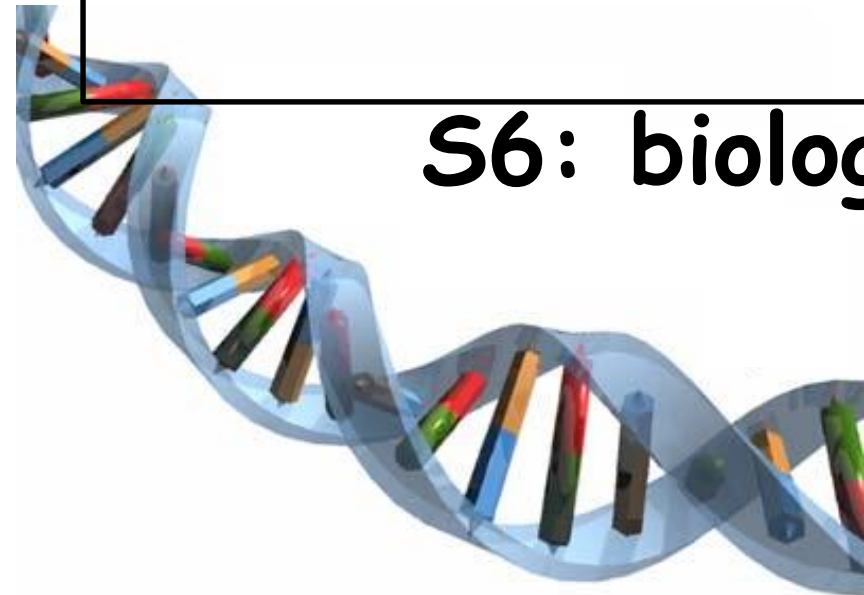


Chapitre 5: Traduction

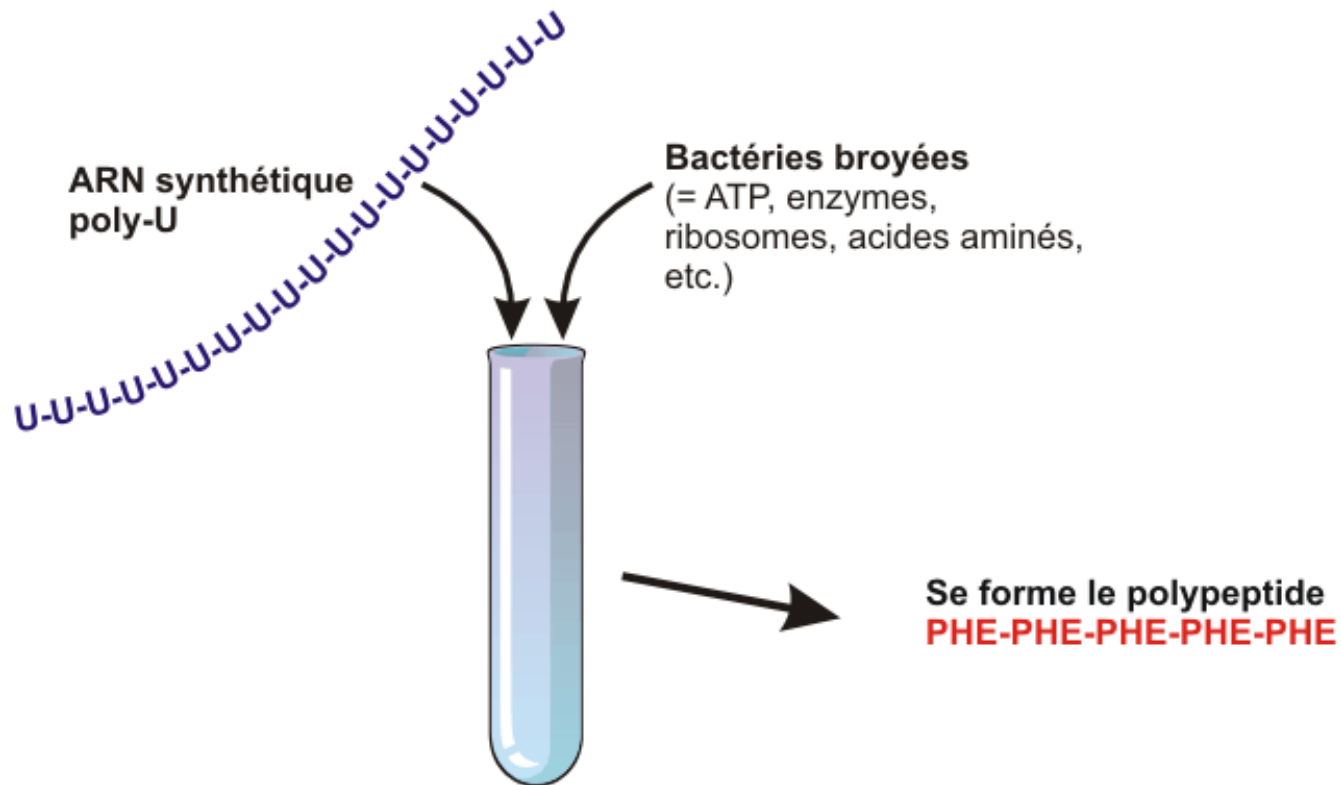
S6: biologie moléculaire



Découverte du code

Code déchiffré entre 1961 et 1964

Expériences de Nirenberg et Khorana (Nobel 68)



DONC : UUU = PHE

Le code génétique : Résumé

- ADN = Lieu de stockage de l'information génétique
- Sous forme CODÉE = chaque protéine est codée par un gène (ou plusieurs si la protéine est polymérique)
 - L'unité de base des protéines est l'acide aminé
 - Chaque acide aminé est codé par un codon
 - Codon = triplet de nucléotides (ex : AGC = Ser)
- Pourquoi utiliser un code de trois nucléotides ?
- 4 nucléotides :
 - Si 2 nucléotides = 1 acide aminé
 - On ne disposerait que de 16 acides aminés (2^4)

 - Si 3 nucléotides = 1 acide aminé
 - On disposerait de 64 acides aminés (3^4)
- Or il existe 20 acides aminés différents

Le code génétique : (déchiffré entre 1960 et 1964)

