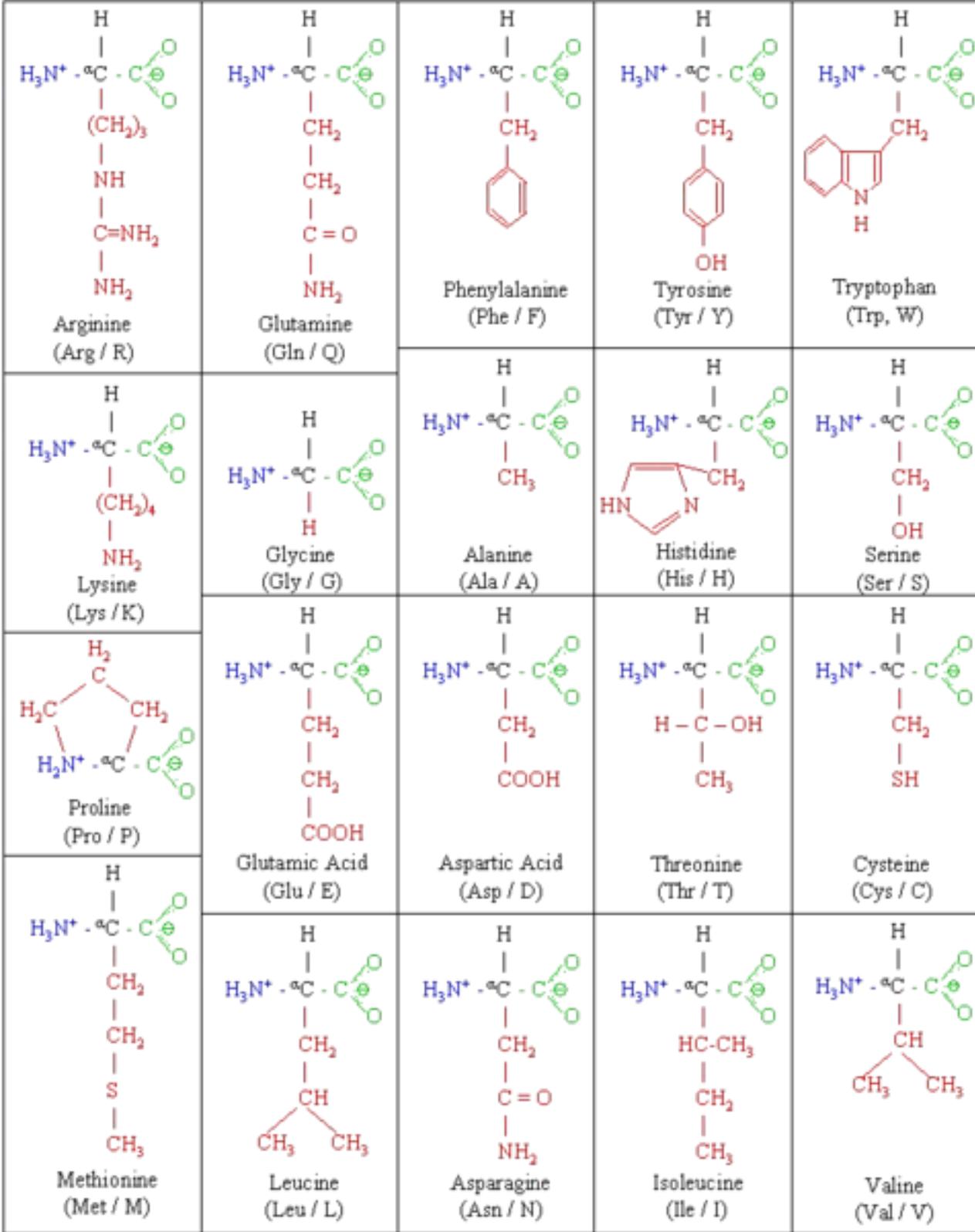
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amino\\_acids\\_2.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amino_acids_2.png)

AA essentiels :

- isoleucine
- leucine
- lysine
- méthionine
- phénylalanine
- thréonine
- tryptophane
- valine

