

La division cellulaire

Chapitre 5 Anatomie

La **division cellulaire** est le mode de multiplication de toute cellule. Elle lui permet de se diviser en plusieurs cellules-filles (deux le plus souvent). C'est donc un processus fondamental dans le monde vivant, puisqu'il est nécessaire à la reproduction de tout organisme. Il existe 2 types de division cellulaire :

- La **mitose** n'autorise qu'une **multiplication asexuée**, qui correspond à la capacité de se multiplier seul (sans partenaire), c'est-à-dire sans faire intervenir la fusion de deux gamètes de sexes opposés. C'est elle qui permet la croissance d'un organe.
- La **méiose** permet la **reproduction sexuée**.

NB : un gamète est une cellule reproductrice (spermatozoïde ou ovule).

D L'ADN

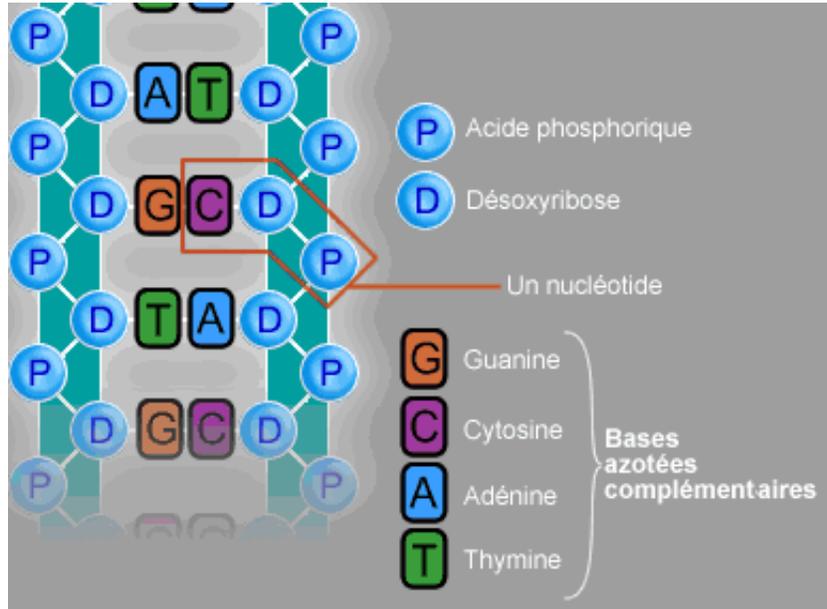
Comme vu au *chapitre 2 du module d'anatomie*, l'**acide désoxyribonucléique** (ou ADN) est une macromolécule composée d'acides nucléiques, et qui possède de nombreuses fonctions :

- Sa fonction principale, bien connue du grand public, est de **stocker l'information génétique**, information qui détermine le développement et le fonctionnement d'un organisme.
- Une autre fonction essentielle de l'ADN est la transmission de cette information de génération en génération, et cela avec la plus grande fidélité possible. C'est ce qu'on appelle l'**hérédité**.
- L'ADN détermine également la **synthèse des protéines**.

1) Composition de l'ADN

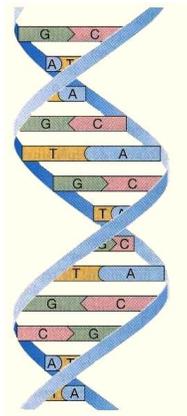
L'ADN est composé de séquences de **nucléotides**, chaque nucléotide étant constitué de trois éléments liés entre eux :

- Un **acide phosphorique**.
- Un sucre, appelé **désoxyribose**.
- Une **base azotée**.



