



BIOL 1372
2024-2025
Pharmacie _ Licence 1 _ S2



Cours de Biologie cellulaire

Cytosol, noyau, mitochondrie et péroxyosome

Mercredi, 3 mars 2026

Objectifs

1. **Définir** cytosol, organites, noyau, organites indépendants du SEM.
2. **Représenter l'ultrastructure** du noyau à l'aide d'un schéma annoté.
3. **Décrire** l'ultrastructure d'un organite indépendant du SEM dans une cellule animale à l'aide d'un schéma annoté.
4. **Énoncer** deux fonctions du cytosol
5. **Énoncer** deux fonctions du noyau
6. **Énoncer** une fonction pour chacun des organites indépendants du SEM
7. **Décrire** 2 applications

Plan

1. Généralités
 2. Cytosol
 3. Noyau
 4. Mitochondrie
 5. Peroxysome
 6. Applications
- Conclusion

1. Généralités

1.1. Définitions

Cytosol

Le cytosol ou hyaloplasme est la **fraction liquide du cytoplasme** dépourvue d'**organites**, située entre la membrane plasmique et l'enveloppe nucléaire.

Cytosol = Cytoplasme - Organites

1. Généralités

1.1. Définitions

Organite

Un **organite** est un compartiment spécialisé de la **cellule eucaryote**, délimitée par **au moins une membrane phospholipidique**, qui assurent des **fonctions métaboliques spécifiques** nécessaires à l'homéostasie cellulaire.

1. Généralités

1.1. Définitions

Noyau

Le noyau cellulaire est un **organite** délimité par une **enveloppe nucléaire**, en continuité avec le réticulum endoplasmique. Il contient le **nucléole** et le **génome** organisé en chromatine et est le site exclusif de la **réplication**, de la **réparation** et de la **transcription de l'ADN**.

1. Généralités

1.1. Définitions

Organite indépendant du système endomembranaire

Un **organite indépendant du SEM** est une structure cellulaire délimitée par **au moins une membrane phospholipidique**, qui ne communique pas via des vésicules et dont les **échanges de macromolécules s'effectuent directement à travers le cytosol**.

Organites indépendants du SEM: Mitochondries, Peroxysomes

1. Généralités

1.1. Définitions

Mitochondrie

La mitochondrie est un **organite semi-autonome a double membrane** et dont l'ensemble forme le **chondriome**, assurant l'essentiel de la production de l'énergie cellulaire (ATP) chez les **eucaryotes aérobies**.

1. Généralités

1.1. Définitions

Peroxysome

Le peroxysome est un organite délimité par une seule membrane, **riche en enzymes (oxydases et catalases)**, et impliquée dans le **métabolisme des acides gras et la détoxification cellulaire** par la neutralisation des radicaux libres.

1. Généralités

1.2. Intérêt

❖ **Physiologique**

- Fonctionnement des cellules, des tissus et organes

❖ **Thérapeutique**

- Conception de médicaments, vaccins

❖ **Exploration des cellules**

- Diagnostic et recherche

❖ **Pathologique**

- Désorganisation => maladies

1. Généralités

1.3. Rappels

❖ Historique

- **1833** : **Robert Brown** ; Identification du **noyau**
- **1890** : **Altmann** découvre les granulations et les filaments ; 1^{er} nom « **bioblastes** » → **1902** : **Benda**; **mitochondrie**
- **1954** : **Rhodin** découvre les « **microcorps** » → **1967**; **De Duve**; **peroxysome**
- **1974**: **Claude, De Duve et Palade**; Structure et fonction des organites

1. Généralités

1.3. Rappels

❖ Autres notions

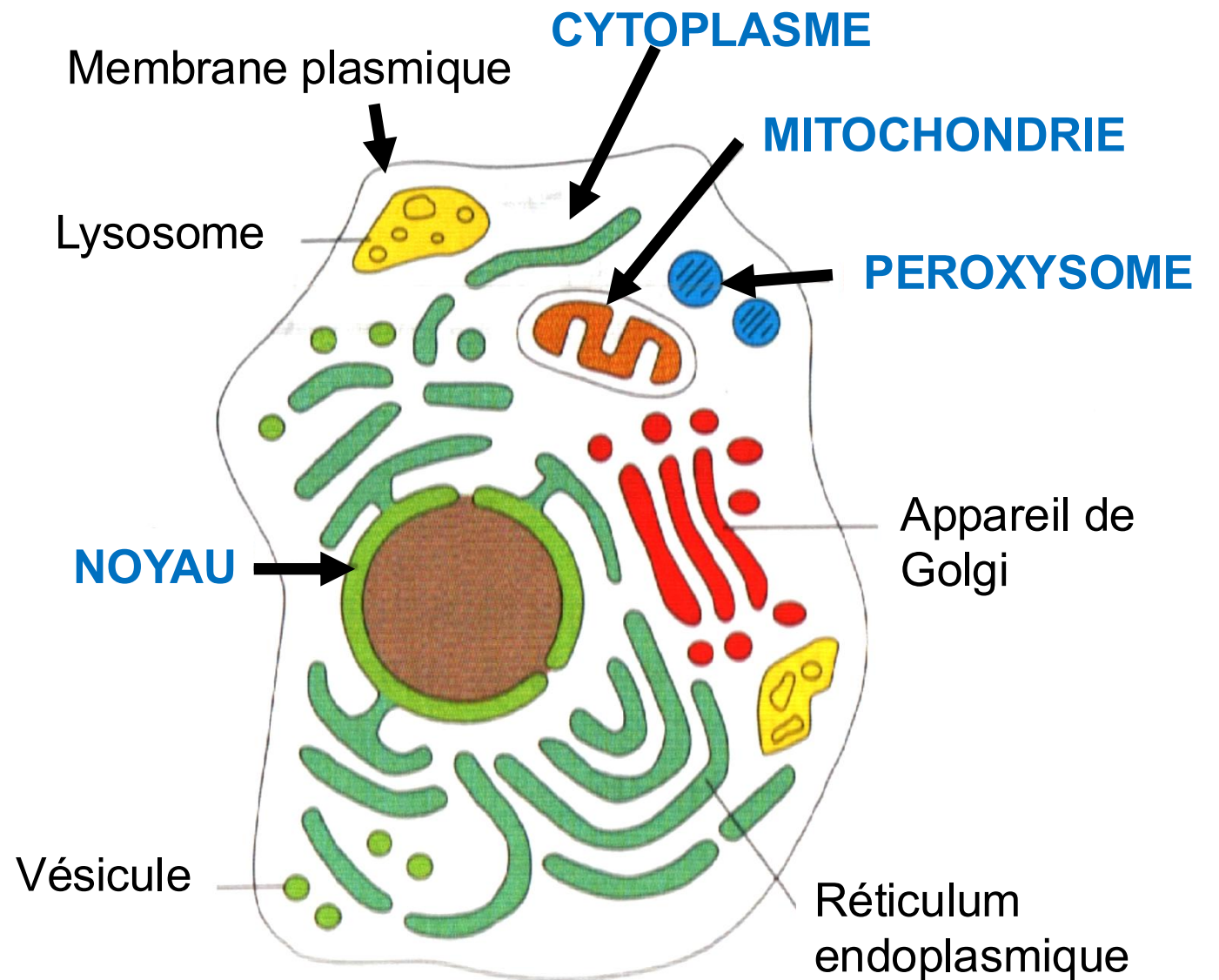


Figure 1. **Schéma d'une cellule eucaryote**
(L'essentiel de biologie cellulaire, 3^e édition, Lavoisier)

1. Généralités

1.4. Techniques d'étude

❖ Techniques de visualisation

❖ Caractérisation des constituants moléculaires

- Lyse de la membrane plasmique
- Techniques de fractionnement cellulaire => Isolation des organites
- Techniques moléculaires et biochimiques => composantes moléculaires, activités, fonctions

2. Cytosol

2.1. Caractéristiques Physico-Chimiques

- ❖ **Phase aqueuse** dont les propriétés varient selon les **besoins métaboliques de la cellule**
 - **Volume cellulaire**: ~ **54%** du volume cellulaire total
 - **Nature, stabilité, plasticité fonctionnelle** sont **dynamiques**
 - Deux états physiques:
 - **état gel** : consistance plus visqueuse et semi-solide
 - **état sol**: consistance plus fluide et liquide

