

I. Noyau Inter phasique

Définition de noyau : C'est un centre organisateur de la cellule, présent dans la cellule en **Interphase** et disparaît au moment de la division cellulaire. Présent dans la cellule **eucaryote** (eu = vrai, caryos = noyau)

1- Caractères généraux

Le noyau organelle volumineux, **ovoïde** représente 6 % du volume cellulaire et contient l'**information génétique** se caractérisé par : la taille, la forme, le nombre et la position

A- La Taille :

La taille est entre **5 à 6 µm** en fonction du type cellulaire le volume donné par le rapport nucléo-cytoplasmique : V_n/V_c ;

- > **1** dans les cellules indifférenciées

- < **0,15** dans les cellules adultes sauf lymphocytes : ~ **0,8**.

B- La forme :

1- Type cellulaire arrondi : Cellules lymphoïdes, neurones, hépatocytes.

2- Type cellulaire ovoïde : cellules musculaires, fibroblastes, entérocytes.

3- Type cellulaire polylobé : polynucléaires.

4- stade de différenciation : encoché, « clivé » : dans les cellules lymphoïdes

C- Le Nombre

1- Absent : hématie, kératinocyte....

2- Généralement unique.

3- Cellule binucléées : cellule hépatocytes, cellules cardiaques, C. épithélium urinaire.

4- Cellule plurinucléés : Ostéoclastes 30 à 50 noyaux.

2-Constituants du noyau

2,1- L'enveloppe nucléaire.

2,2- Le nucléole.

2,3- Le nucléoplasme.

2,4-La chromatine.

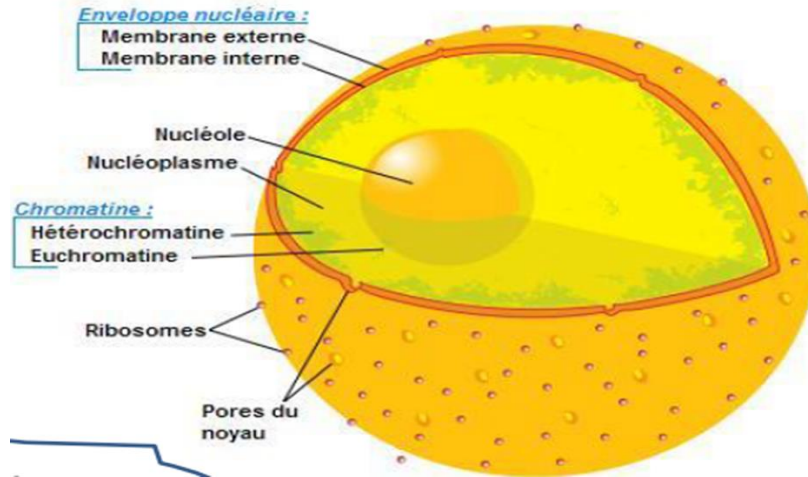
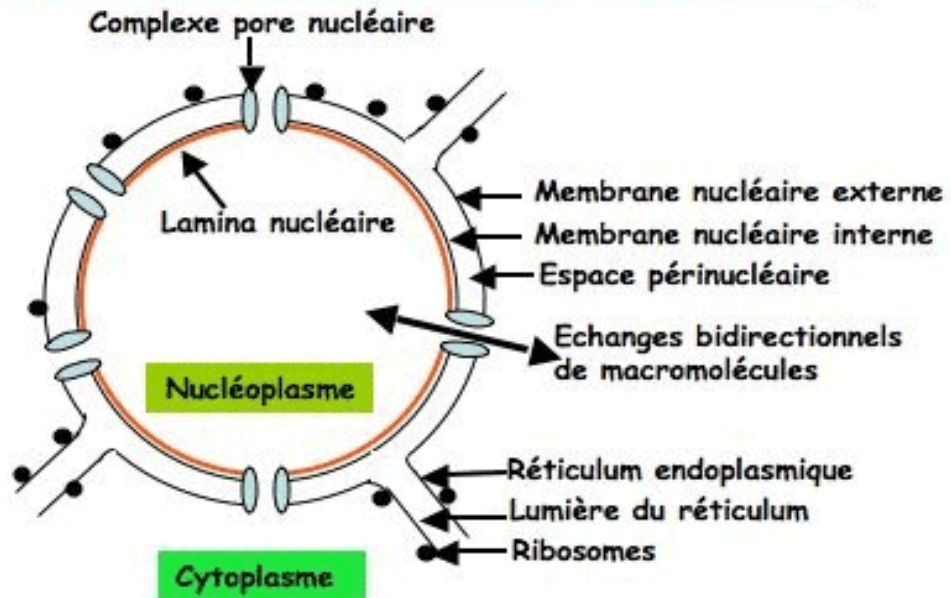


Figure 1 : Ultra structure de noyau

2,1-Enveloppe nucléaire : compose de -Double membrane : externe, interne, Lamina nucléaire, espace péri nucléaire et des pores nucléaires ou complexes de pores .

