

Chapitre 3 : La cellule bactérienne, génétique et synthèse protéique

Attention, ce cours suppose la connaissance de notions de base en génétique, notamment les notions de transcription, traduction ainsi que quelques connaissances basiques de la biologie cellulaire.

Les cellules bactériennes se distinguent des cellules eucaryotes par un certain nombre de caractéristiques intéressantes, que nous allons détailler dans ce cours et dans le suivant (« paroi et structures »).

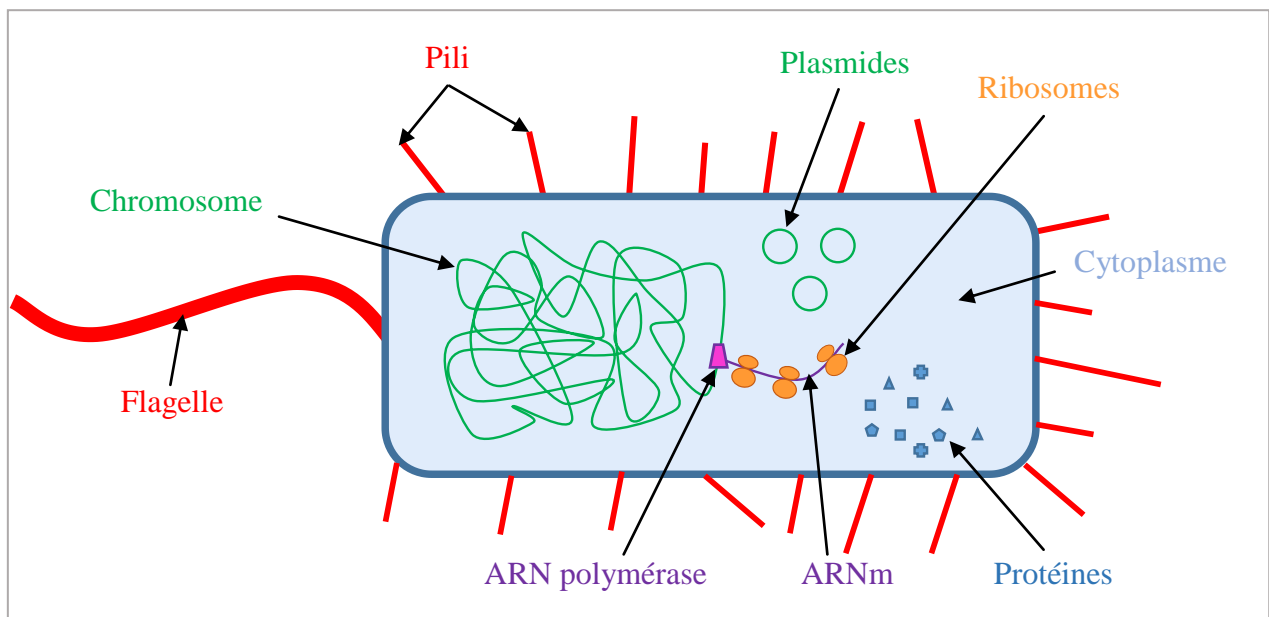


Fig. 1 : Schéma de la cellule bactérienne.

Attention, pour des raisons pratiques, les proportions réelles ne sont pas respectées.

I. ADN et réplication

Les bactéries forment, avec les archées, le groupe des **procaryotes** (*pro-* : avant, -*karyota* : noyau, en grec). Par opposition aux eucaryotes (*eu-* : vrai) qui sont des cellules à noyau, les procaryotes n'en possèdent donc pas. Le matériel génétique des bactéries est donc présent dans le cytoplasme, sous forme d'un unique **chromosome** circulaire (de taille très variable, en moyenne 3 à 5 millions de paires de bases) ainsi que de **plasmides**, qui sont de plus petites molécules d'ADN circulaire souvent présentes chacune en plusieurs exemplaires (quelques milliers de paires de bases).

Le code génétique est l'ensemble des règles qui permettent de transcrire et de traduire l'information génétique en ARN, puis en protéines. Le code des bactéries est identique à celui de l'ensemble des êtres vivants, selon le principe de **l'universalité du code génétique**. Sur le chromosome ou les plasmides, les gènes bactériens sont situés de façon très proche les uns les autres, contrairement aux gènes des eucaryotes. Chez les bactéries, ces **régions intergéniques sont très courtes** et ne composent que 15% du génome en moyenne, contre 90% chez l'homme. Les gènes bactériens ne présentent **pas d'introns**, et peuvent être présents sur **n'importe lequel des deux brins de l'ADN**.

Les différents gènes codant pour les protéines d'un même mécanisme cellulaire peuvent être regroupés sous la forme d'un **opéron**. Un opéron est un ensemble de gènes qui sont transcrits ensemble, sous la forme d'un ARN messager unique qui porte plusieurs sites de fixation du ribosome, ce qui permettra la traduction des différentes protéines codées par cette ARNm. On parle d'ARNm **polycistronique**.

