MODULE 1

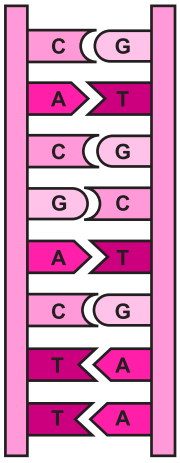
version TTR

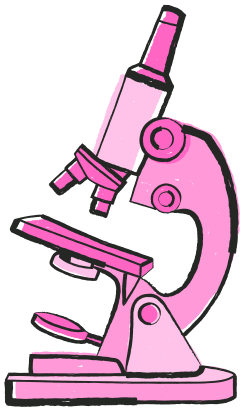






a - La structure des acides nucléiques





Coucou les loulous !! Moi c'est Lylia (aka crête Lyliaque) et je serai votre tutrice de biomol pour cette année. Vous allez voir la biomol est une matière assez simple qui ressemble beaucoup à l'svt de terminal. C'est plutôt une matière à par coeur mais avant d'apprendre je vous conseille de comprendre +++ Si vous comprenez vous verrez que vous retiendrez beaucoup plus facilement ! Au début les cours vont vous paraitre long (n'hésitez pas à le voir en plusieurs fois) mais à force de les revoir ça vous paraitra facile.

Avant de commencer le cours je vous rappelle que si il y a quelque chose que vous ne comprenez pas n'hésitez surtout pas à demander sur le forum (j'insiste ++ il faut comprendre avant d'apprendre). Et si vous avez d'autres questions ou que vous avez juste besoin de parler n'hésitez pas à me contacter sur facebook (Lylia Poras) je répondrai avec plaisir !

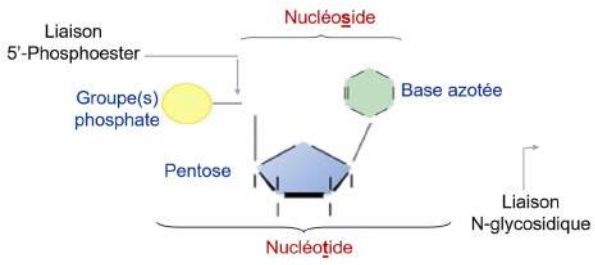
Allez trève de bavardage on commence avec ce premier cours, bon courage les loulous !!!

I- Structure primaire des acides nucléiques

a - Définitions

Les acides nucléiques (*donc l'ADN et l'ARN)* sont constitués de «lettres» ou nucléotides. Un **nucléotide** est constitué de 3 éléments :

- 1 à 3 groupements phosphates
- un pentose (=sucre à 5 côtés)
- une base azotée variable d'un nucléotide à l'autre



La liaison entre un pentose et une base azotée (N) forme un **nucléoSide** : c'est la liaison N-glycosidique.

Pour former un **nucléotide**, il y aura liaison de ce nucléoside à un ou plusieurs groupes phosphate : c'est la liaison 5'-phosphoester.

Tut'conseil : pour retenir cette partie apprenez le schéma ça rentrera tout seul (perso je refaisais le schéma pour les QCM).

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

Attention Piège !!!

nucléo**S**ide =/= nucléo**T**ide !!!!! (*Je vous préviens y'aura des pièges dans les QCMs)*

Tut'mnémo : nucléo**T**ide = **T**ous les éléments (ou **T**rois) / nucléo**S**ide = **S**eulement 2 éléments

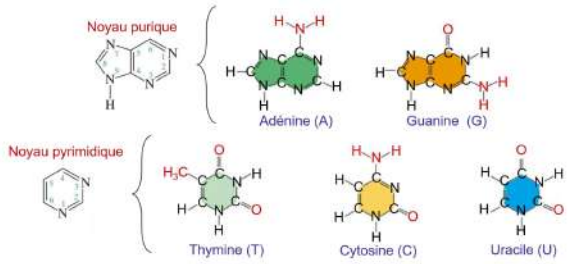
Tut'récap :