2. Cytosol

2.2. Composition biochimique

- ❖ **Composition est finement régulée pour permettre les activités métaboliques cellulaires**
- ❖ **Equilibre Ions :**
 - Riches en K^+ ;
 - Pauvres en Na^+ et Cl^- ;
 - Quasi-absence en Ca^{2+} libre; séquestrés ou pompés vers l'extérieur pour servir de signal intracellulaire

2. Cytosol

2.2. Composition biochimique

- ❖ **Acides nucléiques** : ARNm, ARNt nécessaires à la synthèse protéique
- ❖ **Protéines**
 - Protéines et complexes protéiques cytosoliques (enzyme, éléments du cytosquelette)
 - Protéines en transit: Protéines nouvellement synthétisées se dirigeant vers leurs organites de destination
- ❖ **Molécules organiques** : Divers précurseurs et nutriments, Acides aminés, Glucides, Nucléotides, Lipides, Métabolites intermédiaires

2. Cytosol

2.3. Fonctions

- ❖ Milieu réactionnel important et fondamental
- ❖ Traduction
- ❖ Dégradation des protéines

2. Cytosol

2.3. Fonctions

❖ Milieu réactionnel important et fondamental

- Siège de nombreuses voies métaboliques essentielles à la survie de la cellule
- Déroulement de réactions biochimiques majeures telles que la glycolyse (dégradation du glucose en pyruvate pour produire de l'énergie)
- milieu de transit et de des précurseurs métaboliques (acides aminés, nucléotides, glucose)

2. Cytosol

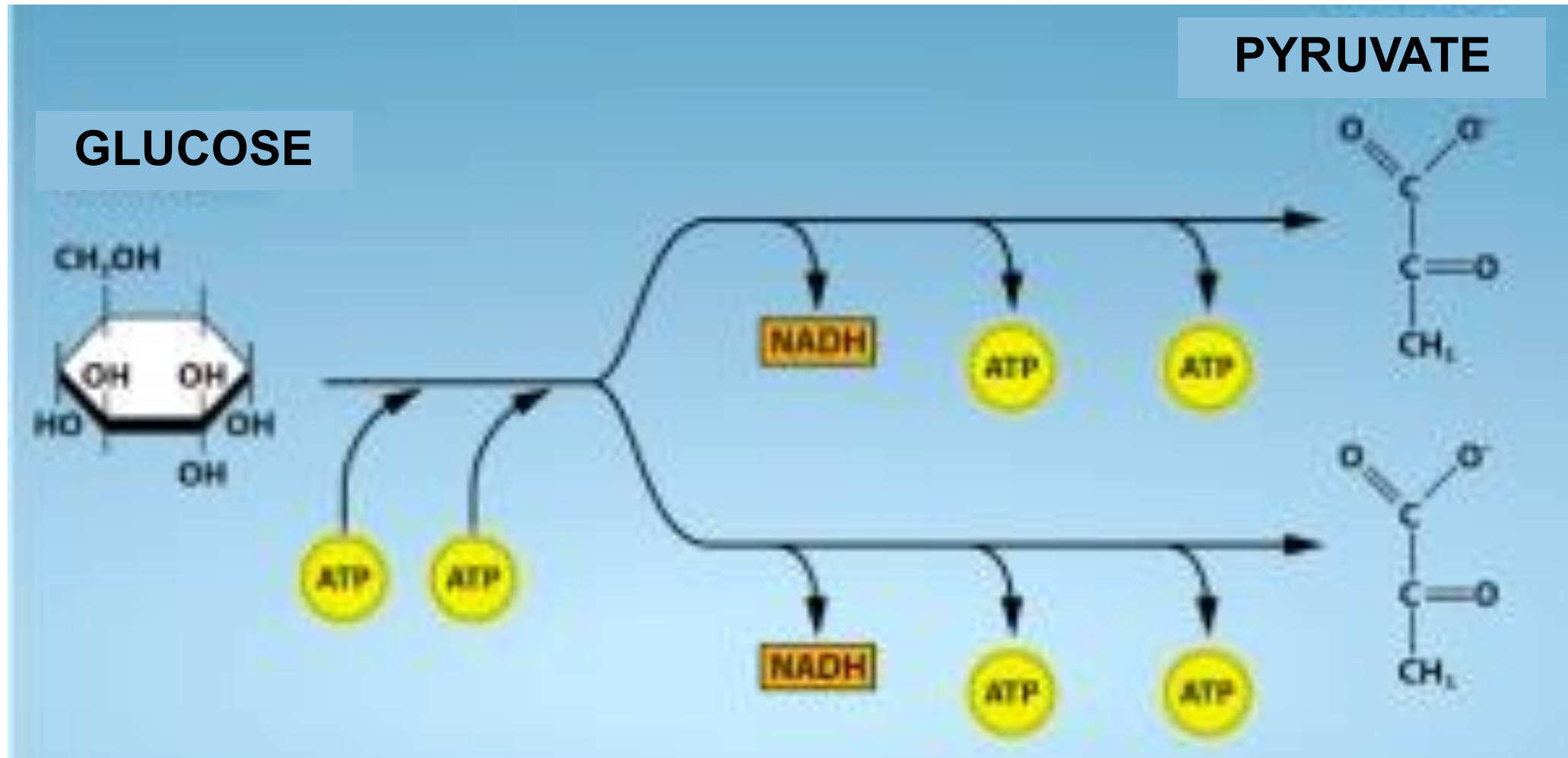


Figure 2. **La glycolyse**

(Rao, A. and Ryan, K. Department of Biology, Texas A&M University)

2. CYTOSOL

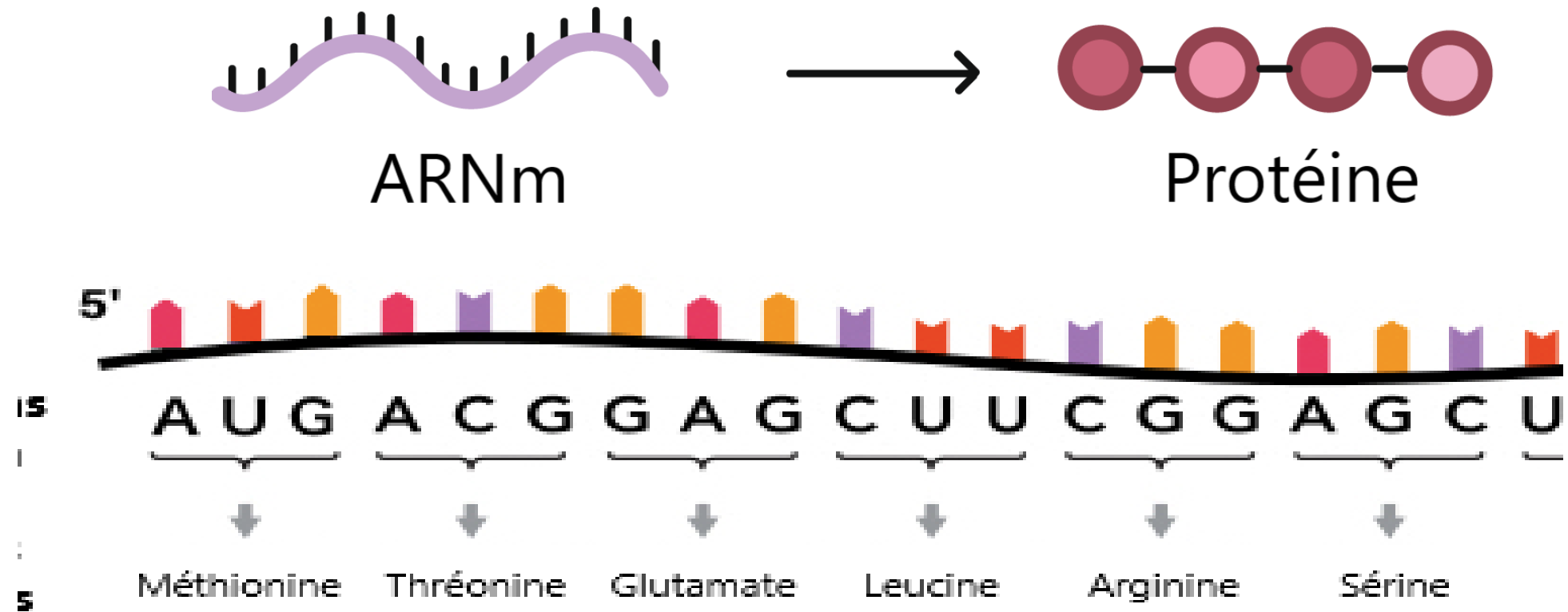


Figure 3. La traduction
([Khan Academy](#))

