

Le noyau

Le noyau est le centre vital de la cellule il est visible en microscopie optique.il a été découvert par **Brown 1831**. Le noyau est le compartiment délimité par une **double enveloppe nucléaire** qui sépare le **nucléoplasme** du **cytoplasme**. C'est un organe :

- forme un compartiment volumineux (3 à 10 % du diamètre soit 20 à 25 % du volume cellulaire total selon les cellules)
- Contient l'information génétique sous forme de désoxyribonucléique ADN, au cours de la mitose le noyau et la membrane plasmique se désintègrent pour permettre la répartition de l'information génétique.
- Caractérisé par sa taille, sa forme, son nombre et sa position dans la cellule.
- En continuité avec le REG, la membrane externe face au cytoplasme est garnie de ribosomes. Le Golgi se trouve à distance aussi.
- Le noyau **ne se déplace** pas librement dans la cellule, car il est **confiné dans un réseau de microtubules** (des filaments intermédiaires qui forment la **Lamina nucléaire**)

1/ Structure

➤ **Taille**

La taille varie en fonction de 2 paramètres: l'activité de la cellule et le type de cellule. Elle est variable suivant les espèces (5 à 6 µm).

➤ **Nombre**

- Il peut être présent en un seul exemplaire
- Ou en deux exemplaires ; cellules **binucléés** (hépatocytes, cellules cardiaques, cartilage)
- ou plusieurs exemplaires par cellule (cas des cellules musculaires striées squelettiques qui sont **polynucléés**, les ostéoclastes de 30 à 50 noyaux).
- Les hématies et certaines kératinocytes (couche de cellules la plus externe de la peau) n'en possèdent pas. Ici les noyaux ont la même fonction.

-Certains ciliés, comme les paramécies, possèdent systématiquement deux types noyaux de fonctions différentes, le micro-noyau qui conserve le patrimoine génétique et permet la reproduction sexuée et le macro-noyau qui sert à la transcription des ARN et à l'expression des gènes. Dans ce cas, il ne s'agit pas d'un syncytium, le macro noyau étant produit à partir du micro noyau.

➤ **Forme**

En fonction du type cellulaire, du stade de différenciation et de l'état fonctionnel de la cellule, le noyau possède plusieurs formes :

-**Arrondi** : Cellules lymphoïdes, neurones, hépatocytes

-**Ovoïde** : Cellules musculaires, fibroblastes,

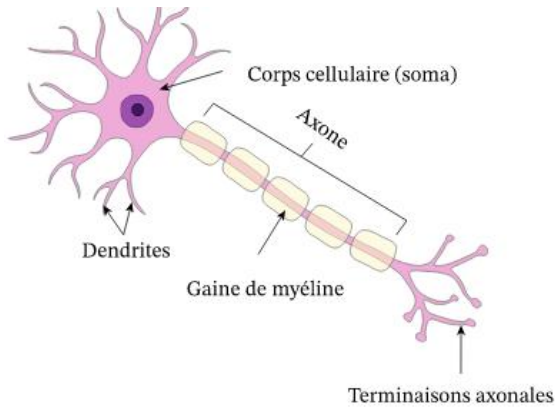
-**Polylobé** : cellules polynucléaires,

-**Allongée** : Cellule cylindrique de l'épithélium intestinal,

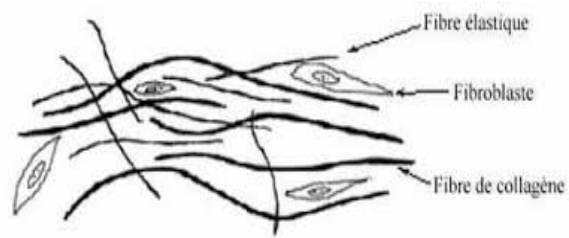
-**Encoché (= clivé)** : Cellules lymphoïdes.

➤ **Position**

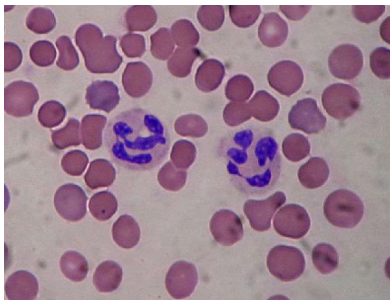
- Centrale : au niveau des lymphocytes, fibroblastes. Cellule des glandes endocrines.
- Refoulé à la base de la cellule : Cellule muqueuses. Cellule glandulaires exocrines.
- Périphérique : Cellule musculaires, les adipocytes.



