

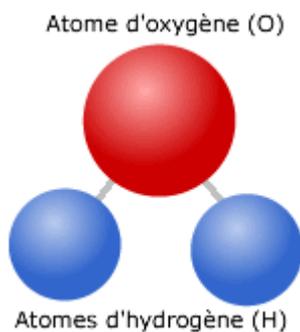
NOTIONS DE BIOLOGIE CELLULAIRE

Partie 1 : notions
de biologie
cellulaire

Chapitre 1 : les principaux constituants moléculaires de la cellule

- 1- l'eau
- 2- les glucides
- 3- les lipides
- 4- les protides
- 5- les acides nucléiques

1. l'eau



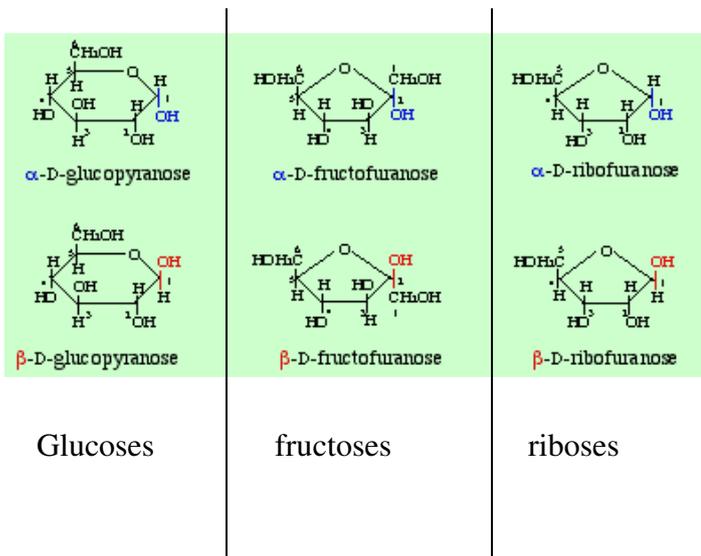
Structure atomique de la molécule d'eau

L'eau (H_2O) est de loin la molécule la plus abondante dans les cellules : la plupart des êtres vivants contiennent en masse plus de 60% d'eau. Elle intervient dans un grand nombre de réactions chimiques cellulaires (hydrolyses par exemple).

Les molécules que l'on va étudier par la suite (glucides, lipides, protides, acides nucléiques) sont des molécules spécifiques des êtres vivants, elles constituent la **matière organique**

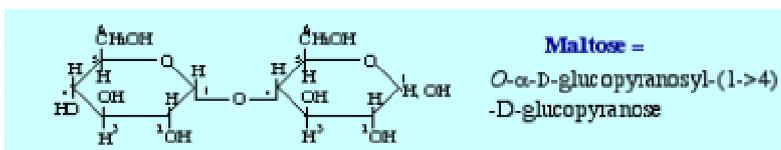
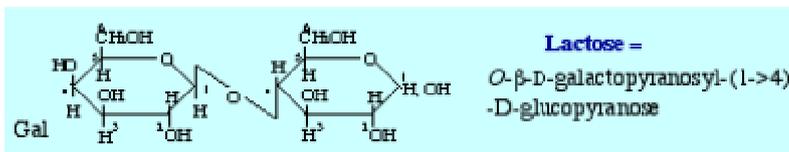
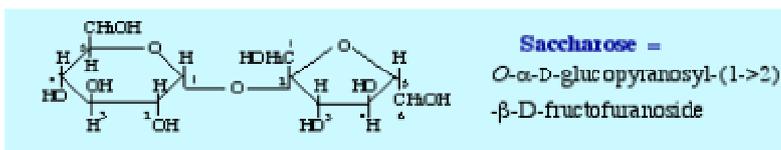
2. Les glucides

Comme les autres molécules organiques étudiées par la suite (lipides, protides, acides nucléiques), les glucides ou sucres sont des assemblages plus ou moins longs et linéaires formés par **polymérisation de molécules élémentaires**. Ces "sucres élémentaires" sont appelés **oses** et contiennent trois types d'atomes : C, H et O