2. Cytosol

2.2. Fonctions

❖ Dégradation des protéines

- Protéines endommagées (mauvaise configuration, provenant du REG; altération chimique)
- Protéines dont la cellule n'a plus besoin
- Dégradation assurée par le **protéasome** (complexe protéique)

2. Cytosol

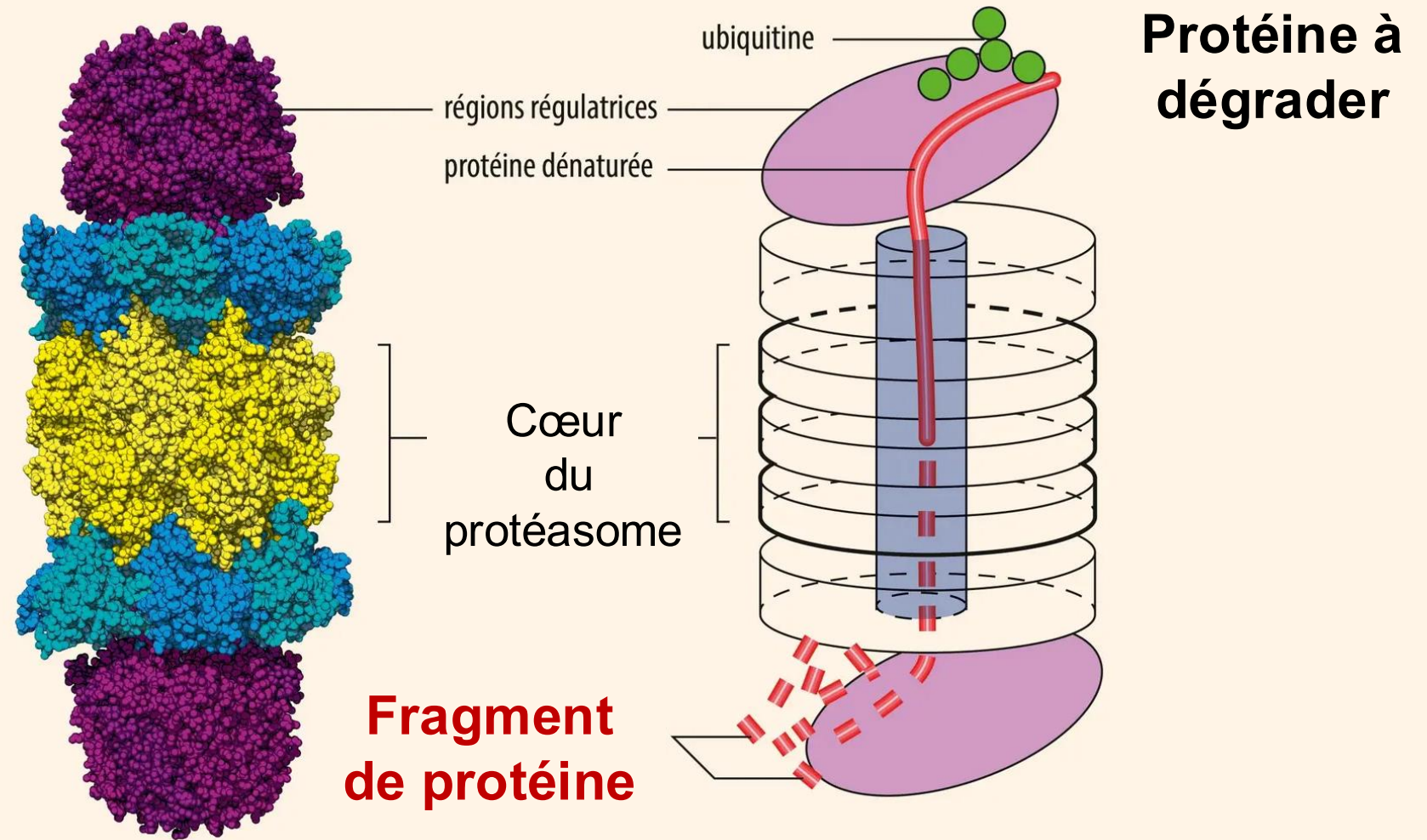


Figure 4. Structure d'un protéasome

3. Noyau

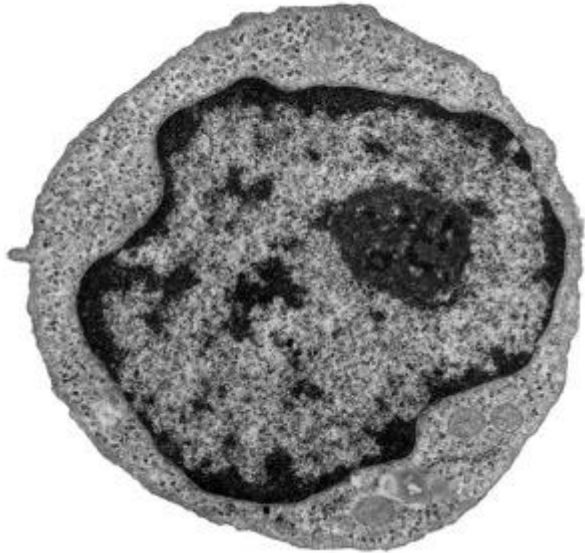
3.1. Organisation générale

Noyau n'est pas une structure figée ; ses caractéristiques varient selon le type cellulaire et son état physiologique:

- Variation de nombre: 1 noyau; **cellules anucléées; cellules polynucléées**
- **Variation de position:** centrale, périphérique, basale
- **Variation de forme:** sphérique, ovoïde, discoïde, lobulée
- **Variation de volume:** Rapport Nucléo-Cytoplasmique (RNC)

