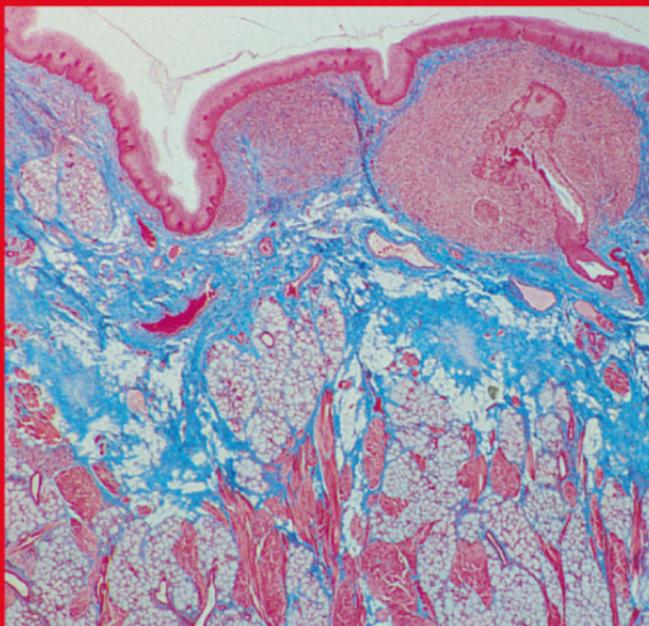


A T L A S D E P O C H E

HISTOLOGIE

WOLFGANG KÜHNEL

5^e édition



Lavoisier

Médecine
SCIENCES

1 Cellules des ganglions spinaux

La taille, la forme et la structure des cellules des organismes humains ou animaux sont très variables selon les fonctions particulières que remplissent ces cellules au bénéfice de l'ensemble de l'organisme. Les **cellules des ganglions spinaux**, des **neurones de type pseudo-unipolaire**, sont sphériques, ellipsoïdes ou piriformes et leur diamètre varie entre 20 et 120 μm . Elles contiennent un noyau de grande taille (jusqu'à 25 μm) 1, rond et pauvre en chromatine, mais qui renferme un nucléole aisément reconnaissable (2-4 μm). Autour de la surface des neurones est disposée une couronne de cellules gliales, encore appelées **cellules du manteau** ou **cellules satellites** 2, dont le noyau, petit rond et fusiforme, est souvent plus fortement coloré. Les cellules satellites sont souvent séparées des corps cellulaires des neurones (péricaryons) par un faible espace. De fines fibres conjonctives (**endoneurium**), des faisceaux de fibres nerveuses 3 et des capillaires 4 serpentent entre les neurones. En haut et à droite de la figure, un faisceau conjonctif épais, coloré en bleu, traverse la préparation 5 (☞ 32, 66, 256, 671-674).

1 Noyau avec son nucléole bien visible

2 Cellules du manteau ou cellules satellites

3 Fibres nerveuses

4 Capillaires

5 Tissu conjonctif

Coloration : azocarmin-bleu d'aniline ; gross. x 400

2 Neurones multipolaires

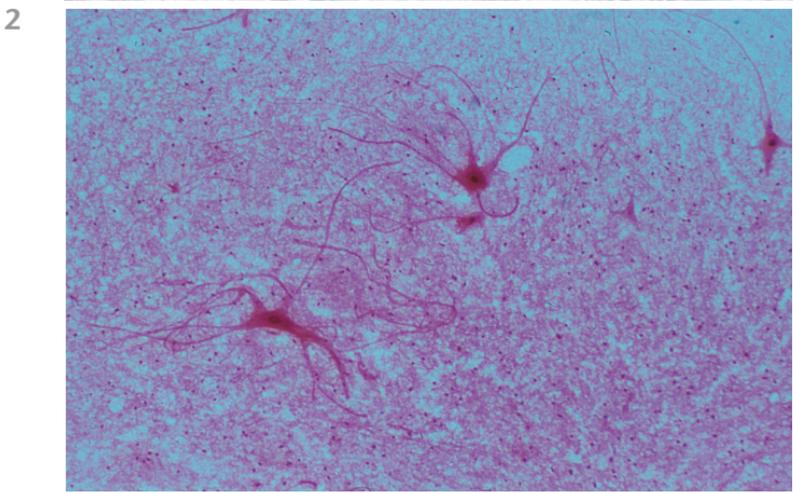
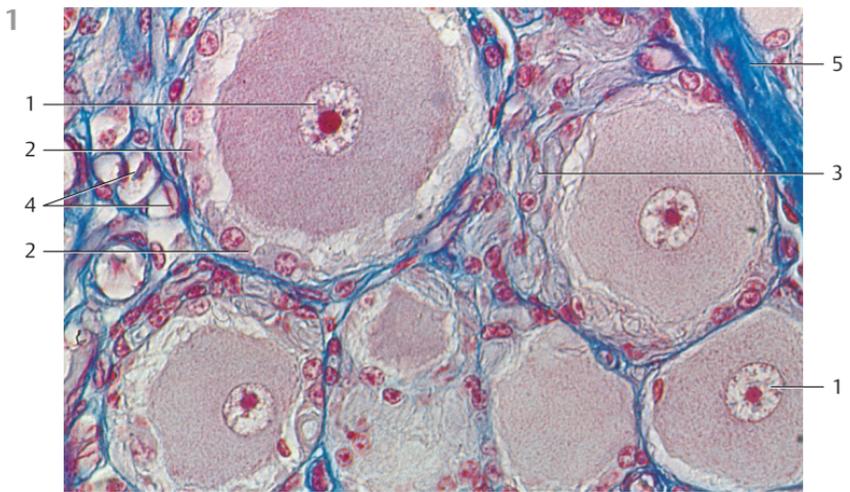
Les **motoneurones de la corne antérieure de la moelle épinière** ont été obtenus après macération douce et colorés en totalité sur une préparation pressée entre deux lames. Cette méthode permet de rendre visibles sur une grande longueur les nombreux prolongements des neurones. Sur une coupe classique, la plupart de ces prolongements auraient été sectionnés (☞ 20). Il n'est en revanche pas possible par cette méthode de faire la distinction entre l'**axone (neurite, cylindraxe)** qui se termine au niveau des muscles squelettiques en formant des synapses, et les **dendrites**, fortement ramifiées, qui constituent les « capteurs de sensation » du neurone.

Coloration : rouge carmin ; gross. x 80

3 Cellules musculaires lisses

Les muscles lisses sont constitués de cellules musculaires fusiformes ou en ruban que nous observons le plus souvent sous forme de faisceaux de calibre variable. Elles forment, par exemple, des couches musculaires puissantes dans la paroi des organes creux (☞ 219-223, 399, 400, 432). Les **cellules musculaires lisses** peuvent être isolées de ces organes par macération en présence d'acide nitrique, mais cette technique détériore souvent les extrémités effilées du corps cellulaire. Selon l'organe étudié, la longueur des cellules varie entre 15 et 200 μm mais peut atteindre de 800 à 1 000 μm dans un utérus gravide. Le diamètre des cellules musculaires lisses est de 5 à 10 μm avec un noyau central en forme de bâtonnet (☞ 219-223). Dans les cellules contractées, il est parfois enroulé en tire-bouchon ou en serpent.