Quatre des principaux oses sont le **glucose**, le **fructose**, le **galactose** (formules $C_6H_{12}O_6$) et le **ribose** (formule $C_5H_{10}O_5$). Ces molécules ont des **structures cycliques** soit hexagonales, soit pentagonales

Selon la disposition dans l'espace des différents groupements, une molécule de même formule chimique peut avoir des propriétés différentes : on parle alors d'**isomères**. Par exemple, l' α -D-glucopyranose et le β -D-glucopyranose sont deux isomères de glucose

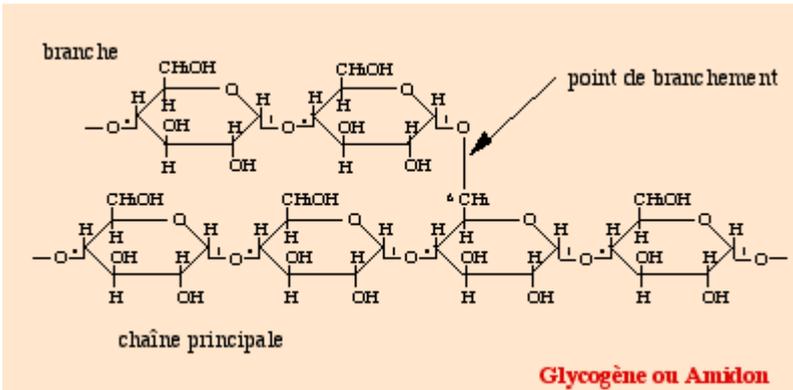


D'autres sucres, de plus grande dimension, sont formés par l'association de deux oses : ce sont des **di-oses**. La fusion se fait par réaction entre deux groupes OH et s'accompagne de l'élimination d'une molécule d'eau. La liaison chimique qui se forme est appelée **liaison osidique**.

La fusion d'un glucose et d'un fructose donne du **saccharose** (sucre couramment utilisé en cuisine).

La fusion d'un glucose et d'un galactose donne du **lactose** (sucre du lait).

La fusion de deux glucoses donne du **maltose** (sucre contenu dans l'orge et qui est utilisé pour la fabrication de la bière)



Par la liaison osidique, de nombreux oses peuvent s'accrocher de manière linéaire et former de longues chaînes moléculaires : les sucres formés sont appelés **poly-oses** et sont donc des molécules de grandes taille.

Les deux principaux poly-oses sont des **polymères de glucoses** : le **glycogène** fabriqué exclusivement par des cellules animales et l'**amidon** fabriqué uniquement par des cellules végétales. Ces molécules sont des formes de stockage du glucose.

Dans la cellule, les glucides ont un **rôle essentiellement énergétique**. L'énergie qu'ils contiennent est transformée en énergie directement utilisable par la cellule sous forme d'**ATP** (voir dans la partie III les organites cytoplasmiques à rôle énergétique). L'amidon ou le glycogène vont donc se retrouver dans des cellules dont le rôle est de stocker de l'énergie : cellules musculaires et hépatiques chez les animaux, graines et tubercules chez les végétaux.

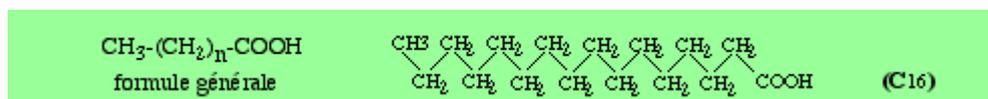
D'autres glucides ont un **rôle structural** dans la cellule. Le ribose ou le désoxyribose par exemple, entrent dans la composition des acides nucléiques (voir dans ce chapitre la partie 5)

3. Les lipides

Les lipides, aussi appelés graisses, sont, comme les glucides, essentiellement constitués des atomes C, H et O. Ils assurent des rôles variés dans la cellule : **rôle énergétique** en permettant la synthèse cellulaire d'ATP mais aussi **structural** en étant les principaux constituants des membranes cellulaires. Il existe deux grands groupes de lipides : **les glycérides** et **les lipides stéroïdes**

Les glycérides sont constitués de l'assemblage de deux types de molécules : les **acides gras** et le **glycérol** qui est un alcool.

