

LE NOYAU INTERPHASIQUE

I- GENERALITES

- Le noyau contient l'information génétique sous forme de longues molécules d'acide désoxyribonucléique (ADN).
- La fonction physiologique majeure du noyau est de diriger la synthèse de l'ARN et, donc, celle des protéines.
- Au cours de la mitose, le noyau et la membrane nucléaire se désintègrent pour permettre la répartition de l'information génétique dans les deux cellules filles.
- Cependant, à l'interphase, le noyau cellulaire présente une structure relativement constante d'un type cellulaire à un autre.
- La taille, la forme et la disposition ainsi que le nombre de noyaux sont variables d'un type cellulaire à un autre. Généralement, les cellules eucaryotes sont mononuclées, c'est-à-dire qu'elles ne contiennent qu'un seul noyau. Certaines cellules peuvent être binuclées, telles que certaines cellules du foie et des cartilages ou même être polynuclées, telles que les cellules ostéoclastes de la moelle osseuse.
- Le noyau entouré d'une enveloppe nucléaire contient essentiellement un nucléoplasme, de la chromatine et des nucléoles.

II- L'ENVELOPPE NUCLEAIRE

- L'enveloppe nucléaire est constituée d'une double membrane.
- L'espace compris entre les deux membranes est appelé espace ou citerne périnucléaire et présente une largeur de 10 à 15 nm.
- En microscopie électronique, on peut observer que la membrane nucléaire externe est en continuité directe avec les canaux du réticulum endoplasmique et elle est couverte de ribosomes.
- La face interne de la membrane nucléaire est recouverte d'un matériel principalement formé de protéines fibreuses appelées lamines qui soutiennent la forme du noyau et servent d'ancrage à l'ADN.
- L'enveloppe nucléaire n'est pas une structure continue mais elle est interrompue par des pores nucléaires.
- Les membranes nucléaires interne et externe sont en continuité à la marge de ces pores.
- Le nombre de pores nucléaires est variable, proportionnel à l'activité de la cellule.
- Les pores nucléaires forment entre 5 et 15 % de la surface de la membrane nucléaire dans les cellules de mammifères.
- Le rôle de l'enveloppe nucléaire est de séparer le matériel génétique du cytosol pendant l'interphase, et de contrôler les échanges entre le nucléoplasme et le cytosol. Les molécules qui sortent du noyau sont principalement les ARN messagers (ARNm) et les ARN de transfert (ARNt).

- Les molécules qui sont transportées du cytosol vers le noyau sont principalement les protéines qui participent à la formation de la chromatine, les protéines qui participent à la formation de la lamina nucléaire et les protéines qui régulent l'activité de réplication et de transcription de l'ADN.

III- LE NUCLEOPLASME

- Le nucléoplasme contient principalement des protéines fibreuses qui pourraient jouer un rôle dans le transport de l'ARN vers la surface de la membrane nucléaire.
- Des enzymes présentes dans le nucléoplasme permettraient le déroulement de la chaîne d'ADN lors de la transcription en brisant les liens des protéines histones H1.

IV- LA CHROMATINE

- La chromatine est constituée de fibres chromatiniennes ou nucléosomiques qui représentent les chromosomes pendant l'interphase.
- Ces fibres chromatiniennes contiennent de l'ADN et des protéines.
- Parmi les protéines trouvées dans la chromatine, on peut distinguer les histones qui sont des protéines basiques et les protéines non-histones.
- La basicité des histones, qui résulte de la présence d'acides aminés basiques tels que l'arginine et la lysine, leur permet de se lier fortement à l'ADN qui est acide. On peut distinguer quatre histones principales : H2A, H2B, H3 et H4 qui sont des histones nucléosomiques et une histone extranucléosomique (H1) qui est responsable de la supersprialisation des molécules d'ADN. Cette histone est liée à l'ADN au voisinage des nucléosomes.
- Les protéines non histones regroupent d'une façon générale les protéines régulatrices de la transcription; les protéines enzymatiques ARN polymérase et les lamines.
- Chaque nucléosome est constitué d'un cœur d'histone, et d'un fragment d'ADN de 140 paires de bases qui s'enroule autour du cœur d'histone. La portion d'ADN qui relie deux nucléosomes voisins (ADN internucléosomique) est d'environ 60 paires de bases.
- Le cœur d'histone est un octamère (huit unités) de deux copies de chaque histone H2A, H2B, H3 et H4.
- Dans un noyau, la plupart de l'ADN est lié non seulement au cœur de d'histone mais également à une autre histone appelée H1 ce qui permet l'association des nucléosomes voisins.
- La chromatine apparaît en microscopie électronique sous la forme d'amas plus ou moins dense aux électrons.
- On distingue deux types de chromatine:
 - L'euchromatine ou chromatine claire est active sur le plan transcriptionnel.
 - L'hétérochromatine ou chromatine dense correspond en général aux fractions inactives de la chromatine.

