



STAGE DE PRÉ-RENTRÉE (SPR)

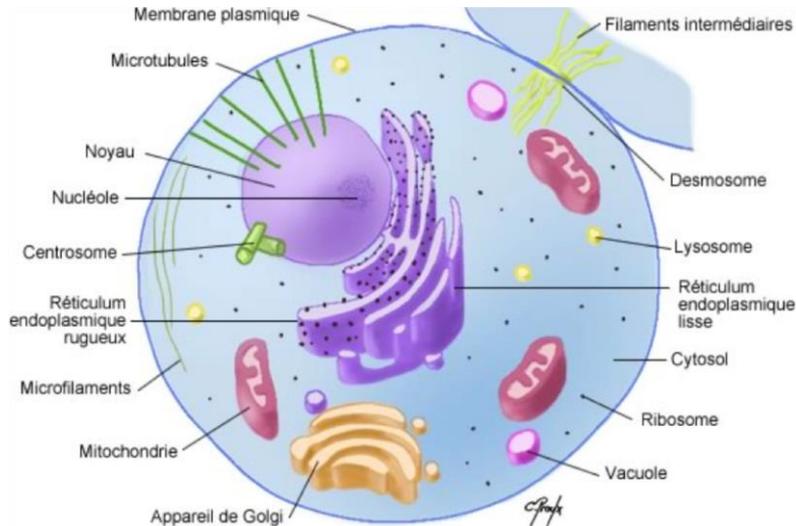
Matière : Biologie Cellulaire

Cours du jour : Noyau Interphasique

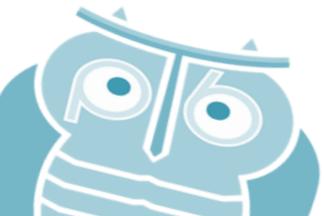
Date du cours : 24/08/2021



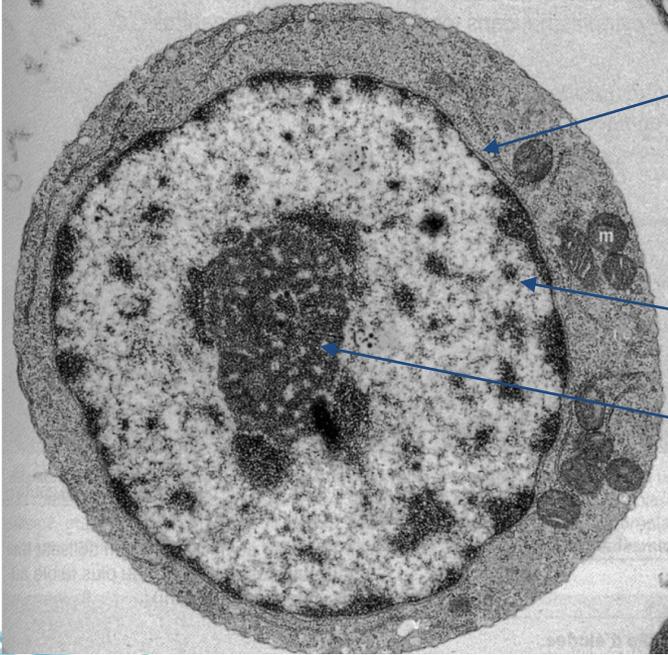
Introduction



- Noyau = organe occupant environ 10% du volume de la cellule, il **mesure en général 5 à 20 μm**
- Existe dans les cellules eucaryotes mais pas dans les cellules procaryotes
- Possède deux grandes fonctions : le **stockage** et la protection de l'information génétique (**ADN**) et la **synthèse** des **acides nucléiques**
- Il contient la quasi totalité de l'ADN, le reste étant contenu dans la mitochondrie



Composition

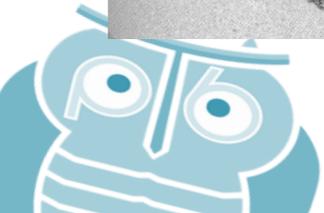


Est limité par une double membrane
poreuse : l'**enveloppe nucléaire**

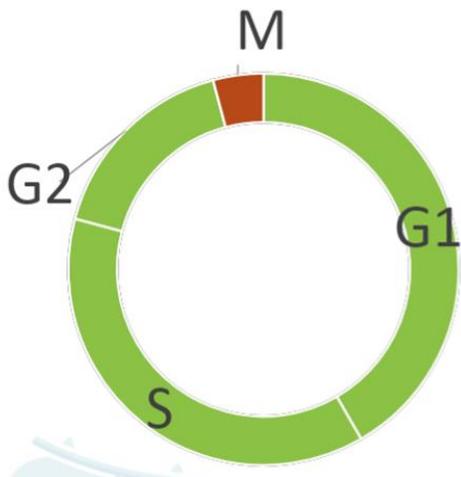
La face interne de l'enveloppe est tapissée
par des filaments intermédiaires : **les
lamines**