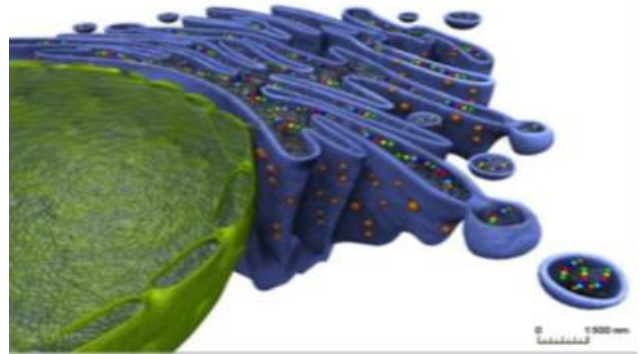
CARACTERISTIQUES STRUCTURALES DE L'ENVELOPPE NUCLEAIRE



A-Membrane externe :

Fait face au cytoplasme

- Tri laminaire : 6 à 8 nm épaisseur
- Porte des ribosomes
- Continuité avec REG : ponts (système endomembranaire)



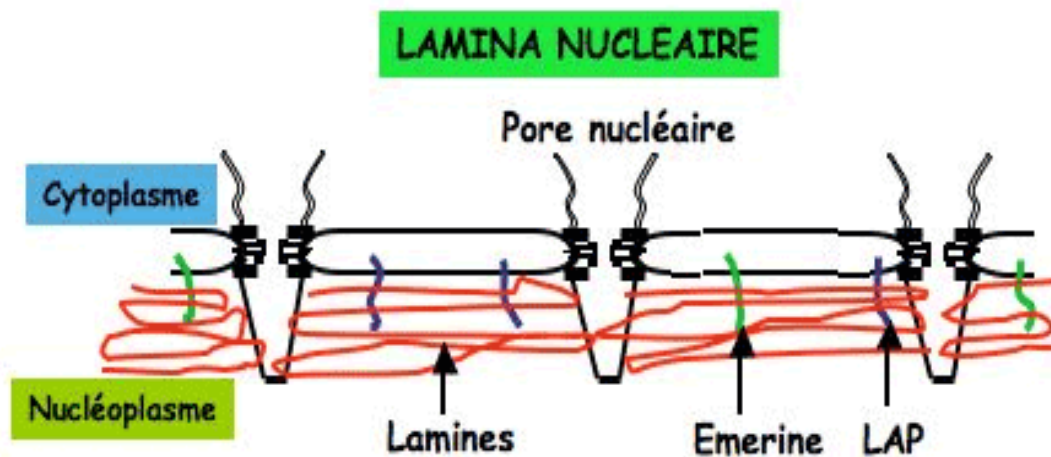
B-Membrane interne : En contact avec le nucléoplasme et la chromatine

- Tri laminaire : 6 à 8 nm épaisseur.
- Tapissée par la lamina nucléaire du côté du nucléoplasme.

C-Lamina nucléaire

Tapisse la face interne de la membrane interne.

- Constituée par des **filaments de lamine** qui forment une **structure grillagée**.
- Lamines : protéines, **filaments intermédiaires** membres de la famille des protéines du cytosquelette.



❖ **Rôle de lamina nucléaire**

- Stabilise l'enveloppe nucléaire
- Les pores nucléaires à travers leur arrangement spatial
- **Maintien** de la **forme** du noyau et résistance mécanique de l'enveloppe nucléaire.
- **Fixe** la chromatine
- **Organisation et fonctionnement** du génome : réplication de l'ADN et transcription à travers la fixation à des facteurs de transcription.

❖ **Rôle de l'enveloppe nucléaire :**

- Transport bidirectionnel s'effectuant continuellement entre le cytosol et le noyau des : Protéines fonctionnant dans le noyau : les histones, les ADN et ARN polymérase, les protéines régulatrices de gènes et les protéines de maturation de l'ARN sélectivement importées du cytosol au compartiment nucléaire.
- ARNt et des ARNm synthétisés dans le compartiment nucléaire, puis exportés dans le cytosol.

2.2 -Nucléole

- En microscopie optique :
 - Organite nucléaire sphérique ou ovoïde.
 - N'est pas limité par une membrane.
 - Incomplètement cerné par la chromatine.
 - Disparaît en mitose.
- En microscopie électronique, comporte 2 zones : contiennent des protéines
 - Régions claires.
 - Régions sombres.
- * Une zone périphérique granulaire : ARN, pré-ribosomes.
- * Une zone centrale fibrillaire : ADN ribosomal ou organisateur nucléaire.