Nucléotide = Nucléoside (base azotée + pentose) + groupe(s) phosphate

b- Base azotée

Les nucléotides diffèrent par la base azotée qui les constitue. Il existe 5 bases azotées majeures (et d'autres mineures dans l'ARN) :

- les **purines** (= bases puriques) : Adénine et Guanine
- les **pyrimidines** (bases pyrimidiques) : Thymine, cytosine, uracile



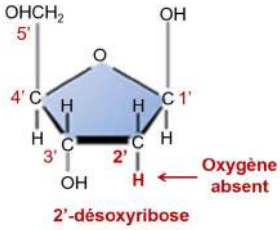
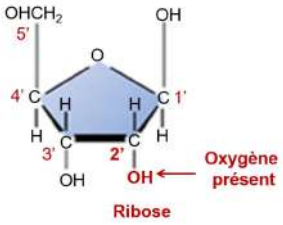
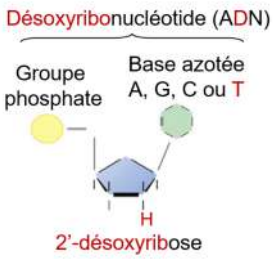
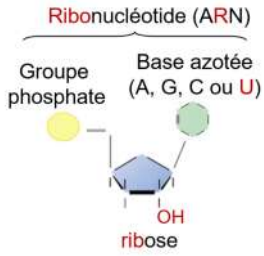
attention : l'uracile se retrouve uniquement dans l'**ARN.**

Tut'mnémo : les personnes AG (Adénine/Guanine) PUent (PUrines)

(Au dessus je vous ai mis l'image de la vidéo du prof mais apprenez pas la structure des bases azotées c'est pas nécessaire)

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

c- Les différences entre les nucléotides constituants l'ADN et l'ARN

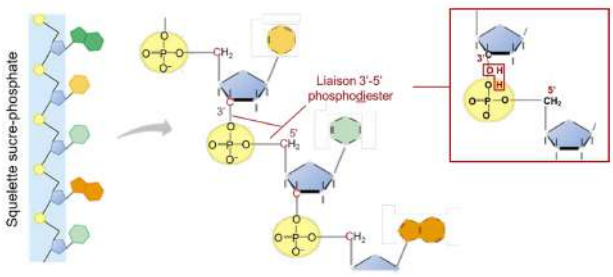
différences	ADN	ARN
Le pentose	Le pentose de l'ADN est dénué d'oxygène : on l'appelle le **2'-désoxyribose** 	Le pentose de l'ARN possède cet oxygène sur le carbone en position 2' : on l'appelle le **ribose**. 
Le choix des bases azotées	Le choix d'une base pour former un désoxyribonucléotide de l'ADN se fait entre A, G, C ou **T**. 	Le choix d'une base pour former un ribonucléotide de l'ARN se fera entre A, G, C ou **U**. 

Attention certains ARN (notamment de transfert) peuvent être constitués de Thymine.

c- ADN et ARN : une suite de lettres

Les nucléoTides sont reliés entre eux pour former un enchainement constitutif d'un brin d'ADN ou d'ARN.

La liaison permettant de relier les nucléotides entre eux est la liaison 3'-5' phosphodiester. *(essayez de visualiser sur le schéma pour vous aider).*



Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

Cette liaison implique la fonction **hydroxyle** (OH) du carbone 3' d'un nucléotide, ainsi que la fonction **acide du groupe phosphate** lié au carbone 5' d'un autre nucléotide.

