Ribosomes

Historique

Les ribosomes ont été observés pour la première fois en 1938 par le biologiste belge Albert Claude. En étudiant le virus du sarcome de Rous, il détecte sous son microscope, en plus des virus, de petites particules présentes dans différents tissus : il les nomme microsomes.

Près de 20 ans plus tard, grâce à des micrographies électroniques, le biologiste américain George Palade obtient une image plus claire de ces particules dont il estime la taille à environ 20 nanomètres.

À la même époque, le biologiste américain Paul Zamecnik et ses collègues utilisent des acides aminés radioactifs, et montrent que les microsomes fabriquent des protéines.

Leur composition riche en acide ribonucléique (ARN) est établie en 1958 et conduit le biochimiste américain Richard Roberts à les nommer **ribosomes.**

Définition

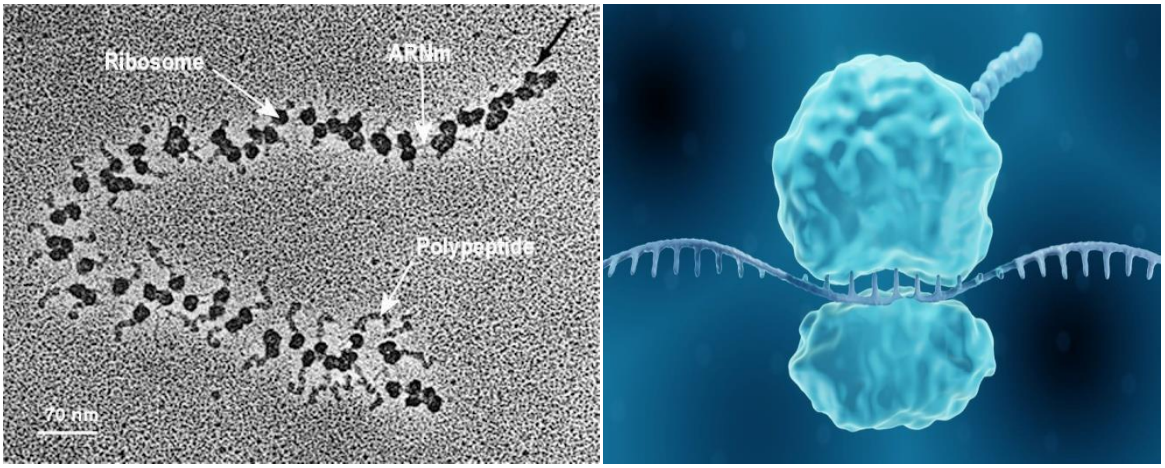
- Les ribosomes sont des petits organites cytoplasmiques présents dans toutes les cellules.
- Ce sont des complexes ribonucléoprotéïques.
- Les ribosomes sont situés dans le cytosol des procaryotes et des eucaryotes, à l'exception des hématies, des spermatozoïdes et des kératinocytes des couches superficielles de l'épiderme.
- Les mitochondries et les chloroplastes en renferment dans leur matrice.

Structure

Mise en évidence

Petite particule cytoplasmique, dense aux électrons, de 100 à 400 Å, Lorsqu'une zone du cytoplasme est riche en ribosomes, elle est fortement colorée en microscopie optique par les colorants basiques.

En microscopie électronique à transmission, la mise en évidence se fait par des techniques de coloration positive et négative