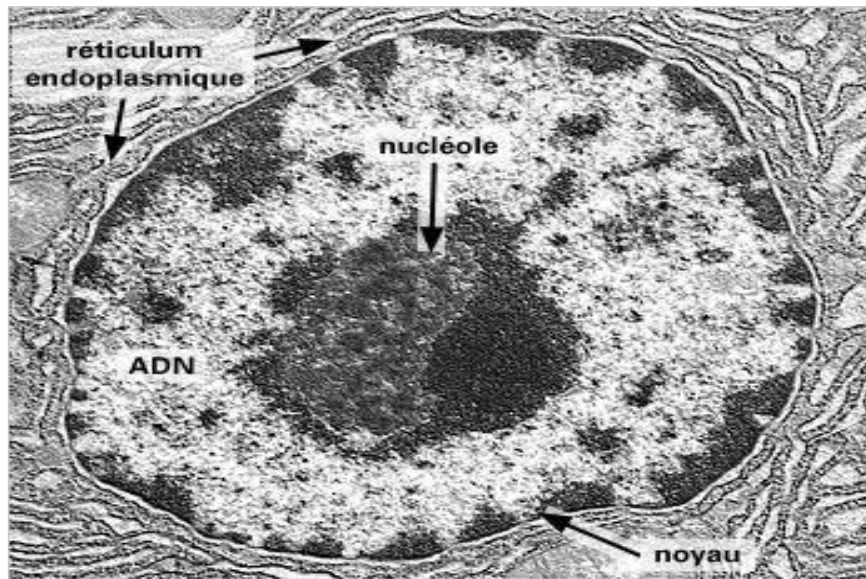


Figure 2 : Les deux régions de chromatine : claire et sombre.

L'ADNr ou organisateur nucléaire correspond à des boucles

- Situées sur les CHS 13, 14, 15, 21,22
- Constituent, en fin de mitose, 10 petits nucléoles qui fusionneront

► Nucléole unique

Nucléole : Synthèse des ribosomes

1/ transcription de l'ADNr en ARNr 45S

2/ clivage de l'ARNr 45S en : ARNr 28S, 18S, 5,8S

3/ ARN 5S transcrit à partir du CHS 1

4/ début d'association avec des protéines provenant du cytosol

5/ Assemblage des protéines cytosoliques et des ARNr ----- deux sous-unités pré-ribosomiques

6/ Passage des pré-ribosomes à travers les pores nucléaires.

Remarque :

Cellule au repos → diminution du nombre des nucléoles

Synthèse protéique → augmentation de la taille du nucléole.

3-Nucléoplasme : c'est un gel renfermant :-nucléoles, chromatine, nucléo cytosquelette, Composition biochimique proche de celle du hyaloplasme

-Nucléo cytosquelette constitué de protéines fibreuses dont l'actine.

-Siège du métabolisme nucléaire : Réplication de l'ADN, transcription de l'ARN....

4-Chromatine : correspond à la forme décondensée des chromosomes de structure complexe constituée :- d'ADN - de protéines - ~ 2 mètres d'ADN doivent être contenus dans un noyau de quelques microns

On distingue 2 types de chromatine :

1- Euchromatine ou chromatine diffuse.

2- Hétérochromatine ou chromatine condensée.

1-L'euchromatine : totalement décondensée pendant l'interphase répartie dans le nucléoplasme et active sur le plan transcriptionnel, Représente de 10% de la chromatine totale ;

2-L'hétérochromatine : plus ou moins condensée tout au long du cycle cellulaire est localisée principalement :

- ❖ en périphérie - du noyau (contre la lamina nucléaire) - du nucléole
- ❖ dispersée en mottes dans le nucléoplasme

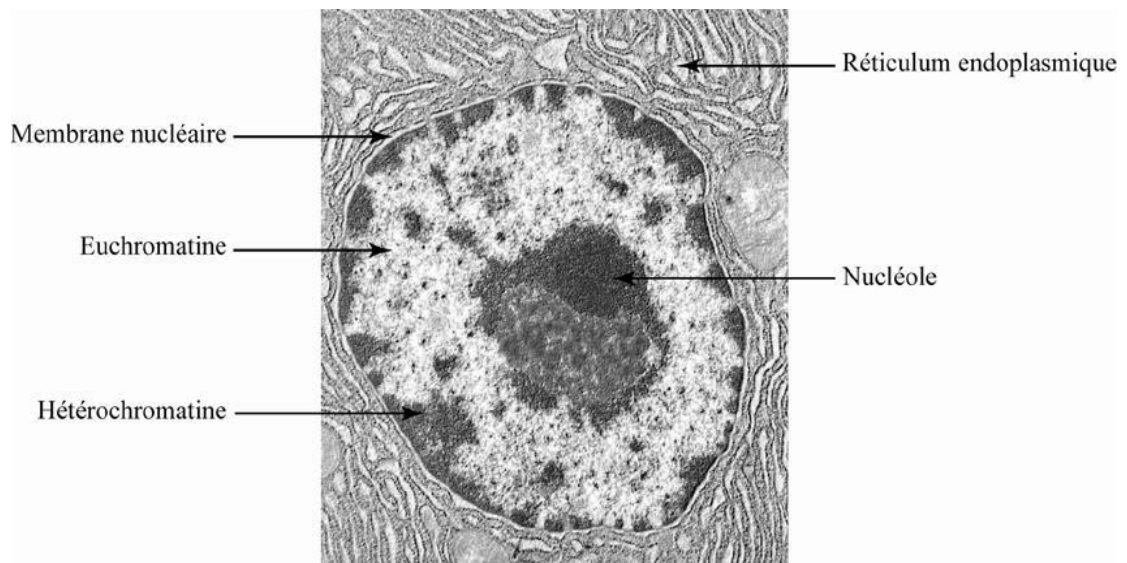


Figure 3 : la disposition et la répartition les deux types de chromatine

Remarque :