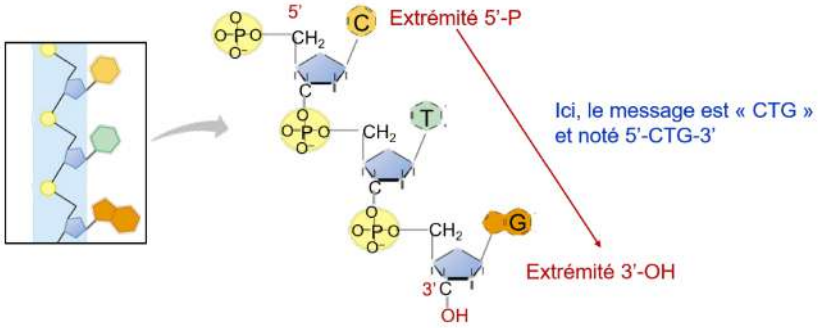
L'ensemble des pentoses reliés par les groupements phosphates forme le squelette sucre-phosphate *(voir schéma).*

Tut'récap

Liaison 3'-5' phosphodiester : entre fonction hydroxyle en 3' et fonction acide du phosphate en 5'.

f- Polarisation des acides nucléiques (ADN et ARN)

Les acides nucléiques (ARN et ADN) ont un **sens** et sont donc **polarisés** +++.



L'extrémité du brin à laquelle se trouve un groupe phosphate libre est appelée **extrémité 5'-phosphate**, tandis que celle où se trouve un groupe OH libre est appelée **extrémité 3'-OH**.

L'enchainement variable des bases le long d'un brin d'ADN ou d'ARN forme un message qui se lira **TOUJOURS dans le sens 5'-3'** +++++++ (donc de l'extrémité 5'-phosphate libre vers l'extrémité 3'-OH libre).

II- Structure secondaire de l'ADN

a - Travaux préliminaires +++

La structure secondaire de l'ADN a été élucidée grâce aux travaux de 2 chercheurs :

1) L'étude de la composition en bases par **Erwin Chargaff** (1950) :

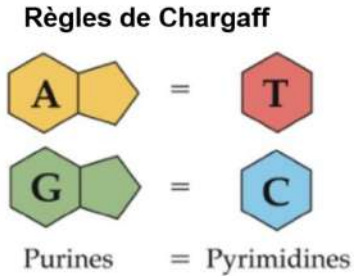
Cette étude a révélé des constantes universelles dans les proportions respectives des bases.

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

Quelle que soit l'espèce étudiée, l'ADN contient :

- **autant d'adénine que de thymine** : A = T et A/T = 1
- **autant de guanine que de cytosine** : G=C et G/C = 1

Cependant le rapport **(A+T) / (G+C)** s'est montré être **spécifique** d'une espèce donnée.



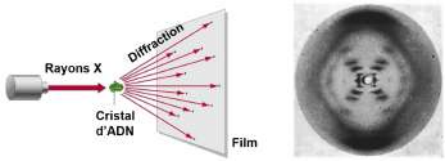
Tut' récap

Les règles de Chargaff : **A=T** et **G=C** +++

2) L'étude de la diffraction des rayons X par l'ADN de **Rosalind Franklin** (1952) :

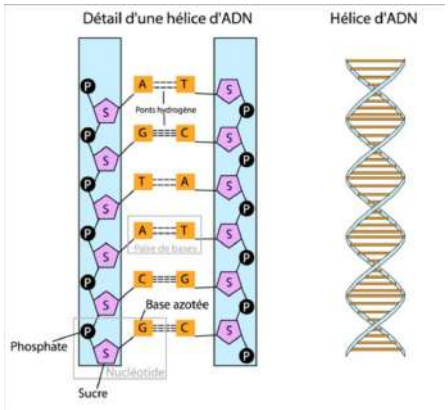
Cette étude a permis de révéler que :

- L'ADN a une structure en **hélice**
- Le squelette sucre-phosphate est à l'extérieur de l'hélice tandis que les bases sont situées à l'intérieur.
- Le diamètre de l'hélice est constant : **2nm** +++



En revanche l'étude n'a **PAS** permis de préciser le **nombre de brins** d'ADN qui forment cette hélice.

Ici je vous rajoute cette image qui ne vient PAS DU COURS (donc pas à apprendre) mais c'est pour que vous compreniez bien la structure de l'ADN et pour pouvoir bien visualiser le squelette sucre-phosphate à l'extérieur et les bases à l'intérieur.