AAA	Phénylalanine	AGA	Sérine	ATA	Tyrosine	ACA	Cystéine
AAG	Phénylalanine	AGG	Sérine	ATG	Tyrosine	ACG	Cystéine
AAT	Leucine	AGT	Sérine	ATT	STOP	ACT	STOP
AAC	Leucine	AGC	Sérine	ATC	STOP	ACC	Tryptophane
GAA	Leucine	GCA	Proline	GTA	Histidine	GCA	Arginine
GAG	Leucine	GCG	Proline	GTG	Histidine	GCG	Arginine
GAT	Leucine	GCT	Proline	GTT	Glutamine	GCT	Arginine
GAC	Leucine	GCC	Proline	GTC	Glutamine	GCC	Arginine
TAA	Isoleucine	TGA	Thréonine	TTA	Asparagine	TCA	Sérine
TAT	Isoleucine	TGG	Thréonine	TTG	Asparagine	TCG	Sérine
TAG	Isoleucine	TGT	Thréonine	TTT	Lysine	TCT	Arginine
TAC	Méthionine	TGC	Thréonine	TTC	Lysine	TCC	Arginine
CAA	Valine	CGA	Alanine	CTA	Asparagine	CCA	Glycine
CAT	Valine	CGG	Alanine	CTG	Asparagine	CCG	Glycine
CAG	Valine	CGT	Alanine	CTT	Ac. glutamique	CCT	Glycine
CAC	Valine	CGC	Alanine	CTC	Ac. glutamique	CCC	Glycine

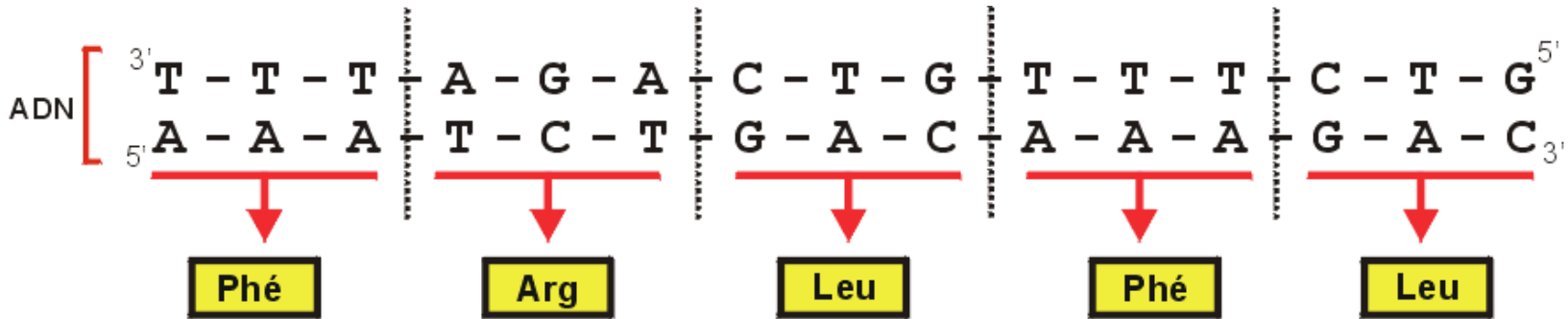
N.B. 64 combinaisons pour 20 acides aminés.