****Chromatine Sexuelle ou Corpuscule de Barr :**

C'est une petite masse d'hétérochromatine située contre l'enveloppe nucléaire

- résulte de l'inactivation au hasard de l'un des CHS X chez la FEMME

- Corpuscule de Barr n'existe pas chez l'homme normal.

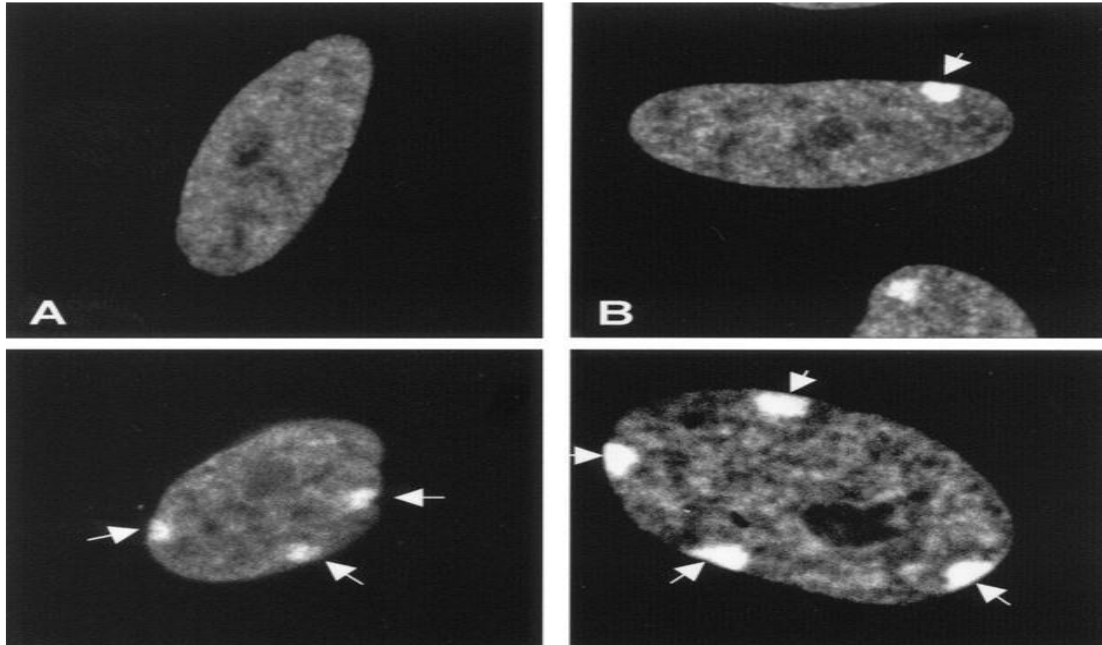


Figure 4: photos microscopique représente la chromatine sexuelle (a : male –b : femelle)

II . La division cellulaire (Le cycle cellulaire)

La **division cellulaire** est le mode de multiplication de toute cellule, Elle lui permet de se diviser en plusieurs cellules (deux le plus souvent).

C'est donc un processus fondamental dans le monde vivant, puisqu'il est nécessaire à la régénération de tout organisme.

- ❖ La division chez les procaryotes, la division cellulaire se fait par scissiparité. Ces cellules ont généralement un seul chromosome qui se réplique avant que les deux chromosomes s'écartent et que le reste de la cellule se divise à son tour.
 - ❖ chez les eucaryotes — caractérisés principalement par des cellules qui possèdent un noyau — il y a deux types de division cellulaire :
 - La mitose qui n'autorise qu'une multiplication asexuée ; elle permet la régénération d'un organe, et aussi la croissance.
 - La méiose qui permet la reproduction sexuée.
- Des dérèglements des divisions cellulaires peuvent être à l'origine de tumeurs et de cancers. La prolifération cellulaire anarchique est à distinguer de la régénération normale des cellules.

Afin de comprendre les mécanismes sous-jacents à cette division, de nombreuses espèces modèles ont été étudiées parmi lesquelles les levures *Schizosaccharomyces pombe* et *Saccharomyces cerevisiae*, mais aussi le développement embryonnaire du xénope .

2- Rôles de la division cellulaire

A- Reproduction

B- Croissance et développement

C- Régénération des tissus

.Les phases du cycle cellulaire :

1• **Interphase** (fonctions normales, réplication de l'ADN)

1.1 • Phase G1 – croissance/activité cellulaire.

