

CELLULES, METABOLISMES ET ADN : LA NATURE DU VIVANT

I / L'ADN, UNITE CHIMIQUE MOLECULAIRE SUPPLEMENTAIRE DU VIVANT

A/ L'ADN, molécule universelle commune de codage de l'information génétique d'un individu partagée par tous les êtres vivants, permettant la transgénèse

La **transgénèse** est l'intégration d'un ou plusieurs gènes par un procédé scientifique dans l'information génétique d'ADN d'un être vivant. La réalisation d'OGM est un exemple de modification d'un génome par transgénèse : chaque cellule de l'organisme modifié (alors transgénique ou OGM), lorsque la technique réussit, récupère et donc peut exprimer une **nouvelle caractéristique** qui très souvent correspond à une résistance à un pesticide ou un herbicide pour un végétal OGM (pour l'agriculture).

La transgénèse montre que l'information génétique contenue dans la molécule d'ADN est inscrite dans un langage universel puisque transférable théoriquement de n'importe quel organisme donneur A vers un receveur B. Cette universalité est un **indice de parenté supplémentaire** entre les êtres vivants.

B / L'ADN, une molécule codante des caractéristiques des individus

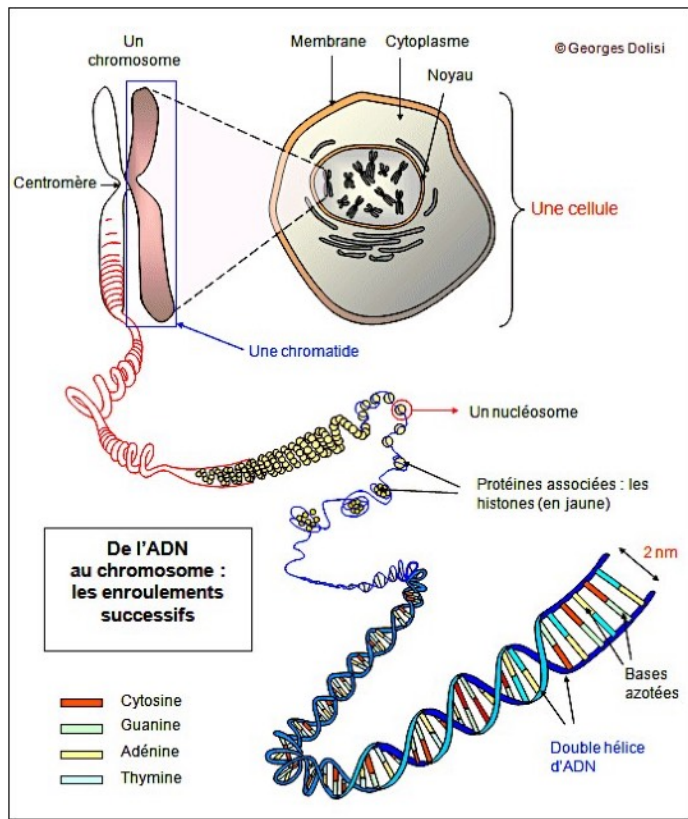
L'ADN, molécule universelle de codage de l'information génétique est une **hélice double-brin** où **chaque brin est dit complémentaire de l'autre et est constituée d'un enchaînement d'unités chimiques appelées nucléotides**. Chaque nucléotide est composé d'un **sucre, le désoxyribose C₅H₁₀O₄**, un **groupement phosphate** et une **base azotée parmi quatre possible : A, l'Adénine, G la Guanine, C la Cytosine et T la Thymine**.

Le sucre et le groupement phosphate sont reliés par une liaison forte dite covalente (doublet d'électrons), tout comme le sucre et la base. La base d'un brin engage des **liaisons faibles hydrogène** avec une base de l'autre brin : **2 entre A et T, 3 entre G et C** : c'est la **complémentarité basique**. Ainsi, l'ADN est une molécule codante par le nombre et l'ordre de la séquence précise des bases azotées A, C, T et G des nucléotides de ces 2 brins.