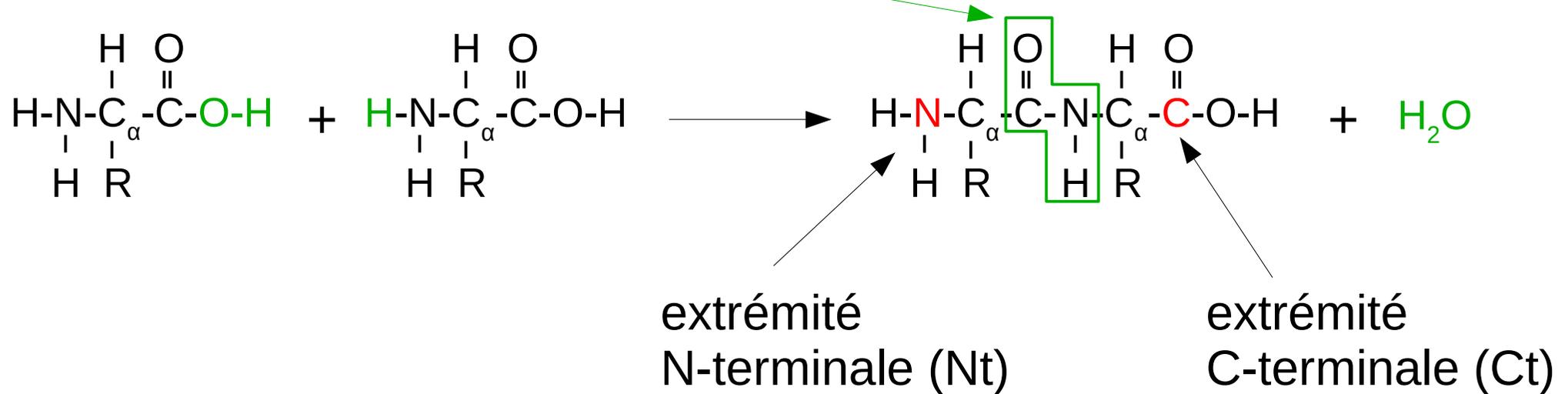
AA conditionnellement essentiels:

- arginine (croissance)
- cystine
- glutamine
- glycine
- histidine (croissance)
- proline
- tyrosine



# 4. Protéines

## Liaison peptidique : liaison entre AA



Enchaînement des AA → chaîne peptidique  
(peptide ou polypeptide)

- séquence (Nt → Ct) ou structure primaire de la protéine (molécule active)
- selon un plan  
donné par l'information génétique

# 4. Protéines

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Main\\_protein\\_structure\\_levels\\_fr.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Main_protein_structure_levels_fr.svg)

## Niveaux d'organisation

-structure primaire :

séquence des AA

(Nt → Ct)

-structure secondaire :

motifs tridimensionnels

(ex : hélices alpha, feuillets bêta (liaisons H))

-structure tertiaire

conformation tridimensionnelle générale

(liaisons H, ioniques, effet hydrophobe et ponts disulfure)

-structure quaternaire

assemblage chaînes d'AA

(1 chaîne = 1 sous-unité de la protéine ;  
sous-unités liées par liaisons faibles)

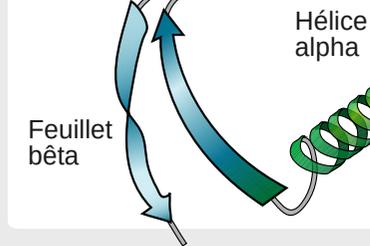
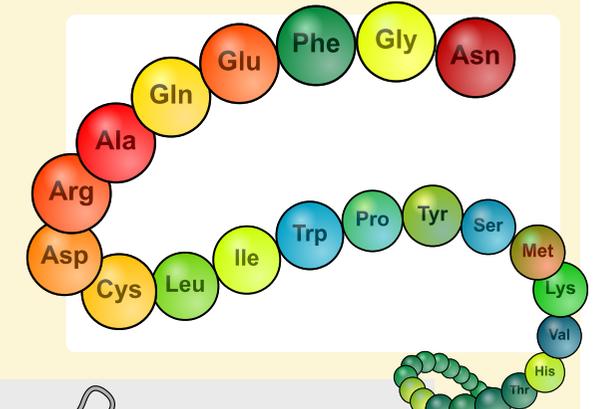
→ perte organisation tridimensionnelle :

dénaturation (température, pH, solvant...)