Coloration : carmin ; gross. x 80



3

Cellule

4 Fibrocytes-fibroblastes

Les **fibrocytes**, cellules résidentes (**fixes**) du tissu conjonctif, n'apparaissent en général sur des coupes histologiques que comme des éléments fins et fusiformes. Leur véritable forme peut cependant être observée par des techniques d'étalement. Les **fibrocytes** sont des cellules arrondies ou aplaties et allongées avec des prolongements semblables à des membranes ou des épines [1]. Elles sont souvent associées en réseau par l'intermédiaire de ces prolongements. Leur noyau important, en général de forme ovale ou allongée, est caractérisé par une armature de chromatine dense, non visible sur cette préparation où les noyaux apparaissent homogènes (☞ 136-139). Les fibroblastes synthétisent tous les composants des fibres et du ciment intercellulaire (substance fondamentale, matrice extracellulaire). Les fibrocytes sont des fibroblastes dont les capacités de synthèse sont fortement diminuées.

1 Fibrocytes avec ses prolongements

2 Noyau appartenant à une cellule mobile du tissu conjonctif

Coloration : imprégnation argentique selon Gomori modifiée par l'auteur ; gross. x 650

5 Cellule de Purkinje, cortex du cervelet

Le corps cellulaire des **cellules de Purkinje** (**soma, péricaryon**) [2], en forme de poire, atteint 50-70 µm de long et 30-35 µm de large. De ce corps partent des dendrites d'un diamètre de 2-3 µm [3] dont les branches se ramifient en espalier. Ces dendrites présentent des ramifications complexes, extrêmement fines et toujours situées dans un même plan, qui s'étendent jusqu'à la surface corticale. L'axone issu du pôle basal de la cellule (**efférence**) [1] se dirige vers la substance blanche du cervelet. L'ensemble de ces ramifications ne peut être observé qu'après une imprégnation argentique (☞ 254, 681, 682).

1 Axone

2 Péricaryon

3 Dendrite

Coloration : imprégnation argentique selon la méthode de Golgi, gross. x 50.

6 Ovocyte

Ovocyte provenant de l'ovaire d'un oursin. Le noyau dont la structure est assez lâche [1] présente un **nucléole** de grande taille, fortement coloré [2]. Le cytoplasme légèrement granuleux renferme le *vitellus* tandis que les organites subcellulaires ne sont pas visibles (☞ 542-550, 557).

1 Noyau

2 Nucléole

3 Coloration : azocarmin-bleu d'aniline, gross. x 150

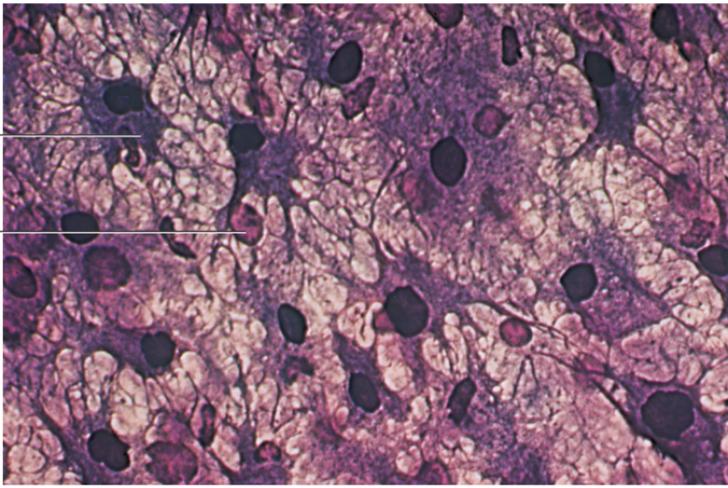
7 Cellule de ganglion végétatif

Cette grande **cellule de ganglion végétatif** provient du plexus myentérique (**Auerbach**) du duodénum d'un chat. De l'axone se dirigeant vers le haut part une branche collatérale. Les prolongements dirigés vers le bas sont des dendrites. Le noyau a une taille particulièrement importante (☞ 432-434).

Coloration : imprégnation argentique selon la technique de Cauna ; gross. x 650.

La préparation et la prise de vue ont été réalisées par le Pr Werner Stach, Rostock.

4



1

2

5

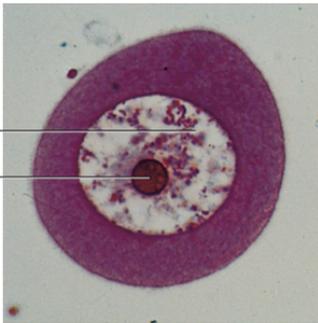


3

2

1

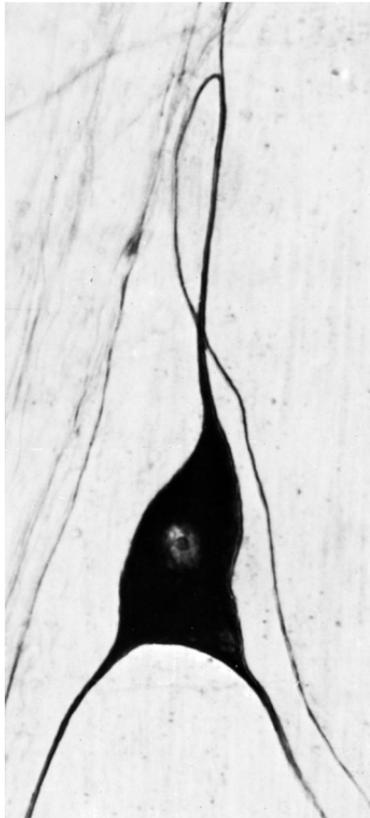
6



1

2

7



8 Noyau cellulaire

Le **noyau de la cellule** est au cœur de l'information d'origine génétique, c'est en même temps le **poste de commandement** ou le **centre logistique** de chaque cellule eucaryote, d'où sont régulées les fonctions cellulaires. La forme du noyau est en rapport avec celle de la cellule correspondante et constitue une aide précieuse au diagnostic. Dans les cellules polygonales ou isoprismatiques, le noyau est en général rond, il est ovale dans les cellules fortement prismatiques, fusiforme dans les cellules musculaires lisses et aplati dans les cellules épithéliales pavimenteuses. Dans les leucocytes granulocytes, le noyau comporte plusieurs segmentations (plurilobé). La figure montre un fibrocyte du tissu conjonctif sous-cutané, dont le noyau allongé, comporte plusieurs lobes avec des invaginations et des évaginations profondes. Les composants structuraux du noyau sont la membrane nucléaire (**lamina**), le **nucléoplasme**, les **chromosomes** avec la **chromatine** et le **nucléole**. La chromatine est finement granuleuse (**euchromatine**) et plus épaisse à la face interne de la membrane nucléaire (**hétérochromatine**). Les petites taches denses aux électrons sont des zones d'hétérochromatine. L'ADN est plus compact au niveau de l'hétérochromatine, ce qui explique pourquoi ces zones sont plus colorées que les zones d'euchromatine dans les préparations vues en microscopie optique. On ne voit pas de nucléole dans cette image. Le cytoplasme des fibrocytes contient des mitochondries ①, des grains de sécrétion osmiophiles ②, des vésicules, des ribosomes libres et des fragments du réticulum endoplasmique granuleux. Les fibrilles de collagène sont visibles en coupe longitudinale ou transversale ③.

