

La Traduction

I- Généralités-Définition :

La traduction est la synthèse des protéines à partir d'une matrice qui est l'ARNm. Elle se déroule en plusieurs étapes nécessitant :

- **L'ARNm** : la matrice pour la synthèse des protéines.
- **Les ARN de transfert (ARNt)** : transportent les acides aminés au ribosome. Il y a au moins un type d'ARNt pour **chacun** des 20 acides aminés.
- **Le ribosome** : la machinerie de la synthèse des protéines.
- **Les acides aminés** : qui sont en nombre de 20.

La lecture des nucléotides se fait par **triplet** appelé **codon** permettant de définir un acide aminé. Chaque codon est **spécifique**. La traduction se fait grâce au **code génétique**, qui permet la correspondance entre les codons d'une part et d'autre part les acides aminés des protéines. Il est généralement représenté sous forme **de tableau** associant **chacun des codons possibles avec l'un des 20 acides aminés**. Le code génétique est **universel**.

Il existe **20 acides aminés** différents dans les protéines, pour **64 codons (4^3)**. Parmi ces codons :

- **3 codons stop** : UAA, UAG, UGA. Les **61 codons** restants pour **20 acides aminés**, à l'exception du **tryptophane** et de la **méthionine** qui disposent d'un **seul codon**, donc les **18 acides aminés** sont définis, chacun par **plusieurs codons** (2 à 6). **Le codon AUG** code pour la méthionine est appelé **codon d'initiation**.

Le code génétique											
				Deuxième nucléotide							
5'		U		C		A		G		3'	
Premier nucléotide	U	UUU UUC	phényl-alanine	UCU UCC UCA UCG	sérine	UAU UAC	tyrosine	UGU UGC	cystéine	UCAG	
	UUA UUG	leucine	AAA AAG	STOP		UGA	STOP				
	C	CUU CUC CUA CUG	leucine	CCU CCC CCA CCG		CAU CAC	histidine	CGU CGC CGA CGG	arginine		
	A	AUU AUC AUA AUG	isoleucine méthionine	ACU ACC ACA ACG		CAA CAG	glutamine	AGU AGC	sérine		
Troisième nucléotide	G	GUU GUC GUA GUG	valine	GCU GCC GCA GCG	alanine	AAU AAC	asparagine	AGA AGG	arginine	UCAAG	
						AAA AAG	lysine	GGU GGC GGA GGG	glycine		
						GAU GAC	acide aspartique				
						GAA GAG	acide glutamique				

II- Les étapes de la traduction :

Elle se déroule en trois étapes qui sont : **l'initiation, l'elongation et la terminaison**.

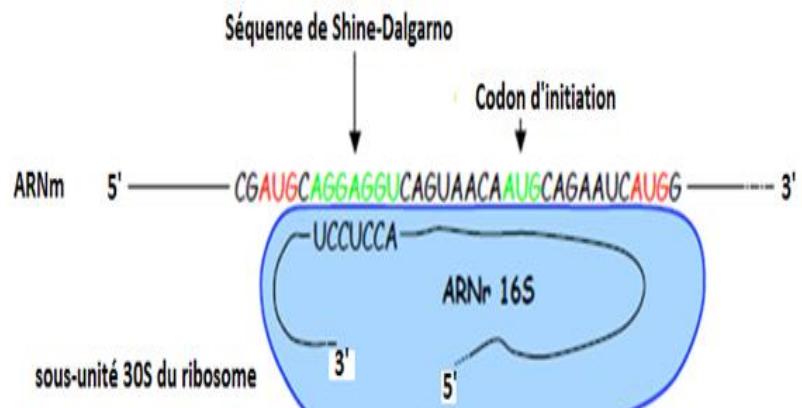
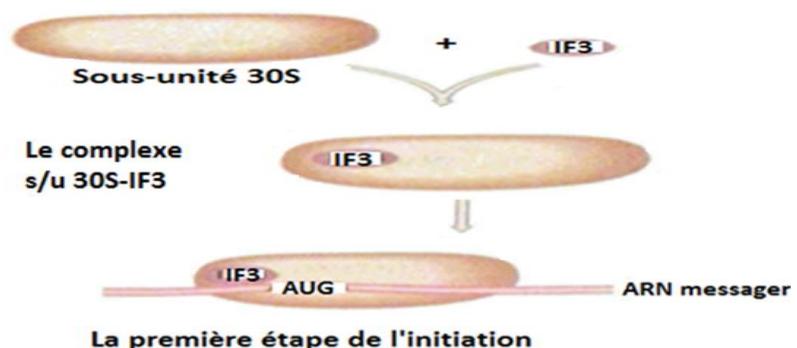
A- L'initiation :

1- Chez les procaryotes :

L'initiation se déroule en **trois étapes** et exige la participation de trois facteurs d'initiation qui sont **IF1, IF2, IF3**.