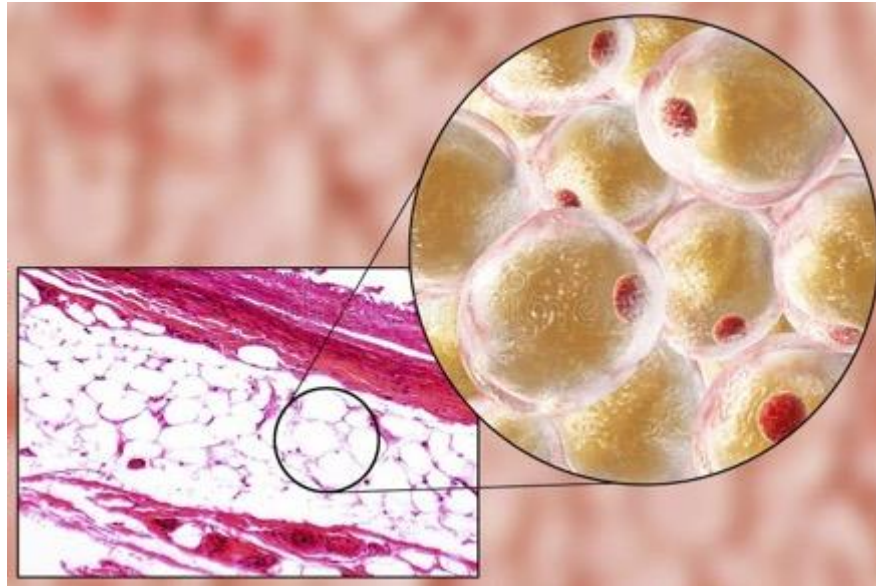
3. Noyau

Lymphocyte T



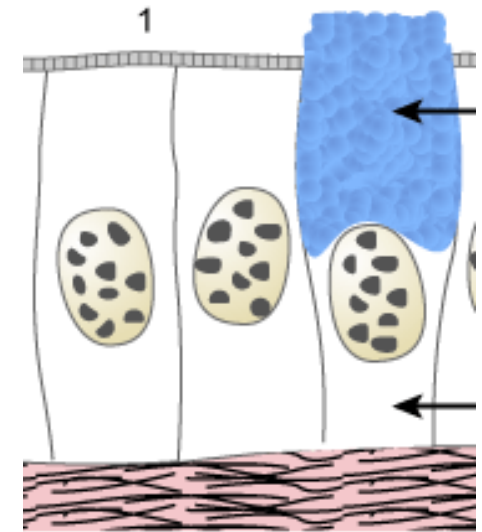
Noyau central

Adipocytes



Noyau périphérique

**cellules épithéliales
sécrétrices**



Noyau Basal

Figure 5. Variation de position du noyau selon le type cellulaire

3. Noyau

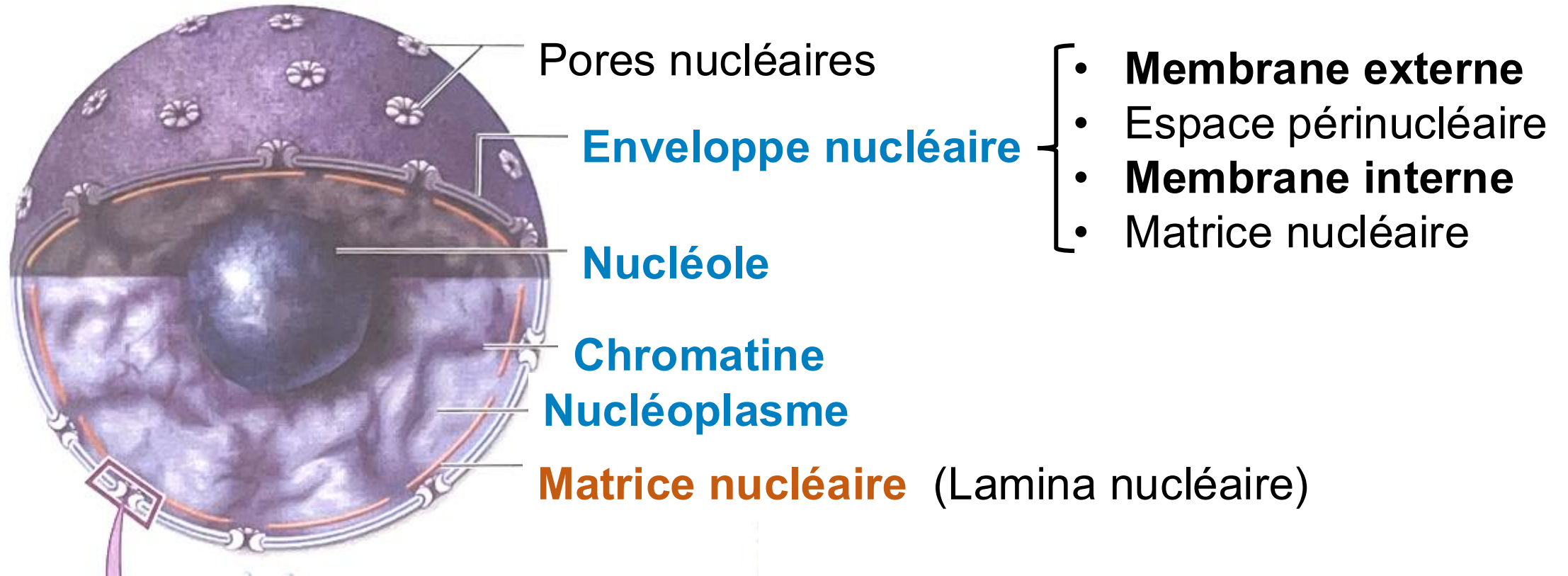


Figure 6. **Ultrastructure du noyau interphasique**
(Biologie, 6e édition, DeBoeck)

3. Noyau

3.2. Composition biochimique

❖ Enveloppe nucléaire

- **Deux membranes phospholipidiques** (membrane interne et membrane externe spécialisée du RE)
- **Pores nucléaires** (NPC; **complexes protéiques transmembranaires**; trentaine de protéines différentes)
- **Lamina nucléaire**
 - réseau de **filaments intermédiaires (cytosquelette)** accolé à la face interne de la membrane interne (= lamina)

3. Noyau

3.2. Composition biochimique

❖ Nucléoplasme (milieu de vie du noyau)

- Eau (70-90%), ions, nucléotides, sucres simple (mono- et disaccharides)
- Machinerie enzymatique
- Ribosomes en formation
- Chromatine (matériel génétique): ADN + Histones; Hétérochromatine et Euchromatine

3. Noyau

3.2. Composition biochimique

❖ Nucléole (Usine à ribosomes)

- N'est pas limité par une membrane
- Région dense du noyau dédiée à la genèse des ribosomes.
- ARN ribosomiques (ARNr), protéines ribosomiques
- Particulièrement bien visible au microscope optique dans les cellules ayant une forte activité de synthèse protéique

3. Noyau

3.3. Fonctions

- ❖ **Réparation de l'ADN**
- ❖ **Maturation de l'ARN** : Épissage, coiffage et polyadénylation du pré-ARNm.
- ❖ **Biogenèse des ribosomes** : Rôle du nucléole dans l'assemblage des ribosomes.
- ❖ **Transport nucléaire et régulation de l'expression génique** :
 - Pore nucléaire régulant le mouvement des molécules entre le noyau et le cytoplasme.
 - Les composants nucléaires contrôlent les gènes activés et leur moment d'activation.
- ❖ **Contrôle du cycle cellulaire** : Surveillance et régulation du cycle cellulaire

3. Noyau

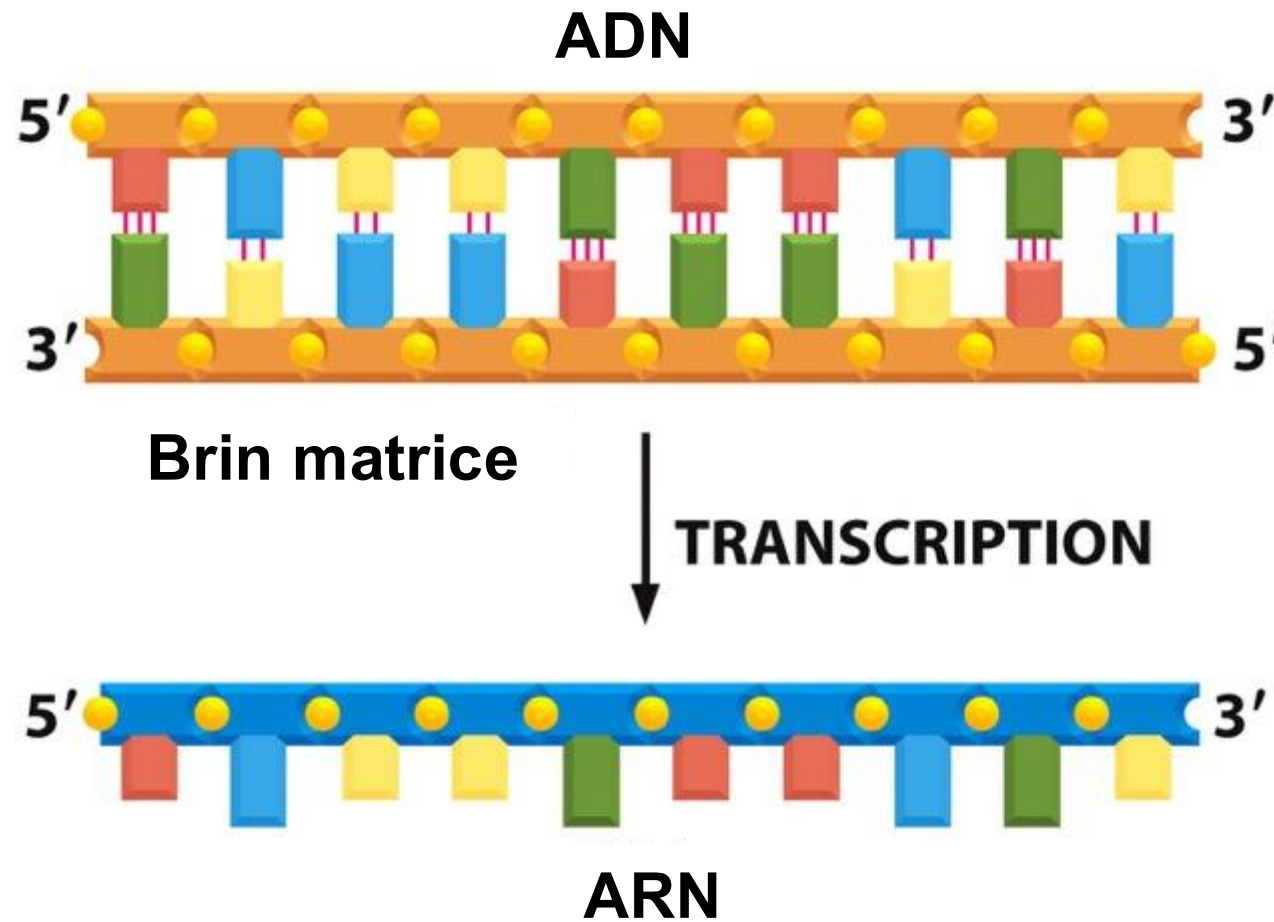


Figure 7. **Transcription de l'ADN en une molécule d'ARN simple brin**
(Molecular Biology of the Cell, Garland Science 2008)