Code redondant (il est dit *dégénéré*): plusieurs triplets différents peuvent coder pour le même acide aminé.

Trois triplets signifient la fin du message = triplets STOP

Le code génétique : Propriétés

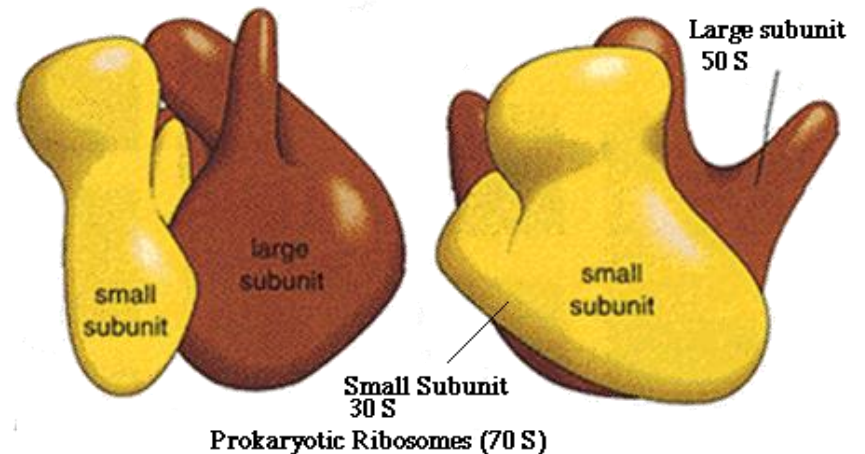
- Dégénéré : Un acide aminé est codé par plusieurs codons
- Universel : Identique chez tous les êtres vivants
Exception : ADN mitochondrial (4 codons sont différents)
- Non chevauchant : Les codons sont lus en série depuis un point de départ jusqu'au codon stop