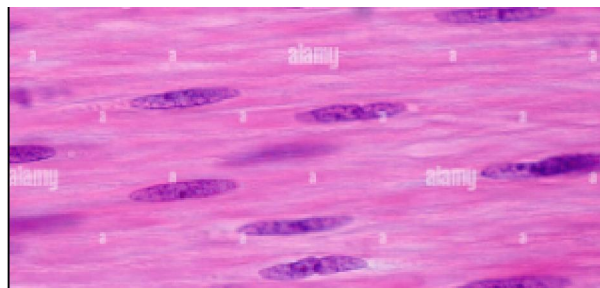
Neurone



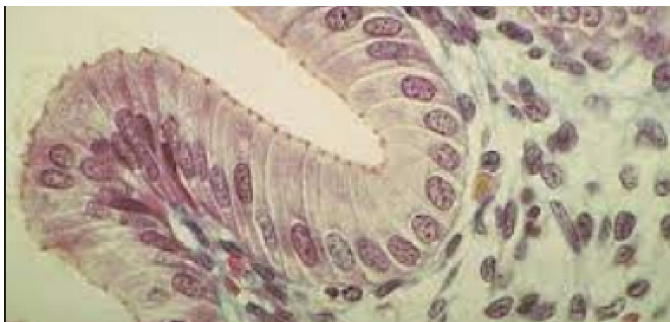
fibroblastes



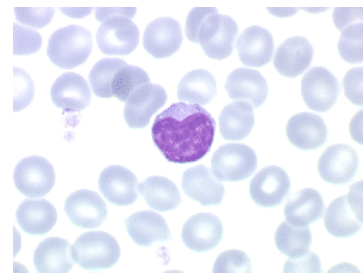
Polynucléaires



Musculaire



Cellule cylindrique ; noyau allongé



noyau encoché

Fig.1. Exemples des cellules avec des noyaux de différentes formes

2/ Constituants du noyau

➤ **enveloppe nucléaire**

L'enveloppe nucléaire délimite le **nucléoplasme**, qui renferme l'information génétique compactée sous forme de **chromatine**, et la **matrice nucléaire** ou **nucléosquelette**. Elle est composée :

- D'une double enveloppe interne et externe, formées de 2 bicouches lipidiques dont les deux faces sont en contact avec des filaments intermédiaires,
- D'un espace périnucléaire (citerne périnucléaire). Est de 10-15nm.

- La membrane externe est associée à des **ribosomes** et est en continuité avec les membranes du réticulum endoplasmique. Elle est en contact avec la **corbeille périnucléaire**.
- La membrane interne est associée à une formation intranucléaire superficielle d'aspect fibreux : **la lamina nucléaire** (composée de **lamines** qui sont des filaments intermédiaires=protéines fibreuses). Elle possède également des récepteurs pour les histones et les autres protéines associées à l'ADN.
- L'enveloppe nucléaire est interrompue au niveau de plusieurs **pores nucléaires**, qui sont des sites privilégiés pour les **échanges nucléo-cytoplasmiques**.
- Apparaît en interphase et disparaît en mitose par dissociation de la lamina (disparition et reconstitution).
- Percée de pores nucléaires.

Rôles de l'enveloppe :

- Elle permet le transport nucléo-cytoplasmique par diffusion passive, facilitée et actif.
- Comme la membrane nucléaire étant en continuité avec le RE, elle remplit les fonctions de celui-ci (biosynthèse des protéines, glycosylation).

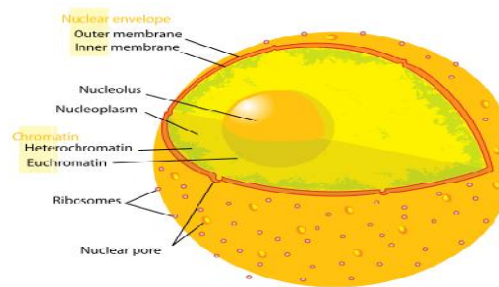


Fig.2. Noyau

➤ **pores nucléaires**

L'enveloppe nucléaire est interrompue par des trous qui forment entre 10-15%. Le nombre est de (3000-4000/Noyau). Les pores nucléaires ce sont des structures protéiques de grand diamètre (1000 Å=100nm). Formé de 50 protéines différentes : **Nucléoporines**.

-le diamètre du pore : Louverture proprement dite=entre 20-45nm environ.

-Les molécules <5000Da traversent facilement le complexe alors que les protéines >6000Da ne le traversent pas du tout.