Contient la **chromatine** = protéines +ADN

Contient une structure particulière,
différente d'un organite : **le nucléole**



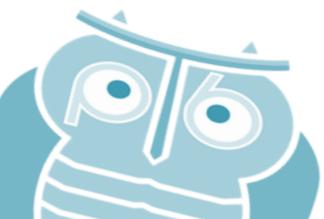
Structure au cours du cycle cellulaire



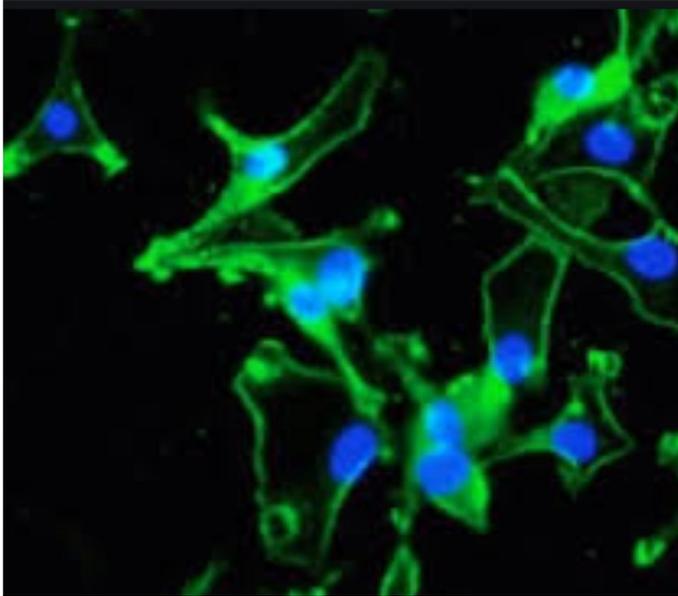
Le **cycle cellulaire** est composé d'une **mitose** et d'une **interphase**.

Lors de **l'interphase**, l'ADN est **toujours** contenu dans le **noyau**, c'est à ce moment qu'on **observe le noyau** tel que décrit dans ce cours

Lors de la **mitose**, le **noyau disparaît**, c'est à ce moment que l'on observe les **chromosomes condensés**



Mise en évidence



On peut mettre en évidence le noyau en microscopie photonique par un marquage de l'ADN

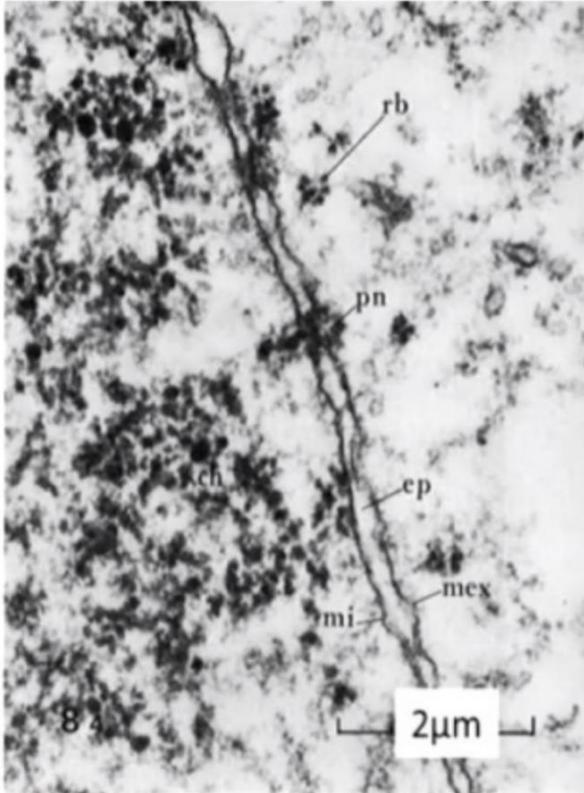
Pour cela, on utilise un intercalant de l'ADN fluorescent comme le **DAPI**

Sur l'image ci-contre de microscopie à fluorescence, le **bleu** correspond aux noyaux marqués au DAPI