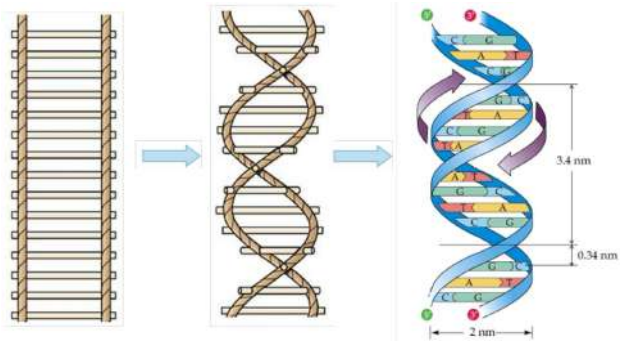
b - Le modèle de la double hélice : Watson et Crick (1953)

C'est à partir de ces 2 travaux préliminaires que les chercheurs **Watson et Crick** ont proposé le modèle de la **double hélice**+++ en 1953 pour décrire la structure secondaire de l'ADN.

Selon ce modèle, les **2 brins d'ADN s'associent** entre eux en formant des **paires de bases** et s'enroulent en hélice droite.

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

La structure secondaire de l'ADN peut être comparée à une échelle (à laquelle on fait subir une rotation) dans laquelle les montants représenteraient le squelette sucre-phosphate et les barreaux représenteraient les paires de bases qui permettent à ces deux brins de s'associer entre eux.



Chaque tour d'hélice va être d'une longueur de **3,4 nm** et les paires de bases vont être distantes entre elles de **0,34 nm**.

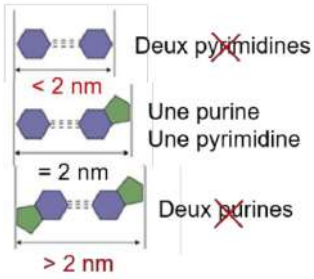
Tut'récap +++

- diamètre hélice : 2 nm
- longueur tour d'hélice : 3,4 nm
- distance entre paires de base : 0,34 nm

En s'appuyant sur les travaux précédents, Watson et Crick vont proposer un principe fondamental : le **principe de complémentarité des bases** +++. Il permet aux 2 brins d'ADN de s'associer entre eux.

Ce principe postule que les bases ne vont **PAS** s'associer de manière **aléatoire** entre elles pour former les paires de bases, mais qu'une **purine s'associe TOUJOURS avec une pyrimidine pour former un diamètre de 2 nm**. ++++

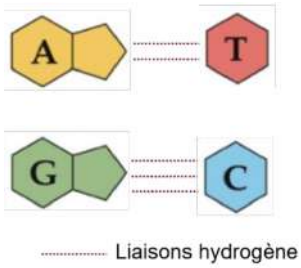
- L'association de 2 pyrimidines entre elles formerait un diamètre **< 2 nm**
- L'association de 2 purines entre elles formerait un diamètre **> 2 nm**



Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

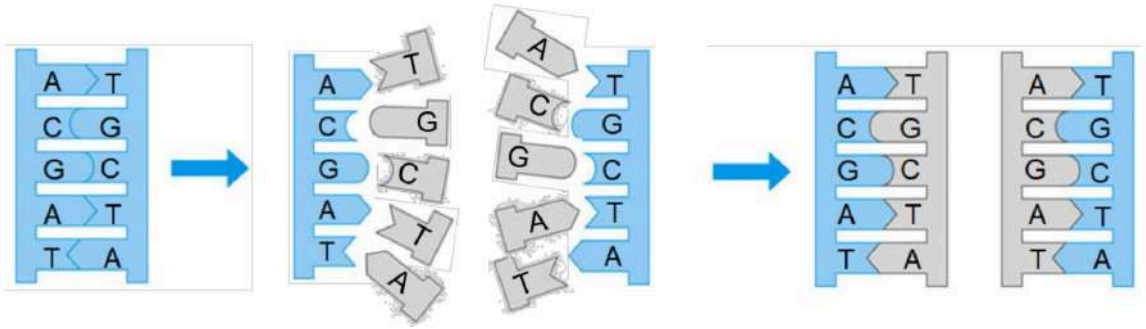
De plus, chaque base d'un brin est associée par des liaisons hydrogènes à une base de l'autre brin :