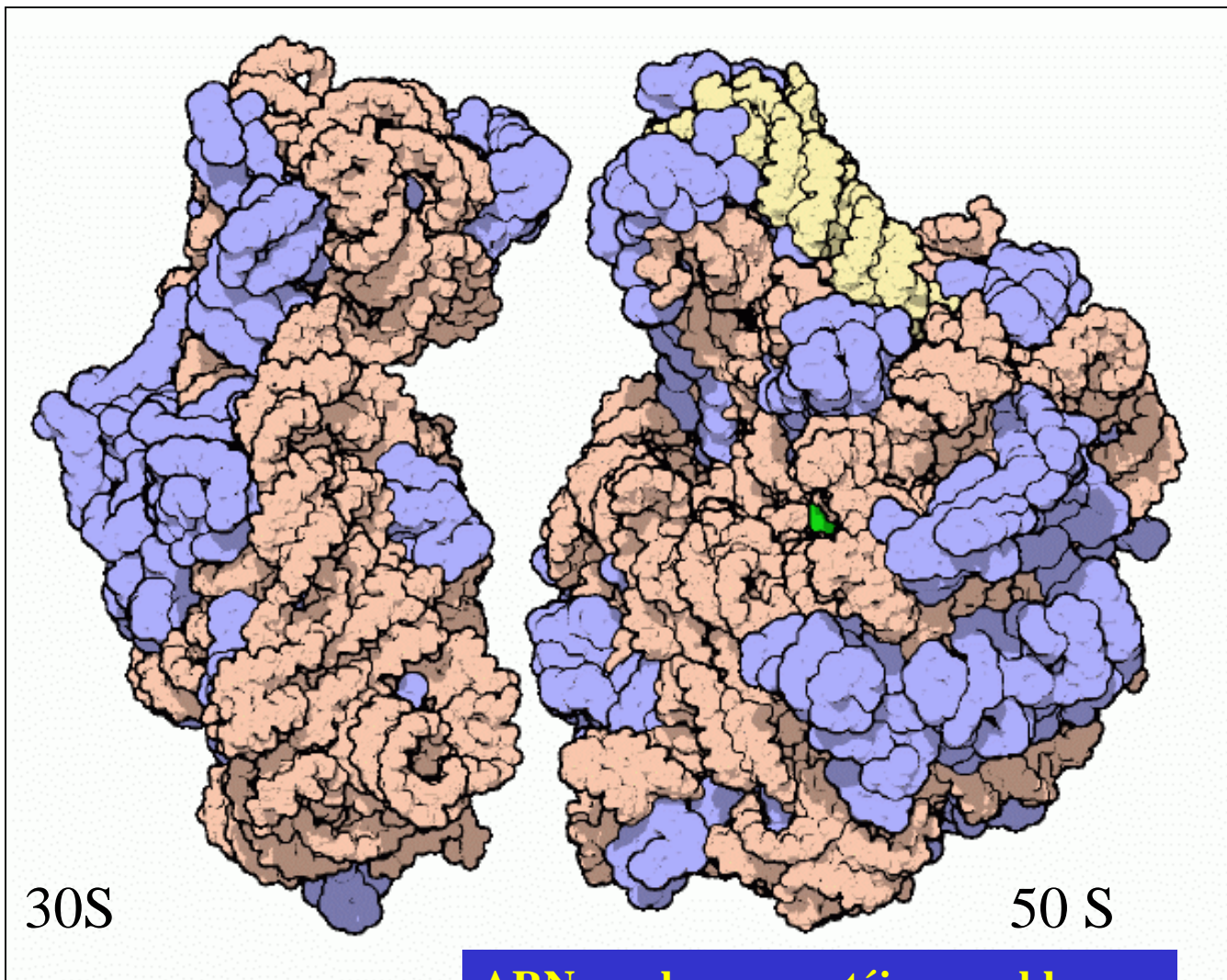


Les ribosomes

Plus petites structures cellulaires : visibles au microscope électronique seulement.

Formés de deux sous-unités:
une petite et une grande
(40 S et 60 S chez eucaryotes,
30 S et 50 S chez procaryotes).





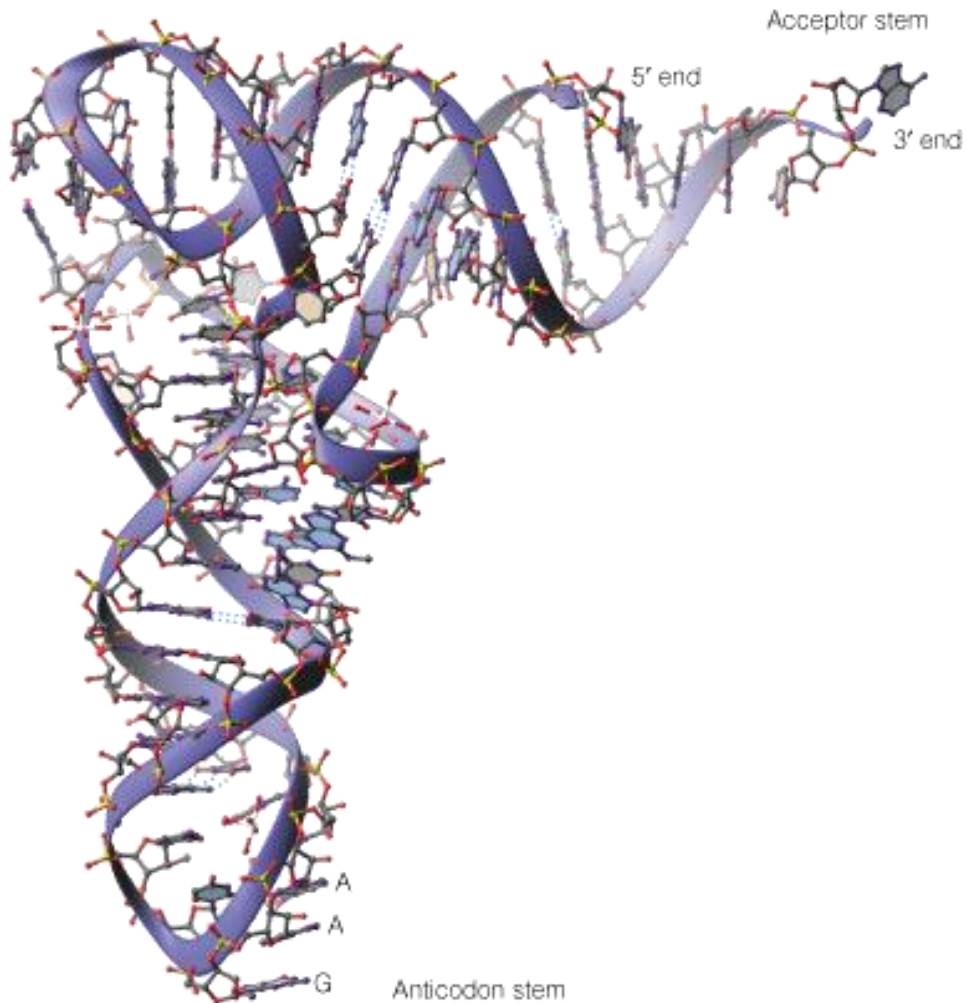
ARNr synthétisé non pas comme l'ARNm à partir de **gènes spéciaux mais tout simplement à partir d'ADN** non génique. Ces séquences existent en des centaines de copies dans le génome.