Chacun des 2 brins d'ADN est composé par une séquence de nucléotides

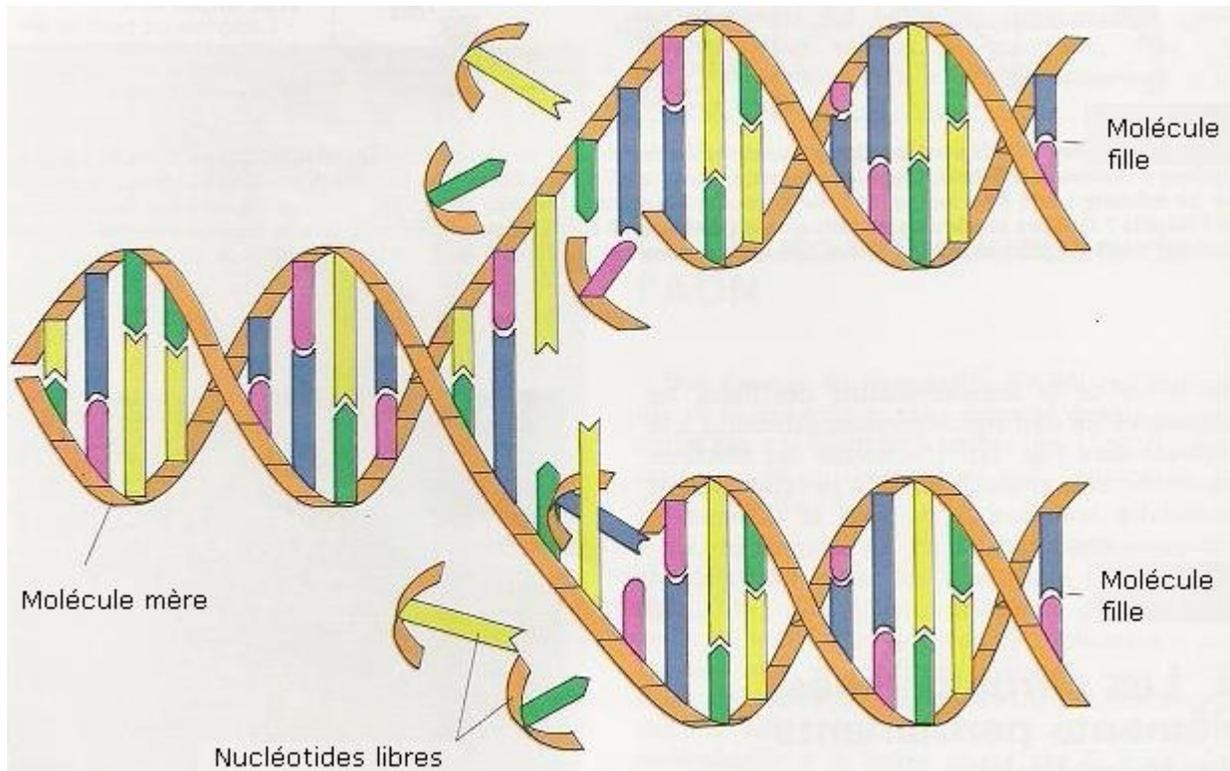
Il existe 4 bases azotées différentes : l'**adénine** (notée A), la **thymine** (notée T), la **cytosine** (notée C) et la **guanine** (notée G).



Chaque molécule d'ADN est composée de 2 brins complémentaires, s'enroulant en double hélice

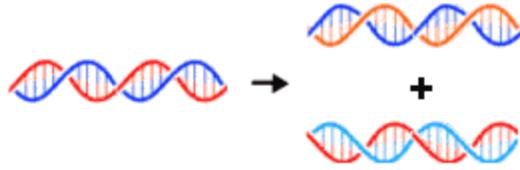
L'ADN est en fait composé de deux brins se faisant face, et formant une double hélice. Ceci est possible car les nucléotides du 1^{er} brin s'associent avec les **nucléotides complémentaires** du 2^{ème} brin : en face d'une adénine, on trouve toujours une thymine ; en face d'une cytosine, on trouve toujours une guanine. On a donc les interactions possibles suivantes : **A-T** et **T-A**, **G-C** et **C-G**.

2) La réplication de l'ADN



La réplication nécessite l'ouverture des 2 brins d'ADN, puis l'apport de nucléotides libres

La réplication est un processus au cours duquel l'ADN est dupliqué : chaque molécule d'ADN double brin se sépare en 2, et un nouveau brin vient se former, à l'identique, sur chaque brin déjà existant. Ce processus est qualifié de **semi-conservateur**.



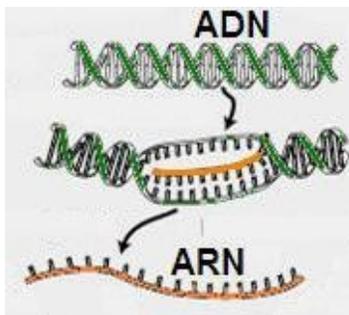
Grâce à la réplication, chaque molécule d'ADN en donne 2 nouvelles parfaitement identiques

3) La transcription et la traduction de l'ADN

La **transcription** est un processus biologique qui consiste, au niveau de la cellule, en la **copie de certaines régions de l'ADN en molécules d'ARN**. En effet, si la molécule d'ADN est le support universel de l'information génétique, ce sont les molécules d'ARN qui sont reconnues pour être traduites en protéines.