Électromicrographie ; gross. x 13 000

9 Noyau cellulaire

Coupe de deux cellules sécrétrices de la muqueuse des trompes de Fallope. Leurs noyaux en ellipse allongée présentent des replis multiples plus ou moins profonds si bien qu'en coupe apparaissent des zones en forme de promontoire ou de lobe. Le cytoplasme pénètre dans ces encoches. Le matériel chromatinien finement granuleux (**euchromatine**) est réparti de façon assez homogène et ce n'est qu'au voisinage de la face interne de la membrane nucléaire qu'il forme une fine ligne osmiophile. Les zones de cytoplasme placées à proximité immédiate du noyau contiennent des citernes du réticulum endoplasmique granuleux ①, des granules de sécrétion ② et de petites mitochondries isolées.

Électromicrographie ; gross. x 8 500

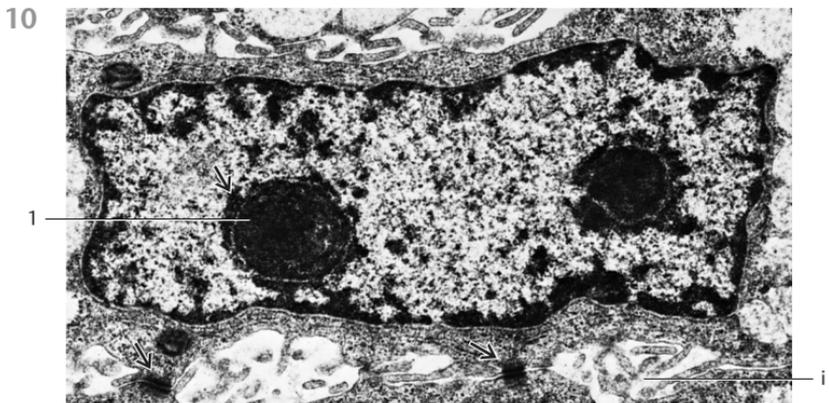
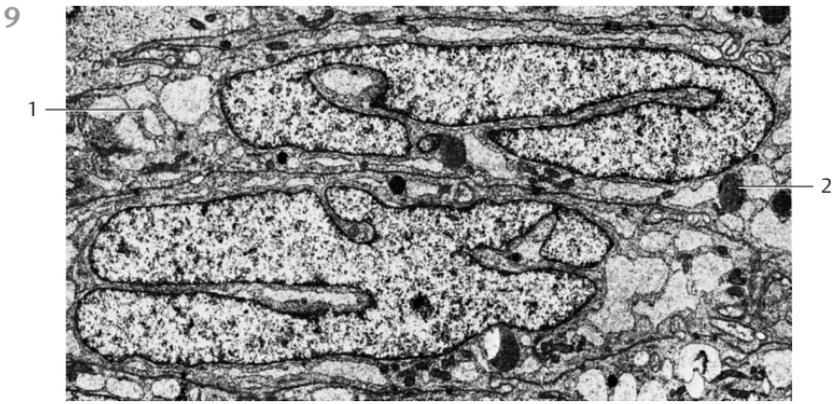
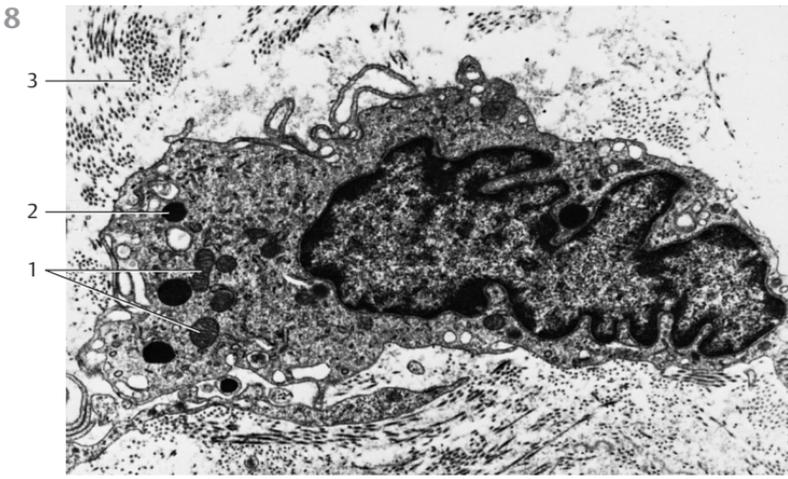
10 Noyau cellulaire

Noyau rectangulaire d'une cellule de la glande orbitaire chez le dragon de mer (*Physignathus*, gros lézard de la famille des agamides). Le noyau contient deux énormes corpuscules, les **nucléoles** ①, entourés d'une couronne d'hétérochromatine dense aux électrons (↑), où sont situés les gènes de l'**organisateur du nucléole**. La couche d'hétérochromatine située sur la face interne de l'enveloppe nucléaire (lamina nucléaire) est interrompue en plusieurs endroits par des **pores nucléaires** (☉ 11, 12).

i Espaces intercellulaires élargis.

→ Dans le bas de la figure, deux desmosomes assurant la liaison entre deux cellules.

Électromicrographie ; gross. x 12 000



11 Noyau cellulaire

Noyau interphasique, rond, d'une cellule du pancréas exocrine. Cette coupe permet de mettre en évidence l'**enveloppe nucléaire**. Dans une préparation observée en microscopie optique, le noyau n'est en effet limité que par une ligne de couleur sombre, la membrane nucléaire.

L'enveloppe nucléaire se compose de deux **membranes** parallèles et sépare le **caryoplasme** du **hyaloplasme**. Il existe entre ces deux membranes un espace large d'environ 20-50 nm, la **citerne périnucléaire** 1, qui communique avec les cavités du réticulum endoplasmique. La membrane externe de cette couronne à laquelle sont associés des ribosomes, est en continuité avec les membranes du réticulum endoplasmique. La citerne périnucléaire est interrompue par des **pores nucléaires** (↑ 12, 13) formant des **complexes** dont le diamètre est de 30-50 nm et qui sont obturés par un diaphragme. Les membranes interne et externe de l'enveloppe nucléaire se rejoignent au niveau de ces ponctuations recouvertes. Dans la zone de cytoplasme proche de cette enveloppe, on reconnaît des citernes du réticulum endoplasmique granulaire 2. Au niveau de la couche interne de l'enveloppe nucléaire, on observe du matériel dense aux électrons qui correspond à la lamina nucléaire et à un dépôt d'hétérochromatine 3.

1 Citerne périnucléaire

2 Réticulum endoplasmique granulaire REr

3 Hétérochromatine

Électromicrographie ; gross. x 50 000

12 Noyau cellulaire

Coupe tangentielle à la surface d'un noyau. Notez les **pores** présents dans la membrane nucléaire (↑). La zone circulaire osmiophile avec des granulations bien visibles correspond à l'hétérochromatine déposée à la face interne de l'enveloppe. Cette chromatine est absente au niveau des pores. On note dans le cytoplasme voisin des sections de mitochondries 1 ou de canalicules du réticulum endoplasmique 2.