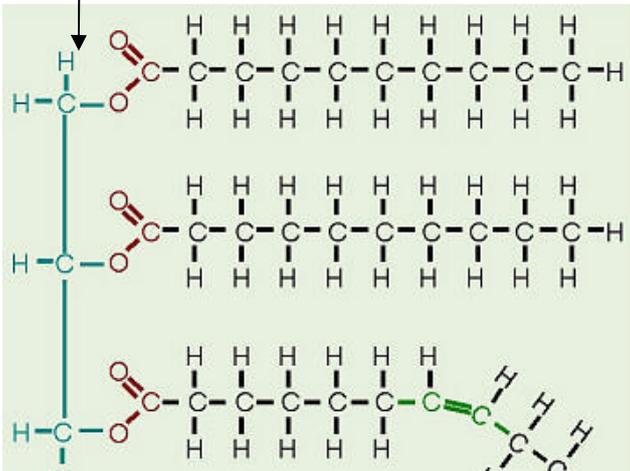
Un acide gras est une chaîne linéaire carbonée qui se termine par une fonction acide (COOH). Ils se distinguent entre eux par la longueur de la chaîne carbonée (l'exemple ci-dessous présente une chaîne à 16 carbones).



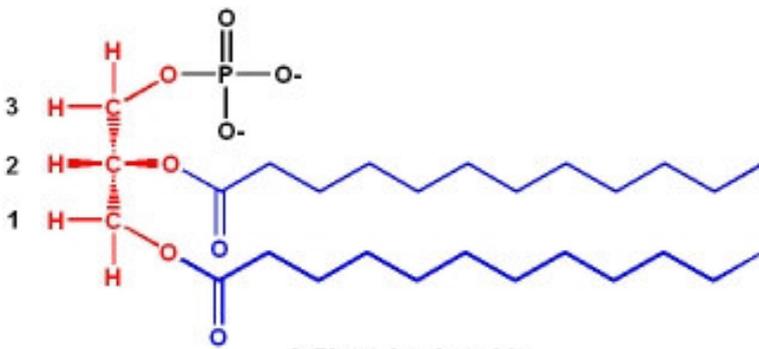
structure d'un acide gras

glycérol

structure d'un triglycéride



Lorsqu'un acide gras s'accroche à une molécule de glycérol, il se forme un **monoglycéride**, s'il y en a deux, un **diglycéride** et s'il y en a trois, un **triglycéride**. Le document ci-contre illustre la structure d'un triglycéride



A Phosphoglyceride

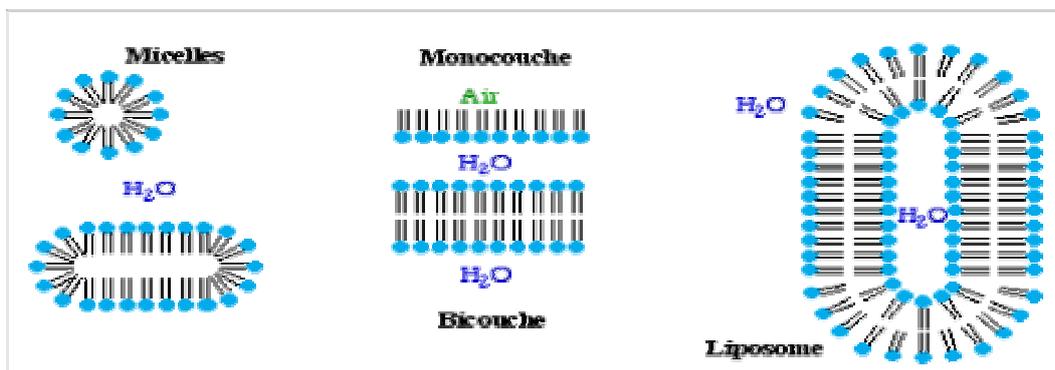
Représentation symbolique d'un phospholipide ou d'un glycolipide