Le mécanisme de la transcription fonctionne un peu comme celui de la réplication :

- La molécule d'ADN s'ouvre : les 2 brins se séparent.
- Les nucléotides libres viennent se fixer par complémentarité.
- Les nouveaux brins formés se séparent : ce sont les molécules d'ARN.
- L'ADN se referme.



L'ADN peut être transcrit en ARN (complémentaire)

La molécule d'ARN directement synthétisée à partir du modèle ADN **reste dans le noyau**. Lorsqu'elle passe dans le cytoplasme, elle devient un **ARNm** (ARN messager). L'ARNm est alors **traduit en protéine** à partir des acides aminés **en présence des ribosomes et des ARNt** (ARN de transfert). Ce mécanisme s'appelle la **traduction**.

Grâce à l'alternance des 4 bases azotées A, C, T, G, toutes ces séquences constituent un message codé, portant les informations génétiques : **l'ordre, la nature et le nombre de nucléotides déterminent l'information génétique.**

Le code génétique est un système de **correspondance entre les séquences de nucléotides de l'ADN et les séquences en acides aminés des protéines.**

En effet, l'enchaînement des quatre nucléotides A, C, T, G, doit coder l'enchaînement des 20 acides aminés dans les protéines : en fonction de l'enchaînement des nucléotides, la protéine codée (ou fabriquée) ne sera pas la même.

II) L'ARN

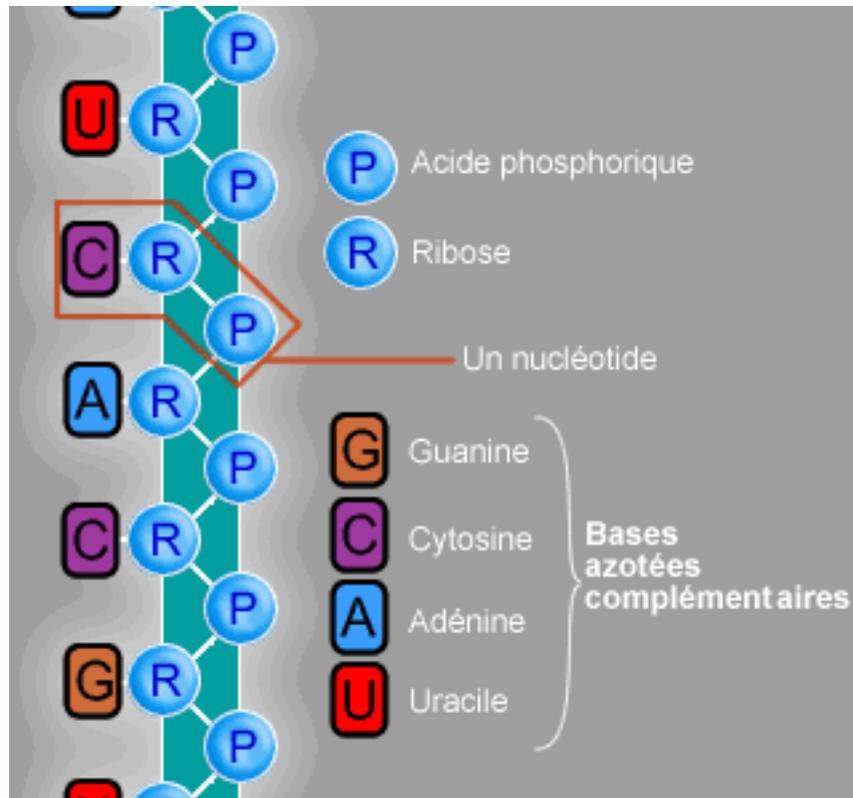
1) Composition de l'ARN

L'ARN est composé de séquences de **nucléotides** :

- Un **acide phosphorique**.
- Un sucre, appelé **ribose**.
- Une **base azotée**.

Il existe 4 bases azotées différentes : l'**adénine** (notée A), l'**uracile** (notée U), la **cytosine** (notée C) et la **guanine** (notée G).

Tout comme pour l'ADN, les nucléotides de l'ARN sont **complémentaires** : en face d'une adénine, on trouve toujours un uracile ; en face d'une cytosine, on trouve toujours une guanine. On a donc les interactions possibles suivantes : **A-U** et **U-A**, **G-C** et **C-G**.