C/ L'ADN, une molécule soumise à variabilité

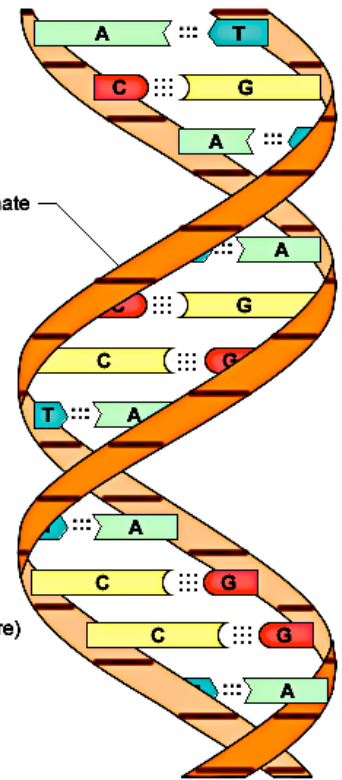
Toute modification de la séquence d'un génome est appelée **mutation** : elle peut conduire à une ou plusieurs modifications chez l'individu.

La variation génétique repose sur la variabilité de la molécule d'ADN, c'est-à-dire la modification de la séquence en bases azotées A, C, T et G d'un génome : c'est ce qu'on appelle une mutation.



Légende :

- Thymine (T)
- Adénine (A)
- Cytosine (C)
- Guanine (G)
- Désoxyribose (sucre)
- Phosphate
- Liaison hydrogène



- L'ADN, (Acide DéoxyriboNucléotide) est une longue molécule double-brin, formant une double hélice torsadée.

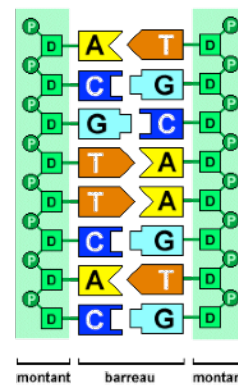
- Chaque brin (ou hélice ou encore chaîne) est constituée d'unités chimiques appelés nucléotides reliés les uns aux autres par des liaisons fortes (difficiles à rompre, il faut pas mal d'énergie pour cela).

- Chaque **nucléotide** est constitué de 3 parties :

- **a/** un sucre, toujours le même, à 5 atomes de carbone, le **désoxyribose**

- **b/** un **groupement phosphate (ou phosphorique)**, contenant des atomes d'oxygène et du phosphore, toujours le même, relié au sucre du nucléotide précédent de la chaîne par une liaison forte et du suivant de la même manière

- **c/** une **base azotée parmi 4 existantes** : l'adénine (A), la cytosine (C), la guanine (G) et la thymine (T)



- adénine
- thymine
- cytosine
- guanine
- acide phosphorique
- désoxyribose
- nucléotide

Chaque chaîne est reliée à l'autre par des liaisons faibles hydrogène (liaisons H) par ses bases azotées :

- une adénine d'une chaîne est toujours reliée en face à une thymine de l'autre chaîne par 2 liaisons H

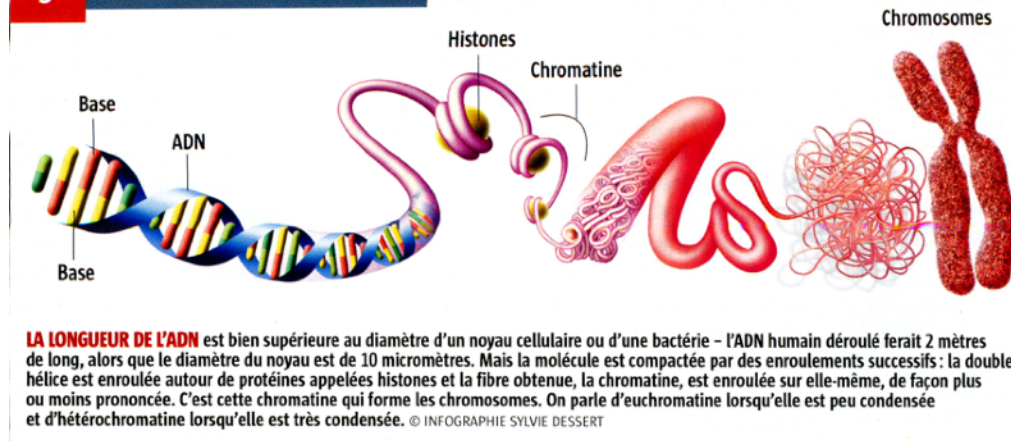
- une guanine est toujours reliée en face à une cytosine de l'autre chaîne par 3 liaisons H

Les conséquences d'une mutation peuvent être très variables : aucune, changer de couleur pour une levure, une maladie génétique grave pouvant raccourcir l'espérance de vie et donc engendrer une mort prématurée de l'organisme, conférer une résistance à une bactérie, diversifier le pool allélique existant au sein de l'espèce ...