Donc, certaines séquences d'ADN ne codent pas pour des protéines. C'est le cas de ces séquences qui servent à produire les ARNr.

Pour synthétiser la protéine, il faut:

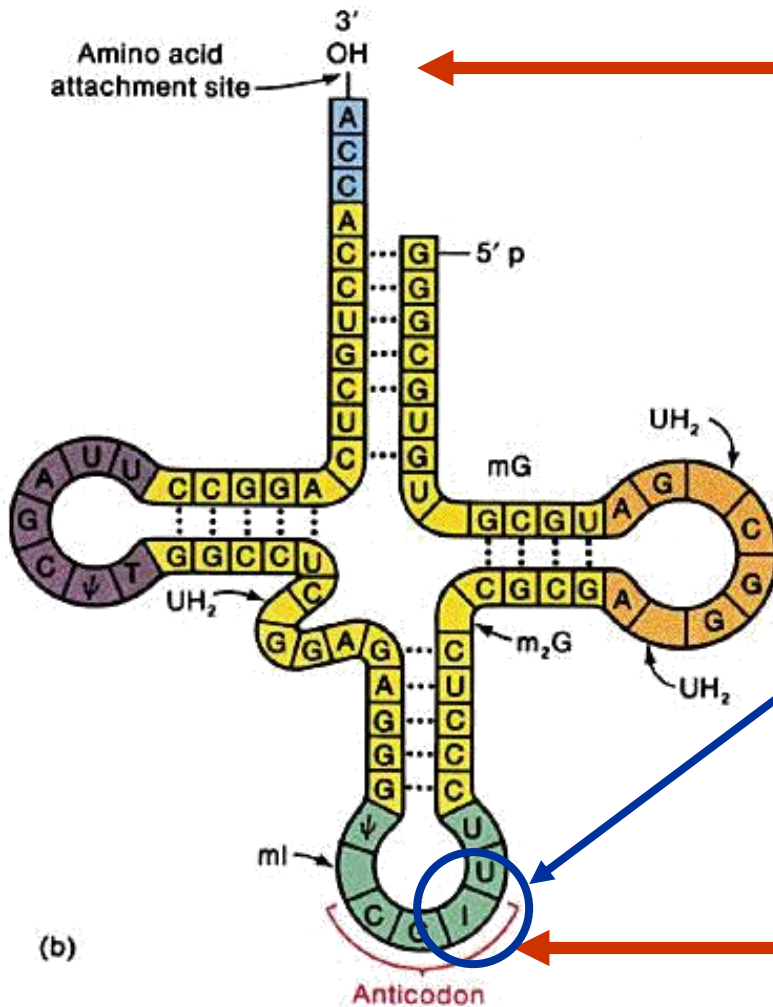
- ARNm = information (la recette)
- Ribosome = machine à assembler les acides aminés
- Acides aminés = pièces de construction
- **ARNt (ARN de transfert)** = molécules qui transportent les acides aminés du cytoplasme au ribosome où ils sont assemblés en protéine.

L'ARN de transfert (ARNt)



ARNt = brin d'ARN qui se replie sur lui-même pour former une structure en 3D

Deux zones importantes sur l'ARNt :



Extrémité 3' (se termine par CCA) : peut se lier à un acide aminé

N.B. certains nucléotides sont *exotiques* (différents des 4 habituels). I, par exemple = "inosine" un dérivé de l'adénine. I peut s'apparier avec U, C ou A.

Anticodon = zone formée de trois nucléotides pouvant se lier à l'ARNm

Chaque ARNt est caractérisé par son anticodon.