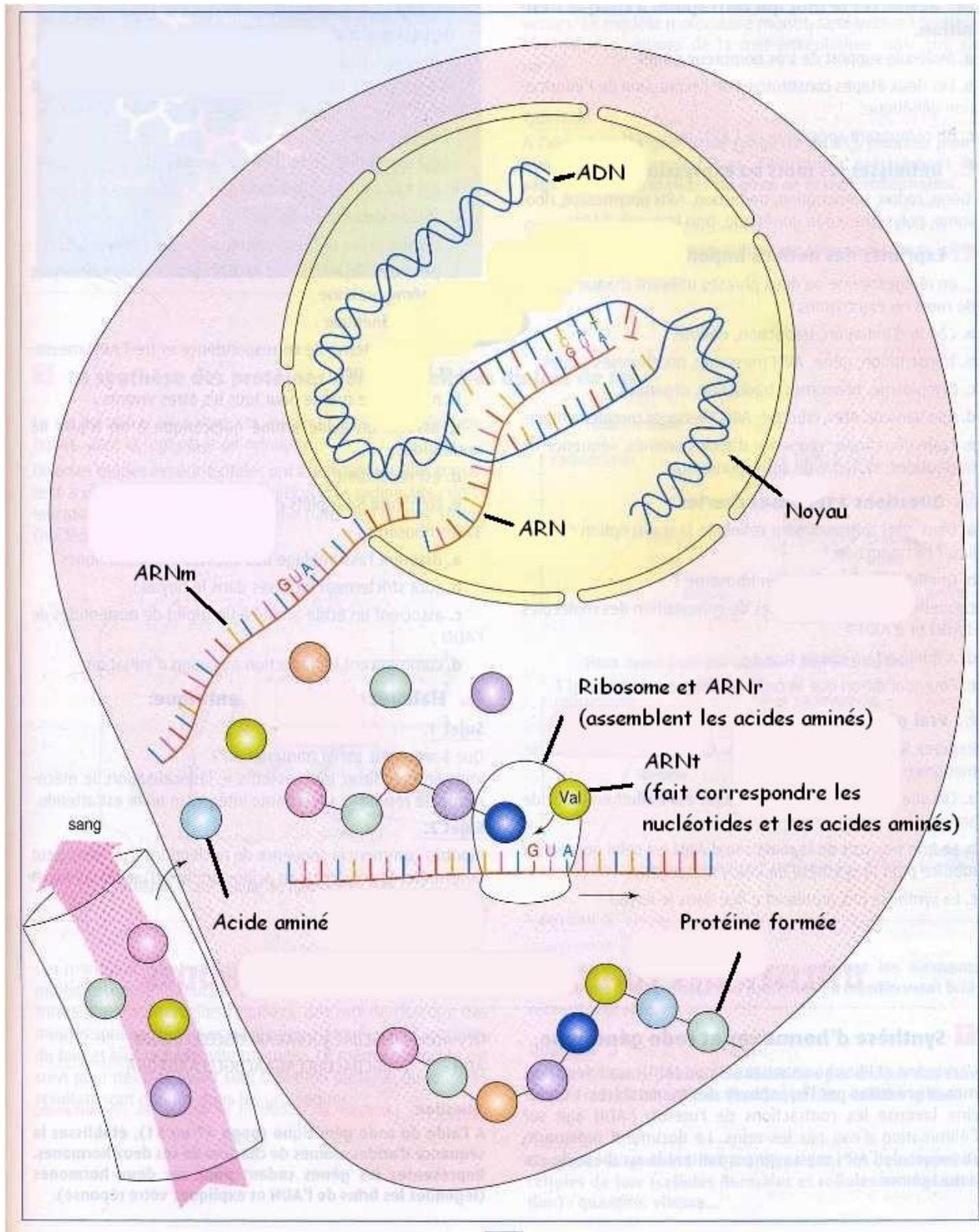
Chaque molécule d'ARN (simple brin) est composée par une séquence de nucléotides

2) Les différents types d'ARN

L'ARN se présente sous 3 formes principales : l'**ARNm** (ou ARN messenger), l'**ARNt** (ou ARN transfert) et l'**ARNr** (ou ARN ribosomique).

L'ARNm est une copie de l'ADN, formé par transcription. Son rôle consiste à **transporter l'information génétique recueillie du noyau vers le cytoplasme**.

L'ARNt permet alors la **traduction de l'ARNm en acides aminés**, qui seront ensuite **assemblés en protéines par les ribosomes du réticulum endoplasmique et les ARNr**.