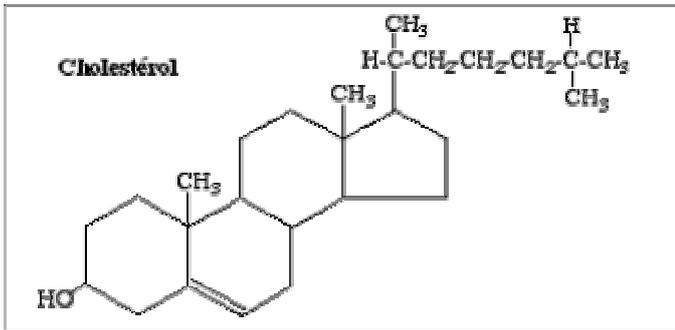


Si deux des liaisons possibles sur le glycérol sont occupées par des acides gras et la troisième par un groupement phosphaté, on parle alors de **phospholipide ou phosphoglycéride**. Le glycérol et le groupement phosphate sont hydrophiles et forment une **tête polaire « attirée par l'eau »**, alors que les chaînes d'acides gras sont hydrophobes et forment **une queue apolaire qui « fuit » l'eau**. D'où la représentation symbolique d'un phospholipide représentée ci-contre.

Les propriétés hydrophiles/hydrophobes des phospholipides font que dans un milieu aqueux (ce qui est le cas du milieu cellulaire), ils vont se regrouper en prenant des dispositions particulières (voir document ci-dessous). Dans ce chapitre, la disposition en **bicouche** nous intéresse particulièrement car c'est elle qui structure les **membranes biologiques**.

disposition possible des phospholipides en milieu aqueux





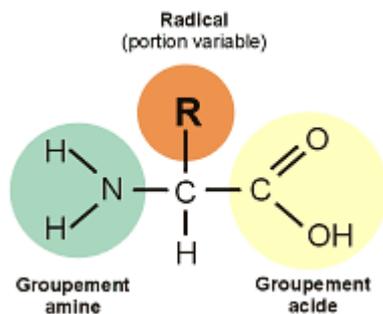
Une autre famille de lipides est formée par les **stéroïdes**, molécules dont la principale est le **cholestérol**. Malgré sa « mauvaise réputation », le cholestérol est une molécule essentielle pour le fonctionnement de l'organisme puisque, entre autres, c'est elle qui est à l'origine de la synthèse de la **vitamine D** et des **hormones sexuelles** (voir la partie sur la reproduction).

4. Les protides

Les protides sont les molécules qui assurent le plus de rôles au sein de l'organisme. Ils ont rarement une fonction énergétique mais sont indispensables à la réalisation des réactions cellulaires (les enzymes sont des protéines), pour les échanges entre les cellules (beaucoup d'hormones sont des protéines), etc...

Les protides sont formés par l'assemblage de molécules élémentaires que sont les **acides aminés**.