1.2 • Phase S – synthèse/réplication de l'ADN ;

1.3• Phase G2 – préparation à la division

2• **Mitose** (division cellulaire)

3• **Cytocinèse** (division du cytoplasme)

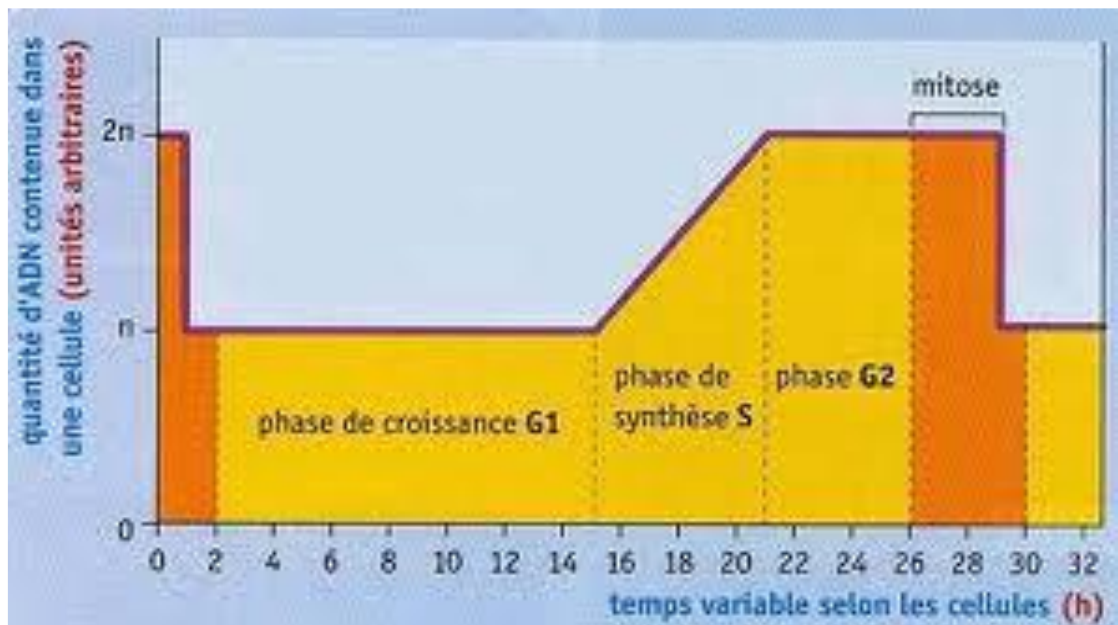


Figure 5 : la durée de différentes phases de la mitose

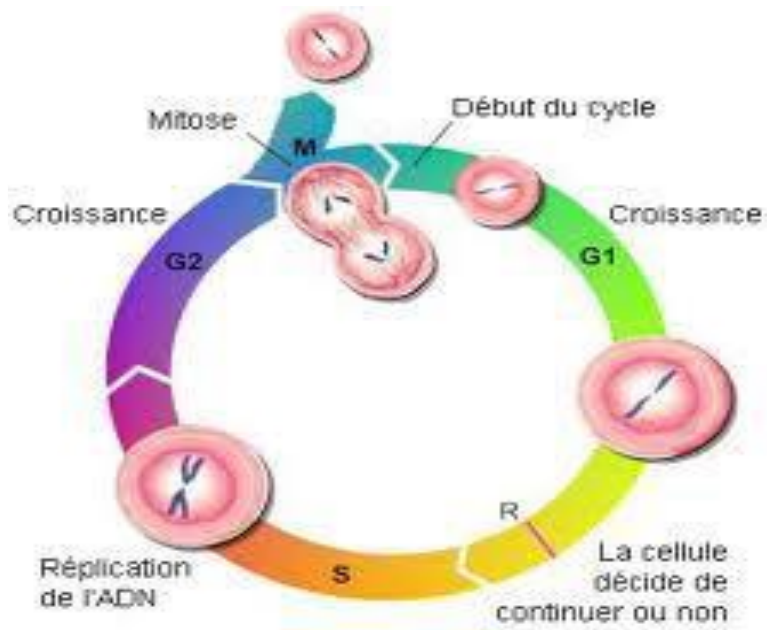


Figure 6 : schéma représente les phases de la division cellulaire : le mitose

4 Les phases de la division cellulaire - mitose :

La mitose constitue de quatre phases :

- **Prophase** : se caractérise par :
Les centrosomes migrent, la croissance des fibres et la disparition de la membrane nucléaire
- **Métaphase** (centrosomes aux pôles, chromosomes enlignés plaque équatoriale)
- **Anaphase** (chromatides sœurs migrent vers les pôles)
- **Télophase** (déroulement des chromatides en brins de chromatine, membrane nucléaire se forme, nucléole se forme).