II. ARN et transcription

La transcription est réalisée par une enzyme appelée **ARN polymérase**, qui reconnaît sur l'ADN des séquences spécifiques qui marquent le début d'un gène ou d'un opéron. Les gènes bactériens sont en effet précédés par deux séquences situées respectivement 35 et 10 nucléotides en amont du début du gène. La synthèse de l'ARN messager commence souvent en amont du début du gène, à un site qu'on appelle **TSS** (Transcription Start Site). L'ARNm peut être **monocistronique** (un seul gène) ou **polycistronique** (plusieurs gènes d'un opéron).

L'ARN bactérien ne se termine pas par une queue PolyA comme chez les eucaryotes, ni ne commence par une coiffe en 5'. La terminaison de la transcription peut se faire de deux façons différentes. La première, dite **Rho-dépendante**, implique la présence après le gène transcrit d'une séquence reconnue par une protéine appelée Rho ; cette protéine se lie à cette séquence et stoppe l'ARN polymérase. La seconde, **Rho-indépendante**, se base sur la présence de séquences palindromiques, qui vont former une boucle au niveau de l'ARNm, ce qui va stopper l'ARN polymérase. Ces deux mécanismes coexistent chez toutes les espèces bactériennes.

En plus des ARN messagers, d'autres ARN existent, qui ne codent pas pour des protéines :

- Les ARN ribosomiaux (ARNr) qui constituent une partie des ribosomes,
- Les ARN de transfert (ARNt) qui participent à la traduction des protéines
- Les divers ARN non codants (ARNnc), qui peuvent avoir des fonctions de régulation (ARN antisens ou ARNas), d'immunité (CRISPR), d'enzyme (RNase P), ou encore de déblocage des ribosomes (tmRNA).