3. Noyau

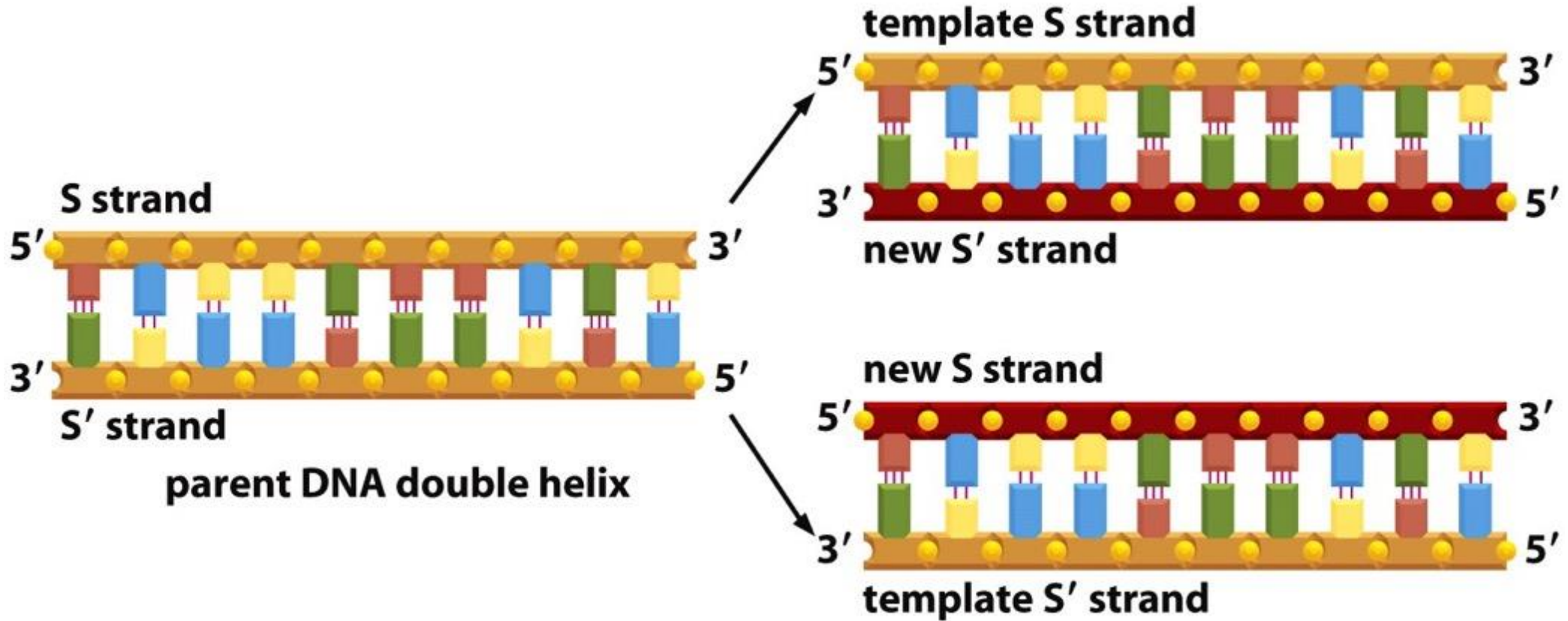


Figure 8. **Réplication de l'ADN**
(Molecular Biology of the Cell, Garland Science 2008)

4. Mitochondries

4.1. Organisation générale

❖ **Forme**: sphérique; filamenteuse; fonction du type cellulaire

Ex. Cellule embryonnaire (sphérique) vs. Fibroblaste (filamenteuse)

❖ **Taille** : diamètre 0,5-1 μm sur 1-10 μm

❖ **Nombre et distribution**: fonction du type cellulaire

❖ **Capable de mouvement** (déplacement, modification de forme et de taille)

4. Mitochondries

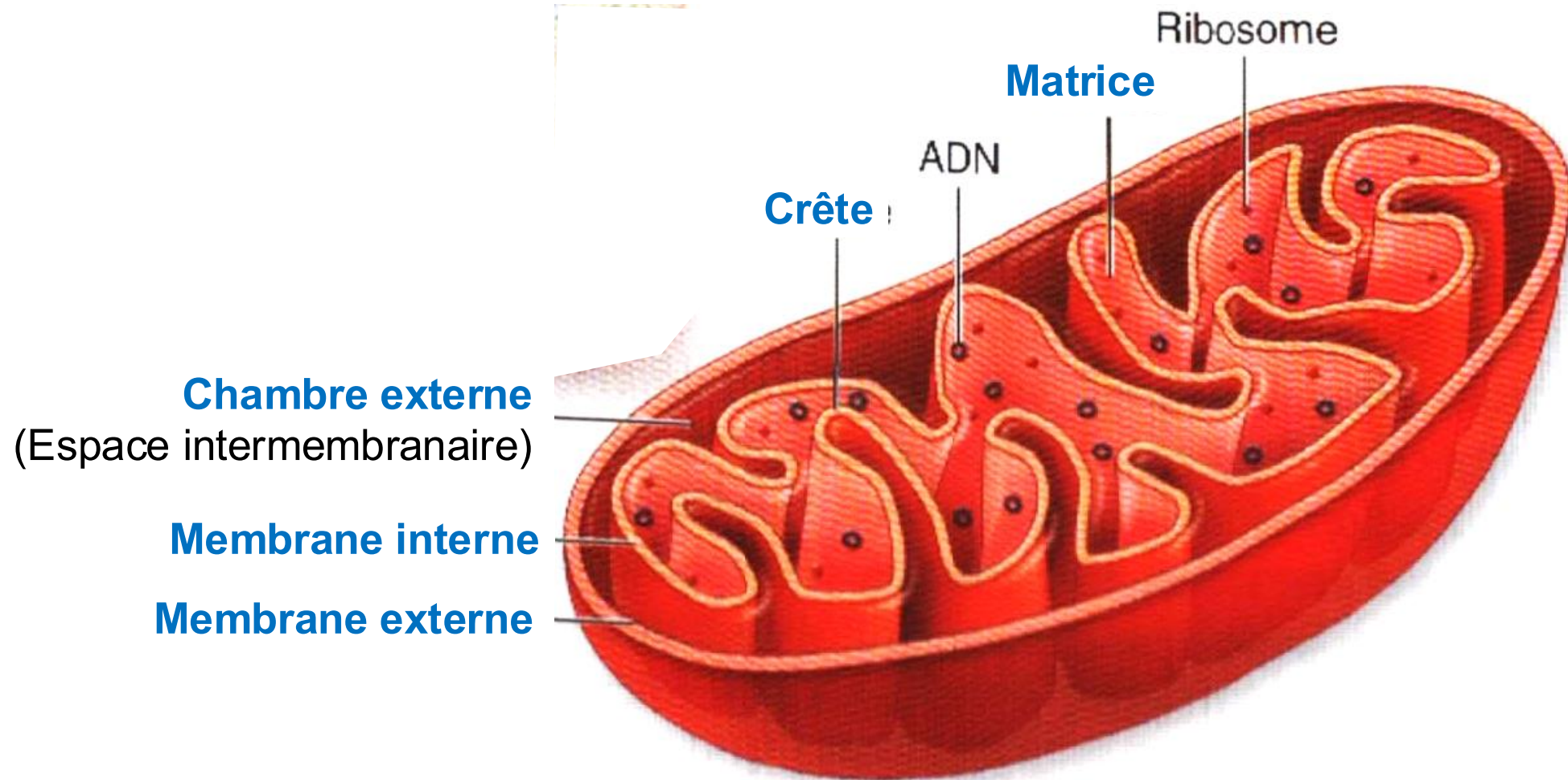


Figure 9. **Ultrastructure d'une mitochondrie**
(Biologie moléculaire et cellulaire de Karp, 4e édition, DeBoeck)