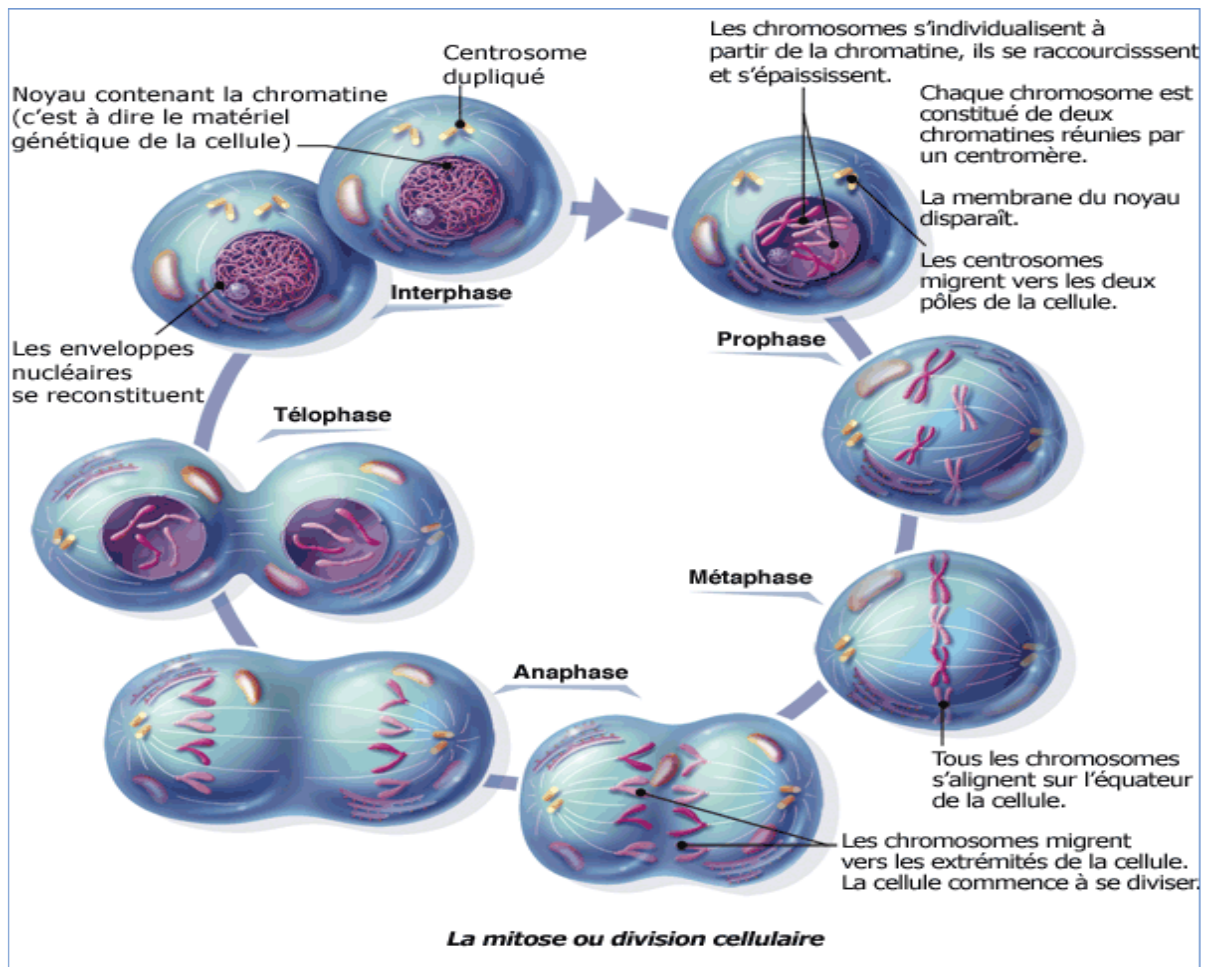


Figure 8 : Schéma présente les différentes phases de la division cellulaire

(La mitose)

4- La reproduction sexuée : Se caractérise par :

- Implique la participation de deux organismes de **même espèce**, de **sexes différents**.
- C'est l'union de **2 gamètes**, mâle et femelle.
- La **fécondation** va donner une cellule diploïde (l'œuf ou le zygote)
- La **méiose** permet d'obtenir **quatre cellules haploïdes** à partir d'une cellule diploïde.
- La reproduction sexuée est une source de **brassage génétique**.

Remarque :

Cellules diploïdes et haploïdes

Cellules somatiques humaines on 46 chromosomes organisés en 23 paires

- **Diploïde** : par exemple pour les êtres humains = $2n = 46$ chromosomes
- **Haploïde** = $n = 23$ chromosomes

7-La méiose : Concerne seulement les organes reproductifs.

- Produit les gamètes (ovules et spermatozoïdes).
- Cellule mère contient $2n = 46$ chromosome
- Elle subit une réplication de l'ADN et devient $4n = 92$ chromosomes
 - La première division (la division réductionnelle) produit deux cellules filles diploïdes à $2n = 46$ chromosomes
 - La deuxième division (la division équationnelle) produit un total de quatre cellules filles haploïdes $n = 23$.