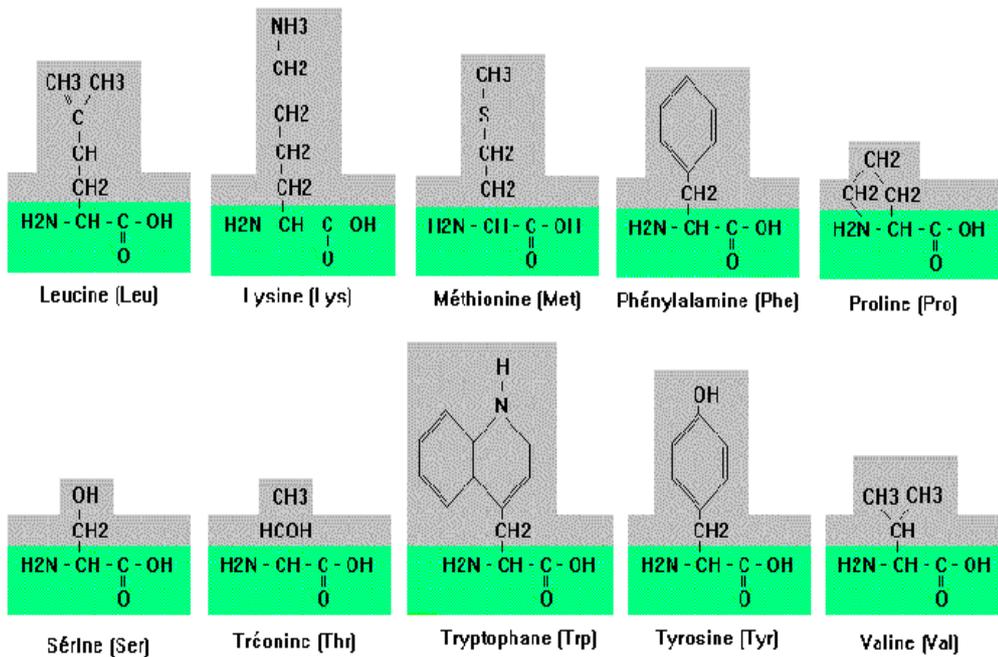
4-1 : Les acides aminés, unités de base des protides



structure d'un acide aminé

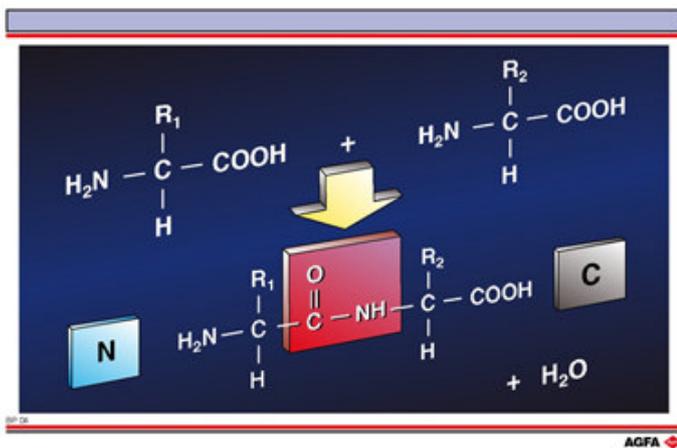
Un acide aminé est formé d'un carbone central relié à un groupement amine et à groupement acide (d'où son nom). Les deux autres liaisons sont occupées par un atome d'hydrogène et un radical.

Le radical est la seule partie variable de l'acide aminé, et comme il existe chez les êtres vivants 20 radicaux différents, il existe donc **20 acides aminés différents** qui vont entrer dans la composition des protéines.



Formules chimiques de quelques acides aminés illustrant les variations dans la structure du radical.

4-2 : Assemblage des acides aminés – la liaison peptidique



Lorsque deux acides aminés entrent en contact, il se produit une réaction entre la fonction amine de l'un et la fonction acide de l'autre. Cette fusion s'accompagne de la libération d'une molécule d'eau. La liaison CO-NH qui lie les deux acides aminés est appelée **liaison peptidique**.

Il se forme alors un dipeptide (car formé de 2 acides aminés).

la liaison peptidique

Avec des liaisons peptidiques, de nombreux acides aminés peuvent ainsi s'assembler de manière linéaire en « collier de perles ». Les molécules obtenues, parfois de grande taille, sont appelées **polypeptides**. Par convention, si le nombre d'acides aminés dépasse 100, le polypeptide est appelé **protéine**.