V- LE NUCLEOLE

- La taille et le nombre de nucléoles dans un noyau sont généralement en fonction de l'activité métabolique de la cellule.

- Au microscope électronique, le nucléole se présente sous forme d'un corps nucléolaire entouré d'hétérochromatine.
- Le corps nucléolaire présente deux zones caractéristiques: la zone granulaire et la zone fibrillaire. La zone granulaire consiste en des granules denses aux électrons et occupe souvent la région périphérique du nucléole. La zone fibrillaire qui occupe une position plus centrale dans le nucléole.
- Le nucléole contient de l'ADN, de l'ARN et des protéines.
- Le rôle majeur du nucléole est de participer à la formation des ribosomes. Le ribosome sédimente par centrifugation différentielle en gradient de saccharose avec un coefficient de sédimentation de 80S. Le ribosome peut être dissocié en deux sous unités nucléoprotéiques principales de 40S et 60S. Les principaux constituants des ribosomes sont des protéines et de l'ARN. Quatre molécules d'ARN peuvent être isolées du ribosome des eucaryotes: l'ARN 18S dans la petite sous unité 40S du ribosome et les ARN 28S; 5S et 5,8S dans la grosse sous-unité 60S du ribosome.
- Le rôle du nucléole est de transcrire les ARNr 28S; 18S et 5,8S et de permettre leur association aux protéines qui proviennent du cytosol. L'ARN 5S est synthétisé à partir d'un ADN extérieur au nucléole. La synthèse des ARN 28S, 18S et 5,8S débute par la production d'un ARN précurseur (pré-ARN) de 45S qui, par clivage, va donner de l'ARN de 41S, lequel va à son tour, se cliver en ARN 32S et 20S. L'ARN de 20S va être à l'origine de l'ARN 18S alors que l'ARN de 32S va donner l'ARN 28S et 5,8S. La transformation de l'ARN 45S en différents ARN se fait en association étroite avec les protéines ribosomales qui proviennent du cytosol. Les sous-unités 45S d'ARNr seront coupées pour donner les ARNr 18S; 5,8S et 28S.
- La synthèse de l'ARNr précurseur (ARN 45S) s'effectue au niveau de la zone fibrillaire du nucléole après transcription de l'ADN ribosomal. La zone granulaire du nucléole représente les particules ribosomales précurseurs qui se trouvent à différents niveaux d'assemblage et de transformation.

VI- RÔLE DU NOYAU

- Le noyau est porteur de l'ensemble du message héréditaire sous la forme d'ADN et, est capable de conserver ce message malgré les divisions cellulaires, grâce à sa possibilité de répliquer l'ADN.
- Il est responsable de la synthèse des ARNm (et des ARNt et ARNr) et de leur transmission au cytosol, où ils seront décryptés par les ribosomes au cours de la synthèse protéique.

VII- LES CHROMOSOMES

- Ce sont des éléments permanents de la cellule.
- Leur structure varie pendant le cycle cellulaire en fonction du degré de spiralisation.
- L'ensemble du chromosome est constitué de fibres chromatiniennes et de kinétochore.
- Le kinétochore est un complexe macromoléculaire qui s'assemble sur les deux faces du centromère de chaque chromosome, et sert de lien entre les microtubules du fuseau et le chromosome mitotique.