1 Mitochondries

2 Réticulum endoplasmique granulaire (REr)

Électromicrographie ; gross. x 38 000

13 Noyau cellulaire

Observation du noyau cellulaire et des zones de cytoplasme voisines (dans un **entérocyte**, jéjunum) après cryofracture. Cette technique de **cryodécapage** permet de visualiser la membrane nucléaire sous forme plane. On aperçoit ici la face dirigée vers l'intérieur de la lamelle interne de la double membrane nucléaire 1. La ligne de fracture blanche correspond à la citerne périnucléaire (11). On aperçoit en 2 la face interne du feuillet externe de la double membrane nucléaire. Notez les nombreux **pores nucléaires** 3 qui permettent un transport de substances entre le noyau et le cytoplasme. On note comment les deux membranes nucléaires fusionnent au niveau du pore (↑). Au-dessus du noyau se trouvent des vésicules de taille variable et des dictyosomes appartenant à l'appareil de Golgi 4.

1 Feuillet interne de la membrane nucléaire interne

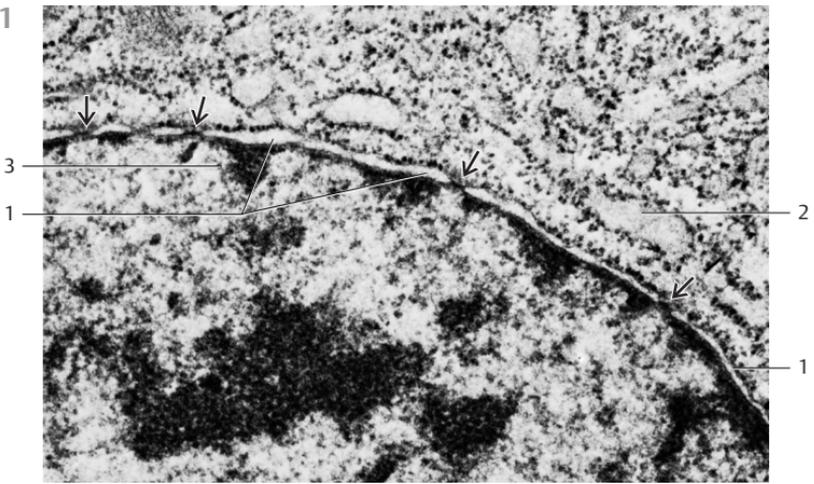
2 Feuillet interne de la membrane nucléaire externe

3 Pores nucléaires

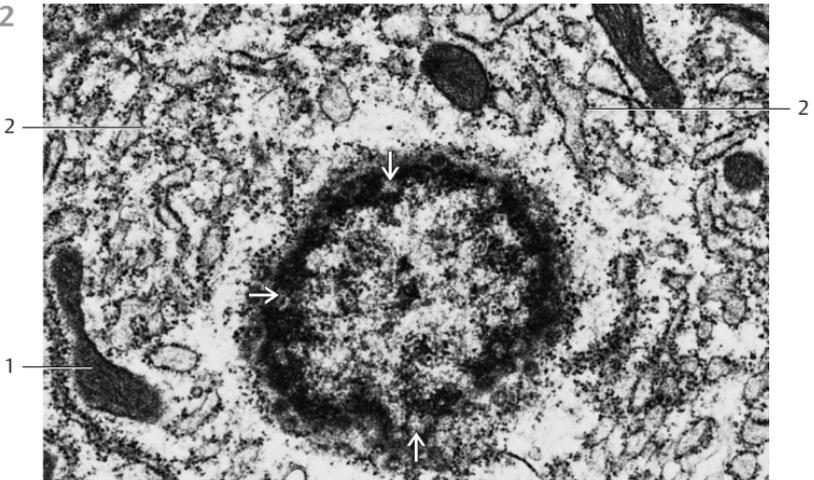
4 Dictyosomes

Électromicrographie ; gross. x 22 100

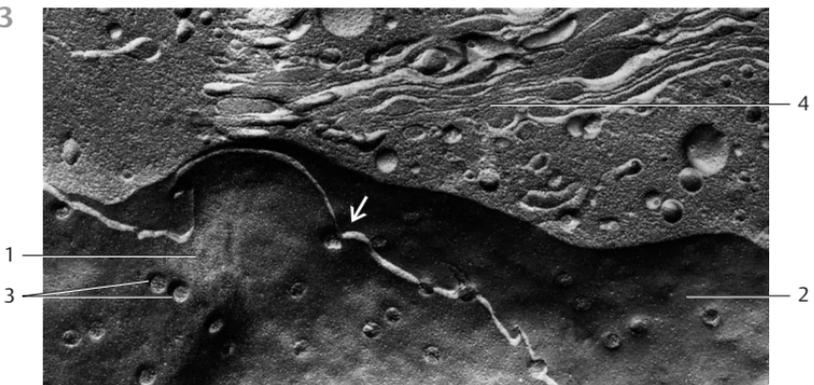
11



12



13



14 Mitose et cytokinèse

La forme la plus fréquente de division du noyau est la **mitose** qui donne naissance à deux noyaux fils, au patrimoine génétique semblable. Elle est étroitement reliée à la division cellulaire, ou **cytokinèse**, qui vient ensuite. La phase durant laquelle les cellules ne présentent aucune activité de division s'appelle l'**interphase**. La division du noyau et celle de la cellule constituent les points culminants du cycle cellulaire, lequel est divisé en plusieurs phases : G1, S, G2 et mitose. La mitose se déroule en six étapes successives.

Les images ci-contre montrent les différentes étapes d'une mitose dans une culture de fibroblastes prélevés chez un cerf aboyeur indien (*Muntiacus muntjac*).

- a) **Interphase**. C'est la période entre les divisions. La chromatine est homogène ou répartie en amas. Il est souvent possible de faire la distinction entre une fraction fortement condensée de la chromatine, ou hétérochromatine, et l'euchromatine plus faiblement condensée. On observe presque systématiquement un ou deux nucléoles bien visibles.
- b) **Prophase**. Elle correspond au début de la mitose. La chromatine se condense en filaments, les chromosomes, qui se raccourcissent et s'épaississent progressivement (**stade de la pelote = spirème**). Le nucléole se résorbe tandis que se forme le fuseau qui va permettre le déplacement des chromosomes. Au cours de la phase suivantes ou **prométaphase**, l'enveloppe nucléaire disparaît en formant un ensemble de vésicules.
- c) **Métaphase**. Les chromosomes se rangent dans le plan équatorial du fuseau (**plaque équatoriale**) et l'on peut alors voir que les chromosomes sont séparés dans le sens de la longueur en deux **chromatides**. Chaque chromatide possède un site d'association à une fibre du fuseau, orienté vers un des pôles de celui-ci. C'est à ce stade qu'il est le plus facile de réaliser un caryotype.
- d-f) **Anaphase**. Les deux chromatides se séparent et migrent chacune vers un des pôles de la cellule, formant le stade **diaster**. Au dernier stade de l'anaphase, un anneau de division se forme à hauteur du plan équatorial.
- g) **Télophase**. C'est la fin de la division du noyau. Les chromosomes fils s'assemblent en redonnant une pelote et il se reforme une membrane nucléaire. Le cytoplasme est divisé par l'étranglement de l'anneau de division (cytokinèse). Il se forme alors une nouvelle membrane cellulaire au niveau de l'anneau de division.
- h) **Interphase**