4. Mitochondries

4.2. Composition biochimique

	MEMBRANE EXTERNE	MEMBRANE INTERNE
LIPIDES	<ul style="list-style-type: none">• 40- 50%• Phospholipides	<ul style="list-style-type: none">• 20%• cardiolipines
PROTEINES	<ul style="list-style-type: none">• 50-60%• Porines, protéines Bcl-2, TOM (translocase de la membrane externe), Acyl CoA synthétase, MAP, mitofusines	<ul style="list-style-type: none">• 80%• Complexes de la chaine respiratoire, ATP synthase, TIM• Cytochrome P450• Pores (antiports & symports)

4. Mitochondries

4.2. Composition biochimique

CHAMBRE EXTERNE (Espace intermembranaire)	MATRICE = CHAMBRE INTERNE
<ul style="list-style-type: none">• Protons H⁺• Molécules < 10 kDa• Facteurs apoptotiques (cytochrome c, procaspases)	<ul style="list-style-type: none">• Enzymes cycle de Krebs et hélice de Lynen (β-oxydation)• ADNmt, mitoribosomes, ARN

4. Mitochondries

4.3. Fonctions

- ❖ **Respiration cellulaire**
- ❖ **Régulation de l'apoptose** (mort cellulaire programmée)
- ❖ **Synthèse** : hormone stéroïdiennes, précurseurs des acides aminés
- ❖ **Concentration de substances** (colorants, ferritine)
- ❖ **Thermogenèse**

4. Mitochondries

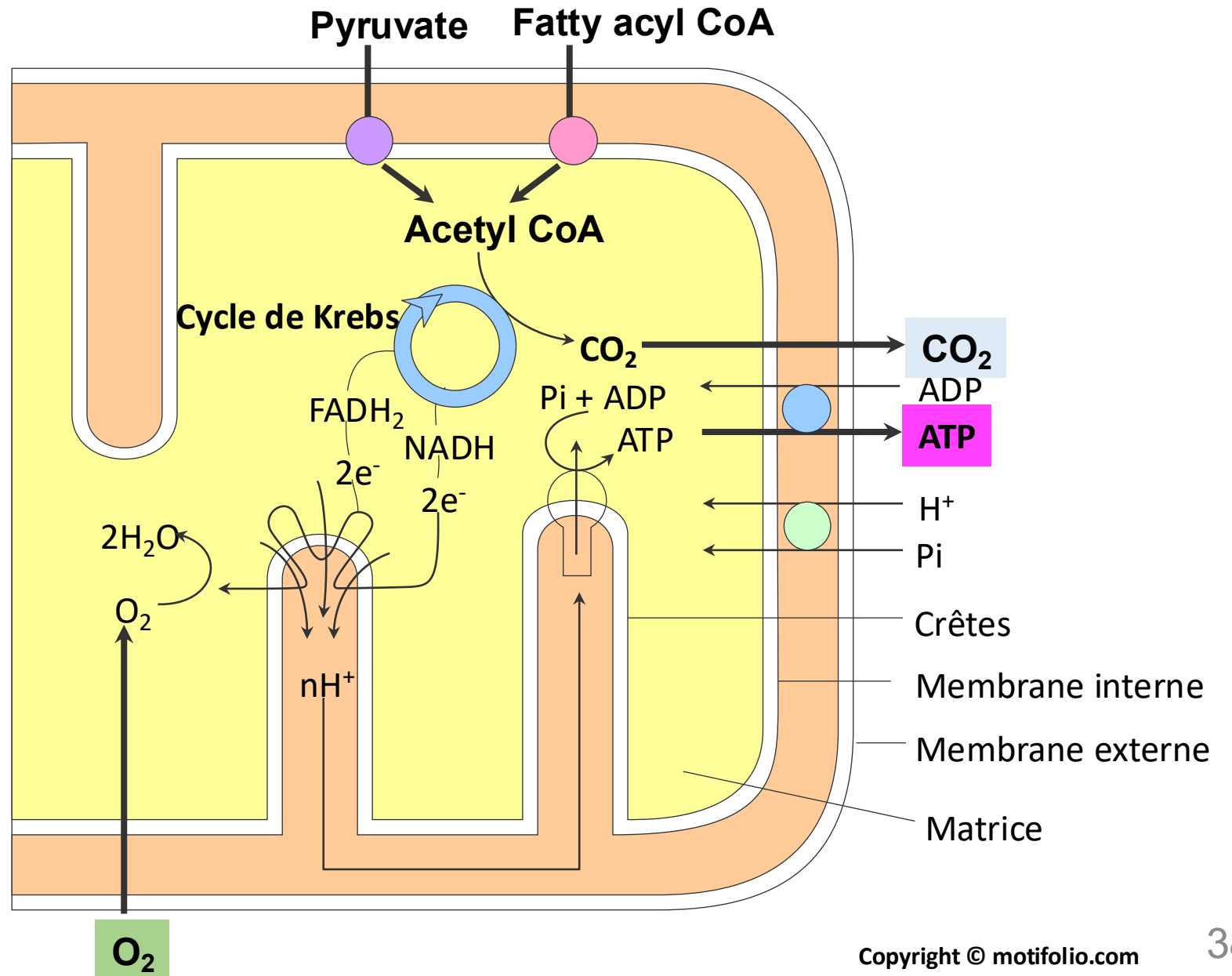
4.3. Fonctions

❖ Respiration cellulaire

- Processus créateur d'ATP au cours duquel l'oxygène accepte les électrons d'un donneur issu du **catabolisme** d'un composé organique
- **Source d'énergie:**
 - Dégradation du **Pyruvate** par le **cycle de Krebs**
 - Oxydation des **acides gras** par la **β -oxydation (Hélice de Lynen)**
 - **Autres acteurs:** Complexes de la chaîne respiratoire, ATP synthase

4. Mitochondries

Figure 10. La respiration (motifolio.com)



5. Peroxysomes

5.1. Organisation générale

- ❖ **Nombre**: dépend du type de cellule; absent dans les hématies et réticulocytes
- ❖ **Ultrastructure**
 - Ovoïde ou en réseau canaliculaire, diamètre variable (0,15 – 1,7 μm)
 - Une **membrane** phospholipidique
 - **Matrice peroxysomale**
 - **Cristalloïde**