- Une **adénine** s'apparie avec une **thymine** par l'intermédiaire de **2 liaisons hydrogène**.
- La **guanine** s'apparie avec la **cytosine** par l'intermédiaire de **3 liaisons hydrogène**.



A partir d'**une seule** molécule d'ADN, en utilisant ce principe de complémentarité des bases pour recopier chacun des deux brins de la double hélice, on va finalement obtenir **deux nouvelles molécules absolument identiques** entre elles et à la molécule d'ADN de départ.

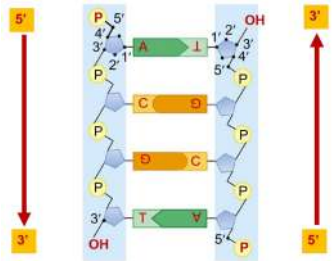
Beaucoup de blabla pour décrire l'intérêt du modèle de Watson et Crick mais retenez surtout que c'est grâce au principe de complémentarité des bases qu'on a pu confirmer que **l'ADN est la molécule (substrat biochimique) de l'hérédité.**



c- Le principe des brins antiparallèles

Une caractéristique de la double hélice d'ADN est que les brins qui la constituent sont orientés en sens inverse l'un de l'autre : ils sont **antiparallèles**.+++ L'extrémité 5'-phosphate d'un brin correspond à l'extrémité 3'-OH de l'autre brin et inversement.

La séquence d'un brin étant toujours lu dans le sens 5'-3', cela revient à dire que la séquence de chacun des brins de la double hélice sera lue en sens inverse par rapport à l'autre. (*c'est plus simple de comprendre avec le schéma)*

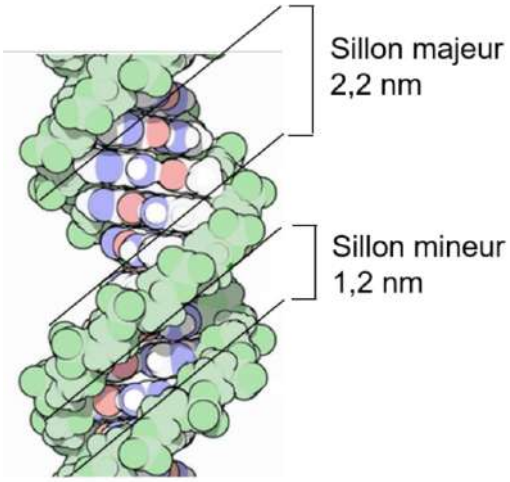


Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

d- Les sillons mineurs et majeurs de l'ADN

Une autre caractéristique de la double hélice de l'ADN est que sa structure n'est **PAS homogène**++++. En effet elle va présenter des **sillons** au niveau desquels les bases sont exposées. Ces bases peuvent alors établir des interactions diverses avec d'autres molécules.

On distingue un sillon majeur dont la largeur est de **2,2 nm** et un sillon mineur dont la largeur est de **1,2 nm**.



Les bases exposent dans les **sillons** d'autres **atomes donneurs (D) ou accepteurs (A) d'hydrogène**, pouvant former des liaisons hydrogènes avec des protéines impliquées dans la compaction de l'ADN, la réplication ou sa transcription.