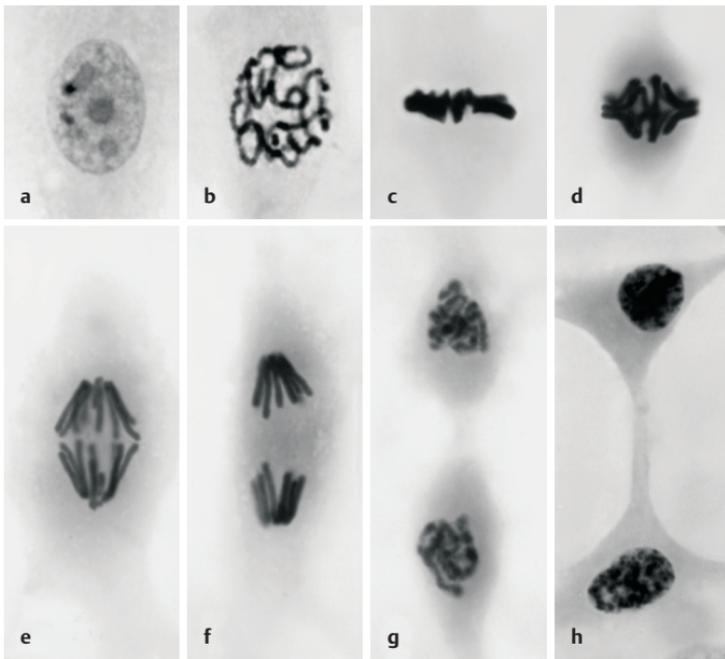
Coloration : réaction de Feulgen, spécifique de l'ADN. Préparation et photographie réalisées par le Pr Walter Traut, Lübeck.

15 Chromosomes

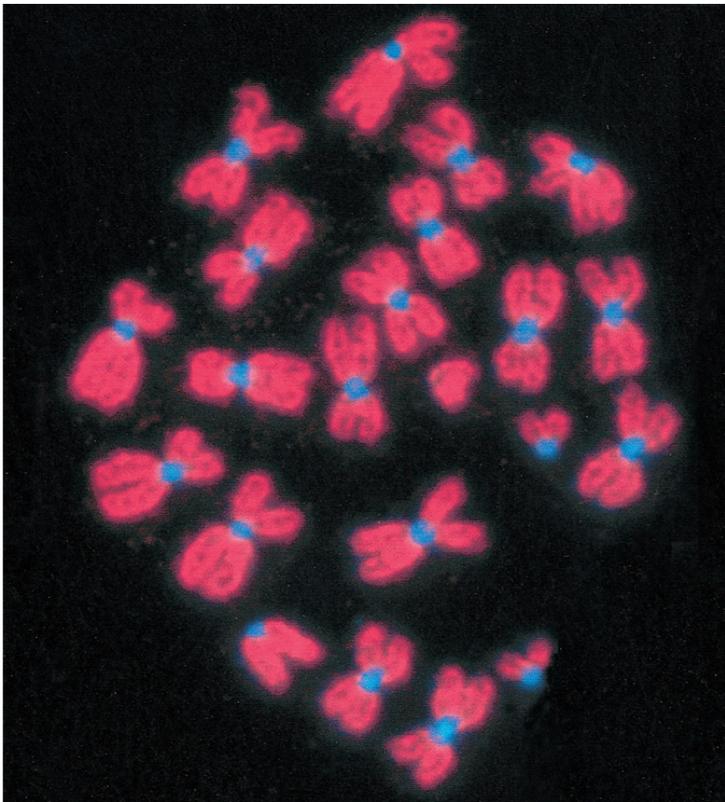
Chromosomes observés en métaphase de mitose. Les **centromères** sont colorés en bleu par le DAPI, un colorant fluorescent spécifique de l'ADN et les **bras** des **chromosomes** sont colorés en rouge grâce à la révélation par immunomarquage de la protéine Ki-67 dans la zone entourant le chromosome (*perichromosomal layer*). Tous les chromosomes sont composés de deux **chromatides** qui ne sont plus reliées entre elles qu'au niveau des centromères. L'image montre la garniture chromosomique d'une souris de la souche CD qui se compose de quatre chromosomes acrocentriques (à un seul bras, en forme de V à ce stade), des chromosomes 19, X et Y, et de 18 chromosomes métacentriques (à deux bras, formant un X à ce stade) provenant chacun de la fusion centrique de deux chromosomes acrocentriques à l'origine.

Préparation et photographie réalisées par le Pr Walter Traut, Lübeck ; gross. x 2 600.

14



15



11

Cellule

16 Mitose

Durant la **mitose**, mode de division du noyau cellulaire chez les cellules **eucaryotes**, les chromosomes se divisent pour donner ensuite les deux noyaux fils (👁 14). La figure montre un fibroblaste en cours de division, au stade **anaphase**, le plus court de la mitose (du grec *ana* : en haut). Les deux garnitures chromosomiques filles, dans lesquelles la chromatine condensée est fortement compactée, sont déjà très éloignées l'une de l'autre. On aboutit à deux formations en **étoile** des **chromatides** (**diaster**, 👁 14e et f). La séparation (cytokinèse) du corps cellulaire, encore commun aux deux cellules filles, n'a pas commencé. On peut toujours observer dans le cytoplasme du fibroblaste des lamelles de l'appareil de Golgi et des canalicules du réticulum endoplasmique.

1 Chromosomes fils
Électromicrographie ; gross. x 1 400

17 Apoptose

L'apoptose est un mode de mort cellulaire déclenché de façon active par un programme de destruction endogène et propre à la cellule, par exemple par l'intermédiaire de la molécule CD 95, et qui aboutit à une mort physiologique (« **mort cellulaire programmée** » ou « **programme de suicide cellulaire** »).