1- PRINCIPAUX CRITÈRES D'IDENTIFICATION DES CHROMOSOMES

a- La position du centromère

- Le centromère occupe une place différente d'un type de chromosome à un autre. La position du centromère permet de distinguer les chromosomes métacentriques, submétacentriques, acrocentriques et télacentriques.
- Le centromère est le point d'attachement des microtubules du fuseau au niveau du kinétochore. Il est composé de séquences répétées d'ADN de 171 pb organisées en tandem. Le centromère contient de l'ADN riche en paires de bases.

b- Les constriction secondaires

- Les bras ont parfois une ou plusieurs zones plus étroites: les constriction secondaires.

c- Les télomères

- Sont constitués d'hexamères riches en guanines situés aux extrémités des chromosomes.
- Ils sont indispensables pour une réplication complète des chromosomes.
- Ils protègent les extrémités chromosomiques contre les DNAases.
- Les télomères permettent d'éviter la fusion entre les chromosomes et facilitent également les interactions entre les extrémités des chromosomes et l'enveloppe nucléaire.

2- LE CARYOTYPE

- Le caryotype est une représentation photomicrographique des chromosomes d'une cellule. Il permet de définir le nombre de chromosomes et de les classer en fonction des critères précédemment décrits.
- Les chromosomes sont aussi classés par ordre de taille décroissante, le plus grand portant le numéro 1 et le plus petit, le numéro 22.
- Il existe dans l'espèce humaine 22 paires d'autosomes et une paire de chromosomes sexuels XX ou XY.
- Le nombre total de 46 chromosomes est dit diploïde ($2N_{chr}$) et il caractérise les cellules somatiques. Les cellules sexuelles (ovocytes ou spermatozoïdes) contiennent un nombre haploïde de chromosomes (23 ou N).

VIII- CARACTERES MORPHOLOGIQUES DE LA CELLULE CANCEREUSE

- Sur le plan morphologique, les cellules cancéreuses peuvent montrer de nombreuses modifications des caractères normaux de la cellule, mais aucun critère cytologique n'est spécifique d'un cancer.
- Les organites intra cellulaires peuvent être touchés dans leur taille, leur forme ou leur nombre.

1-Anomalies des noyaux : l'aspect du noyau constitue le signe le plus caractéristique.

- **Anisocaryose** : inégalité de la taille d'un noyau à un autre dans un même tissu
- **Irrégularité de forme et de contour.**
- **Noyaux multiples.**
- **Augmentation du rapport nucléo cytoplasmique.**
- **Condensation de la chromatine, ou hyperchromatisme nucléaire.**
- **Anomalies du nucléole** : nucléole volumineux, irrégulier, ou multinucléolation.

2-Anomalies des mitoses : le nombre et le caractère atypique des mitoses sont en faveur de la malignité.

- Augmentation du nombre de mitoses avec raccourcissement de l'interphase.