(parfois renaturation, parfois pas si coagulation)

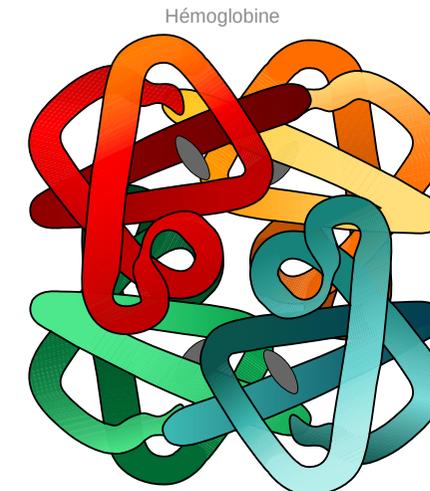
Structure primaire

Séquence d'acides aminés



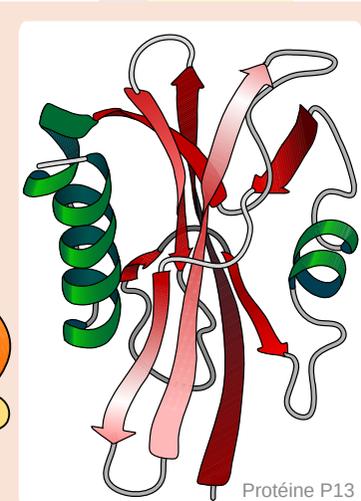
Structure secondaire

Repliement local de  
la chaîne principale



Structure quaternaire

Association de plusieurs  
chaînes polypeptidiques



Structure tertiaire

Structure tridimensionnelle

# 4. Protéines

## Fonctions associées aux protéines

-Transport

-Anticorps

-Contraction

-Hormones

-Enzymes

-Structure...

# 5. Acides nucléiques

=polynucléotides =polymères de nucléotides

→ ADN ou acide désoxyribonucléique

-polymère géant mais régulier

-2 chaînes polynucléotidiques (=2 brins associés par liaisons hydrogène)

-support de l'information génétique (plan construction des protéines)

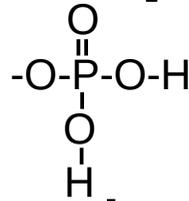
→ ARN ou acide ribonucléique

-1 chaîne polynucléotidique (=1 brin)

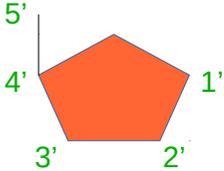
-transport (entre autres) informations codées par ADN

# 5. Acides nucléiques

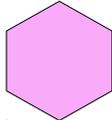
## Nucléotide :



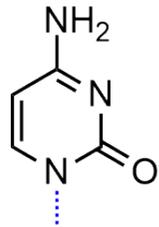
-groupement phosphate 

-pentose (sucre 5C) 

-base azotée

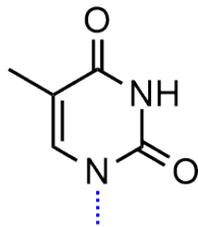
-pyrimidines (cycle pyrimidine (2 azotes)) 

-Cytosine



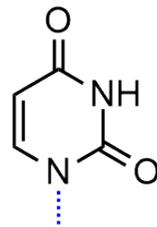
Cyt

-Thymine

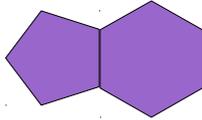


Thy

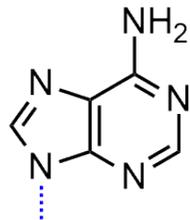
-Uracile



Ura

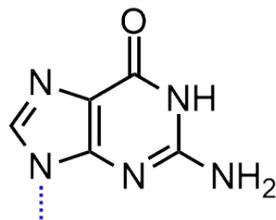
-purines (cycle pyrimidine+imidazole (2 azotes)) 

