

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

II- Les étapes de la traduction :

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

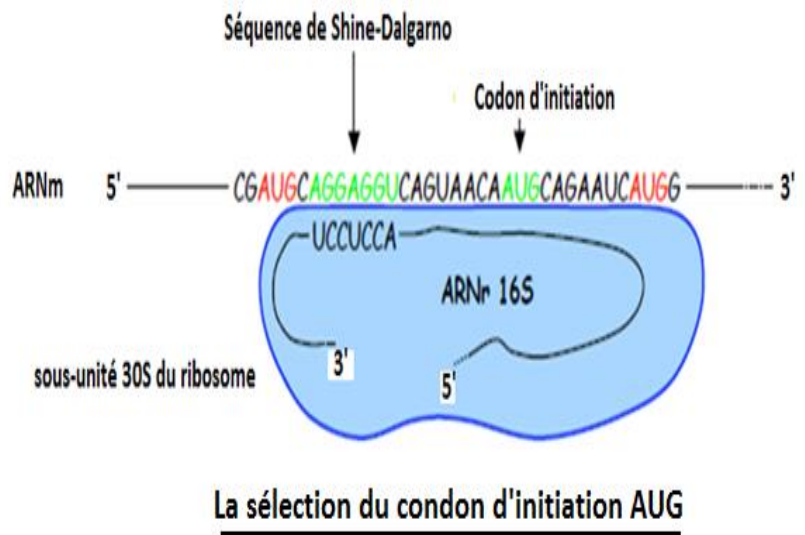
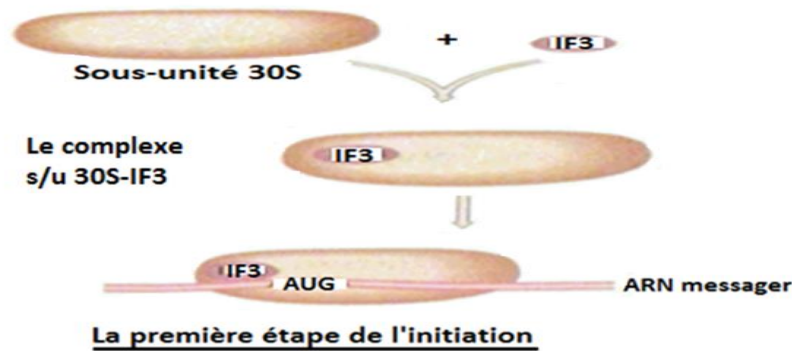
A- L'initiation :

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 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).

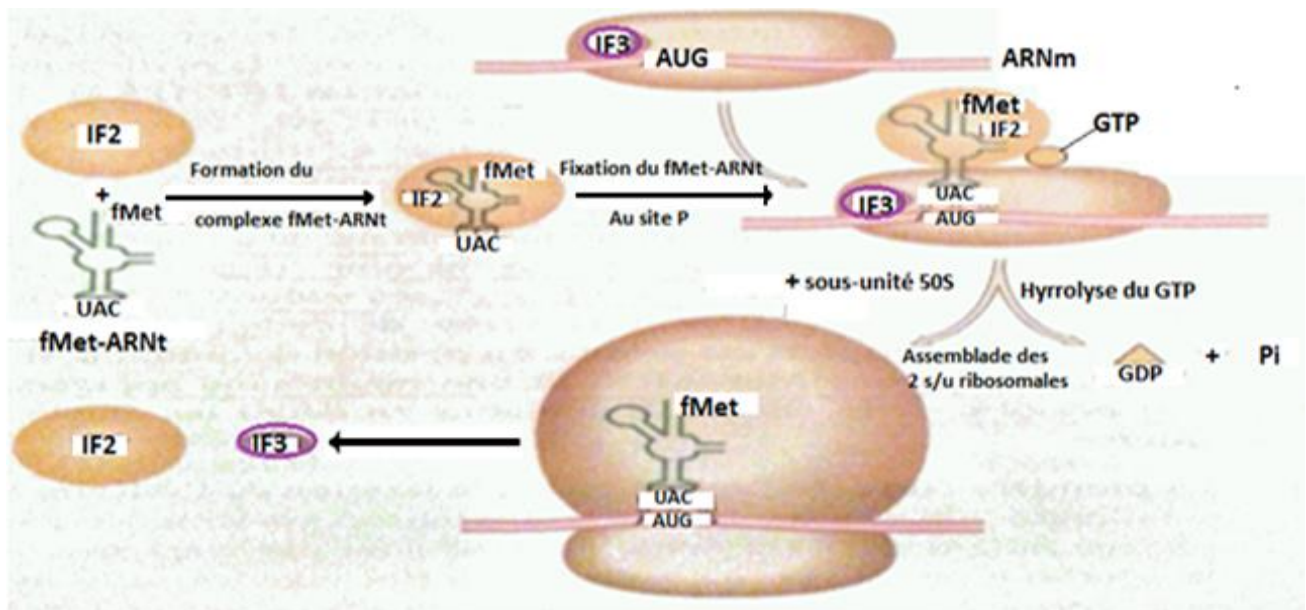
Chez E. coli et la plupart des procaryotes, le premier acide aminé est la **formylméthionine**, insérée par un **ARNt^{fMet}**, cet ARNt initiateur possède l'anticodon normal de la méthionine (UAC), Formant le complexe **formylméthionine-ARNt (fMet-ARNt)**. Cette réaction catalysée par une **aminoacyl-ARNt 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 5S + 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,