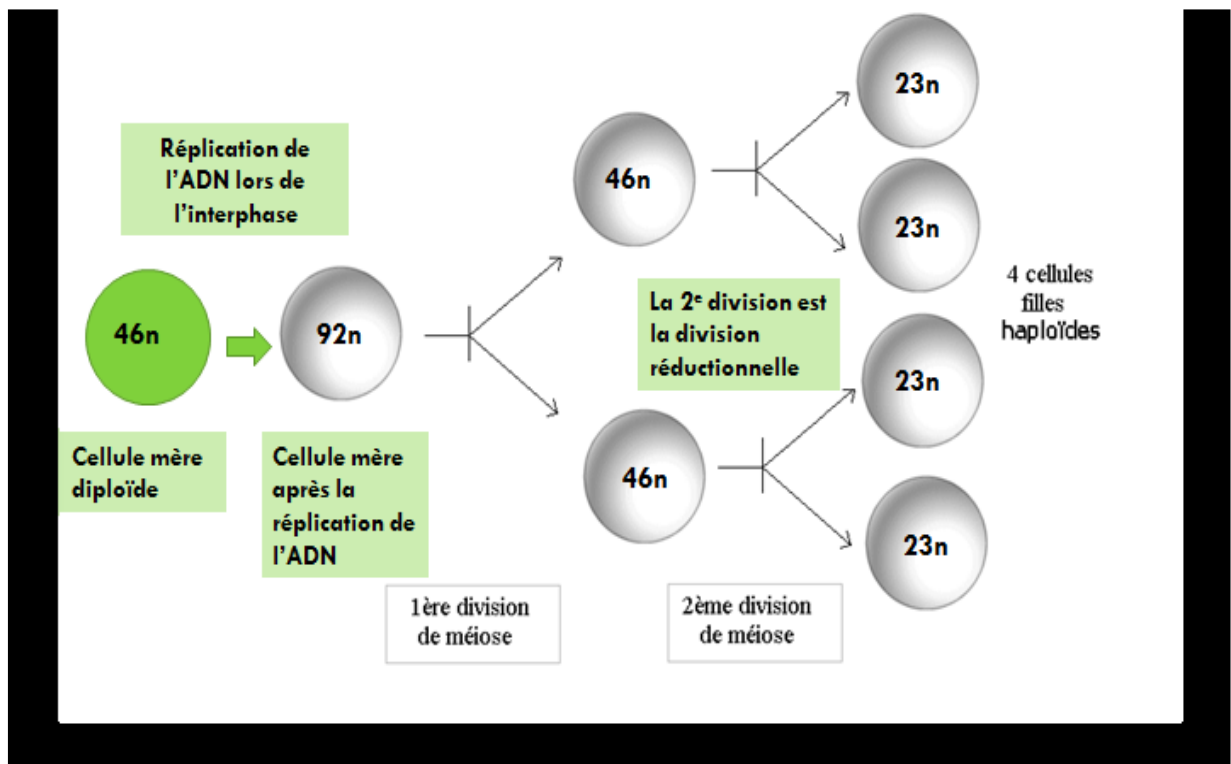


Figure 9 : schéma représente la duplication et les deux étapes de la méiose.

8. Les différentes étapes de la méiose

a- Première division méiotique : division réductionnelle

Prophase I : - L'enveloppe nucléaire disparaît.

- Les chromosomes bichromatidiens s'individualisent par condensation de leur ADN à partir de la chromatine du noyau.
- Ils apparaissent doubles car formés chacun de deux chromatides. Ils s'associent ensuite par paires de chromosomes homologues.

Cet appariement donne des tétrades (car 4 chromatides) aussi appelées bivalents (car $2n$ chromosomes homologues).

Cette phase est divisée en cinq étapes qui correspondent à cinq états caractéristiques de la chromatine : 1-leptotène, 2-zygotène, 3-pachytène, 4-diplotène, 5-diacinèse.

3- Métaphase I

Les paires de chromosomes homologues (bivalents) se placent en vis-à-vis de part et d'autre du plan équatorial. Leur orientation se fait de façon aléatoire : on appelle ce phénomène la « ségrégation aléatoire ».

4- Anaphase I

La contraction de la fibre du fuseau achromatique entraîne la disjonction des deux chromosomes homologues de chaque paire et migrent aux pôles opposés, tirés par des microtubules kinétochoriens (microtubules accrochés à un kinétochore au niveau d'un centromère) dû à la dépolymérisation de tubuline.

5. Télophase I et Cytodiérèse I:

On observe une disparition du fuseau mitotique crée en métaphase, puis une séparation et individualisation en 2 cellules par cytotiérèse.

b- Deuxième division méiotique : division équationnelle

1-Prophase II

1-Phase identique à la prophase I mais brève car les chromosomes sont restés compactés.

2-une séparation des centrosomes s'effectue.

Deux centrosomes génèrent des fuseaux de fibres entre eux et s'éloignent l'un de l'autre.

2-Métaphase I

Les chromosomes se placent sur la plaque métaphasique (et non plus équatoriale) par leur centromère. les centrosomes migrent aux pôles opposés de la cellule et les microtubules se fixent aux kinétochores.