-Adénine

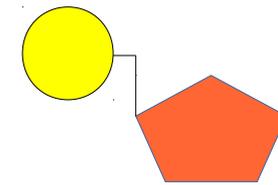


Ade

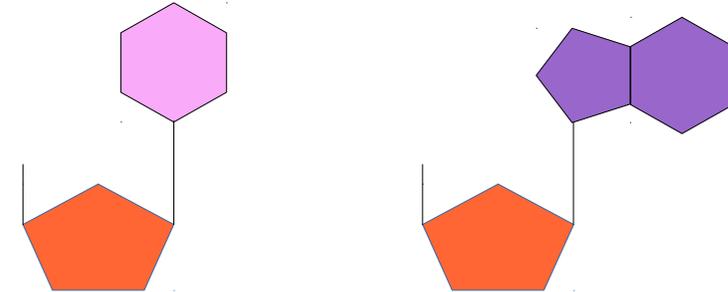
-Guanine



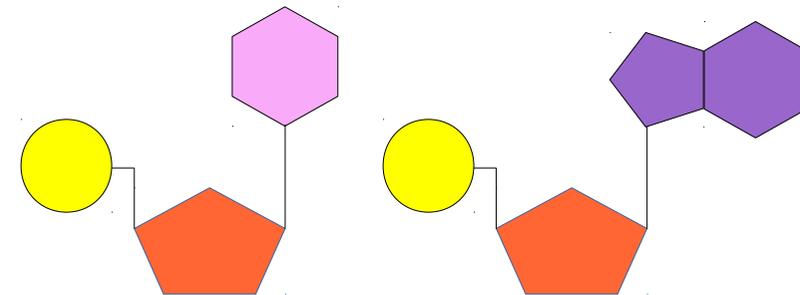
Gua



sucre phosphaté



nucléoside



nucléotide

# 5. Acides nucléiques

## ARN

Nucléotides de l'ARN :

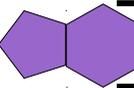
 -groupement phosphate

 -pentose : ribose

-bases azotées

 -cytosine

-uracile

 -adénine

-guanine

extrémité  
5' phosphate  
(début)