On peut également observer le noyau des cellules au **MET** ou au **MEB**



L'enveloppe nucléaire

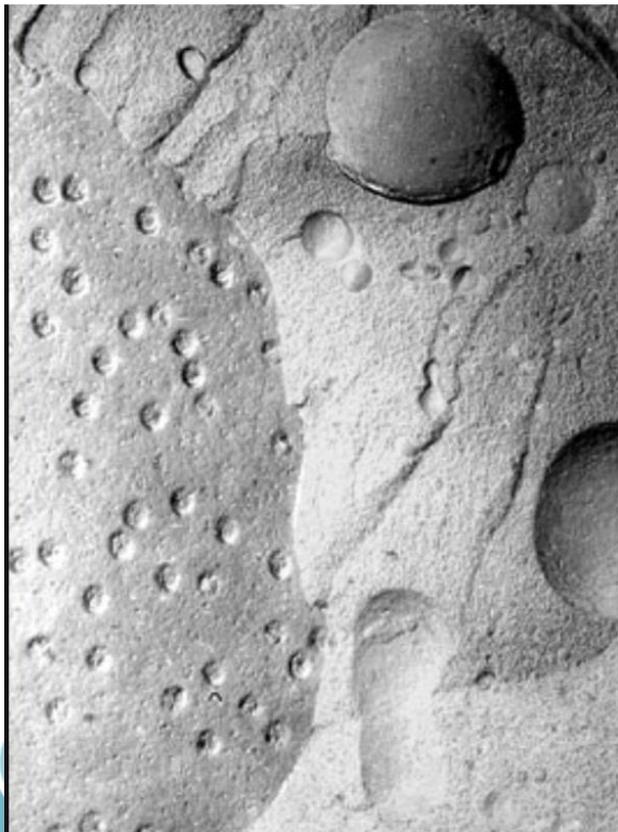


L'enveloppe nucléaire délimite le noyau, elle est composée de **deux membranes** (une interne et une externe) et d'un espace inter-membranaire

Sur l'image ci-contre, on peut déterminer que la membrane externe est celle à **droite** grâce à la présence de **ribosomes** qui peuvent uniquement se trouver dans le **cytoplasme**

Elle est parcourue de **pores nucléaires**, qui sont, comme on le voit sur l'image, dense aux électrons et qui ne sont donc pas des simples "trous"

Les pores nucléaires

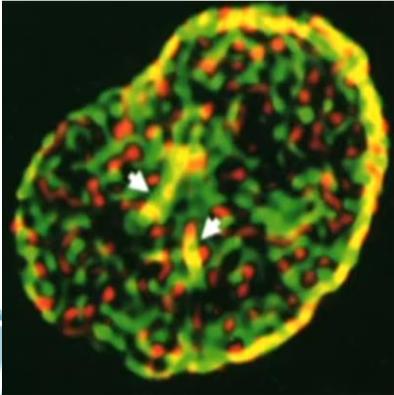
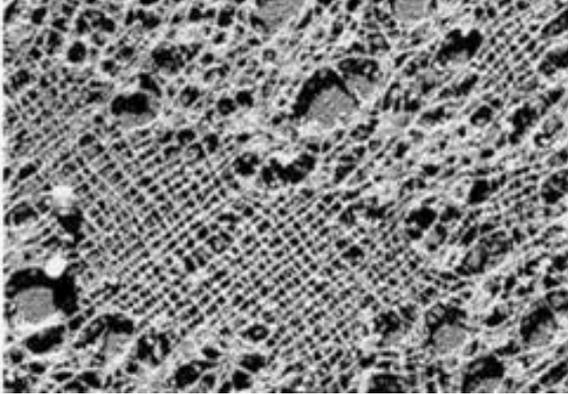


Le pore nucléaire est une **structure multiprotéique** constituée de **nucléoporines**

L'image ci-contre est une image prise au MEB après cryofracture :

- C'est une technique qui permet de séparer les deux feuillets d'une membrane. Les trous ou les bosses qu'on observe correspondent aux protéines enchâssées dans la membrane
- A gauche, on observe l'enveloppe nucléaire
- Les points en relief sur l'enveloppe nucléaire correspondent aux pores nucléaires

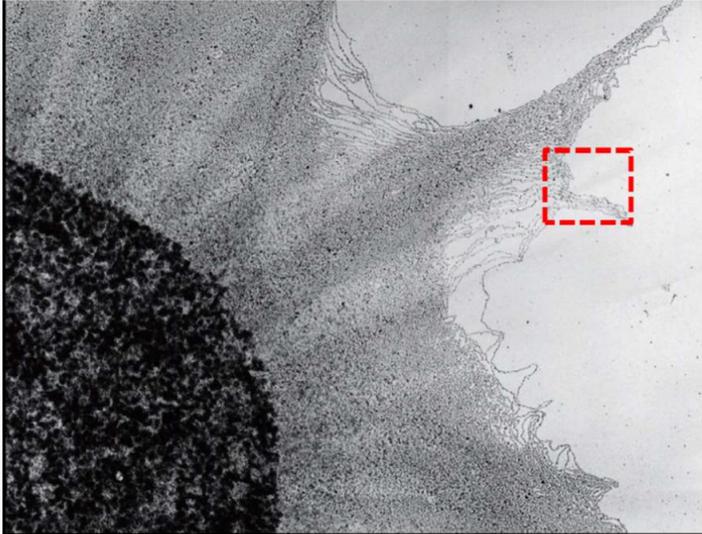
La lamina



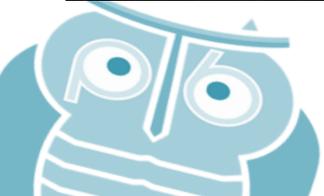
- ❖ La lamina est un réseau de **lamines** (= **filament intermédiaire** du noyau) qui tapisse la face interne de l'enveloppe nucléaire
- ❖ La lamina a donc un rôle principalement structural : elle permet que les pores soient répartis de manière homogène. Elle donne également sa **forme au noyau** et permet la bonne organisation de la chromatine...