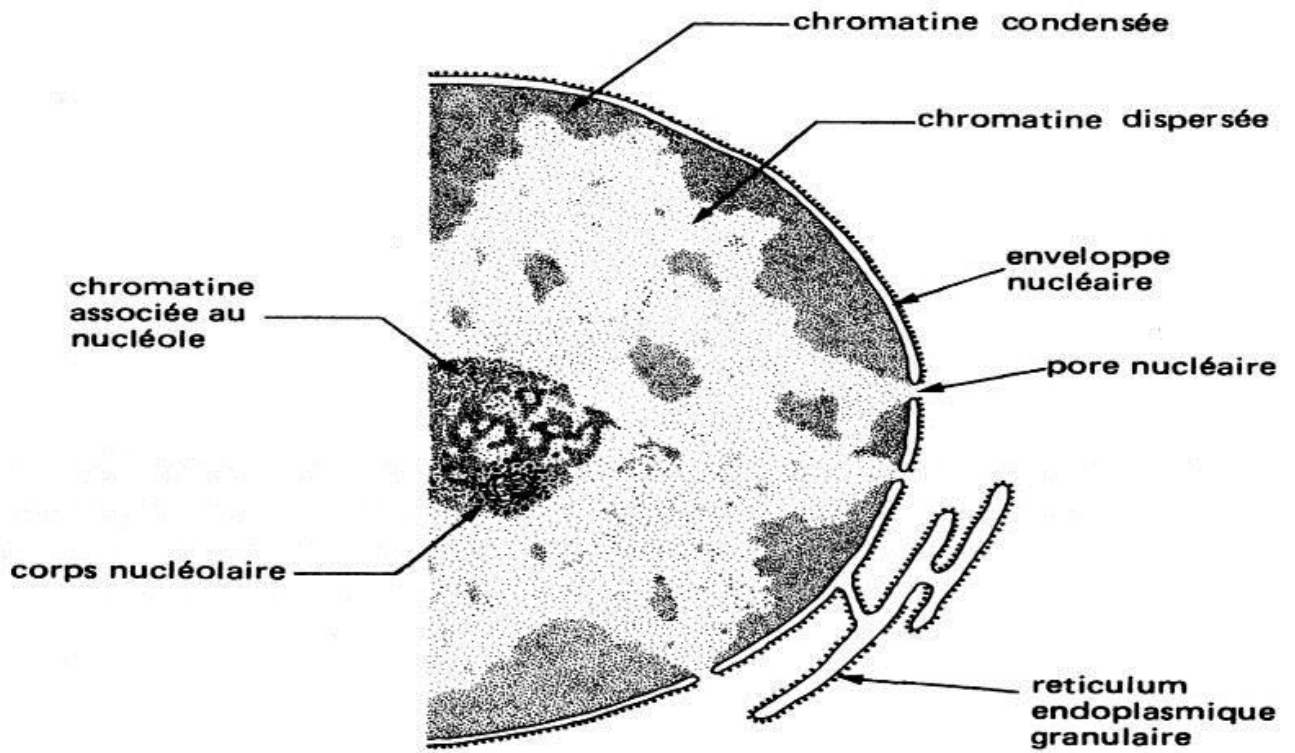
- Des mitoses anormales, multipolaires, avec répartition irrégulière des chromosomes.

3-Anomalies du cytoplasme :

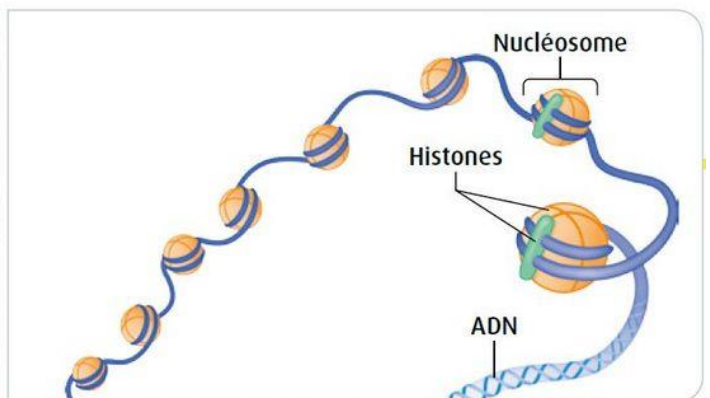
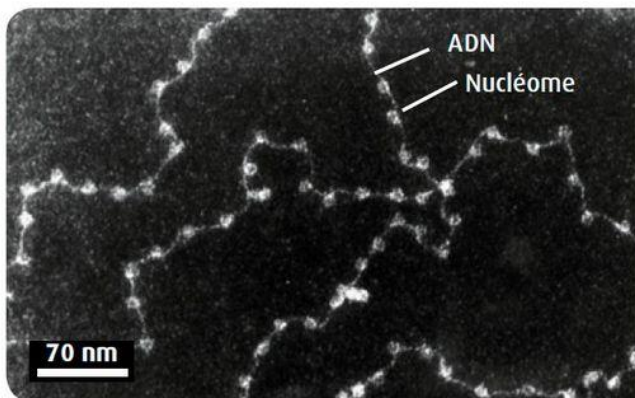
- **Anisocytose** : les cellules sont de taille et de forme irrégulière, gigantisme cellulaire.
- **Le cytoplasme est réduit et basophile.**
- **Accumulation de certains produits d'élaboration** ex : kératine, mucus, glycogène.