demi-échelle  
1 brin

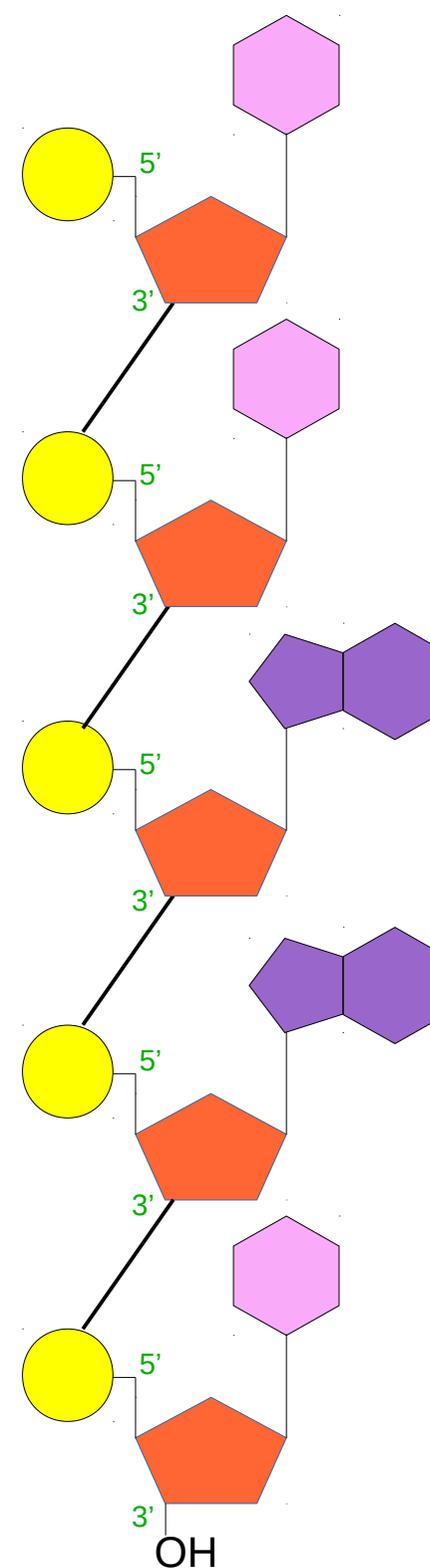
squelette  
pentose-  
phosphate

bases  
protubérantes

montant d'une  
demi-échelle

demi-barreaux  
d'une demi-échelle

extrémité  
3' OH  
(fin)



# 5. Acides nucléiques

## ADN

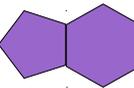
Nucléotides de l'ADN :

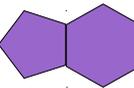
 -groupement phosphate

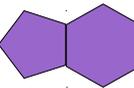
 -pentose : désoxyribose

-bases azotées

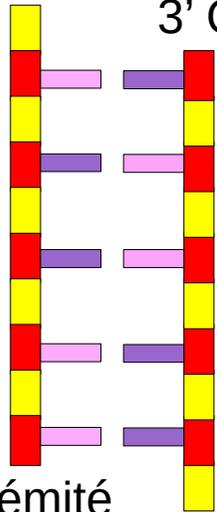
 -cytosine

 -thymine

 -adénine

 -guanane

squelette  
pentose-  
phosphate



bases protubérantes  
liées par  
liaisons hydrogène

2 brins «tête à queue»  
position antiparallèle  
échelle complète !

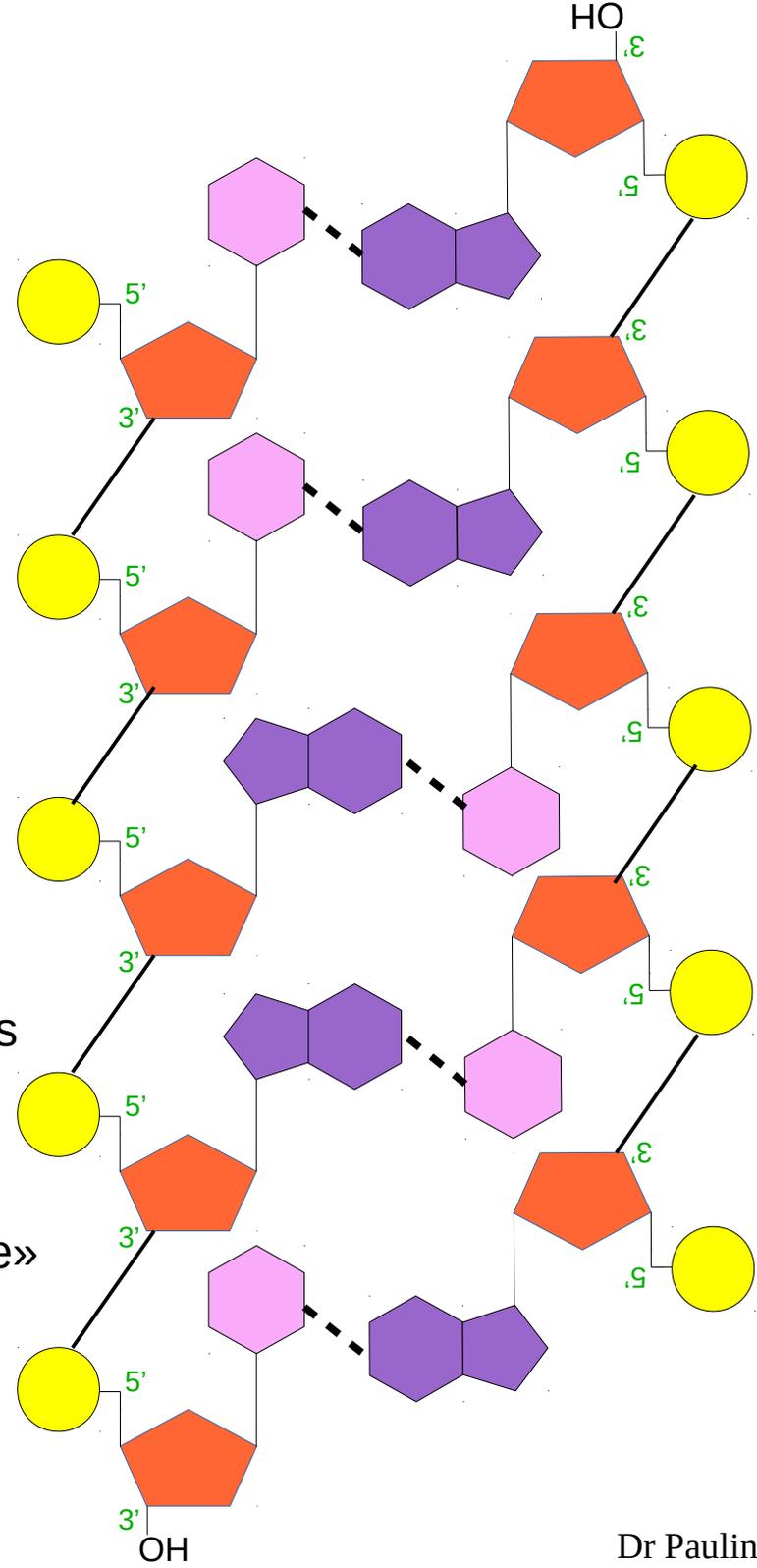
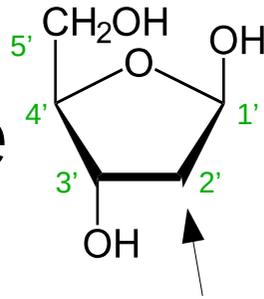
extrémité  
3' OH