L'universalité du rôle de l'ADN est un indice de la parenté des êtres vivants.

NB : si notre organisme est une maison, l'ADN est son plan de construction avec toutes les informations nécessaires pour sa réalisation modulable par l'environnement de construction.

Fig.2 De l'ADN au chromosome



II/ A L'ECHELLE CELLULAIRE : UNE UNITE STRUCTURE / FONCTION COMMUNE

A/ Organisation & relation de parenté à l'échelle cellulaire

la théorie cellulaire : (1838 , Matthias Jakob Schleiden et 1839, Theodor Schwann puis 1855, Virchow)

- 1/ tout être vivant est constitué d'au moins une cellule (ceci exclut les Virus)

Une bactérie est unicellulaire, un être humain adulte possède 10^{13} cellules !

- 2/ toute cellule provient d'une cellule préexistante (principe de la division cellulaire)

Dès qu'une cellule contient un système membranaire interne, ceci délimite des compartiments différents aux compositions chimiques différentes et donc aux fonctions différentes : il y a un partage du travail, une compartimentation au sein de la cellule par les organites.

Un **organite** est un compartiment intracellulaire délimité par au moins une membrane plasmique et ayant des rôles particuliers au sein de la cellule

exemples : le noyau contient l'information génétique (les cellules qui en contiennent sont dites eucaryotes), les mitochondries sont les centrales énergétiques de la cellule, les chloroplastes des végétaux chlorophylliens font la photosynthèse

(voir fiche sur l'ultrastructure des principaux types cellulaires)

Ce partage du travail existe aux échelles supérieures d'organisation du vivant :
tissu => organe => appareil => organisme

Les Procaryotes (Bactéries) sont les cellules sans noyau, elles ne sont pas compartimentées contrairement aux cellules eucaryotes (Levures, cellules animales, végétales ..).

Caractéristiques d'une cellule

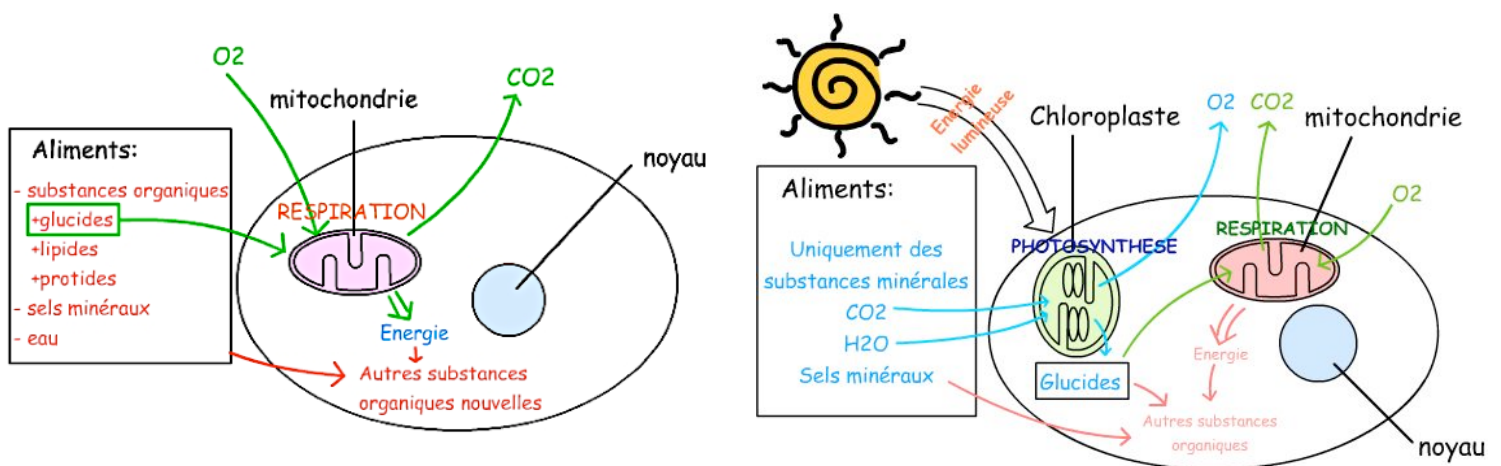
- 1/ avoir une certaine autonomie (nutrition par échanges de matières avec l'extérieur et capacité d'autoreproduction (prolifération cellulaire)