Ribosome

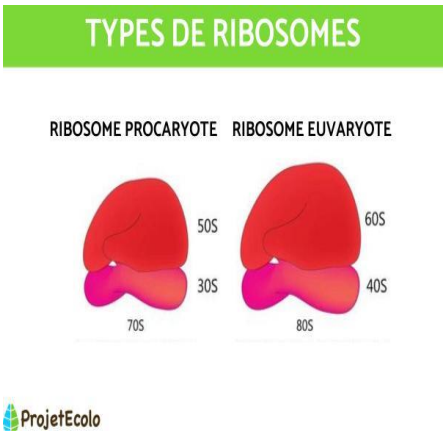
Caractères

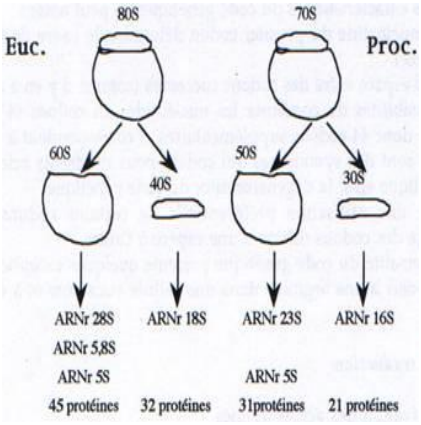
- Le nombre : varie en fonction du type cellulaire, augmente dans les cellules élaboratrices de protéines ex: 10^9 au niveau de l'hépatocyte. Présents dans toutes les cellules excepté les spermatozoïdes et les hématies.

Il en existe plus de 15 000 dans une bactérie, où ils représentent jusqu'à 25 % de la masse cellulaire.

- La Forme : en coupe longitudinale légèrement elliptique.

- Les ribosomes sont caractérisés par leur coefficient de sédimentation.
- Les ribosomes des procaryotes ont un coefficient de sédimentation de 70 S (70 S = $2{,}65 \times 10^6$ daltons)
- ceux des eucaryotes ont un coefficient de sédimentation de 80 S .
- 60S pour la grande sous unité des eucaryotes, et 50S (50 S = $1{,}5 \times 10^6$ Da) pour celle des procaryotes.
- 40S pour la petite sous unité des eucaryotes, et 30S (30 S = $0{,}9 \times 10^6$ Da) pour celle des procaryotes.
- Les 2 sous unités différent par leur taille, leur densité, leur coefficient de sédimentation et la nature de leurs constituants.
- La lettre S signifie unité Svedberg.
- Les unités Svedberg ne sont pas additives.
- L'addition de deux sous unités ne donne pas la valeur du ribosome entier.





- **Dimensions**

- Chez les procaryotes, la longueur du ribosome est de 29nm sur 21nm de largeur.
- chez les eucaryotes, la longueur est de 32nm sur 22nm de largeur.

- **Localisation**

- Présents dans toutes les cellules eucaryotes et procaryotes se trouvent dans le cytoplasme:

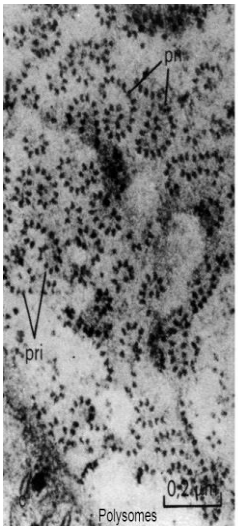
  Soit Libres : l'association des ribosomes en chapelets de 5 à 20 ribosome a reçu le nom de **polysome**.

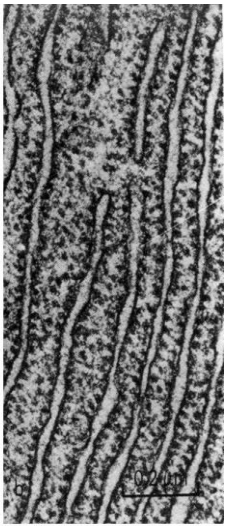
  Libres dans le cytoplasme sous deux formes :

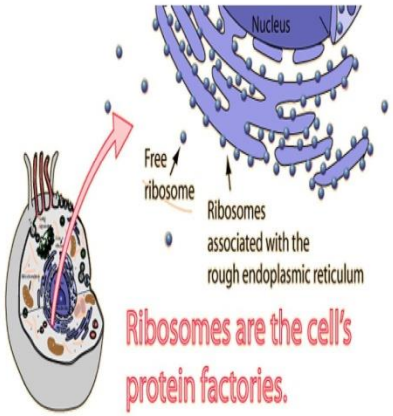
  • s/forme inactive.

  • ou groupés en polyribosomes actif.