extrémité  
5' phosphate

Complémentarité :

**A-T**

**C-G**



# 5. Acides nucléiques

## ADN

Liaisons H nombreuses  
(hybridation)

Thymine

Adénine

Extrémité 5'

Extrémité 3'

squelette  
phosphate-  
désoxyribose

Extrémité 3'

Guanine

Cytosine

Extrémité 5'

Complémentarité :

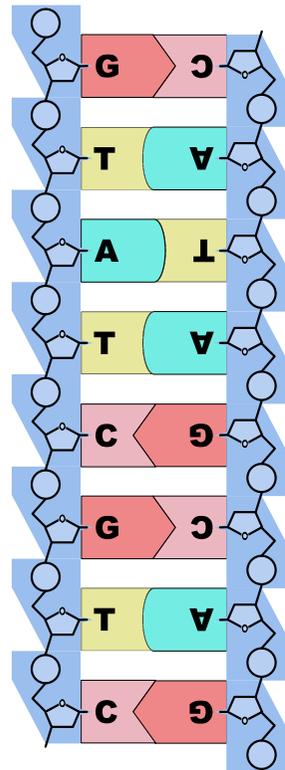
**A-T**

**C-G**

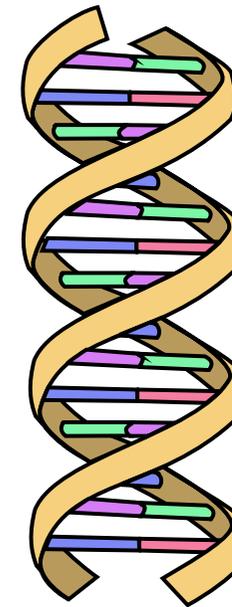
→ paires de bases (pb)

→ séquence de bases

d'un brin = code



Enroulement en spirale :  
double hélice (plusieurs mm)



— = Adénine

— = Thymine

— = Cytosine

— = Guanine

— =squelette  
phosphate-  
désoxyribose

ADN

# Fin : « La chimie du vivant – partie II »

## Merci de votre attention !

Ne pas oublier pour ce chapitre :

- la carte mentale
- « l'audio relaxé »
- exercices et quiz

→ sur <http://drpneveu.free.fr/biologie.html>

Chapitre suivant : Les enzymes