➤ **La première étape** : correspond à la **fixation** de la petite s/u 30S du ribosome sur l'ARNm, cette liaison est **stimulée** par la fixation du facteur **IF3** sur la petite s/u 30S.

La sélection du codon **d'initiation AUG** parmi les nombreux codons AUG présents dans une molécule d'ARNm, ce fait grâce à la présence en **amont** du **codon AUG**, au niveau de la région 5'UTR de l'ARNm d'une séquence riche en purines appelée séquence **Shine-Dalgarno** (**3 à 9 nucléotides**), qui est **complémentaire** d'une séquence de l'ARNr 16S de la petite S/U 30S. La séquence de **Shine-Dalgarno** est le **site de fixation du ribosome**. L'appariement des bases de la séquence de **Shine-Dalgarno** de l'ARNm avec bases de la séquence complémentaire de l'ARNr 16S qui permet la fixation de la petite S/U 30S sur l'ARNm.



La sélection du condon d'initiation AUG

➤ **La deuxième étape** : comprend

Premièrement : la **fixation du premier acide aminé de la chaîne polypeptidique** par une liaison **ester** à l'extrémité 3' de l'ARN de transfert correspondant. Cette réaction catalysée par **aminoacyl-ARNt synthétase**. Il existe **autant d'ARN de transfert et d'aminoacyl-ARNt synthétases** (20 dans une cellule).

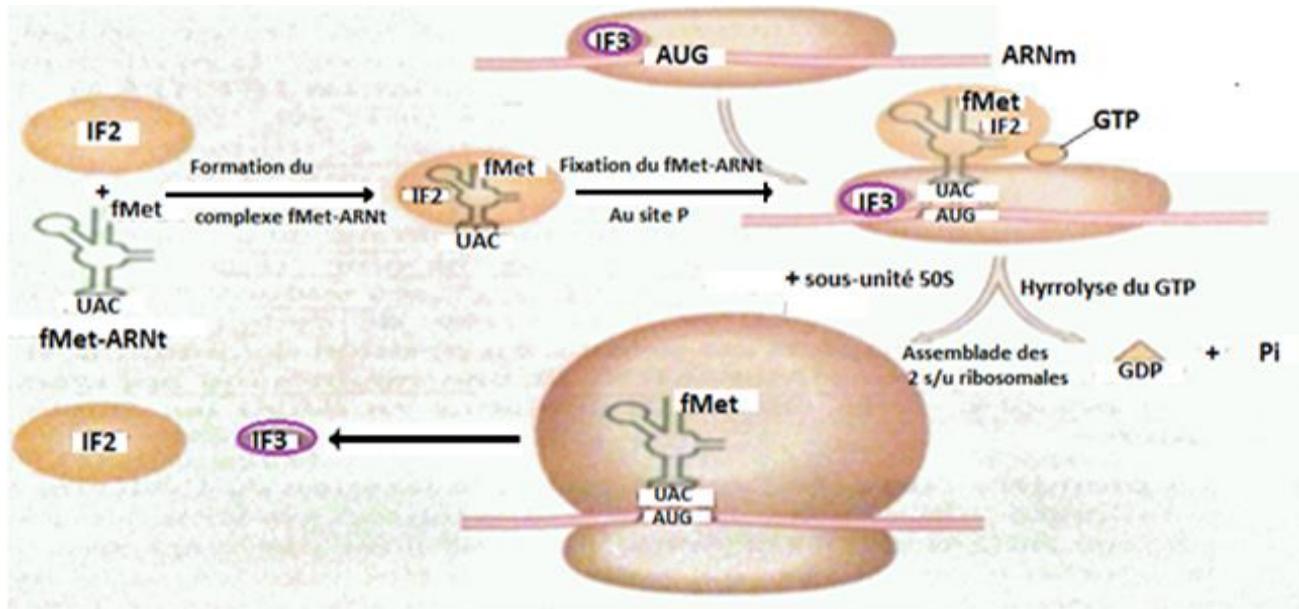
Chez E. coli et la plupart des procaryotes, le premier acide aminé est la **formylméthionine**, insérée par un **ARNt^{fMet}**, cet ARNt initiateur possède l'anticodon normal de la méthionine (UAC), Formant le complexe **formylméthionine-ARNt (fMet-ARNt)**. Cette réaction catalysée par une **aminoacyl-ARNt synthétase**