5. Peroxysomes

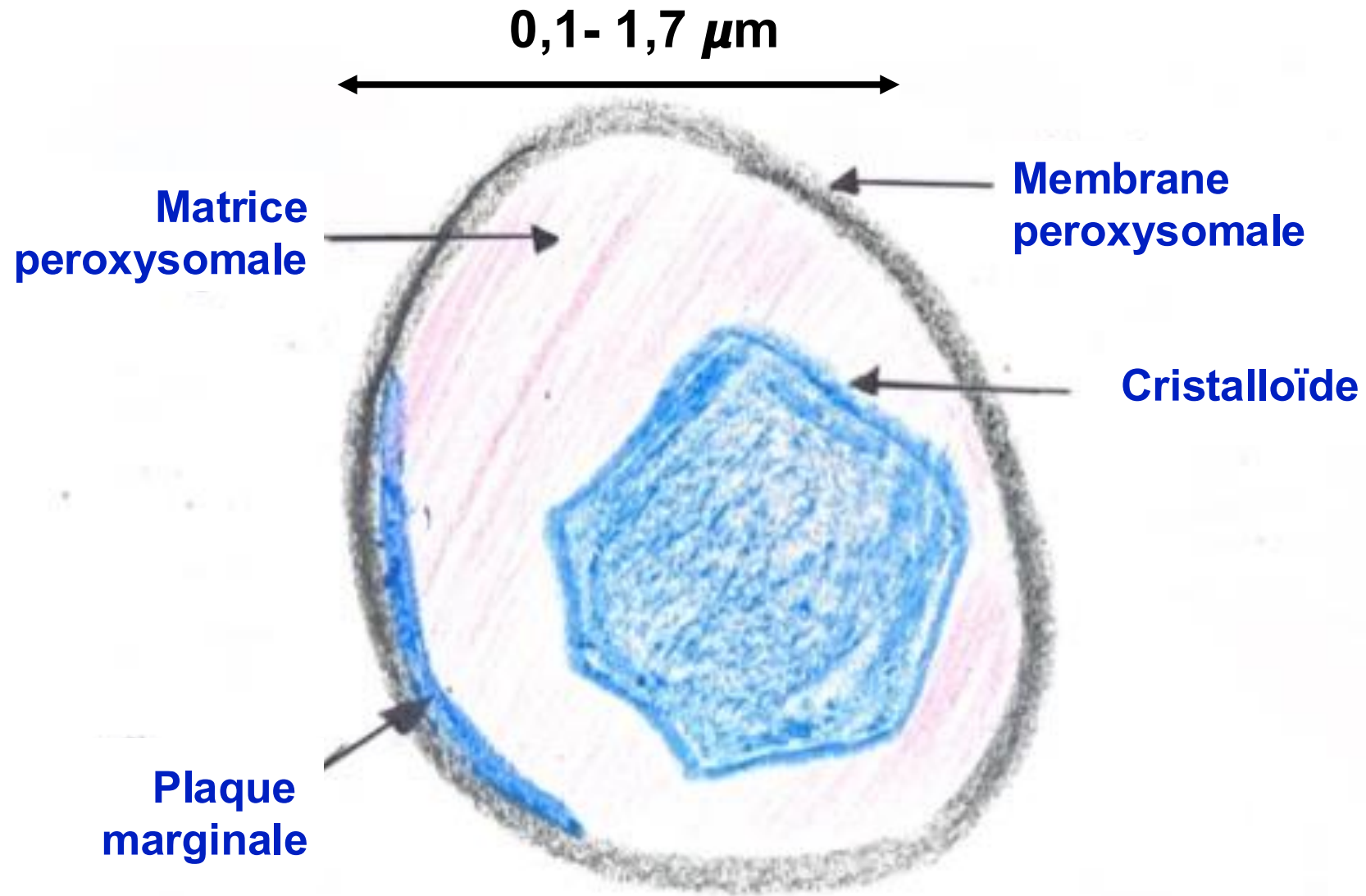


Figure 11. Schéma simplifié d'un peroxysome

5. Peroxysomes

5.2. Composition biochimique

	Membrane peroxysomale	Matrice peroxysomale
LIPIDES	<ul style="list-style-type: none">• Phospholipides	
PROTEINES	<ul style="list-style-type: none">• Protéines membranaires:<ul style="list-style-type: none">➤ Peroxines➤ Transporteurs ABC➤ Enzymes membranaires➤ Chaîne de transporteur d'électrons	<ul style="list-style-type: none">• 50^e enzymes peroxysomales => variétés des peroxysomes• enzymes communes<ul style="list-style-type: none">➤ Peroxydase catalase (= marqueur)➤ Uricase (présent dans le cristoalloïdes)

5. Peroxysomes

5.3. Fonctions

- ❖ **Oxydation des acides gras** (longue chaîne carbonée et à chaîne ramifiée)
- ❖ **Détoxification** (neutralisation des radicaux libres)
- ❖ **Métabolisme des acides aminés**

5. Peroxysomes

5.3. Fonctions

❖ Oxydation des acides gras

- **Beta oxydation des acides gras**
 - Acide gras à longue chaîne carbonée
- **Alpha oxydation des acides gras**
 - Acide gras à chaîne ramifiée

5. Organites indépendants du SEM

5.2. Peroxysomes

❖ Fonctions

- Oxydation des acides gras

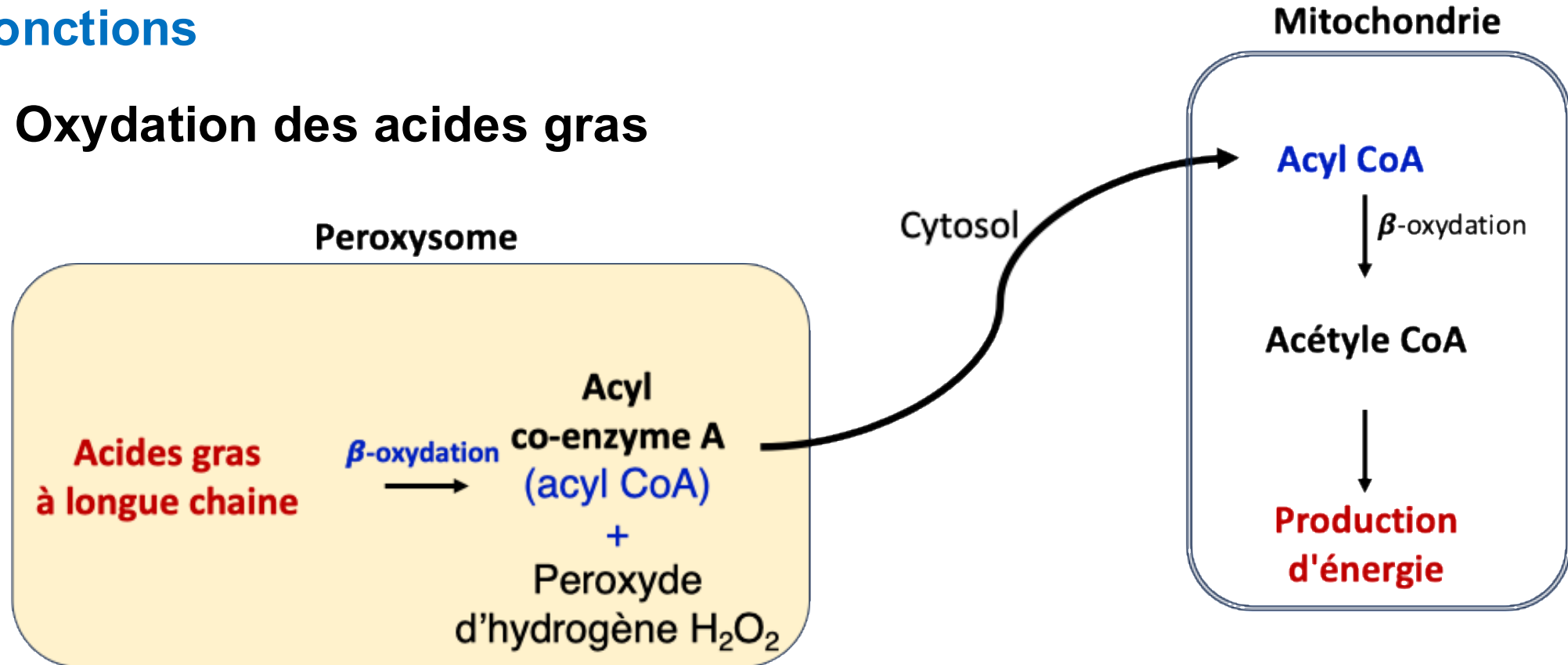


Figure 12. Oxydation des acides gras à longues chaînes au sein du peroxysomes

5. Organites indépendants du SEM

5.2. Peroxysomes

❖ Fonctions

- **Détoxification**

- **Peroxydase catalase** : destruction du peroxyde d'hydrogène (toxique) en H₂O
- **Peroxydase catalase** permet la détoxification de l'alcool éthylique (=> acétaldéhyde) et du méthanol (Aldéhyde formique)

6. Applications

6.1. Physiologiques

❖ Mitochondrie et mort cellulaire programmée

- homéostasie tissulaire et élimination de cellules indésirables, cellules infectées par des virus, cellules en excès
- Activation de la voie des mitochondries (libération facteurs apoptotiques => destruction des cellules sans induction d'inflammatoire