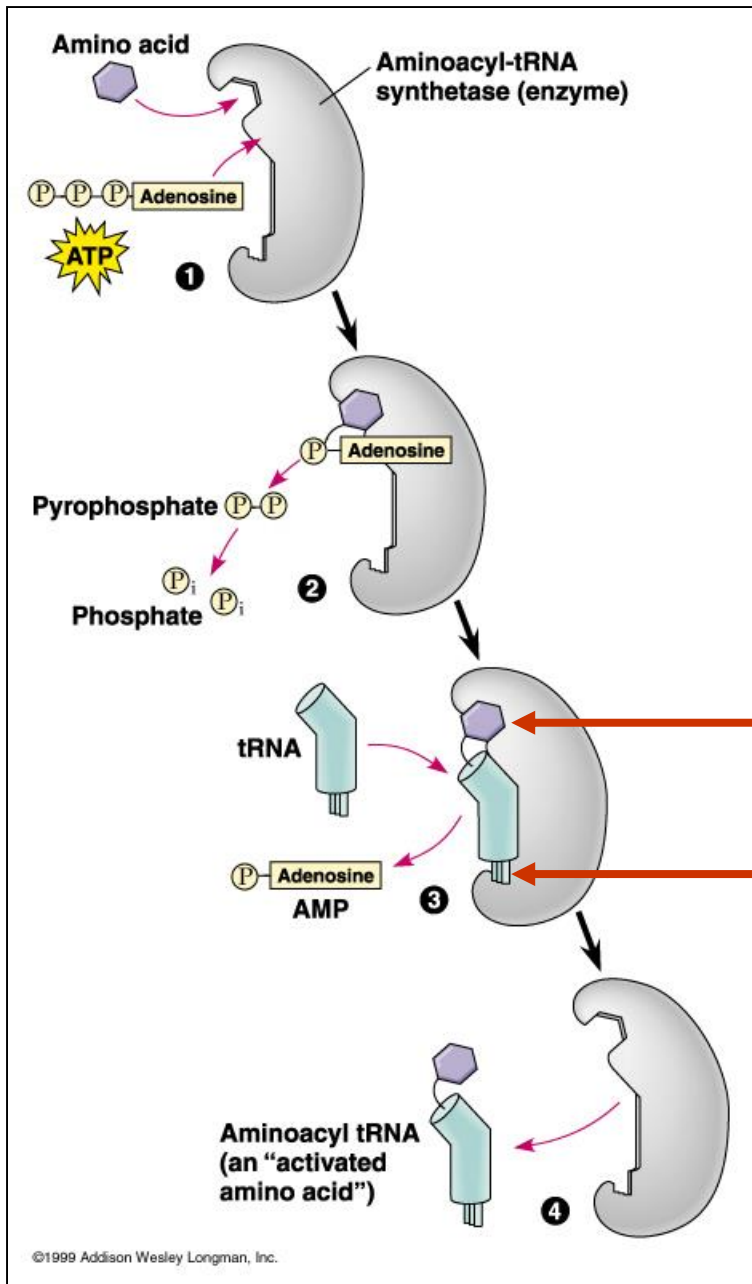
Un ARNt ne transporte pas n'importe quel acide aminé: **ça dépend de l'anticodon**

Ex.

ARNt **AAA** transporte toujours l'acide aminé **PHE**

ARNt **GAU** transporte toujours l'acide aminé **LEU**

L'acide aminé est attaché au bon ARNt par l'enzyme
aminoacyl-ARNt synthétase



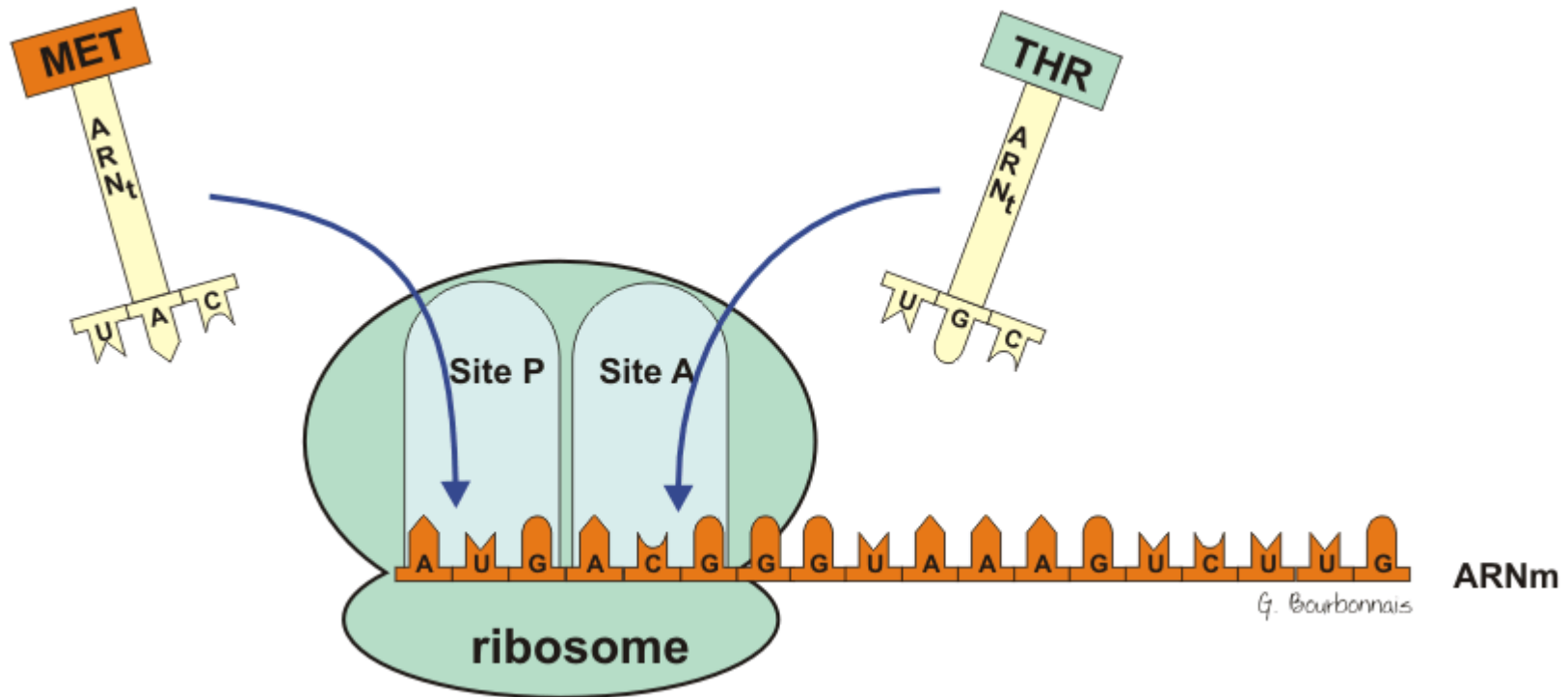
Il existe plusieurs sortes
d' aminoacyl-ARNt synthétase.
 Chacune peut attacher **un acide aminé particulier à un ARNt particulier.**