Soit associés : aux membranes du réticulum endoplasmique, ou à l'enveloppe nucléaire, soit même chez certaines bactéries à leur membrane interne (par exemple chez Escherichia coli.
Les ribosomes sont présents également dans la cellule procaryote et dans la mitochondrie : les mitoribosomes.



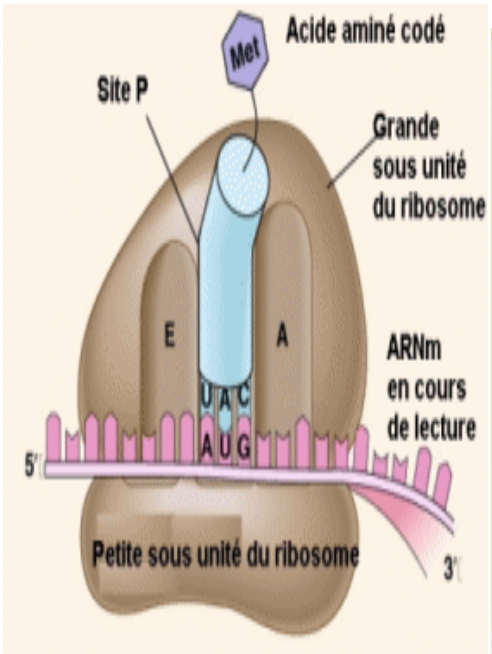


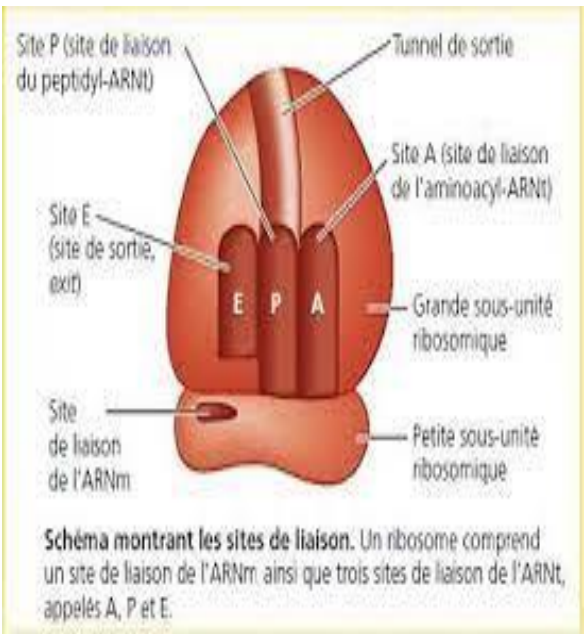


Sites de liaison du ribosome

Le ribosome possède quatre sites de liaison pour l'ARN:

1- Un site de liaison pour l'ARNm.
2- Un site de liaison de l'amino-acyl-ARNt ou site A, qui fixe la molécule d'ARNt entrante portant un acide aminé.
3- Un site peptidyl-ARNt ou site P, qui fixe la molécule d'ARNt liée à l'extrémité en croissance de la chaîne polypeptidique.
4- Un site de sortie de l'amino-acyl-ARNt ou Site E (E : exit)





Composition chimique

- Isolé par l'ultracentrifugation différentielle, le ribosome est constitué d'eau, d'ARNr et de protéines.
- Les ribosomes sont constitués de ribonucléoprotéines.

1- ARN ribosomaux

- Les ribosomes contiennent environ 60% d'ARNr.
- Dans les cellules eucaryotes, la grande sous-unité 60S renferme trois chaînes d'ARNr 5S; 28S et 5,8S.
- La petite sous-unité 40S renferme une seule chaîne d'ARNr 18S

2- Les protéines ribosomales

Chez les eucaryotes, la petite sous-unité renferme environ 33 protéines, la grande sous-unité quant à elle renferme environ 49 protéines.
Les protéines sont situées à la surface cytosolique du ribosome plutôt qu'à l'interface qui sépare les deux sous unités. Les protéines ribosomales établissent des interactions avec les molécules d'ARNr.

Fonction du ribosome

La protéosynthèse: est l'ensemble des réactions biochimiques qui, utilisent comme matériaux les acides aminés et aboutit à la formation de protéines.