4-Anomalies de la membrane plasmique :

- En microscopie optique elle apparaît épaissie et irrégulière.
- En microscopie électronique elle est hérissée de microvillosités amorphes et irrégulières, les jonctions cellulaires sont aussi touchées.

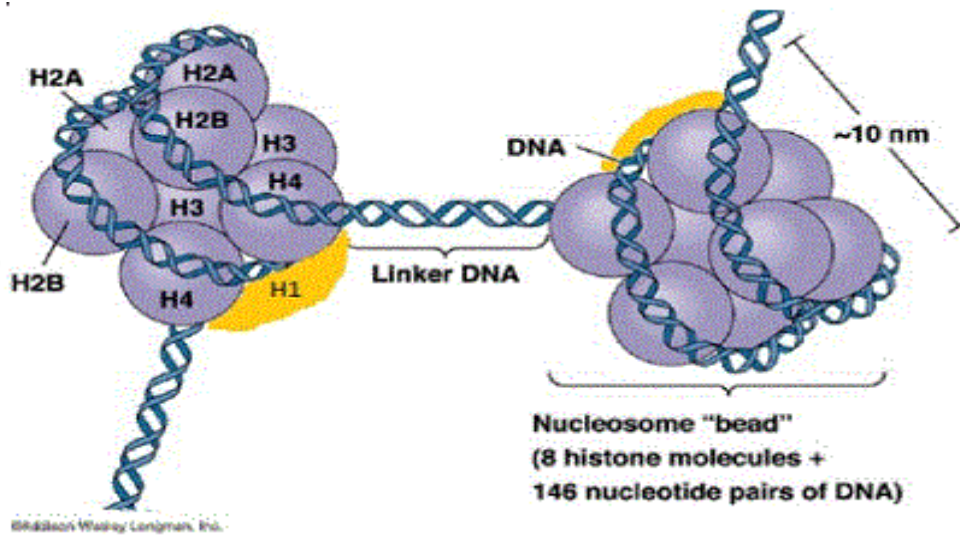


Ultrastructure du noyau interphasique

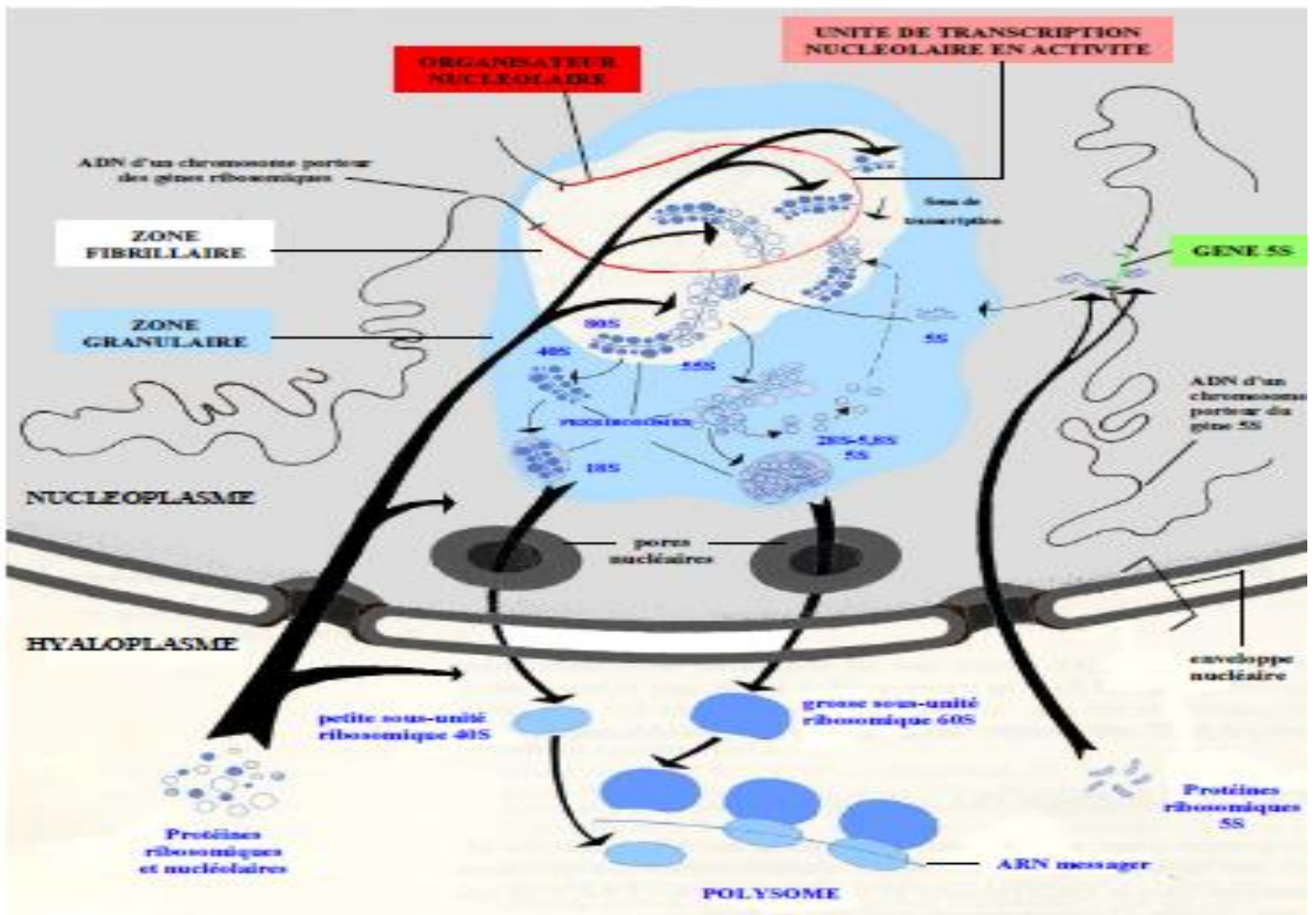


© Belin Éducation/Humensis, 2019 SVT 1re enseignement de spécialité
 © Fawcett & Friend/BSIP ; Amandine Wanert