3-Anaphase II

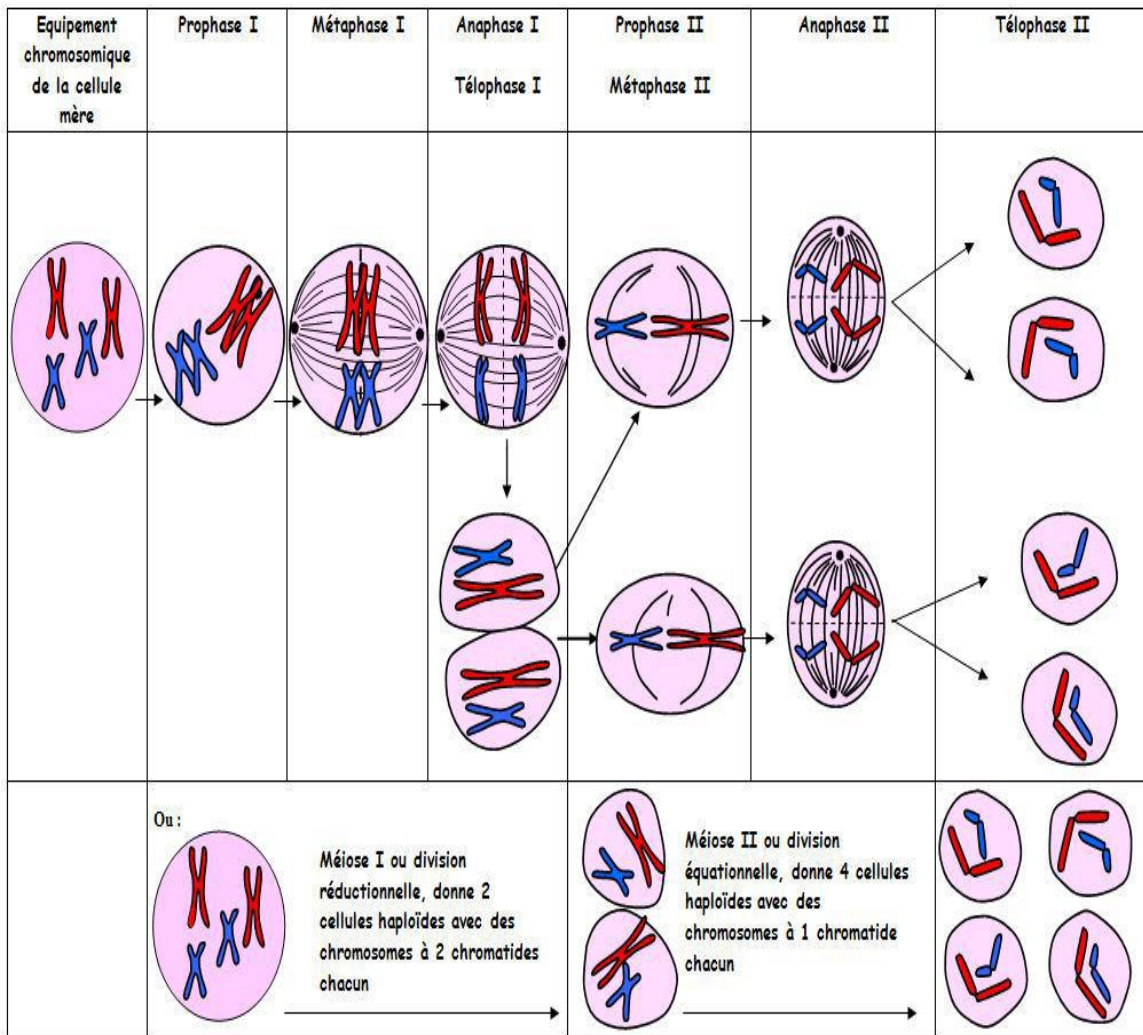
Les chromatides sœurs de chaque chromosome se séparent après rupture de leur centromère et migrent vers les pôles opposés de la cellule tirées par des fibres protéiques. les microtubules du fuseau de division tirent les chromatides sœurs vers les pôles opposés de la cellule.

4- Télophase II

Les quatre cellules haploïdes issues de la méiose possèdent n chromosomes simples.

Durant cette phase, chaque centrosome se répartit dans les deux cellules filles formées grâce à la caryocinèse (ou caryokinèse) et à la cytotinèse (ou cytotiérèse ou cytokinèse).

Correction : Schéma bilan des étapes de la méiose pour une cellule à $2n=4$



9 -Comparaison entre la mitose et la méiose

Mitose	Méiose
-Cellule mère: $2n$	-Cellule mère: $2n$
-2 Cellules filles: $2n$	-4 cellules filles: n
-1 division	-2 divisions
-Cellules filles identiques à la cellule mère	-Cellules filles démontrent la variabilité génétique à cause de la formation de tétrade qui permet l'enjambement
-aucun appariement des chromosomes homologues	-appariement des chromosomes homologues
-produit les cellules somatiques	-produit les gamètes (cellules reproductrices)