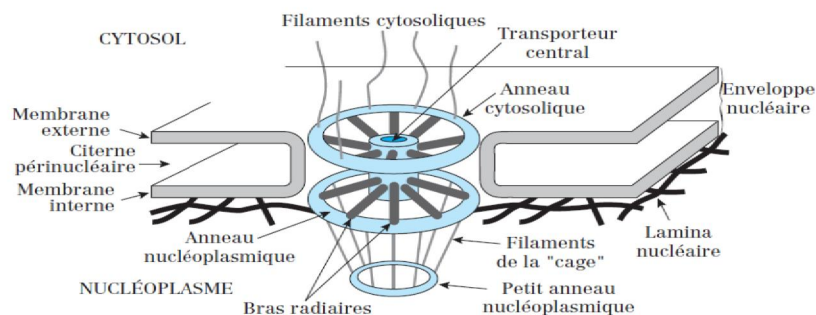


Fig.3. Pore nucléaire

➤ **nucléoplasme**

Le nucléoplasme c'est un gel renferme :

- L'information génétique compactée sous forme de **chromatine** (chaque chromosome y occupe une place définie).
- La **matrice nucléaire** ou **nucléosquelette** qui comprend la **lamina nucléaire** : couche protéique de 0,2 µM d'épaisseur située au contact de la membrane nucléaire interne.
- Un ou plusieurs **nucléoles**.

➤ **chromatine**

- ✓ La **chromatine**, présente dans le noyau sous une forme plus ou moins compactée, est constituée d'ADN (le génome) et de protéines basiques=histones (permet la compaction de l'ADN) et protéines très acides non histones (préserve l'ADN des facteurs mutagènes externes).
- ✓ Le génome est fragmenté en plusieurs molécules appelées **chromosomes**.

Les cellules **somatiques** sont **diploïdes** : elles contiennent 46 chromosomes (2n) chez l'Homme. Les **gamètes** (ovocytes ou spermatozoïdes) sont **haploïdes** : ils contiennent 23 chromosomes (n).

La longueur totale des fragments d'ADN correspondant à ces 46 chromosomes mis bout à bout est de l'ordre de **deux mètres !** La condensation de l'ADN est donc primordiale et indispensable pour que la totalité de l'ADN puisse rentrer dans le noyau. La chromatine est plus ou moins spiralée et compactée selon l'état fonctionnel de l'ADN. La chromatine est plus ou moins spiralée et compactée selon l'état fonctionnel de l'ADN. Elle peut être :

- 1- dispersée (**euchromatine**). Cet état est observé pendant l'**interphase** et permet la transcription ;
- 2- condensée (**hétérochromatine**). Cet état est observé pendant l'**interphase** et ne permet pas la transcription ;
- 3- hautement condensée (**chromosome métaphasique**). Cet état est observé pendant les divisions cellulaires et ne permet pas la transcription.

- **L'euchromatine = Fibres de type A = 11 nm de diamètre**

L'euchromatine correspond à la chromatine décondensée. Elle est constituée de **fibres nucléosomiques** (11 nm). Elle est accessible aux ARN polymérase et est donc active d'un point de vue transcriptionnel.

- **L'hétérochromatine = Fibres de type B = 30 nm de diamètre**

L'hétérochromatine est plus dense aux électrons que l'euchromatine. Elle est plus condensée et constituée de **fibres de chromatine** (30 nm). Une partie est plus concentrée à la périphérie du noyau et autour des nucléoles. 80 à 90 % de l'ADN nucléaire est sous forme d'hétérochromatine. Elle est inactive d'un point de vue transcriptionnel. *Il en existe deux formes :*

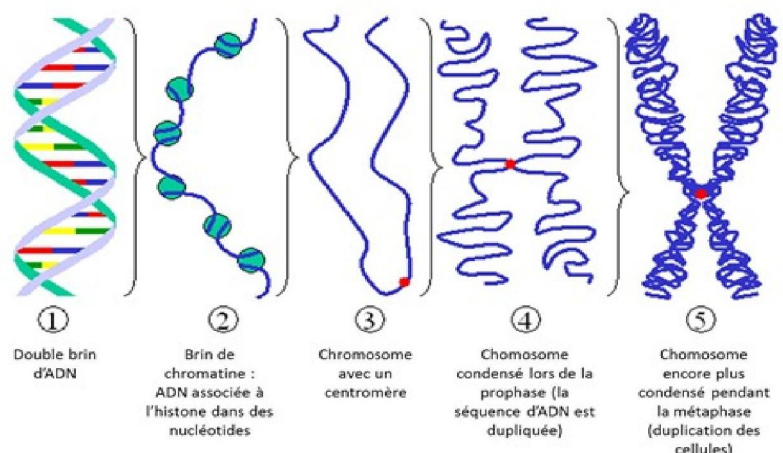
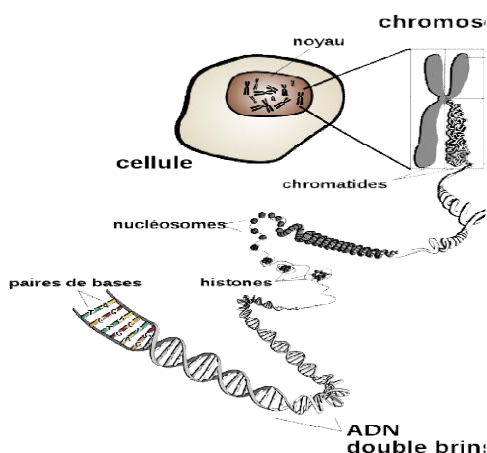
a) L'hétérochromatine constitutive