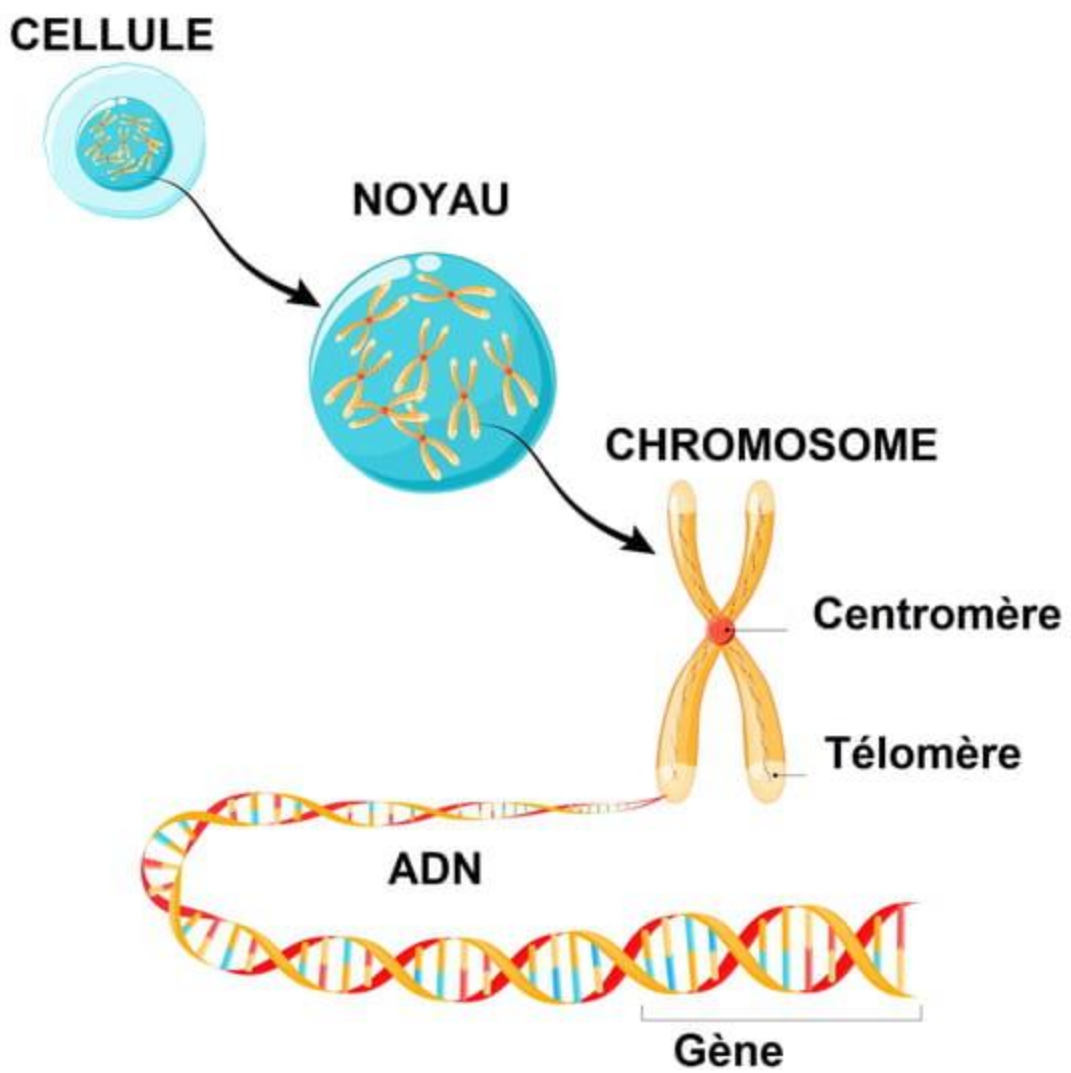
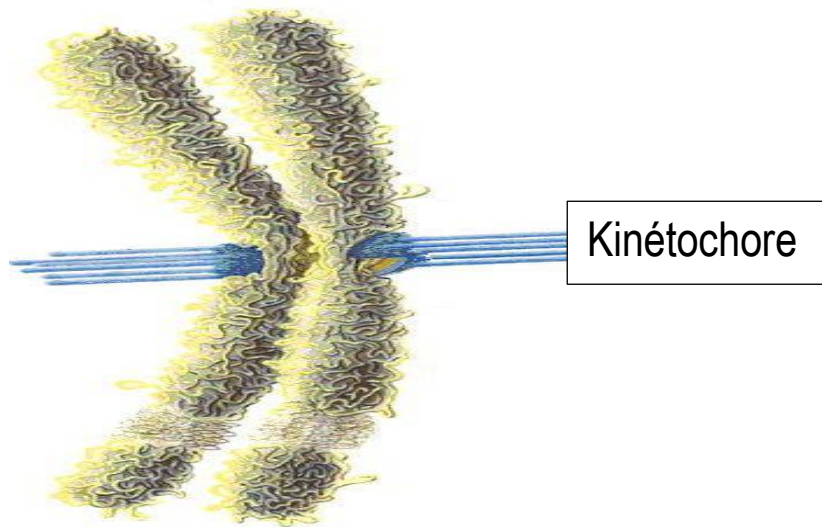
Structure d'une fibre de chromatine