6. Applications

6.2. Exploration

❖ Identification des cellules sanguines



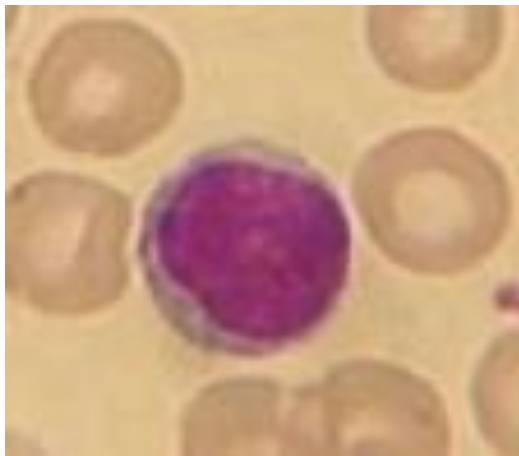
Figure 13. **Caractéristiques morphologiques des polynucléaires**
(Biologie, 6e édition, DeBoeck)

6. Applications

6.2. Exploration

❖ Identification des cellules sanguines

LYMPHOCYTE



MONOCYTE



PNN

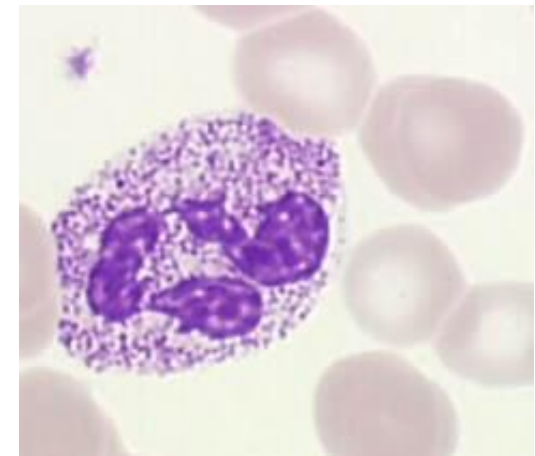


Figure 14. **Cellules sanguines**

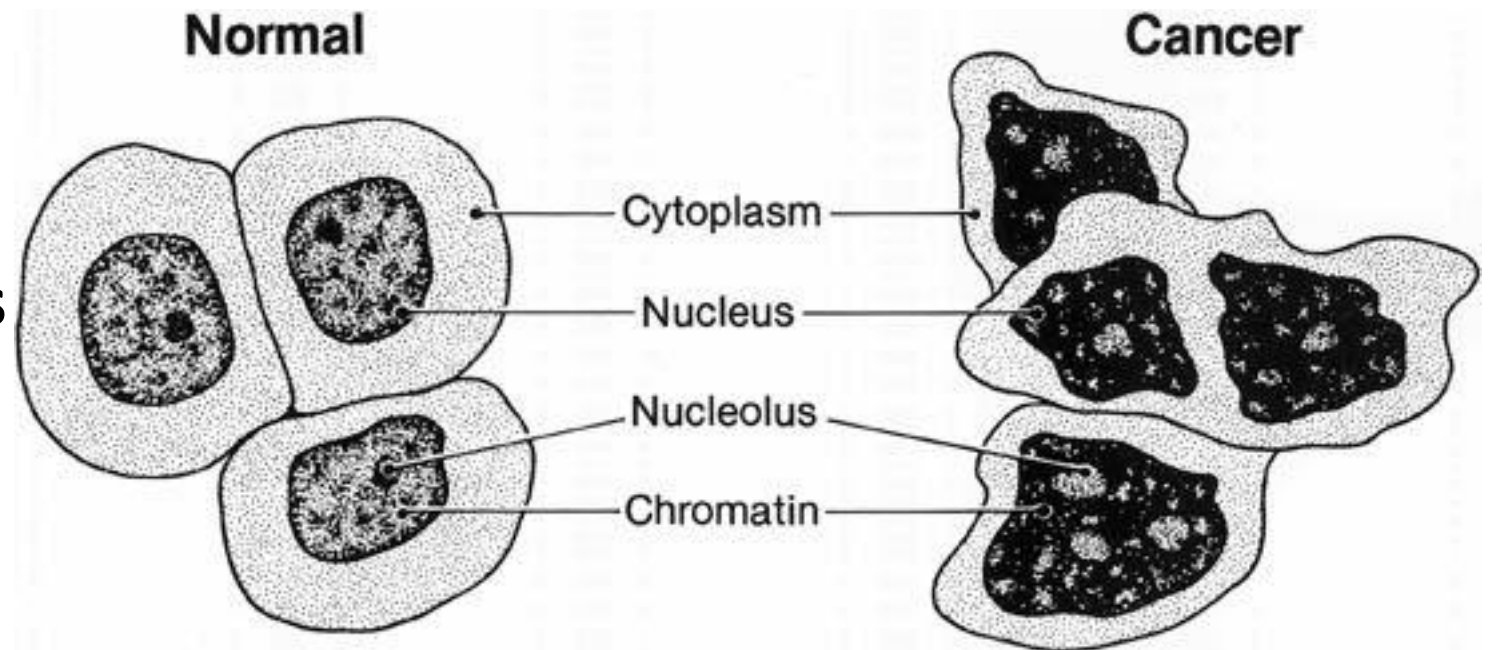
6. Applications

6.2. Exploration

❖ Détection cancer

Noyau de cellule cancéreuse : souvent élargi, irrégulier, distribution de la chromatine altérée, nombre accru de chromosomes.

Figure 15. **Caractéristiques nucléaires des cellules normales et des cellules cancéreuses**



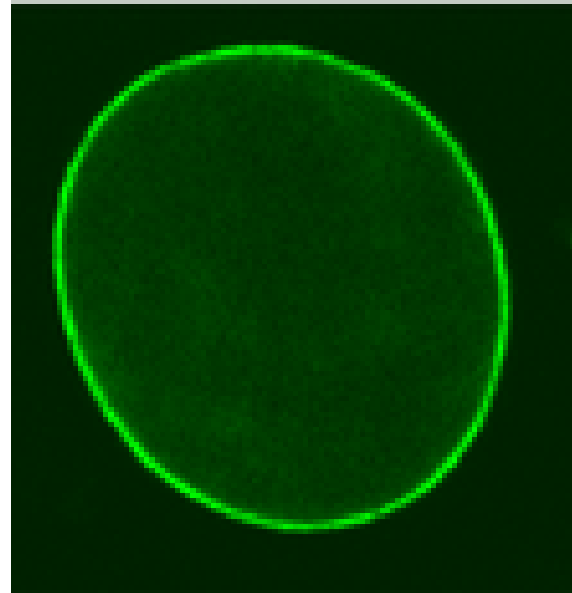
6. Applications

6.3. Pathologique

❖ Maladies liées aux anomalies du noyau



Noyau d'une cellule normale



Noyau d'une cellule d'un patient progeria

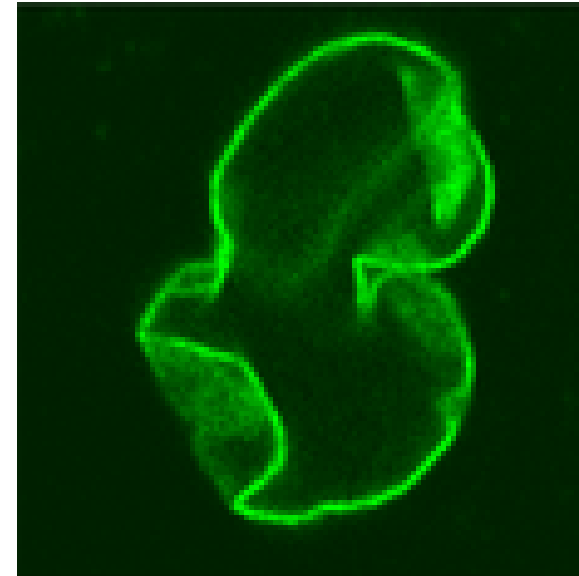


Figure 14. Le progéria et défaut de la lamina nucléaire

6. Applications

6.3. Pathologique

❖ Maladies d'origines mitochondriales

- **Causes:** mutations génétiques (ADNmt , ADN nucléaire) ou mauvais fonctionnement en rapport avec des modifications de leur environnement
- **Caractéristiques:**
 - Grande variabilité phénotypique des mutations de l'ADNmt
 - Baisse de production d'énergie => altérations tissulaires graves
 - Ex de pathologie: Ataxie de Friedreich, maladies neurodégénératives (maladie de Huntington, maladie de Kennedy)

CONCLUSION

Le cytosol et les organites cellulaires de part leurs compositions et spécificités assurent le bon fonctionnement de la cellule.

Le dysfonctionnement d'un des compartiments cellulaires peut causer des maladies.