Elle correspond à des fragments d'ADN qui ne sont jamais transcrits. On la retrouve au niveau des **centromères** et des **télomères** des chromosomes et elle contient souvent des séquences répétitives.

b) L'hétérochromatine facultative

Elle correspond à des fragments d'ADN non transcrits dans la cellule où ils sont observés mais qui peuvent être transcrits dans d'autres types cellulaires (ou dans la même cellule dans un autre état de différenciation). Elle explique en partie les phénomènes de **différenciation cellulaire**.

Niveaux de condensation de l'ADN



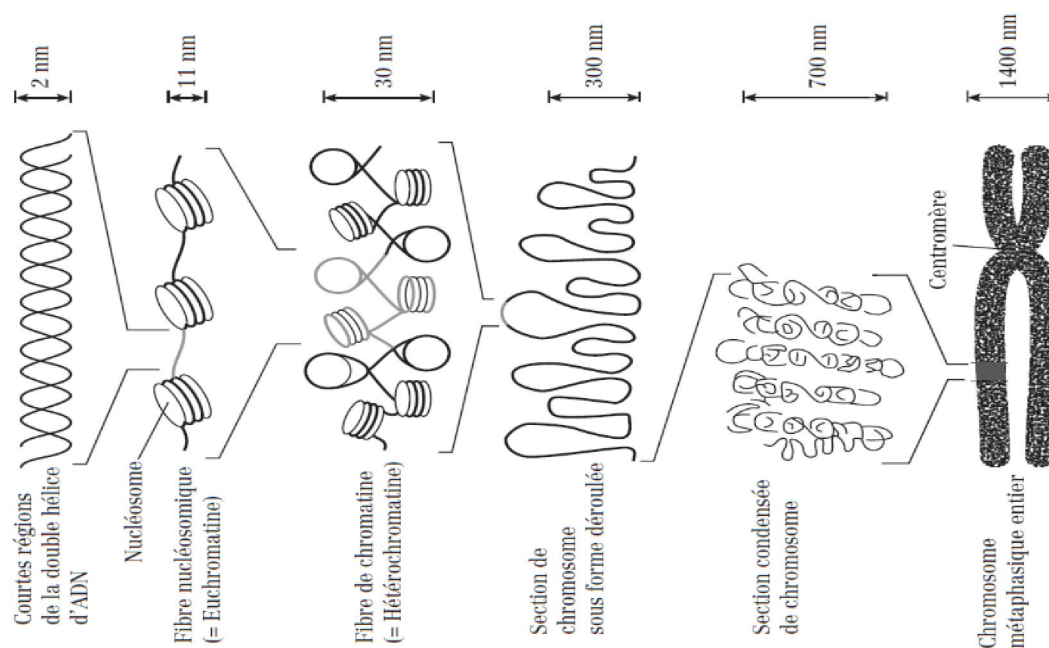


Fig.4. Fibres de

type A et B

➤ nucléole

Le nucléole est le site de biosynthèse des ribosomes (la cellule peut en synthétiser 2 000 à 3 000/min). La transcription des ARNr (**sauf le 5S**) et leur maturation conduisent à la formation des sous-unités des ribosomes. Il peut y avoir plusieurs nucléoles par noyau.

En microscopie optique il apparaît :

- Un organe nucléaire sphérique et qui n'est pas limité par une membrane,
- Il disparaît en mitose/méiose et se reconstitue à la fin de cette dernière.
- Structure de quelques μm de diamètre et qui contient de l'ADN, des protéines et des ARN.
- Il est le siège de transcription des gènes ribosomiques et gènes de transcription des ARN. La taille des nucléoles varie en fonction de l'activité de synthèse protéique et du type cellulaire.