- **2/ être douée d'un métabolisme propre** : ensemble des réactions chimiques intracellulaires pour produire ou dépenser l'énergie nécessaire à sa survie et synthétiser sa matière organique (lipides, glucides, protéines ...) : réactions de dégradation (catabolisme, exemple : la respiration) et d'anabolisme (ex : la photosynthèse des végétaux chlorophylliens)

Le métabolisme est soumis à un double contrôle :

⇒ l'information génétique détermine les réactions réalisables au sein de la cellule : par exemple, des mutants (ayant subi une mutation, c'est-à-dire une transformation à l'origine d'un nouveau caractère héréditaire) d'une même espèce peuvent avoir un métabolisme différent

⇒ les conditions environnementales de la cellule influent aussi sur le déroulement du métabolisme



- **3/ posséder une information génétique** (génome) sous forme d'un ou plusieurs chromosome d'ADN et le nécessaire à son expression

- **4/ contenir un milieu aqueux appelé cytoplasme contenant des ribosomes délimité par au moins une membrane plasmique** (cellules animales), parfois une double membrane appelée paroi (chez les levures, les bactéries, les cellules végétales)

remarque : lorsqu'elles s'associent, des forces mécaniques permettent leur cohésion et maintien

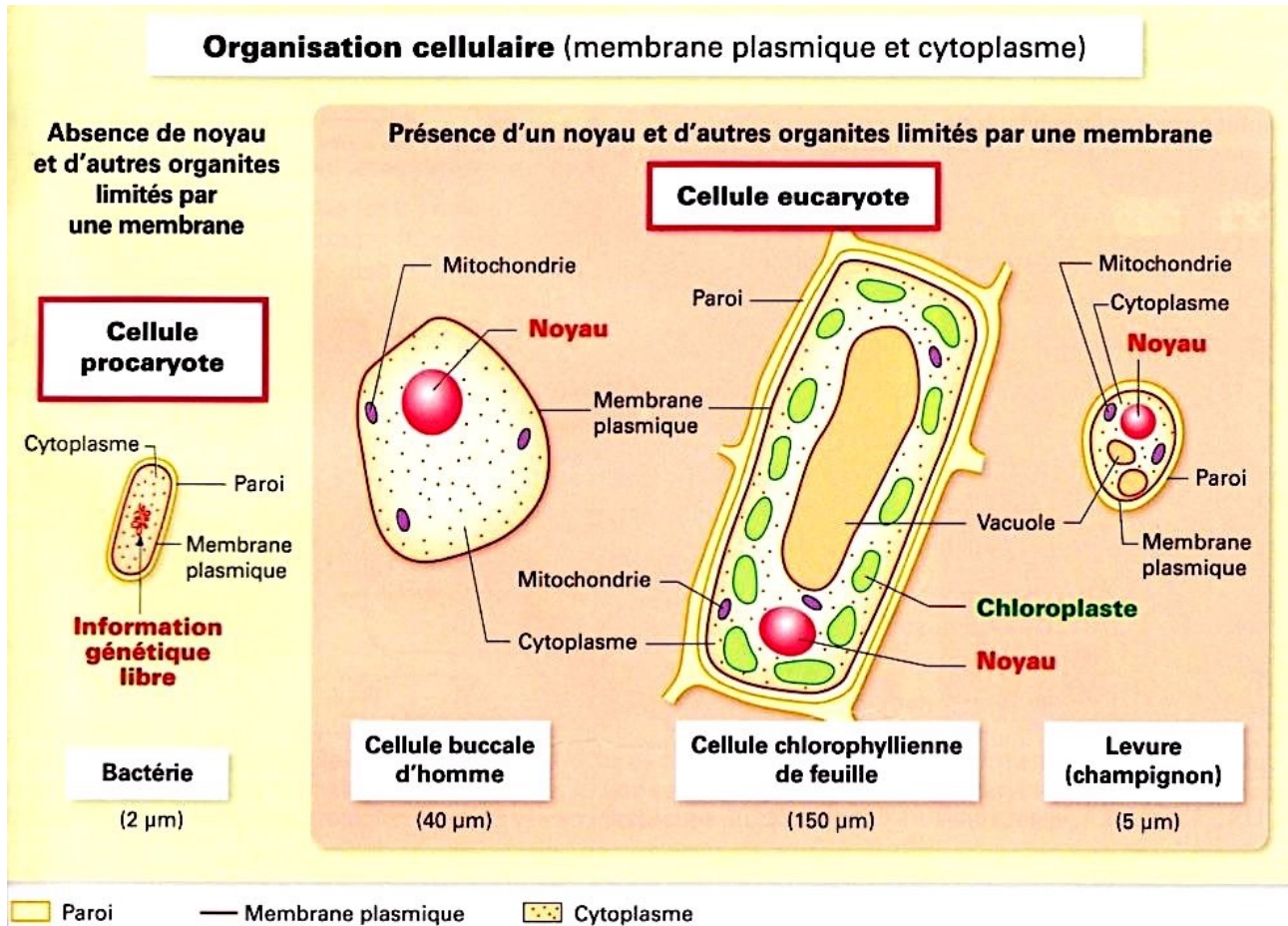
La cellule est la plus petite entité structurale et fonctionnelle du vivant, ayant une certaine autonomie.