Rouge : nucléoporine, Vert : lamine

Technique d'étalement moléculaire



1. **Lyse cellulaire** en plongeant des cellules dans de l'eau avec une très faible concentration saline (la différence d'**osmolarité** fait que l'eau entre dans la cellule jusqu'à ce que sa membrane plasmique explose)
2. Ajout de **détergent** pour détruire l'enveloppe nucléaire
3. Ajout de polyanion qui sont des molécules chargées négativement. L'ADN étant également chargé négativement, les polyanions ont pour conséquence de **l'étaler**



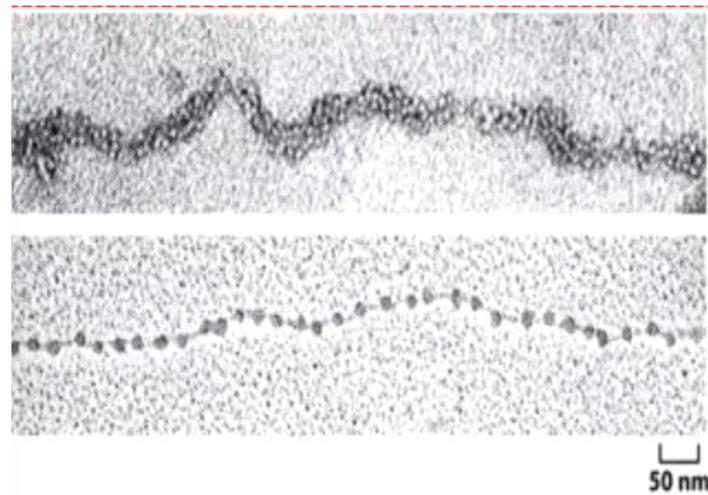
La chromatine | le nucléofilament

Quand on zoom sur l'image de la diapo précédente, on obtient l'image ci-contre.

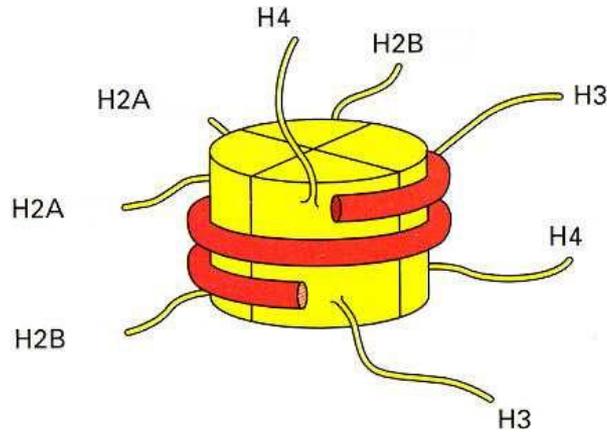
On peut y voir de la chromatine à deux niveaux de compaction différents.

Sur l'image du dessus, elle est plus condensée, la fibre fait **30 nm de diamètre** et a une structure dite en **solénoïde** alors que, dans l'image du dessous, la fibre fait **11 nm de diamètre** et a une structure dite en **“collier de perles”**

Ces images représentent le **nucléofilament**, une succession de nucléosomes compactés.



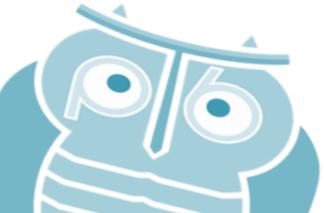
La chromatine | Le nucléosome



Le **nucléosome** est l'unité de base de la chromatine.

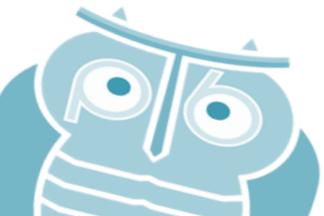
Le **nucléosome** est composé d'un **octamère d'histones** ($2 \times H2A + 2 \times H2B + 2 \times H3 + 2 \times H4$), qui est chargé positivement, autour duquel s'enroule de l'ADN, qui lui est chargé négativement, et de l'histone H1 qui participe également à la compaction de l'ADN.

De l'ADN de liaison relie chaque nucléosome pour former le nucléofilament.