Deuxièmement : le facteur **IF2** lie du **GTP** et se fixe au **fMet-ARNt**. Il stimule la liaison du **fMet-ARNt** au **complexe S/U 30S ARNm**. Formant ainsi : **le complexe d'initiation ARNm- fMet-ARNt- S/U 30S**.

➤ **La troisième étape** :

Une protéine ribosomale clive le **GTP** lié à **IF2** et favorise la **fixation de la grande s/u 50S** (ARNr 23 S + ARNr 5 S + 34 protéines), à ce stade les facteurs **IF2** et **IF3** sont **libérés**. Le facteur **IF1** joue un rôle dans la **dissociation** des 2 **S/U ribosomales**.

L'assemblage des 02 S/U du ribosome forme des sites de fixation : le **site A** : aminoacyl et du **site P**: peptidyl.
 Le facteur **IF2** dirige le complexe **fMet-ARNt** vers le **site P** du ribosome.



La deuxième et la troisième étapes de l'initiation

2 - Chez les eucaryotes :

Les étapes de l'initiation sont presque identiques, les points de différences sont :

- La **séquence de reconnaissance** par le ribosome correspond à la **coiffe de l'ARNm**.
- Les facteurs d'initiation appelés : **eIF** (eucaryotes initiator facteur) sont différents et plus nombreux. **Exemple :** **eIF-1** : rôle dans la sélection du site d'initiation, **eIF-4E**: rôle dans la reconnaissance de la coiffe, **eIF-4F**: rôle dans fixation de l'ARNm à la s/u 40S.

B- L'élongation :

1- Chez les procaryotes : se déroule en **trois étapes**,

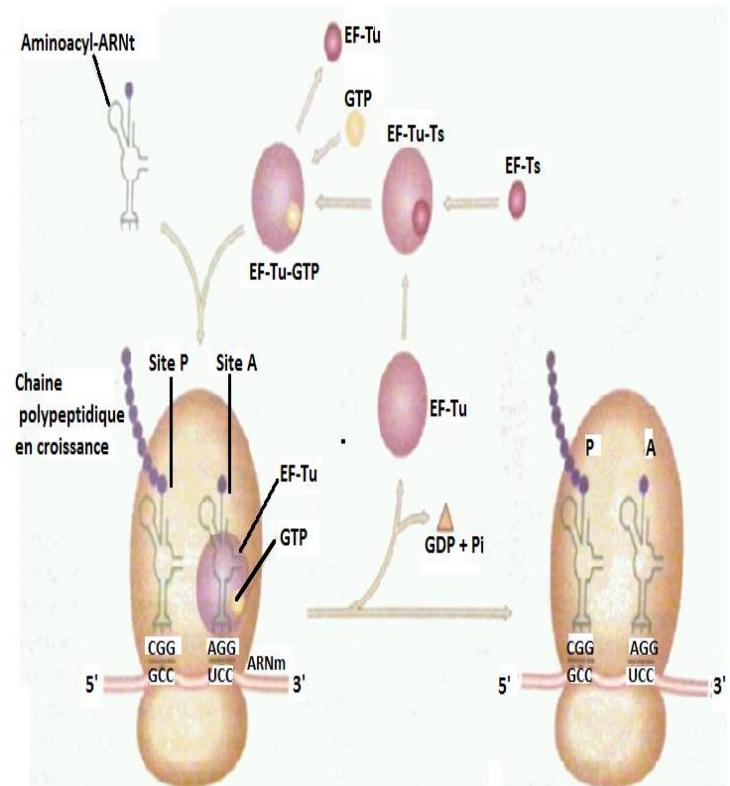
Et exige la participation de trois facteurs d'élongation,

Qui sont **EF-Tu**, **EF-Ts** et **EF-G**.

- **La première étape :** le facteur **EF- Tu** lie du GTP ce qui forme un **complexe EF-Tu-GTP** qui se fixe à l'ARNt.