Au sein d'un être vivant pluricellulaire, les cellules peuvent s'associer en tissus puis en organes puis en appareils qui constituent les degrés successifs d'organisation des fonctions de l'organisme.

Le vivant doit être envisagé comme quelque chose de mouvant, d'évolutif. : il a une histoire dont il est l'expression à un instant t.

Les caractères communs aux cellules suggèrent un ancêtre commun unique lointain dans le temps, c'est-à-dire une parenté : ainsi, l'ancêtre commun à tous les êtres vivants est une bactérie, LUCA (Last Universal Common Ancestor)

ci-dessous : à gauche : cellule animale / à droite : cellule végétale chlorophyllienne



B/ Les échanges cellules / environnement et leur contrôle

Quelles sont les réactions chimiques effectuées par les cellules ?

Les êtres vivants respirent. Cette respiration consiste en une absorption d' O_2 et un rejet de CO_2 . Le O_2 et les nutriments sont convertis en énergie au cours des réactions chimiques.

On peut supposer que ces échanges sont observables à l'échelle de la cellule.

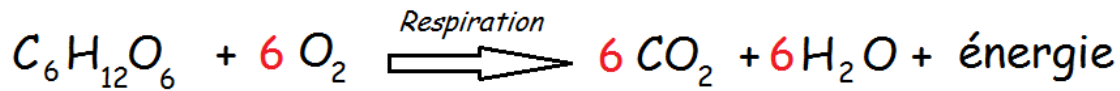
La cellule respire-t-elle ?

Prenons comme objet d'étude la levure

La cellule respire. Si la cellule respire, alors on observe une absorption de O_2 et un rejet de CO_2 .

La cellule absorbe du O₂ et rejette du CO₂. Elle respire. Des réactions chimiques se mettent en place dans la cellule, témoins d'un métabolisme.

équation-bilan de la respiration pour le glucose, molécule organique énergétique :



Quels facteurs régulent l'activité des cellules ?

exemple de la fermentation alcoolique des levures, exemple autre de réaction métabolique cellulaire

Pour la mise en place d'une bonne vinification, il faut :

- une faible concentration en O₂ dans la cuve (cependant il ne faut pas qu'elle soit nulle sinon les levures ne respirent plus et meurent !)
- une température avoisinant 30°C
- lors de la chaptalisation, un ajout de saccharose
- de préférence la souche Levuline CHP si on souhaite produire un vin riche en alcool

Le métabolisme des levures dépend de 2 facteurs principaux :

- l'environnement
- le patrimoine génétique des cellules = le génome

De nombreuses transformations chimiques impliquant le principe d'énergie (la consommant ou la nécessitant) se déroulent à l'intérieur de la cellule : elles constituent le métabolisme. Il est contrôlé par les conditions du milieu et par le génome.