Activité du nucléosome

- ❖ Les histones ont un rôle dans le **maintien** et la **compaction de l'ADN**
- ❖ Les extrémités N-terminale des histones ont un rôle dans les **grandes fonctions nucléaires** (transcription, réplication et réparation de l'ADN) en modulant la compaction de l'ADN
- ❖ L'activité du nucléosome est modulée par des complexes enzymatiques de remodelage



Euchromatine et hétérochromatine

	Hétérochromatine < ἕτερος = l'autre	Euchromatine < ευ = belle
<i>Localisation</i>	A la périphérie (en général)	Plutôt centrale , boules entre les zones d'hétérochromatine
<i>Structure</i>	Très condensée	Peu condensée
<i>Fonctionnalité</i>	Non accessible aux ARN polymérases donc pas transcrit	Donc accessible aux ARN polymérases => transcrit

Types d'hétérochromatine

L'hétérochromatine **constitutive** :

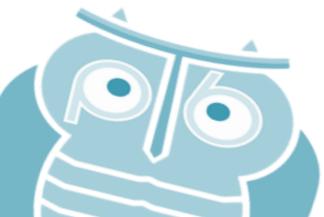
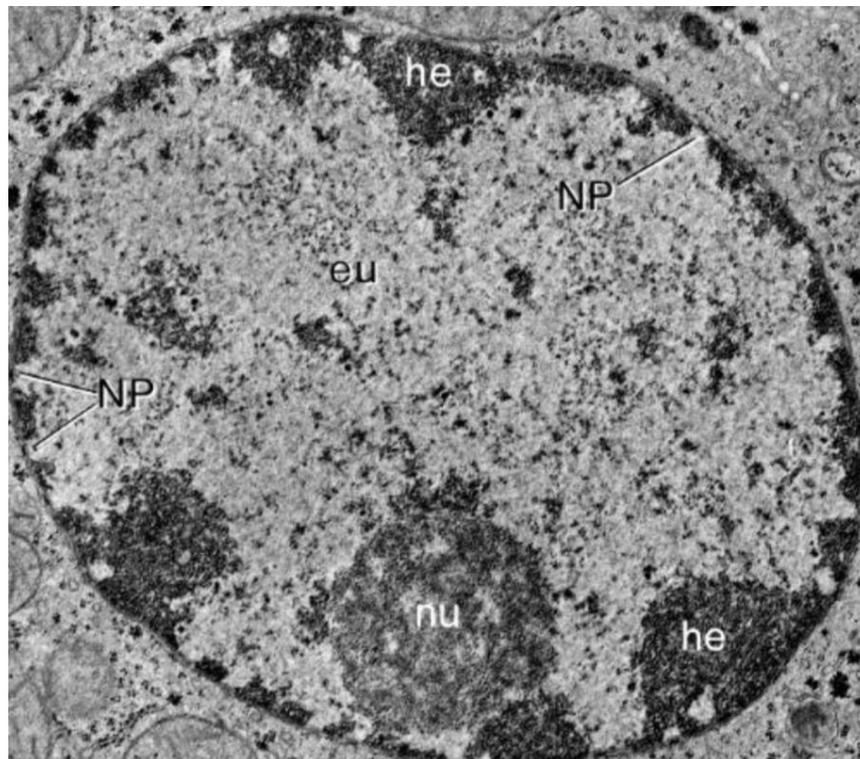
- **Totalement inactive** et ce de façon **irréversible**
- **Centromères, télomères, Chromosome X**
- « Charpente » du chromosome

L'hétérochromatine **facultative** :

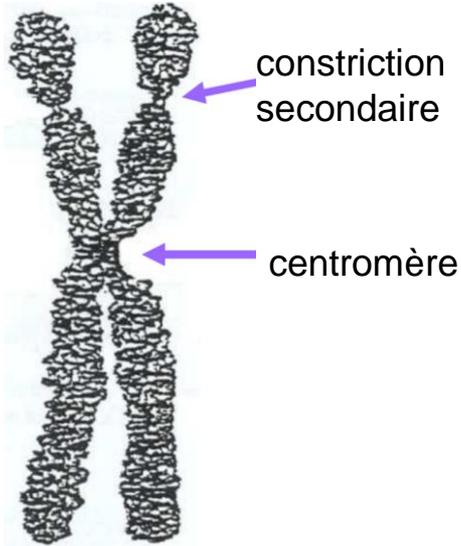
- **Inactive** mais de façon **réversible**
- Peut se transformer en **euchromatine**
- En dehors des constriction