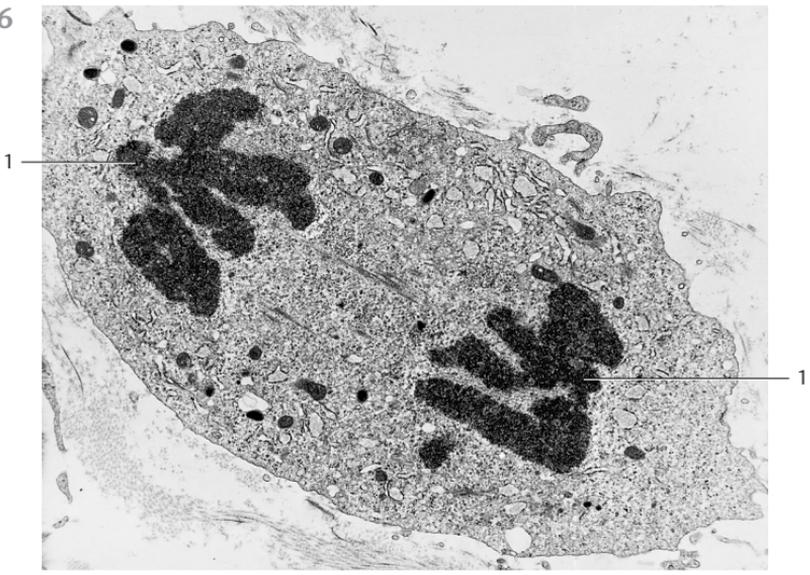
L'apoptose joue un rôle important au cours du développement des organes et dans le contrôle et la régulation de la régénération physiologique. Au cours de l'apoptose, l'acide désoxyribonucléique du noyau cellulaire est dégradé, ce qui entraîne non seulement une diminution et une compaction du noyau (**pycnose nucléaire**), mais également une fragmentation de ce noyau (**caryorrhexie**) suivie d'une dégradation complète (**caryolyse**). Les cellules se rétractent et il se forme des amas de cytoplasme encore appelés corps apoptotiques, qui seront ensuite phagocytés. Le cytoplasme des cellules apoptotiques est éosinophile en microscopie optique.

La figure montre une cellule en apoptose de la muqueuse endométriale chez une lapine. On peut observer en particulier les amas de chromatine hypercondensée, caractéristiques [1]. La cellule apoptotique est enveloppée par les prolongements d'un macrophage (cytoplasme clair) en forme de fer à cheval [2]. [3] Lumière utérine.

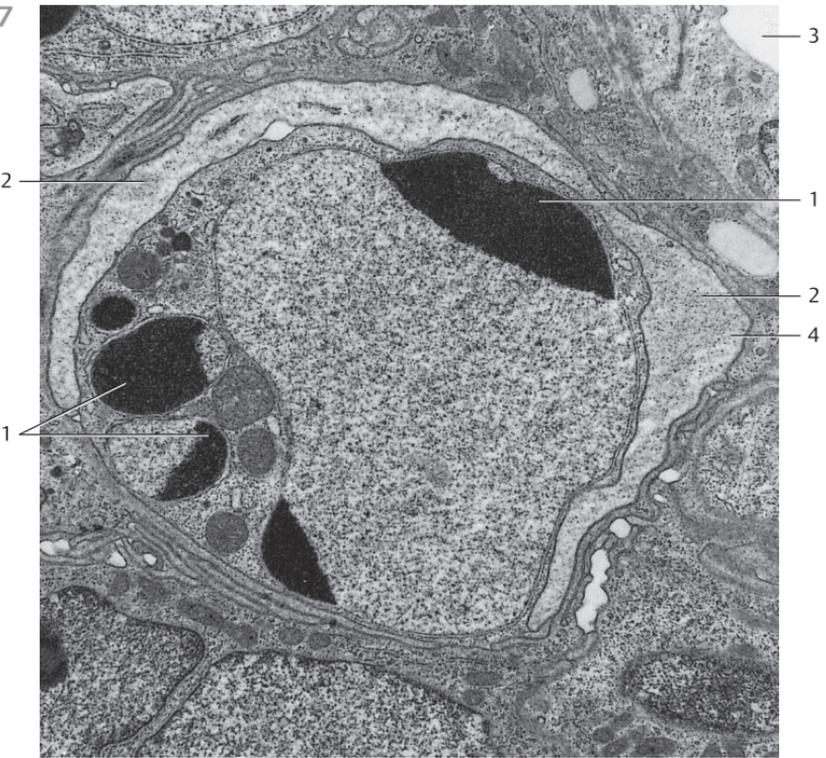
On trouve très souvent des images d'apoptose dans des cellules épithéliales âgées comme à l'extrémité des villosités intestinales, dans les épithéliums glandulaires des seins ou dans les cellules des embryons et des fœtus au cours du développement.

1 Amas de chromatine
2 Prolongements d'un macrophage
3 Lumière utérine
4 Noyau cellulaire
Électromicrographie réalisée par le Pr Lüder C. Busch, Lübeck ; gross. x 10 500

16



17



18 Ergastoplasme

Les cellules qui synthétisent et exportent des protéines en grande quantité présentent dans leur cytoplasme des plages fortement basophiles auxquelles on a donné le nom d'**ergastoplasme** (du grec *ergasticos* : celui qui travaille = cytoplasme actif). Sous un microscope optique, ce matériel basophile peut prendre différents aspects. Le plus classique est le matériel, homogène ou strié, que l'on trouve dans la partie basale des cellules glandulaires avec une forte activité sécrétoire (**substance chromophile**,  19) ou encore sous forme d'amas, plus ou moins importants, dans le cytoplasme des neurones ( 20, 250, 251). L'affinité de ces composants cellulaires pour les colorants basiques (par exemple hématoxyline) est due à leur richesse en ribosomes. En microscopie électronique, on peut voir que l'ergastoplasme basophile observé au microscope optique est constitué d'un ensemble étendu de lamelles empilées appartenant au réticulum endoplasmique granulaire (**RE rugueux = RER = rough ER**,  21-25).

Ci-contre une coupe de pancréas exocrine, dont les cellules acineuses présentent une basophilie très nette , tandis que les zones cytoplasmiques supranucléaires ou cytoplasmiques sont claires et finement granuleuses.

- 1 Zones contenant de l'ergastoplasme, basophilie basale
 - 2 Lumière de la partie terminale des acini
 - 3 Vaisseaux sanguins
- Coloration : hématoxyline-éosine ; gross. x 400

19 Ergastoplasme

Cytoplasme basophile (bleu) à la partie basale de cellules glandulaires, on parle de **basophilie basale**  ( 18, 455-457). Cette coloration caractéristique provient de la présence de ribosomes. Le cytoplasme basophile correspond en effet au réticulum endoplasmique granulaire (rugueux, **RER**,  21-25). Les zones supranucléaire et apicale de la cellule ne sont pas colorées car elles ne contiennent pas d'ergastoplasme. Les noyaux ronds en position basale sont colorés en bleu clair. Glande parotide de rat.