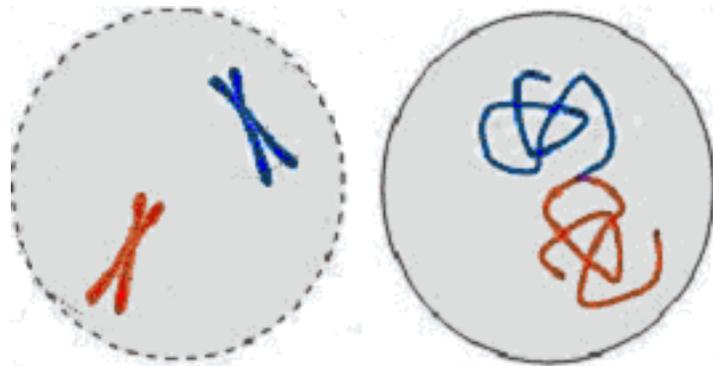


La production de protéines nécessite la transcription d'ADN en ARN

III) Un peu de vocabulaire

Avant de décrire le processus de multiplication cellulaire, il est essentiel de faire le point sur le vocabulaire de base :

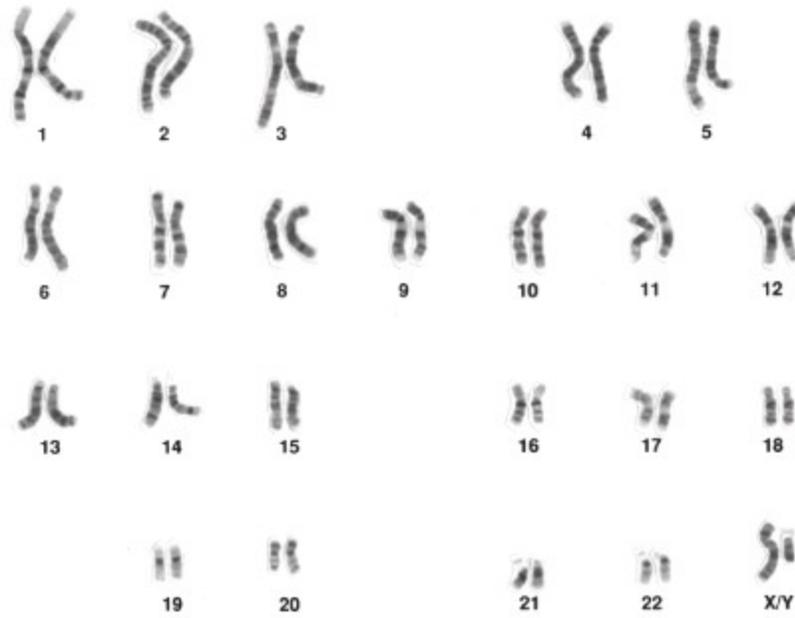
- Un **chromosome** est un **élément microscopique constitué de molécules d'ADN**. Le plus souvent, les chromosomes se trouvent dans le noyau où ils prennent la forme d'un bâtonnet (le plus souvent représenté par un X).
- La **chromatine** est la deuxième forme sous laquelle peut se présenter l'ADN dans le noyau : c'est un **enchevêtrement de molécules d'ADN et de protéines appelées histones**.



*Les molécules d'ADN peuvent se présenter sous forme de chromosomes (à gauche)
ou sous forme de chromatine (à droite)*

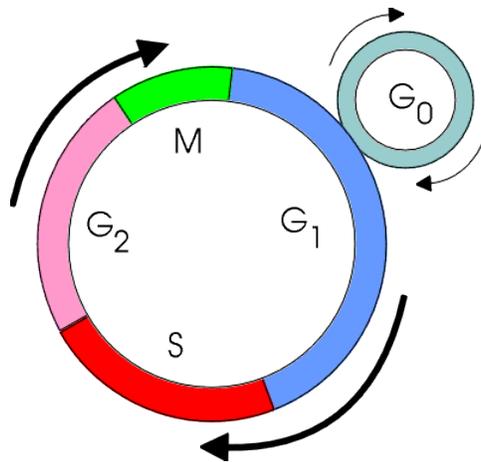
Les chromosomes sont habituellement représentés **par paires**, en parallèle avec leur homologue. Ils sont en nombre variable suivant chaque espèce. L'espèce humaine en compte 46 : **23 paires**, dont 22 de chromosomes homologues autosomes, la dernière paire correspondant aux deux chromosomes sexuels.

Les chromosomes humains sont **numérotés de 1 à 22**, du plus long au plus court, et les deux chromosomes sexuels sont **nommés X et Y** (XX pour une fille, XY pour un garçon).