Tut'récap : caractétistiques de la double hélice d'ADN

- antiparallèle
- pas homogène : sillons
- lecture 5'-3'

III- La structure tertiaire de l'ADN

L'ADN peut adopter 3 formes dans sa structure tertiaire : c**onformation A, conformation B et conformation Z.** +++

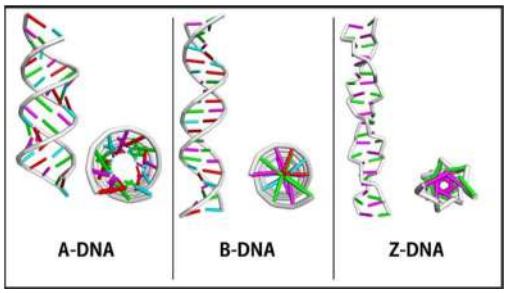
Ces 3 formes diffèrent selon 4 aspects : +++

- le **sens d'enroulement** de l'hélice (droite ou gauche)
- la **longueur** d'un tour d'hélice
- le **nombre de paires de bases** par tour d'hélice
- les différences de **taille** des sillons majeurs et mineurs

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

L'adoption de l'une ou l'autre de ces conformations dépend de 2 paramètres : +++

- L'état d'**hydratation**
- La présence de **sel**



La **forme B** représente celle décrite par Watson & Crick et semble être la plus **abondante**.

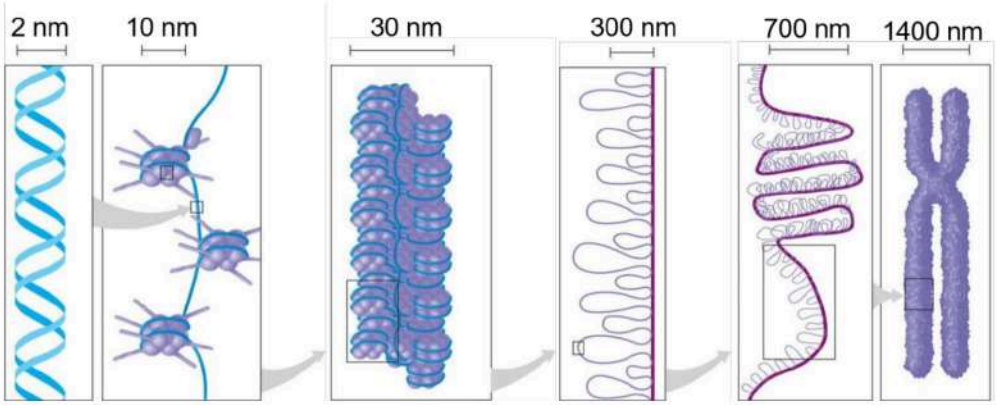
IV- Structure quaternaire de l'ADN

Des protéines peuvent s'associer à l'ADN au niveau des sillons, en particulier les **histones** (cf biocellllll) qui sont des protéines qui vont interagir avec l'ADN au niveau du **sillon mineur.** Ces interactions permettent de moduler la compaction de l'ADN selon différents niveau *(on voit la compaction juste aprèsss).*

Ces niveaux vont aller d'une forme la moins compactée qui est représentée par l'**ADN nu**, à savoir la double hélice, à une forme de compaction maximale qui est représentée par les **chromosomes** tels qu'on peut les observer au cours du cycle cellulaire en métaphase.

Les différents niveaux de compaction (*on le revoit plus tard) :*

- ADN nu (= la double hélice) dont on a vu que son diamètre était de **2 nm**
- fibre de chromatine, dont le diamètre est de **10 nm**
- solénoïde (structure plus compacte) d'un diamètre de **30 nm**
- structure de **300 nm** formée par l'attachement de boucles sur une charpente protéique
- structure de **700 nm** formée par l'empilement de cette charpente protéique pour former une chromatide d'un chromosome
- un chromosome à deux chromatides d'un diamètre de **1400 nm**.