Repérer l'hétérochromatine et l'euchromatine



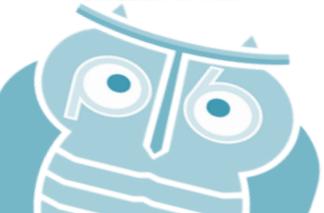
Chromosomes mitotiques



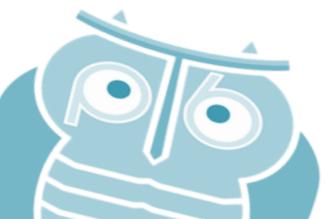
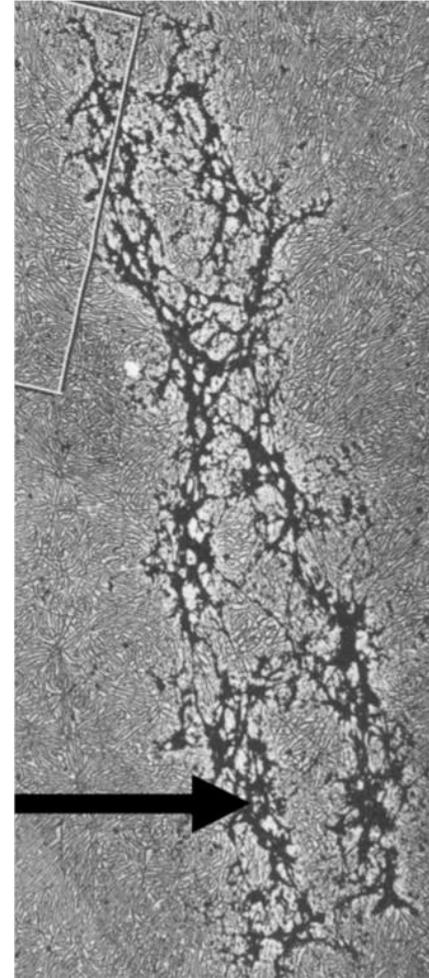
Les chromosomes mitotiques correspondent eux au niveau maximum de condensation de la chromatine, on peut en observer 23. Ils possèdent deux régions importantes :

- les **télomères** qui correspondent à l'extrémité du chromosome et qui possèdent une séquence caractéristique d'ADN
- le **centromère** qui correspond à la région "étranglée" d'un chromosome mitotique. Il permet notamment de maintenir les chromatides soeur

On retrouve également des constriction secondaires sur certains chromosomes. Ce sont les régions qui contiennent les organisateurs nucléolaires qui permettent la **production des ARN ribosomiques**.



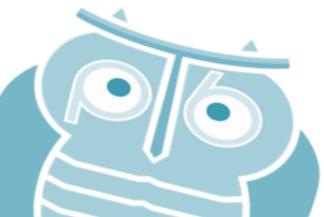
- ❖ Ici, on peut observer le squelette protéique d'un chromosome mitotique