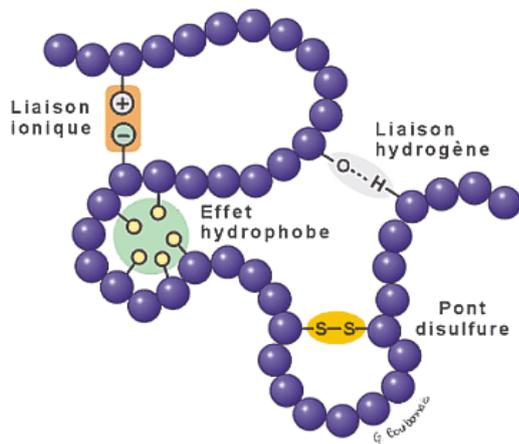
Une protéine est donc une longue séquence linéaire d'acides aminés. Chaque protéine est caractérisée par l'ordre d'enchaînement des 20 types d'acides aminés. Cet enchaînement, qui peut être comparé à un « mot » écrit dans un alphabet à 20 lettres est **la séquence de la protéine** encore désignée par **structure primaire**.

4-3 : Enroulement de la protéines dans l'espace – structures d'ordre supérieur

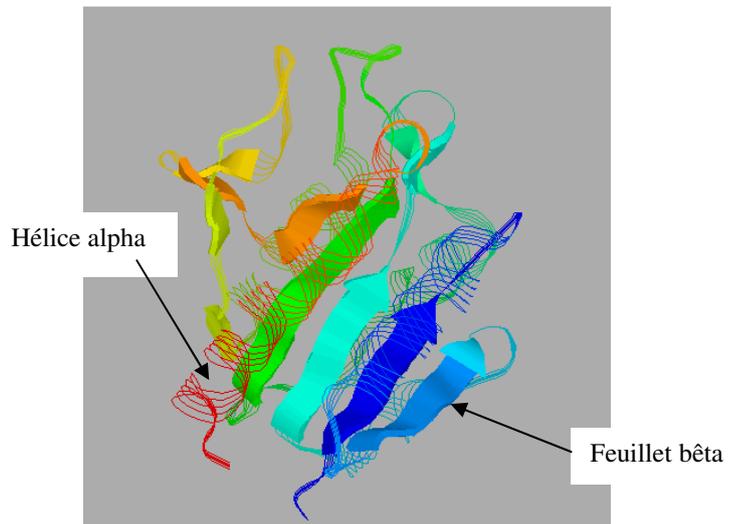
Une fois le « collier de perles » assemblé, il va s'établir des interactions entre les radicaux des différents acides aminés : **liaisons ioniques, liaisons hydrogènes, ponts disulfures ...**

Ces interactions vont provoquer un **repliement de la chaîne protéique**, repliement qui est directement imposé par l'ordre des acides aminés, c'est-à-dire la séquence.

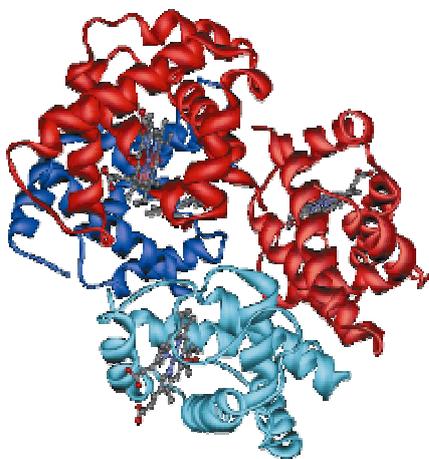
Chaque protéine a donc une structure spatiale en trois dimensions qui lui est propre. Les deux conformations qui peuvent se produire au sein d'une protéine sont l'enroulement en hélice alpha ou la disposition en feuillet bêta (voir ci-dessous l'exemple de la flavodoxine)