L'ensemble des chromosomes est représenté sur un caryotype, ou carte de chromosomes

IV) Le cycle cellulaire



On appelle G0 l'étape de repos des cellules qui ne se divisent pas. C'est la période de quiescence

1) L'interphase

C'est la période du cycle cellulaire caractérisé par un accroissement du volume cellulaire : la cellule transcrit ses gènes et les chromosomes sont dupliqués. Elle peut être subdivisée en

plusieurs phases :

- Durant la **phase G1**, la cellule **croît jusqu'à sa taille « adulte »**.
- Au cours de la **phase S**, l'ADN est doublé par **réplication** de chacun de ses chromosomes.
- La **phase G2** permet à la cellule de se préparer à se diviser en deux cellules-filles. À l'issue de cette phase, **chaque chromosome est parfaitement identique** (morphologie et génétique) à son homologue.

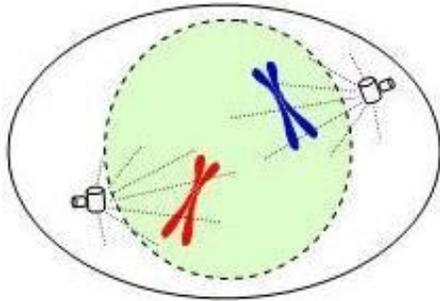
2) La mitose

Aussi appelée **phase M**, elle désigne une étape bien particulière du cycle cellulaire : c'est l'étape de **séparation de chaque chromosome de la cellule-mère et de leur répartition égale dans chacune des deux cellules-filles**.

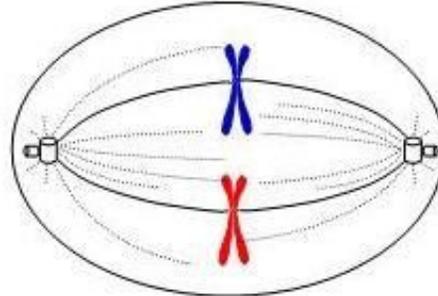
La mitose est constituée de 4 étapes :

- La **prophase** :
 - La chromatine se condense sous forme de chromosomes.
 - La membrane nucléaire disparaît.
 - Le centrosome se divise en 2.
- La **métaphase** :
 - Le fuseau mitotique se forme (c'est une structure cellulaire éphémère constituée de microtubules, présente uniquement lors de la division cellulaire).
 - Les chromosomes s'alignent au centre de la cellule, sur ce qu'on appelle la plaque équatoriale.
- L'**anaphase** :
 - Les chromosomes se séparent en 2.
 - Chaque moitié de chromosome, appelée chromatide, migre vers un pôle de la cellule.
- La **télophase** :
 - 2 nouvelles membranes nucléaires se forment.

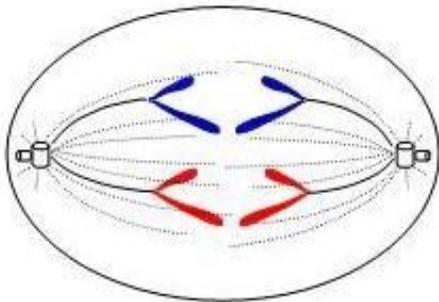
- Le fuseau mitotique disparaît.
- Les 2 cellules-filles identiques se forment.



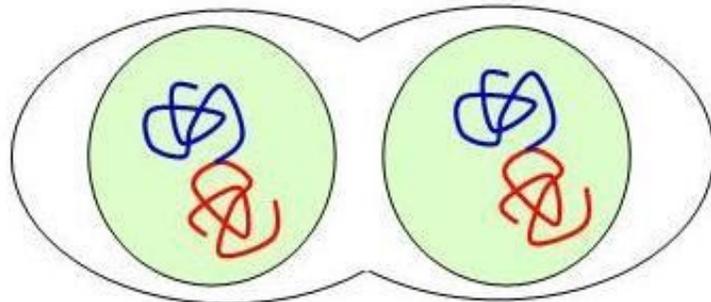
Prophase



Métaphase



Anaphase



Télophase

Lors de la mitose, les 2 chromosomes homologues de chaque paire se séparent en 2

En conclusion, la mitose permet :

- Le renouvellement cellulaire de toutes les cellules, sauf des cellules sexuelles (formées par la méiose).
- La formation d'un individu à partir d'une cellule-œuf.
- La cicatrisation.
- La croissance.