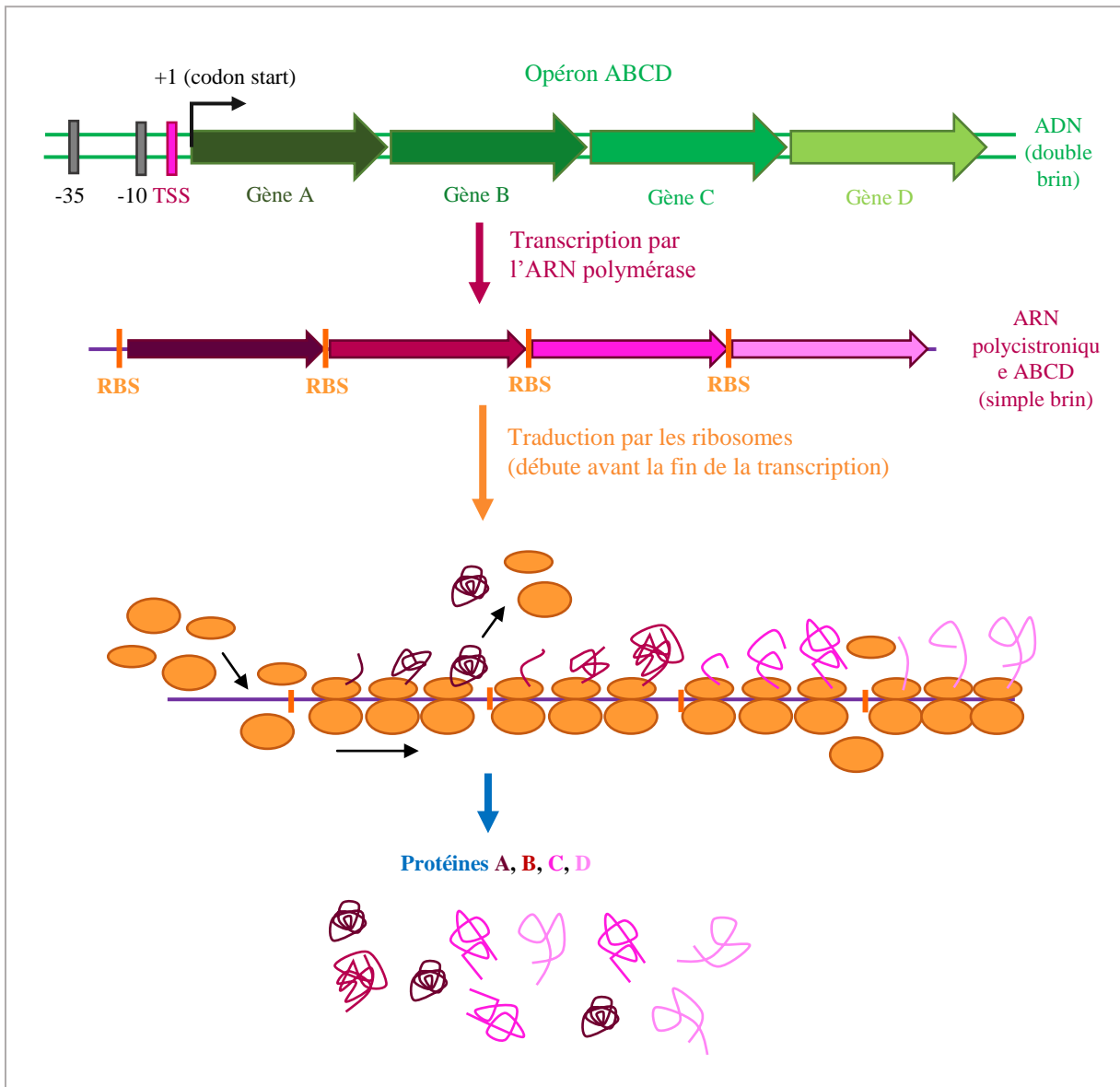
III. Protéines et traduction

De par l'absence de noyau, la transcription et la traduction ont lieu dans le même compartiment cellulaire. Plus étonnant, la traduction débute avant la fin de la transcription de l'ARNm. La traduction a lieu exclusivement dans le cytoplasme, puisqu'il n'y a pas d'organites ni de noyau. Plusieurs ribosomes peuvent être chargés simultanément sur une seule molécule d'ARNm, on parle de **polysome**. Après la traduction, les protéines peuvent rester au niveau du cytoplasme, être adressées aux différents niveaux de la paroi cellulaire, ou être sécrétées à l'extérieur de la cellule.

Le **ribosome bactérien** est différent structurellement du ribosome eucaryote mais conserve globalement la même fonction. Il est composé de deux sous-unités (30S et 50S), formées de protéines et d'ARN ribosomal (ARNr). Ces sous-unités sont séparées lorsqu'elles ne sont pas en cours de traduction. Les deux sous-unités s'assemblent au niveau d'une séquence présente sur l'ARNm en amont du gène, appelée **séquence de Shine-Dalgarno ou RBS** (Ribosome Binding Site). Le ribosome parcourt l'ARNm jusqu'à trouver un **codon-start**

AUG, qui est traduit par un acide aminé Méthionine. La traduction se termine lorsqu'un codon-stop (UAA, UAG ou UGA) est rencontré par le ribosome.

Fig. 2 : Représentation schématique de la transcription et de la traduction des gènes d'un opéron bactérien



QCM

1. Le matériel génétique des bactéries :
 - A. Est situé dans leur noyau
 - B. Est composé d'un chromosome et de plasmides
 - C. Est composé de chromosomes et d'un plasmide
 - D. Est composé principalement d'ARN

2. Les gènes bactériens :
 - A. Sont présents en deux allèles comme ceux des eucaryotes
 - B. Sont tous situés sur le même brin
 - C. Possèdent des introns
 - D. Peuvent être présents sur n'importe lequel des deux brins d'ADN

3. Le code génétique des bactéries :
 - A. Est identique à celui des plantes
 - B. Est différent de celui des archées
 - C. Est différent de celui des mammifères
 - D. Ne comporte pas de codon-stop

4. La synthèse de l'ARN messager :
 - A. Commence au RBS
 - B. Commence au TSS
 - C. Commence au GPS
 - D. Commence au codon-start

5. L'ARNm issu d'un opéron est dit :
 - A. Monocistronique
 - B. Polycistronique
 - C. Polytechnique
 - D. Péricistronique

6. La terminaison de la transcription :
 - A. Est Rho-dépendante chez toutes les Gram-
 - B. Est Rho-indépendante chez quelques Gram+
 - C. Se fait au niveau du codon-stop
 - D. Est Rho-dépendante ou indépendante selon le signal porté par l'ARNm

7. La traduction des protéines :
 - A. Débute avant même la fin de la transcription
 - B. Débute dès la fin de la transcription
 - C. Se fait uniquement pendant la réplication
 - D. Est opérée par l'ARN polymérase

8. Les ribosomes bactériens :
 - A. Sont composés de protéines et d'ADN ribosomal
 - B. Sont appelés polysomes lorsque leurs deux sous-unités s'assemblent
 - C. Ont une structure et une taille identique à celle des ribosomes eucaryotes
 - D. Peuvent être plusieurs à traduire simultanément la même molécule d'ARNm

9. La traduction est initiée :
 - A. Au niveau du TSS
 - B. Au niveau du RBS
 - C. Au niveau du codon-start
 - D. Au niveau du codon-stop

10. Le ribosome s'assemble sur l'ARN messenger :
 - A. Au niveau du TSS
 - B. Au niveau du RBS
 - C. Au niveau du codon-start
 - D. Au niveau du codon-stop

Réponses

: 1.B 2.D 3.A 4.B 5.B 6.D 7.A 8.D 9.C 10.B