Le complexe EF-Tu-GTP favorise la liaison de **l'aminoacyl-ARNt** au **site A du ribosome**. L'**hydrolyse du GTP** en **GDP**, favorise aussi la liaison de **l'aminoacyl-ARNt** au **site A du ribosome**. Le facteur **EF-Tu** est libéré par le facteur **EF-Ts**.

- **La deuxième étape :** correspond à la **Formation de la liaison peptidique** entre la **chaîne peptidique portée par l'ARNt peptidyl** et l'**acide aminé porté par l'ARNt aminoacyl**, qui se fait grâce au **transfert de la chaîne peptidique sur l'aminoacyl ARNt** fixé sur le **site A du ribosome**, la liaison peptidique entre la chaîne peptidique et l'**acide aminé porté par l'aminoacyl ARNt** est catalysée par la **peptidyltransférase**.

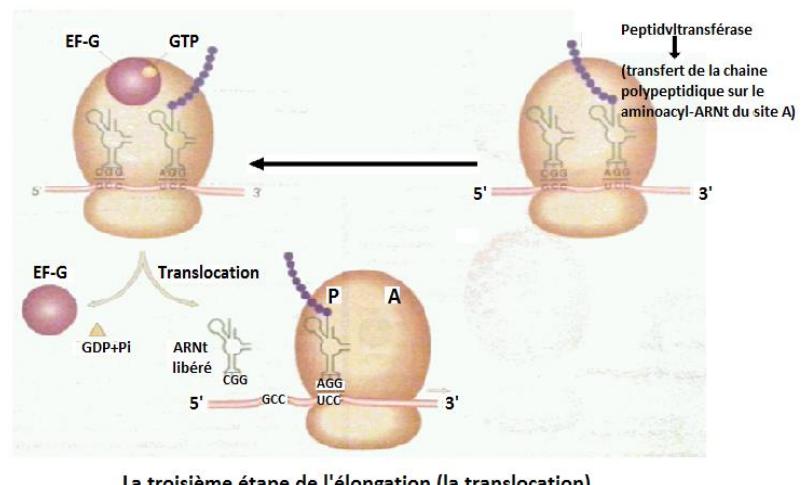


La première et la deuxième étapes de l'élongation

➤ **La troisième étape :** comprend
 ***La translocation du ribosome** qui se déplace d'un codon, dans le sens 5'- 3' le long de l'ARNm. Cette étape est catalysée par le facteur **EF-G + clivage** du **GTP** en **GDP**.

***La libération de l'ARNt** non chargé du site P.

* Le **transfert** du **peptidyl-ARNt** **nouvellement** formé du **site A** au **site P** du ribosome.



2 - Chez les eucaryotes :

- **EF1- α** (EF-Tu chez les procaryotes) : responsable de la sélection et de la liaison de l'aminoacyl- ARNt apparenté au site A (site accepteur) du ribosome.
- **EF1- $\beta/\gamma/\delta$** (EF-Ts chez les procaryotes) : est plus complexe chez les eucaryotes que chez les bactéries.
- **EF2** (EF-G chez les procaryotes) : responsable de la translocation du peptidyl-ARNt du site A au site P (site peptidyl-ARNt), libérant ainsi le site A pour l'aminoacyl-ARNt suivant.

C- La terminaison :

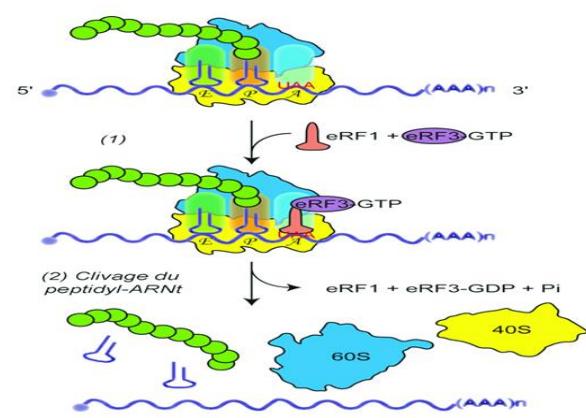
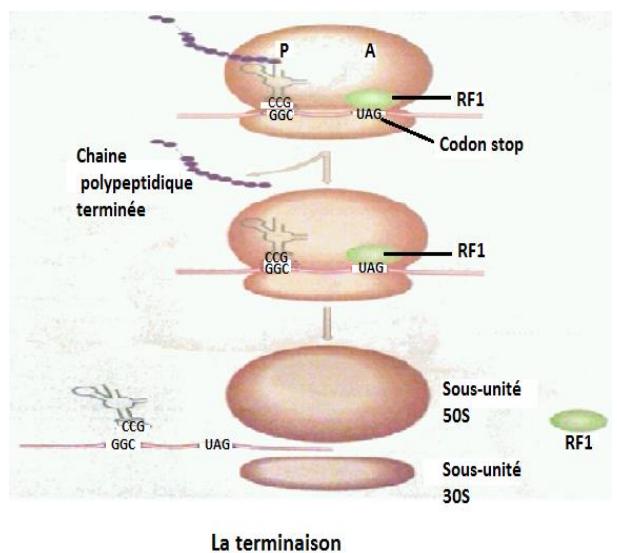
1- Chez les procaryotes :