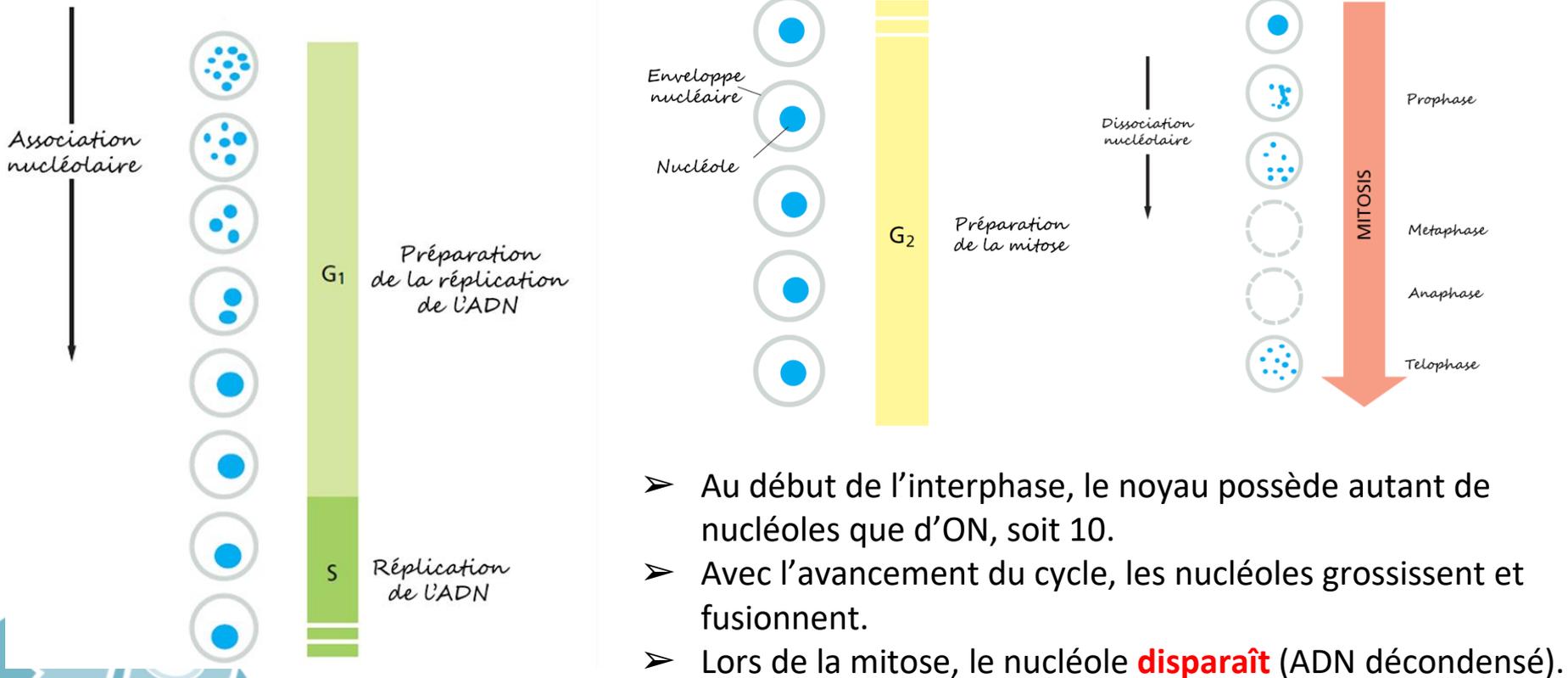
Le nucléole | définition



- ❖ Le nucléole est une structure dans le noyau où l'ARN ribosomique (ARNr) est transcrit et les sous-unités des ribosomes sont assemblées. Il n'est pas entouré d'une membrane et n'est donc **pas un organe**.
- ❖ Le nucléole est organisé autour des Organismes Nucléolaires (O.N.) : ce sont des boucles qui comportent les gènes des ARNr 47S
- ❖ Chez l'homme, les gènes d'ADNr sont situés sur les chromosomes 13, 14, 15, 21 et 22. Il existe donc au total **10 boucles = 10 Organismes Nucléolaires**.



Le nucléole au cours du cycle



- Au début de l'interphase, le noyau possède autant de nucléoles que d'ON, soit 10.
- Avec l'avancement du cycle, les nucléoles grossissent et fusionnent.
- Lors de la mitose, le nucléole **disparaît** (ADN décondensé).

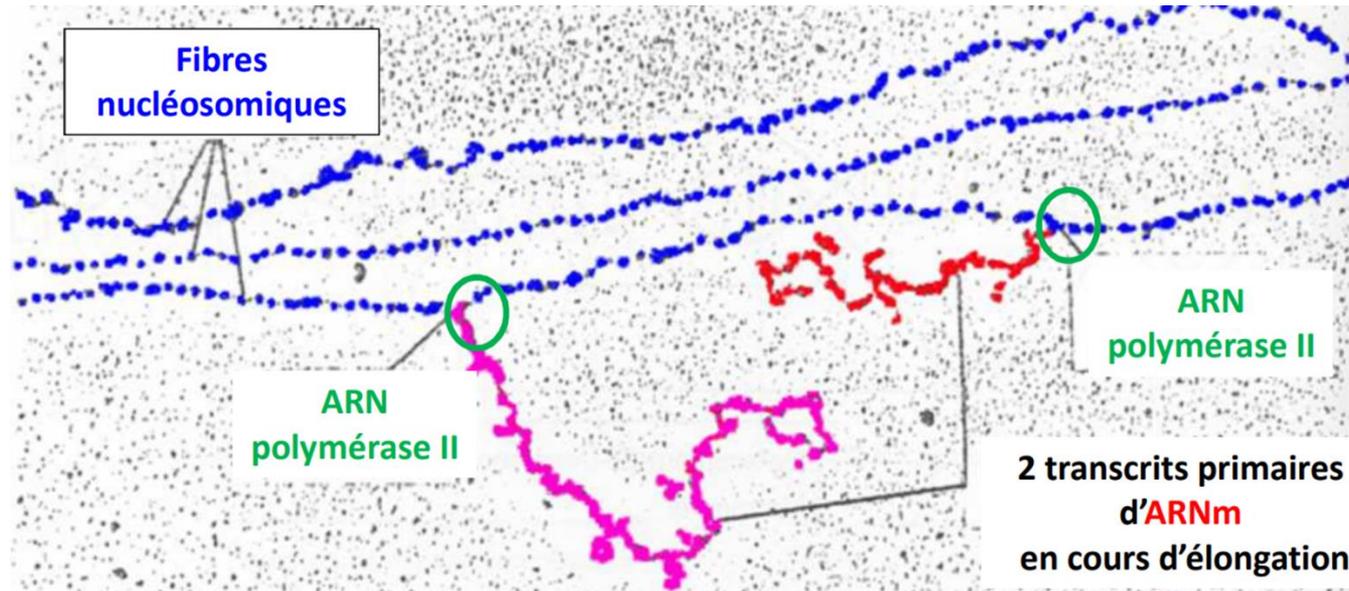
Fonctions du noyau

Le noyau a trois grandes fonctions :