* Au microscope électronique, il comporte deux zones (les 2 contiennent des protéines):

- **Une zone périphérique granulaire** : il s'agit de l'ARN
- **Une zone centrale fibrillaire** : contient de l'ADN ribosomal (siège de l'allongement des ARN pré-ribosomiques).

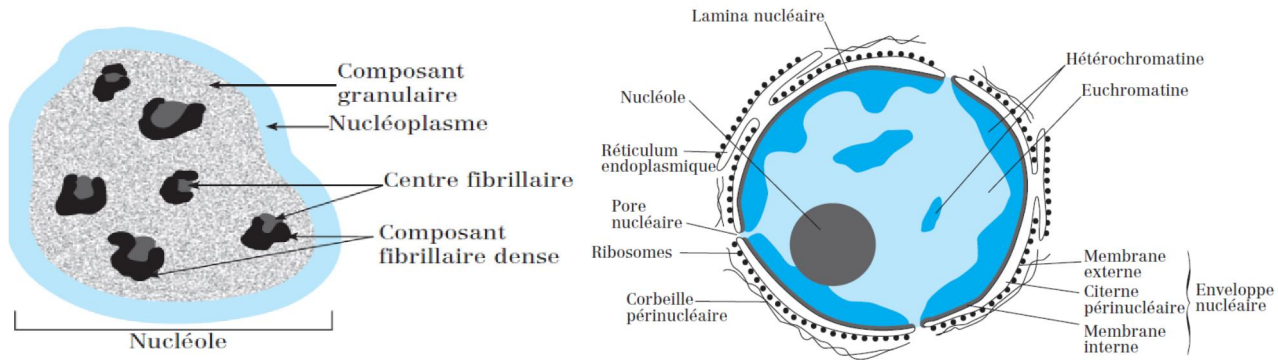


Fig.5. (a) Les compartiments du nucléole observés au microscope électronique à transmission (MET) (b) Noyau d'un eucaryote

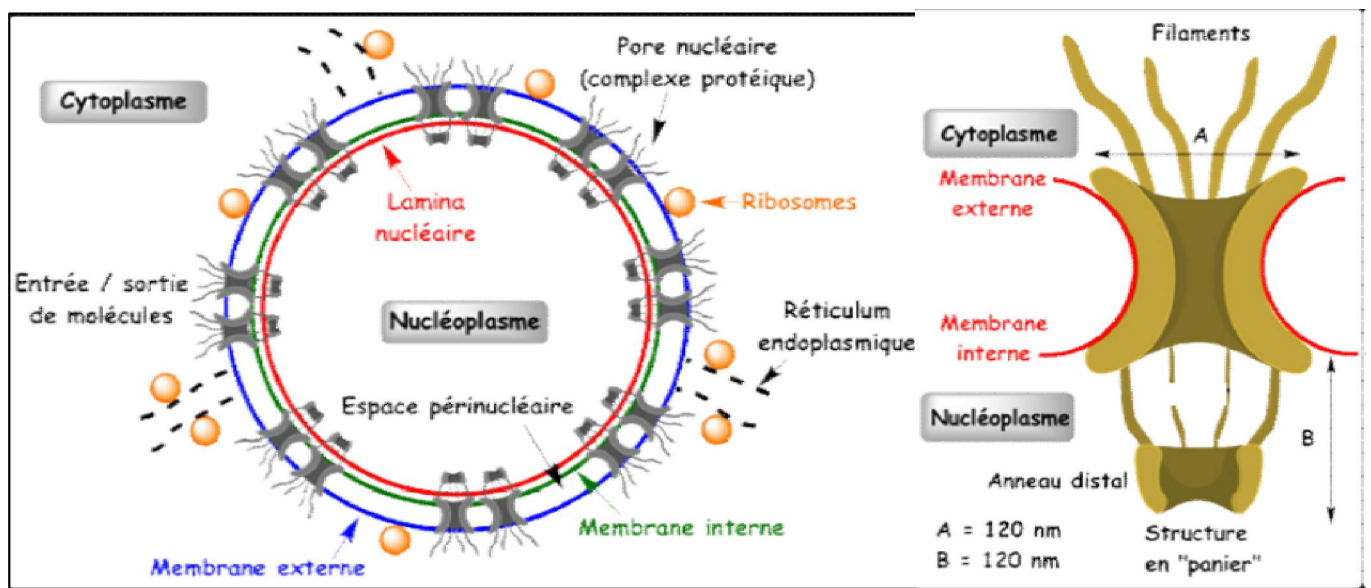


Fig.6. Ultrastructure du noyau interphasique