L'ADN est porteur des informations nécessaires à la mise en place d'un acide aminé en position correcte dans un enchaînement polypeptidique, les informations contenues dans l'ADN sont transcrites dans le noyau en ARNm.

Une molécule d'ARNm sert de messager et transfert ces informations jusqu'au niveau du ribosome, qui se trouve au niveau du cytoplasme et ou va se dérouler la synthèse protéique.

Le ribosome a pour rôle essentiel de lire le message venant de l'ADN (ARNm) et de le traduire en protéine.

La traduction se fait grâce à une machinerie capable de lire la molécule d'ARNm et d'associer les acides aminés les uns aux autres.

Cette machinerie nécessite la présence de molécules d'ARNt qui transporte sous d'amino-acyl-ARNt, les acides aminés vers le ribosome.

La protéosynthèse se déroule en 3 étapes:

- Initiation.
- Elongation.
- Terminaison.

1. Initiation

- Fixation de la petite S/unité sur l'ARN m: au niveau du Codon initiateur AUG de l'ARNm qui code pour le premier Acide aminé : la méthionine et des facteurs d'initiations (Pour les procaryotes: IF 1, 2,3 (initiation factor) et pour les eucaryotes : ElF (eucaryotes initiation factor).
- le premier amino-acyl-ARN t va venir se fixer sur le site P.
- la grosse s/unité s'associe au complexe.

2. Elongation

- Commence par l'arrivée au site A du 2èmeAmino-acyl-ARNt.
- La nature de l'amino-acyl ARNt est déterminée par l'anticodon, qui s'apparie au codon correspondant sur l'ARNm.
- La vérification de la complémentarité est vérifiée par un facteur d'élongation et en présence d'énergie sous forme de GTP (Le guanosine triphosphate).
- Formation de la première liaison peptidique entre les deux premiers acides aminés, qui aura pour résultat la formation d'un peptidyl ARNt.
- Passage du peptidyl ARNt du site A au Site P.

-Sortie du premier amino-acyl ARNt par le site E.

3. Terminaison

-Le ribosome arrive à un codon STOP ou NON SENS (UAA, UAG, UGA) auquel ne correspond aucun acide aminé, donc aucun ARNt.

-La chaîne protéique se détache alors du ribosome.

différentes étapes de la traduction

Ribosomes et antibiotiques

Les antibiotiques agissent sur le ribosome bactérien et bloquent la protéosynthèse bactériennes. Exemples : - Les tétracyclines inhibent la synthèse protéique en se fixant à la sous-unité 30 S des ribosomes. Ils s'opposent à la fixation de l'amino-acyl-tRNA sur l'accepteur constitué par le complexe mRNA-ribosome, ce qui arrête la synthèse protéique.

- Les macrolides, lincosamides et streptogramines Les MLS inhibent les synthèses protéiques au niveau du ribosome. Ils se fixent tous au niveau de la sous-unité 50 S.
- La streptomycine provoque la synthèse de protéines anormales.
- Les aminosides Les aminosides perturbent la synthèse des protéines au niveau du ribosome.
- L'acide fusidique Il inhibe la phase d'élongation des synthèses protéiques : il bloque la translocation.
- Le chloramphénicol Il se fixe sur la sous-unité ribosomale 50 S, bloque la translocation. Un second site de fixation se trouve sur la sous-unité 30 S

Pathologies

Comme ces maladies affectent la structure et/ou la fonction des ribosomes, elles sont regroupées sous le vocable de « ribosomopathies ». Toutes les ribosomopathies sont des maladies rares et les mécanismes moléculaires sous-jacents aux « défauts de fabrication » des ribosomes sont mal connus.

Certaines maladies génétiques résultent de mutations dans des facteurs qui participent à la fabrication des ribosomes ou qui sont eux-mêmes des constituants des ribosomes (par ex. l'anémie de Diamond-Blackfan : Elle représente la première maladie ribosomique reconnue,

Due à une mutation de la protéine S19. Elle se manifeste sur le plan clinique par une erythroblastopénie, un retard de croissance et des malformations diverses.