- L'expression des gènes : la **transcription**
- La **réplication**
- Les **transports nucléo-cytoplasmiques**



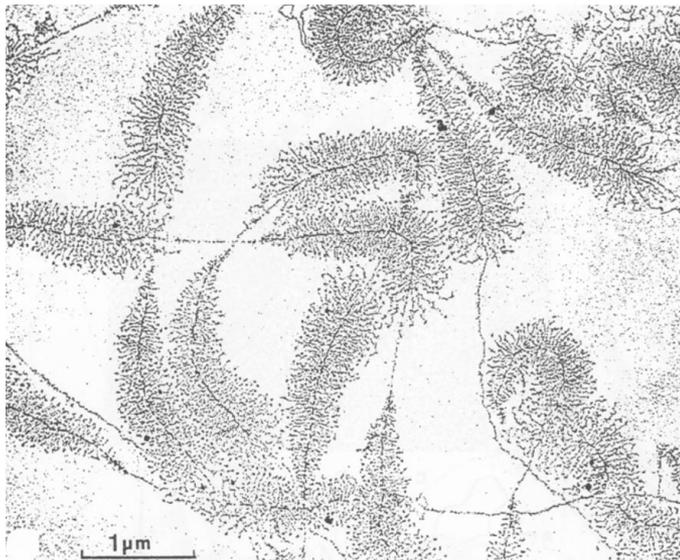
L'expression des gènes | La transcription



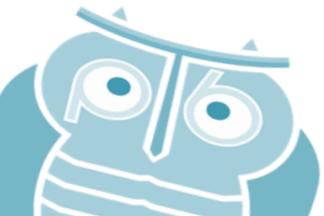
Sur cette image, on peut observer l'ADN en cours de transcription. En effet, on peut observer deux transcrits primaires en cours d'élongation. Le transcrit de gauche étant plus long, on peut en conclure que le sens de l'élongation est de droite à gauche.

Remarque : l'ARN pol II participe à la transcription pour former l'ARNm (cf biologie moléculaire)

Transcription des ARN ribosomiques



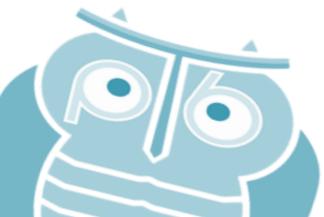
- ❖ Ci contre, on peut voir une image d'étalement moléculaire de nucléole dite "en sapin de Noël".
- ❖ Le tronc des sapins correspond à la fibre nucléosomique portant le gène du 47S et les branches aux ARNr en cours de synthèse par l'**ARN polymérase I**.
- ❖ L'ADN est lu de la cime du sapin à sa base.



Transports nucléo-cytoplasmiques

Il existe deux types de transports nucléocytoplasmiques :

Élément transporté	Canal	Type de transport
Ions + petites molécules (PM < 40 kDa)	Latéral	PASSIF (ne consomme pas d'énergie)
Grosses molécules (ARN ...)	Central	ACTIF (consomme de l'énergie)



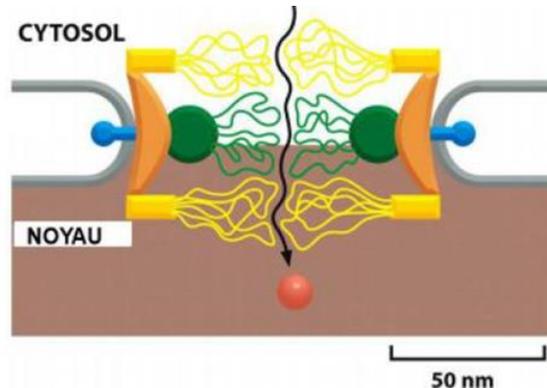
Transport actif : import-export

Import (entrée dans le noyau)

Des protéines « récepteurs », les importines interagissent avec les nucléoporines. Ensuite, des protéines fournissent de l'énergie par hydrolyse du GTP en GDP (*famille de petites protéines G appelées Ran*). Pour rentrer, la protéine doit porter une séquence d'entrée dite NLS.

Export (sortie du noyau)

Des protéines « récepteurs d'exportation » interagissent avec les nucléoporines. Ensuite, des protéines fournissent de l'énergie par hydrolyse du GTP en GDP (*famille de petites protéines G appelées Ran*). Pour sortir, la protéine doit porter un signal de sortie dit NES.



A préciser

Pour les QCMs à faire pour la séance suivante (aka demain), le QCM 2 est **hors programme** donc à ne pas faire.
Désolée pour l'erreur et bon courage :)