Le site actif de l'enzyme reconnaît :
 un acide aminé particulier
 ET
 un anticodon particulier.

L'enzyme unit l'acide aminé à
 l'ARNt

Mécanisme de la traduction: **littératures-**

Attention Internet-manque une étape???

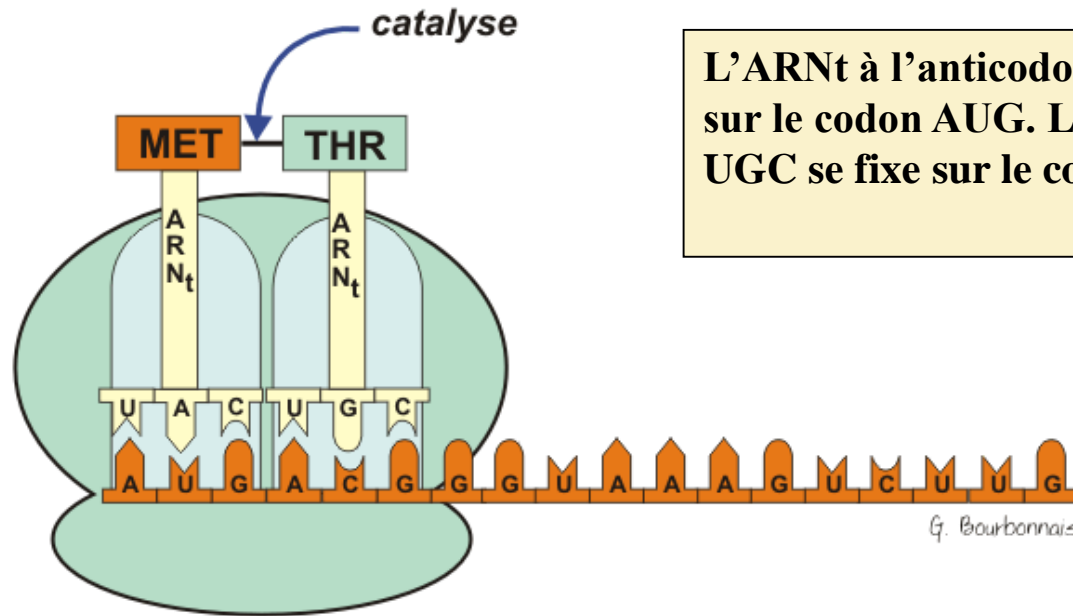


Le brin d'ARNm s'attache au ribosome.

En fait, **il s'attache d'abord à la petite unité.** C'est à ce moment que la grosse unité vient se fixer. Donc, les deux unités ne s'assemblent que lorsque l'ARNm se fixe à la petite unité.

Deux ARNt peuvent se fixer par leur anticodon sur l'ARNr au niveau du ribosome (un sur la zone appelée site P et l'autre sur la zone appelée site A).

Liaison codon-anticodon de deux ARNt (il y a deux sites de liaison sur le ribosome).



L'ARNt à l'anticodon UAC se fixe sur le codon AUG. L'anticodon UGC se fixe sur le codon ACG

Chaque ARNt se fixe **par son anticodon** sur trois nucléotides de l'ARNm. Ces trois nucléotides de l'ARNm constituent ce qu'on appelle un **codon**.