Liaisons possibles entre acides aminés



Structure 3D de la flavodoxine



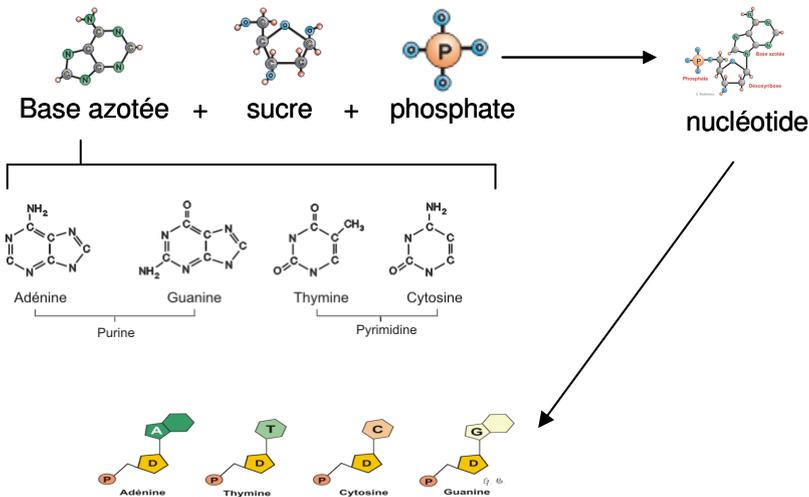
structure 3D de l'hémoglobine

Certaines protéines, plus complexes, sont formées par la réunion de plusieurs sous unités qui ont chacune une structure de polypeptide. C'est par exemple le cas de l'**hémoglobine** (protéine qui assure le transport de l'oxygène dans la sang) qui est l'assemblage ordonné de quatre sous unités.

5. Les acides nucléiques

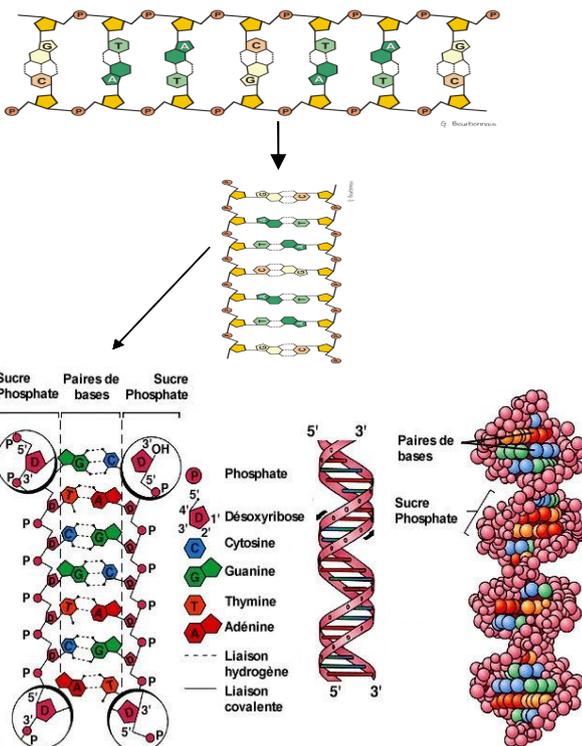
Les acides nucléiques doivent leur nom au fait qu'ils se trouvent dans le noyau ou qu'ils sont formés dans le noyau des cellules. Leur rôle dans la vie de la cellule est primordial puisque ce sont eux qui représentent l'**information génétique** qui organise l'ensemble des structures et des processus cellulaires.

5-1 : L'ADN



La molécule qui contient toute l'information génétique d'un individu est la **molécule d'ADN : Acide Désoxyribo Nucléique**

L'élément de base de cette molécule est le **nucléotide** : il est constitué de l'assemblage d'une **base azotée**, d'un **sucre** (le désoxyribose) et d'un groupement **phosphate** ;
Le sucre et le phosphate sont fixes, et il existe 4 sortes de bases azotées : l'adénine (A), la guanine (G), la thymine (T) et la cytosine (C).
 Il existe donc **4 sortes de nucléotides** qui diffèrent par leurs bases azotées



Ces nucléotides se lient entre eux pour former des chaînes. L'ordre d'enchaînement des bases azotées constitue la **séquence de l'ADN**

Deux chaînes vont se lier entre elles en s'associant par leurs bases azotées

L'association des deux chaînes se fait avec une **complémentarité stricte** entre les bases : **A se lie à T** et **C se lie à G**.