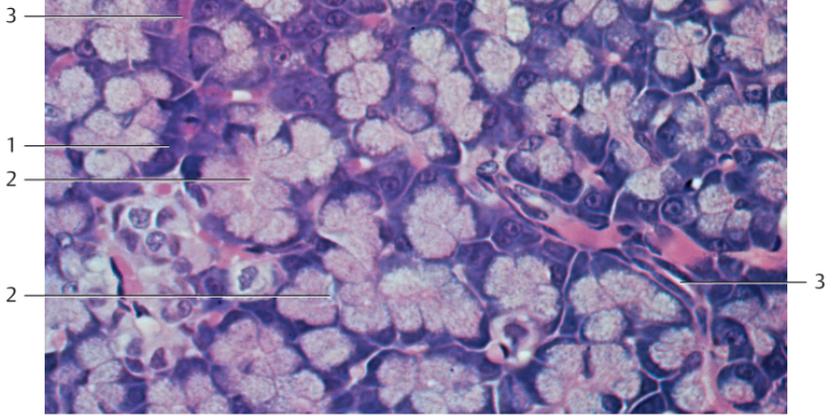
- 1 Zone contenant de l'ergastoplasme, basophilie basale
 - 2 Acini glandulaires
 - 3 Vaisseaux sanguins
- Coloration : bleu de méthylène à pH 3,5, pas de coloration particulière du noyau ; gross. x 400

20 Ergastoplasme, corps de Nissl

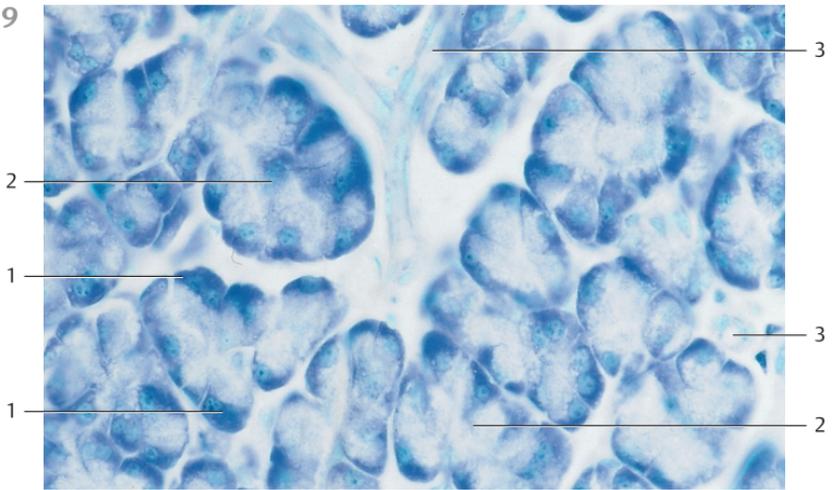
Le cytoplasme des neurones multipolaires de la corne antérieure de la moelle épinière contient des amas de taille variable, denses, qui peuvent être mis en évidence par un colorant basique, le violet de crésyl. Ces amas ont été nommés **corps de Nissl** , du nom de leur découvreur, le neurologue et psychiatre Franz Nissl (Heidelberg). En microscopie électronique, ces corps apparaissent formés de groupe de polyribosomes et de fragments du réticulum endoplasmique granulaire (rugueux) (**ergastoplasme**,  21-25, 250, 251).

- 1 Corps de Nissl
 - 2 Noyau et nucléole
 - 3 Dendrites
 - 4 Noyaux des cellules gliales
- Coloration : violet de crésyl ; gross. x 800

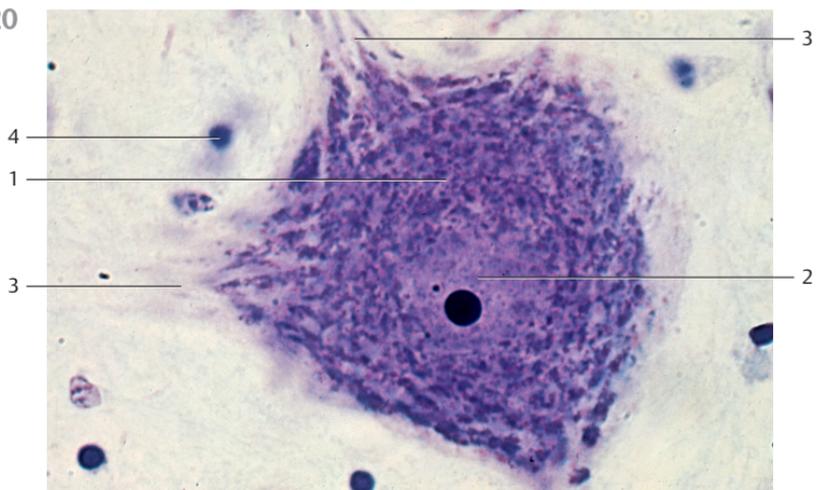
18



19



20



21 Réticulum endoplasmique granulaire (rugueux) REr, ergastoplasme

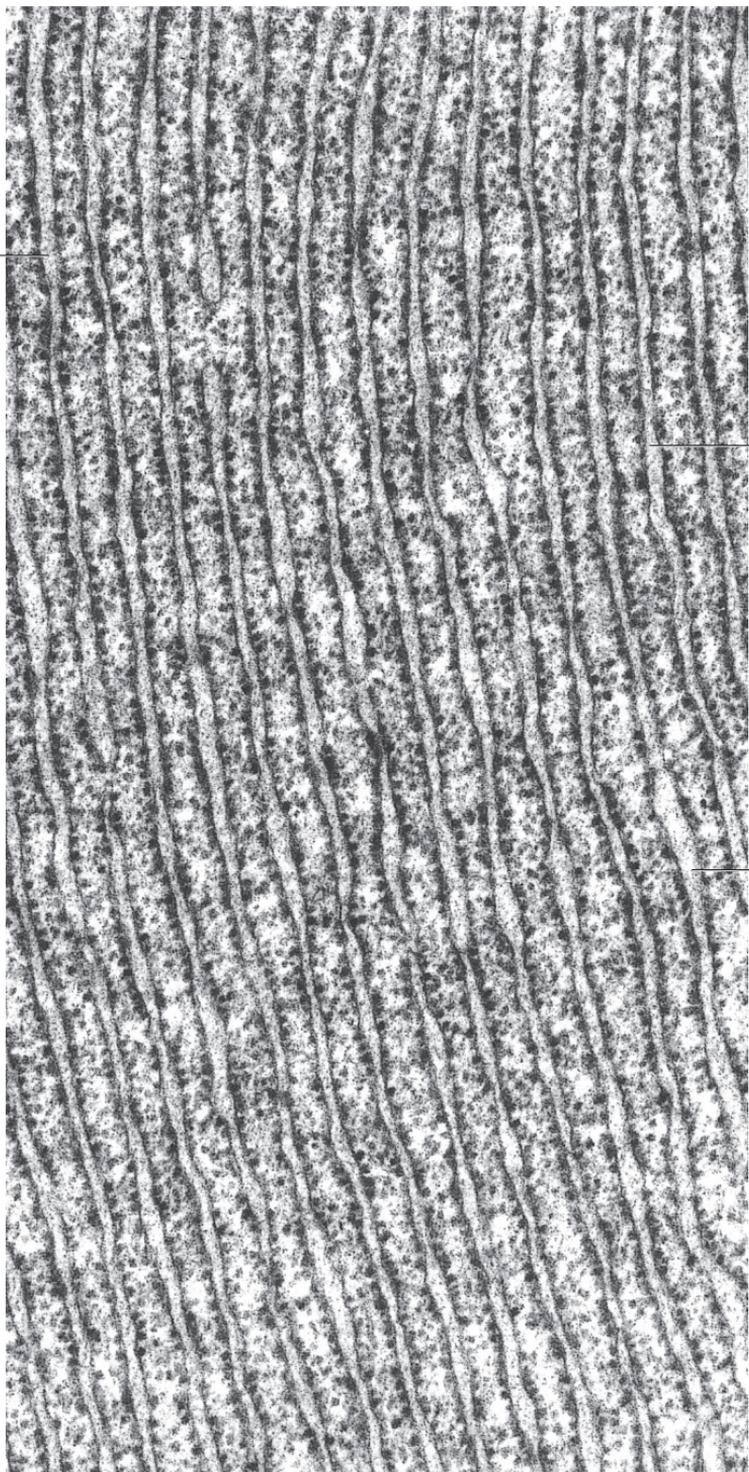
Le **réticulum endoplasmique (RE)** est un système continu de membranes, dont l'épaisseur est d'environ 6 nm et dont l'aspect varie selon la spécialisation et l'activité des cellules (empilement de membranes, canalicules ou citernes). Les doubles membranes du RE sont lisses ou recouvertes sur leur face externe (tournée vers le cytosol) de granulations d'un diamètre d'environ 25 nm, les **ribosomes** (ribosomes liés aux membranes). Ces ribosomes sont formés de l'association complexe de protéines et d'ARN ribosomiaux. On distingue donc deux types de réticulum, la forme granulaire ou rugueuse (**REr, rough ER**) et la forme agranulaire ou lisse (**REL, smooth ER**).