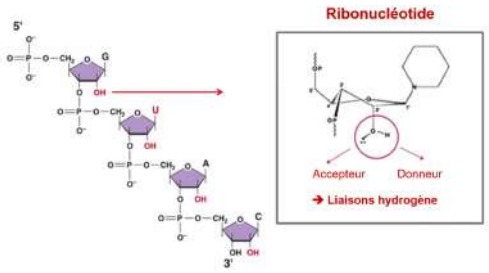


Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

V- Structure de l'ARN

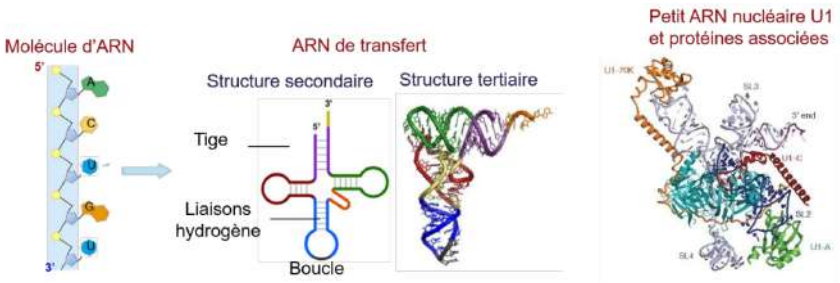
La structure primaire de l'ARN est **semblable** à celle de l'ADN. Cependant, contrairement à l'ADN, le **groupement OH** (sur le carbone 2') en plus sur le ribose lui confère des propriétés propres.

Le ribose peut être **donneur ou accepteur d'hydrogène** et former des liaisons hydrogènes impliquées dans la formation de la structure secondaire, tertiaire et quaternaire des différents sous-types d'ARN. En effet, la structure des ARNs est très **variée**.



⚠️ Une molécule d'ARN n'est formée que d'**UN SEUL brin de ribonucléotides** (contrairement à la molécule d'ADN qui, elle, est formée de deux brins reliés entre eux). Ce brin peut se **replier sur lui-même**, via des appariements intramoléculaires de bases complémentaires, pour former, de manière localisée, une **hélice (=duplex d'ARN)** avec des caractéristiques différentes de celle de la double hélice de l'ADN.

Les ARNs peuvent contenir des régions **appariées (= les tiges)** et **non appariées (= les boucles)**. L'ensemble de ces régions forme des structures tertiaires et quaternaires **très complexes** associées à des protéines.



Sur ce schéma, nous avons par exemple, concernant l'ARN de transfert, une représentation de sa structure secondaire avec une tige et trois boucles, la tige étant formée par ces appariements intramoléculaires de bases grâce à des liaisons hydrogène.

Et nous avons par ailleurs la structure très complexe d'un petit ARN qu'on appelle ARN nucléaireU1, celui-ci étant également associé à des protéines.

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

Maintenant c'est le moment pour ..... LES DÉDIS !!!!!!!!!

Dédi à ma famille : mon père qui faisait les allers retours toutes les semaines, ma mère qui me faisait à manger, mon frère, ma soeur, mes grands-parents qui m'ont soutenu toute l'année même à distance, mes cousines,..... loveee you

Dédi à Marie aka Marythénoïde : on l'a fait et en plus on est tutrices !! On se connait depuis la 6eme et on ne s'est jamais lachées, on s'est soutenu toute l'année et on continuera à se soutenir pendant des années encore <3333

Dédi à notre groupe de 4 avec Marythénoïde, Faustilliaque et Aymeric (donne tout cette année tu vas dead !!). Merci pour votre soutient toute l'année et tous nos moments passé à la BU (notre deuxième maison au secours).





Un EB random du S2

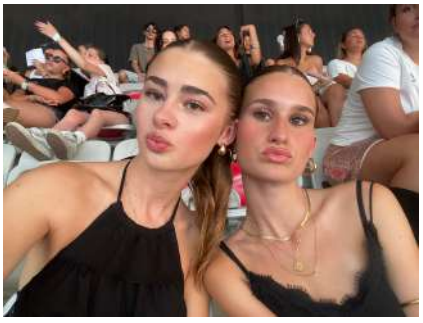


La pré rentrée du S2 cc Marie

Ça fatigue la p1













Marie et ses lunettes même à la BU