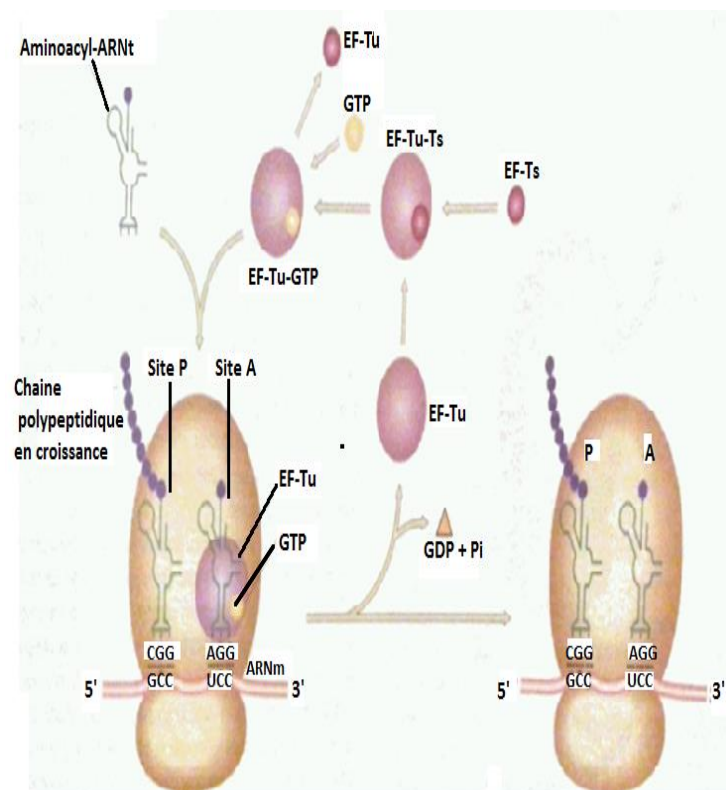
Et exige la participation de trois facteurs d'élongation,

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**.



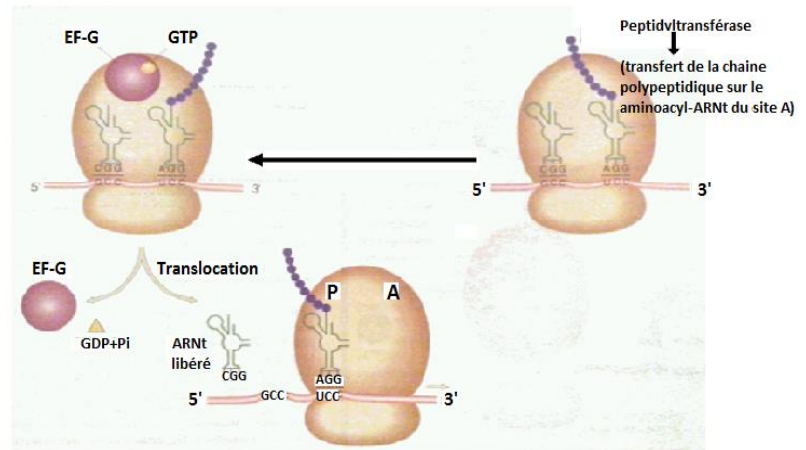
La première et la deuxième étapes de l'élongation

➤ **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.



La troisième étape de l'élongation (la translocation)

2 - Chez les eucaryotes :

- **EF1-α** (EF-Tu chez les procaryotes) : responsable de la sélection et de la liaison de l' aminoacyl- ARNt apparié au site A (site accepteur) du ribosome.
- **EF1-β/γ/δ** (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**.

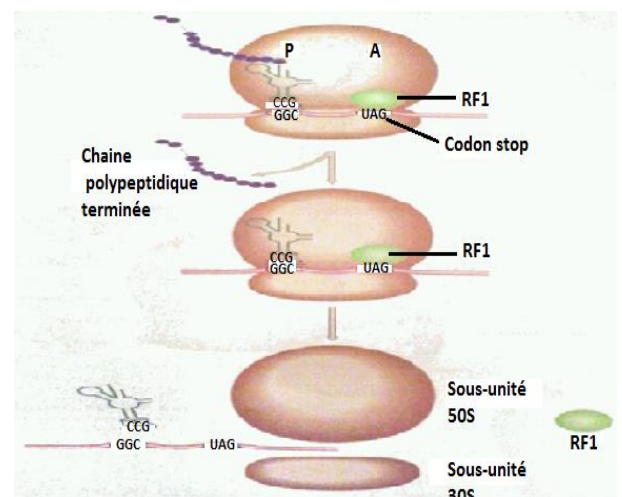
RF2 reconnaît les triplets : **UAA** et **UGA**.

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.

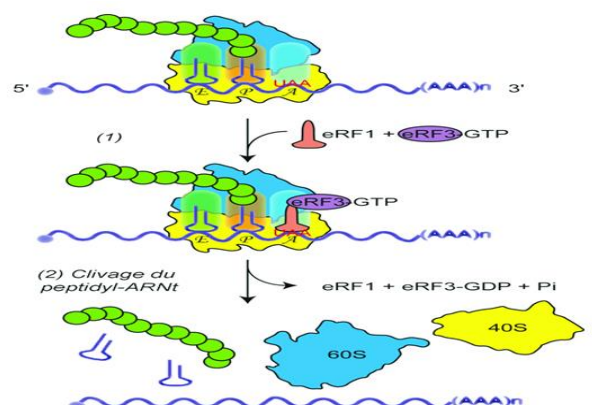
2 - Chez les eucaryotes :

Les facteurs **eRF1** et **eRF3** sont responsables 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.



La terminaison



La terminaison de la traduction chez les eucaryotes

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 parcourent 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 sécrétées et les protéines membranaires.

Bibliographie:

- 1- Gillet R, Felden B. Lost in translation - Le déblocage des ribosomes bactériens par le mécanisme de 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