Donc la connaissance d'une chaîne permet de déduire la séquence de l'autre chaîne qui lui est complémentaire ;

Enfin, dans l'espace, ce double brin d'ADN s'enroule en hélice, formant la « **double hélice** » d'ADN, modèle proposé par Watson et Crick (à l'origine de leur prix Nobel...)

Connaissant la structure de l'ADN, nous pouvons nous demander en quoi cette molécule peut contenir toute l'information génétique d'un individu

Cette molécule est en fait une **succession de millions de nucléotides** (A, T, C et G) accrochés les uns aux autres dans un ordre précis (**séquence**).

L'ADN peut donc être considéré comme une **phrase immense** constituée avec un **alphabet à 4 lettres** (comme les mots sont des enchaînements d'éléments pris dans un alphabet à 26 lettres...);

C'est donc cette « phrase moléculaire » qui renferme toute l'information génétique nécessaire à la fabrication d'un individu.

La séquence de l'ADN varie d'un individu à l'autre, ce qui explique que tous les individus soient différents.

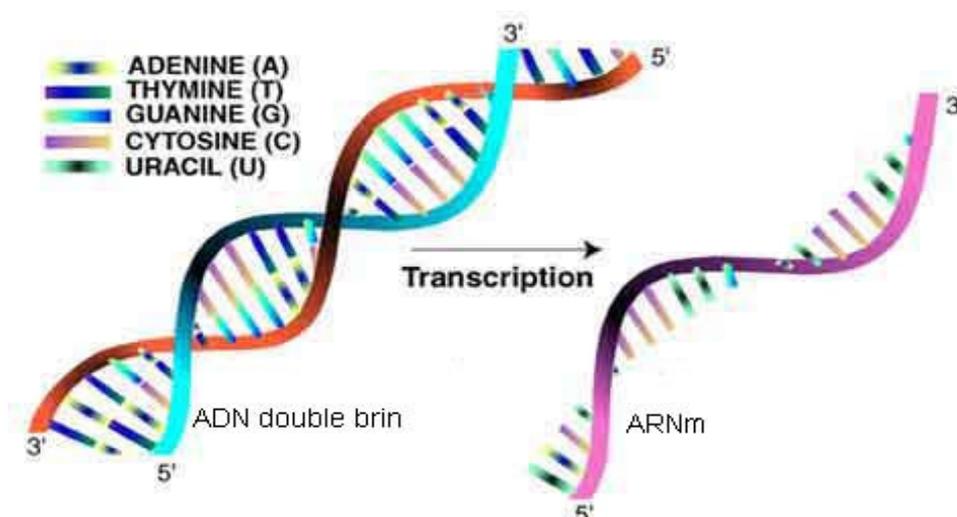
5-2 : Les ARN

Les ARN, Acides RiboNucléiques ont une structure comparable à celle de l'ADN, avec cependant quelques différences fondamentales :

- ce sont des chaînes de nucléotides mais formées **d'un seul brin**
- Les quatre bases azotées sont l'adénine, la guanine, la cytosine et l'**uracile (U)** qui est complémentaire de l'adénine (U dans l'ARN « remplace » le T de l'ADN)

Il existe trois grandes familles d'ARN :

- **Les ARNm** ou ARN messagers qui sont des copies d'un brin d'ADN et qui transportent l'information génétique dans le cytoplasme des cellules.
- **Les ARN de transferts** qui permettent de faire la correspondance entre le « langage ADN » qui utilise 4 lettres (ATCG) et le « langage protéine » qui utilise 20 lettres (les 20 acides aminés).
- **Les ARNr** ou ARN ribosomiaux qui entrent dans la composition des ribosomes (organites cytoplasmiques étudiés dans le chapitre suivant)



Comparaison ADN / ARNm