Les formations lamellaires arrangées par paire, aplaties et avec une lumière étroite, sont des structures très caractéristiques du RER. Les membranes appariées de ce réseau spatial sont distantes de 40-70 nm. Au cours des processus de mise en réserve, ces membranes s'écartent l'une de l'autre pour former des cavités plus importantes, les **citernes**, dont la lumière peut atteindre plusieurs centaines de nm. Les protéines de sécrétion, nouvellement synthétisées, seront déversées dans ces citernes. Dans l'image ci-contre, les citernes contiennent des filaments fins . De tels systèmes membranaires dilatés sont surtout présent dans le RER de cellules participant à la synthèse protéique ( 19, 22-25). Les protéines dont la synthèse se déroule au niveau du RER, vont être exportées, déversées à l'extérieur sous forme de sécrétion (principalement hormones ou enzymes de digestion) ou insérées dans les membranes des vésicules intracellulaires (protéines intégrales). Le réticulum endoplasmique lisse ( 26-29) n'a jamais été observé en microscopie optique.

Les citernes du réticulum endoplasmique sont en relation avec les citernes péri-nucléaires ( 11) mais aussi avec l'espace extracellulaire ou les canaux du réticulum endoplasmique lisse ( 26).

La figure ci-contre montre des lamelles du réticulum endoplasmique rugueux, disposées en couche épaisse (**ergastoplasme basophile**), dans une cellule du pancréas exocrine où sont synthétisés les enzymes digestifs.

¹ Citernes du RER
Électromicrographie ; gross. x 60 000



22 Réticulum endoplasmique granulaire (rugueux, RER), ergastoplasme

Le réticulum endoplasmique granulaire (rugueux, **RER**) n'est pas seulement présent sous forme d'empilements de membranes, quasi parallèles, comme ceux dont la section est présentée en  21, mais il est, au contraire, observé sous des formes très différentes et une extension variable, en relation avec les fonctions spécifiques de chaque cellule. Il peut également se produire en permanence une conversion du RE granulaire en RE agranulaire, ou inversement. Dans cette photographie, le **RER** se présente sous forme d'un empilement assez lâche de citernes, sur la membrane desquelles se trouvent des amas de ribosomes formant comme un collier de perles (**ribosomes liés aux membranes**). Entre les citernes du RER se trouve une mitochondrie avec ses crêtes . Des ribosomes libres  et des **polyribosomes**  sont également présents dans le cytoplasme sous forme de rosettes. Cet arrangement des citernes du RE granuleux avec les ribosomes libres voisins correspond à la substance basophile visible sur les coupes colorées en microscopie optique ( 18-20). Coupe d'une cellule hépatique (hépatocyte) de rat.

1 Mitochondrie contenant des granules osmiophiles

2 Polyribosomes

3 Ribosomes libres

Électromicrographie ; gross x 38 000

23 Réticulum endoplasmique granulaire (rugueux, RER), ergastoplasme

Double membranes du **RER (ergastoplasme)**, orientées de façon parallèle et recouvertes de nombreux ribosomes, dont l'orientation s'incurve légèrement à la moitié inférieure de la figure. Les citernes sont dilatées à certains emplacements, et en particulier à leurs extrémités, formant des vacuoles ou des ballonnets. Le contenu du **RER**, c'est-à-dire les protéines synthétisées au niveau des ribosomes, est souvent perdu durant les traitements subis par la préparation, si bien que la lumière du **RER** apparaît vide.

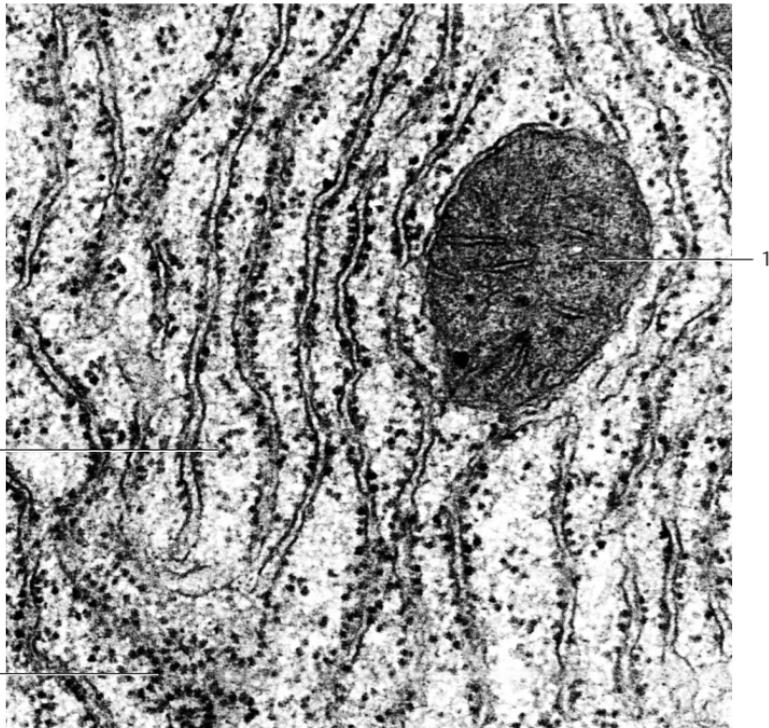
Sur cette coupe d'une cellule exocrine de pancréas de rat, on observe cependant dans les fins canalicules tout comme dans les citernes dilatées, des substances floconneuses ou finement granuleuses qui correspondent à la fraction protéique du suc pancréatique, prêt à être libéré ( 21, 22, 149, 150).

L'ergastoplasme, c'est-à-dire la substance basophile visible au microscope optique ( 18-20, 250, 251), n'est pas exclusivement associé aux membranes occupées par des ribosomes car les ribosomes et les polyribosomes libres présents dans le cytosol ( 22) participent aussi à la basophilie.

1 Citernes dilatées du RER

Électromicrographie ; gross. x 33 500

22



23