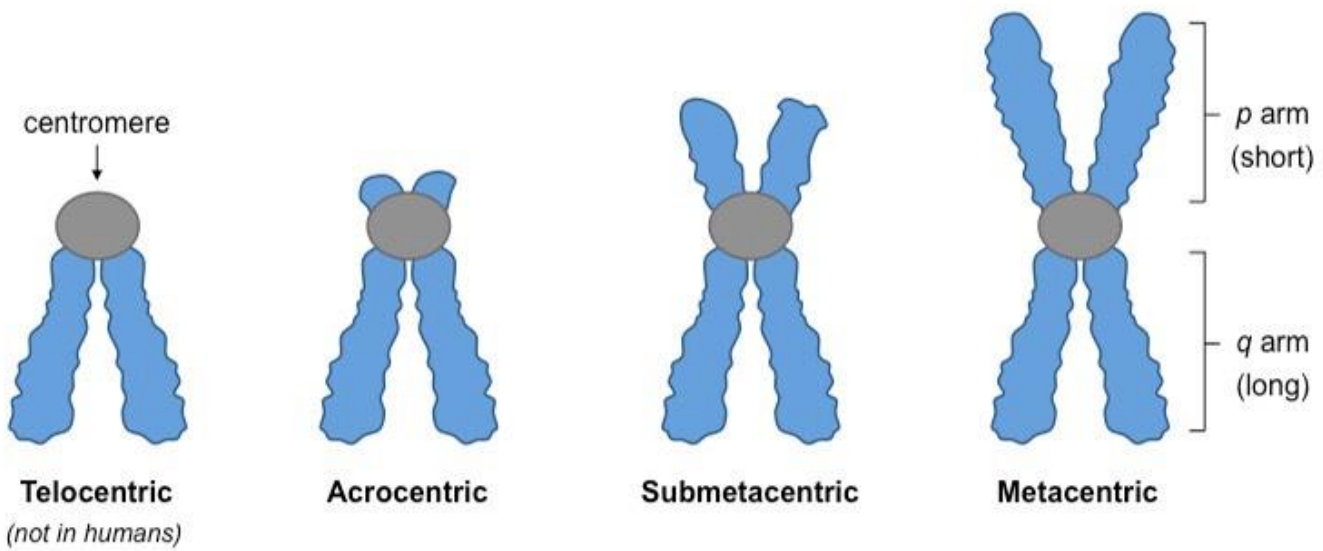
Composition d'une fibre nucléosomique



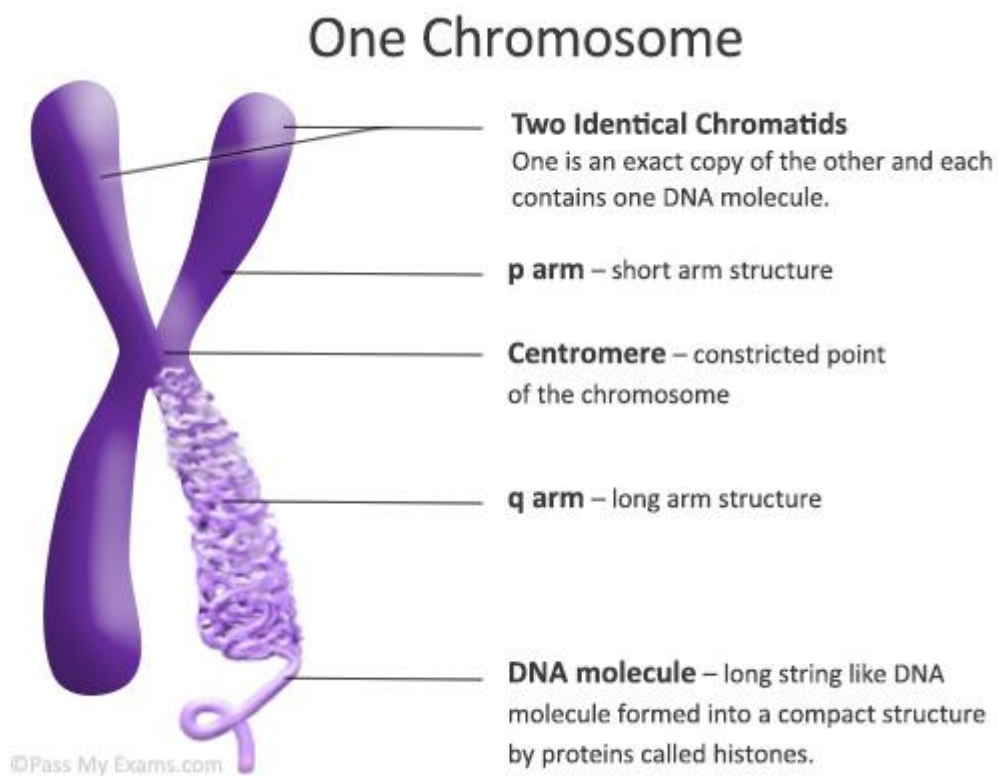
Rôle du nucléole dans la biosynthèse des ribosomes



Les chromosomes



Types de chromosomes en fonction de la position du centromère



Structure du chromosome