Les trois codons terminateurs **UAG**, **UAA** et **UGA** ne sont pas reconnus par des ARNt, mais par des facteurs protéiques appelés : facteurs de libération : RF1 et RF2.

RF1 reconnaît les triplets : **UAA** et **UAG**.

RF2 reconnaît les triplets : **UAA** et **UGA**.

Lorsque le peptidyl-ARNt se trouve dans le site P, le facteur de terminaison fixé au site A provoque l'hydrolyse de la liaison ester entre l'extrémité 3'OH de l'ARNt et la chaîne peptidique, induisant ainsi la libération de la chaîne peptidique et l'ARNt du site P, ainsi que la dissociation des 2 S/U du ribosome.



2 - Chez les eucaryotes :

Les facteurs **eRF1** et **eRF3** sont responsable de la terminaison chez les Eucaryotes.

Le complexe **eRF1-eRF3-GTP** se fixe au **site A** du ribosome et grâce à **l'hydrolyse** de la molécule **GTP**, le **complexe hydrolyse** la liaison ester entre l'extrémité 3'OH de l'ARNt et la chaîne peptidique, induisant la libération de la chaîne peptidique et l'ARNt du site P, ainsi que la dissociation des 2 S/U du ribosome.

III - La maturation des protéines :

Les protéines sécrétées hors de la cellule ou membranaires sont synthétisées avec à leur extrémité amino-terminal (N-terminal), une courte séquence de tête appelée séquence signal, cette séquence comporte 15 à 25 acides aminés, qui pour la plupart, sont hydrophobes, cette séquence est reconnue par des récepteurs protéiques qui assurent le transport de la protéine à travers la membrane cellulaire.

IV- Conclusion:

La traduction de l'ARN messager en chaînes polypeptidiques, est un phénomène qui se déroule en plusieurs étapes. Une fois dans le cytoplasme, les ARN messagers sont lus par les ribosomes. Ces ribosomes assemblent les acides aminés au fur et à mesure qu'ils parcourrent l'ARNm, réalisant ainsi la traduction de ce dernier. Chez les eucaryotes, la traduction de l'ARN messager en protéines par les ribosomes, se déroule dans le cytoplasme de la cellule pour les protéines cytoplasmiques, ou dans le réticulum endoplasmique dit rugueux pour les protéines vouées à être secrétées et les protéines membranaires.

Bibliographie:

- 1- Gillet R, Felden B. Lost in translation - Le déblocage des ribosomes bactériens par le mécanisme de trans-traduction. *Med Sci (Paris)*. 2007;23(6-7):633-639. doi:10.1051/medsci/20072367633
- 2- Griffiths, Anthony.J.F.Miller, Jefferey. H. SUZUKI, DAVIDT. 3éd. Introduction à l'analyse génétique. Paris: de boeck; 2002,
- 3- Jean-Jean O, Cassan M, Rousset JP. L'initiation de la traduction chez les eucaryotes, source de diversification et de modulation de l'expression des gènes. *M/S Médecine sciences [revue papier, ISSN : 0767-0974]*, 1993, Vol 9, N° 11; pI-XI. Published online 1993. doi:10.4267/10608/2857
- 4- Ohlmann T, Derrington E, López-Lastra M, Deffaud C, Bouchardon A, Darlix JL. L'initiation de la synthèse des protéines chez les eucaryotes. *Translation initiation in eukaryotic cells*. Published online 2000. doi:10.4267/10608/1506
- 5- Revel M, Pollack Y, Groner Y, et al. IF3 - interference factors : protein factors in Escherichia coli controlling initiation of mRNA translation. *Biochimie*. 1973;55(1):41-51. doi:10.1016/S0300-9084(73)80235-4