Après leur fixation, les acides aminés qu'ils transportent sont reliés entre eux (le catalyseur est constitué d'une partie de **l'ARN du ribosome et non d'une enzyme protéique**). **RIBOZYME**

La Peptidyl transferase est une aminoacyltransferase
classification voir Enzymologie: (EC 2.3.2.12) :
The primary enzymatic function of the ribosome.

L'activité de la Peptidyl transferase du ribosome n'est pas
réalisée par les protéines du ribosome **MAIS** par l'ARN
ribosomal Nouveau concept de la catalyse:
ribozyme. Evidence supporting the RNA
World hypothesis.

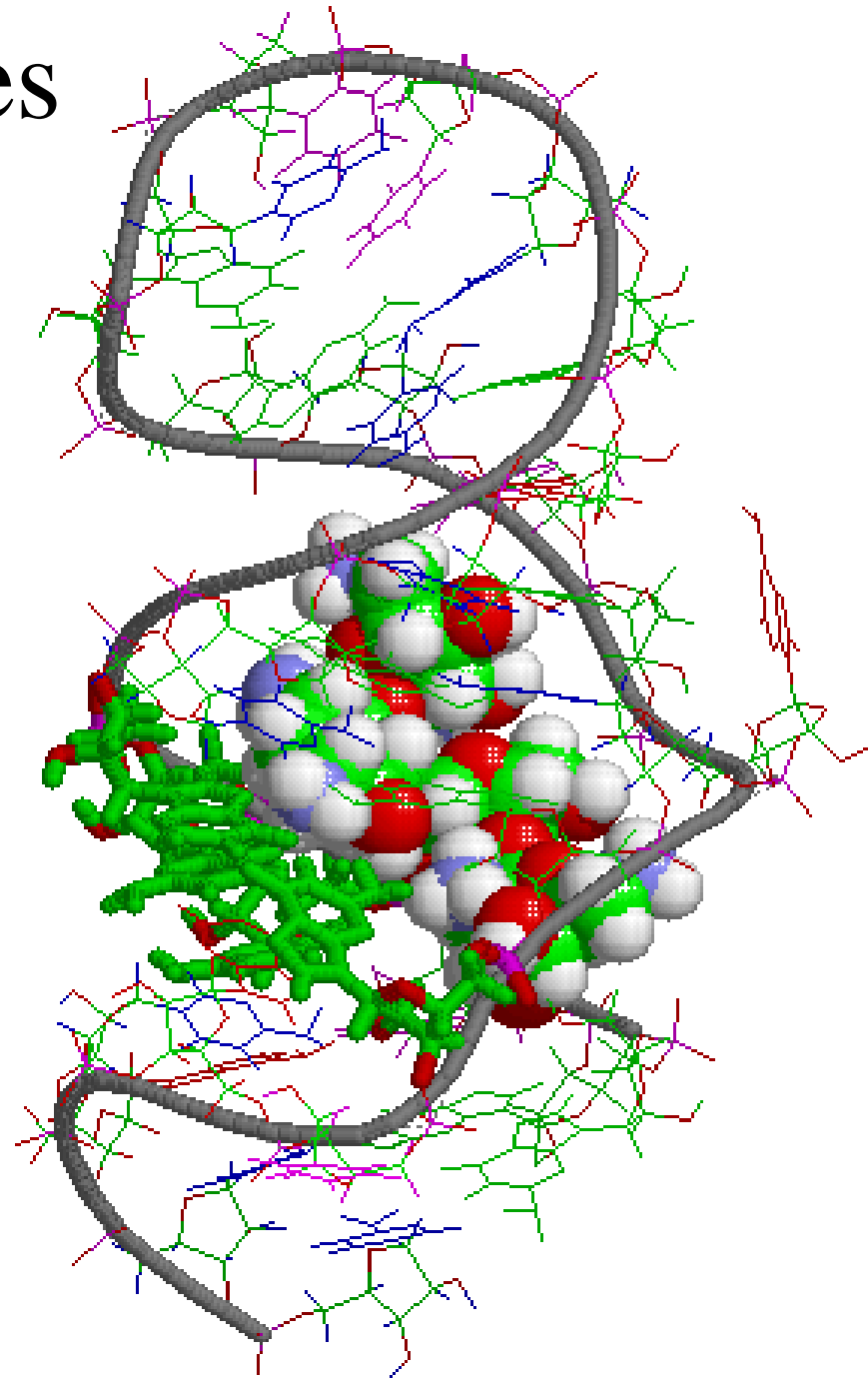
*Peptidyl transferases are not limited to translation, but there
are relatively few enzymes with this function.*

Ribozymes

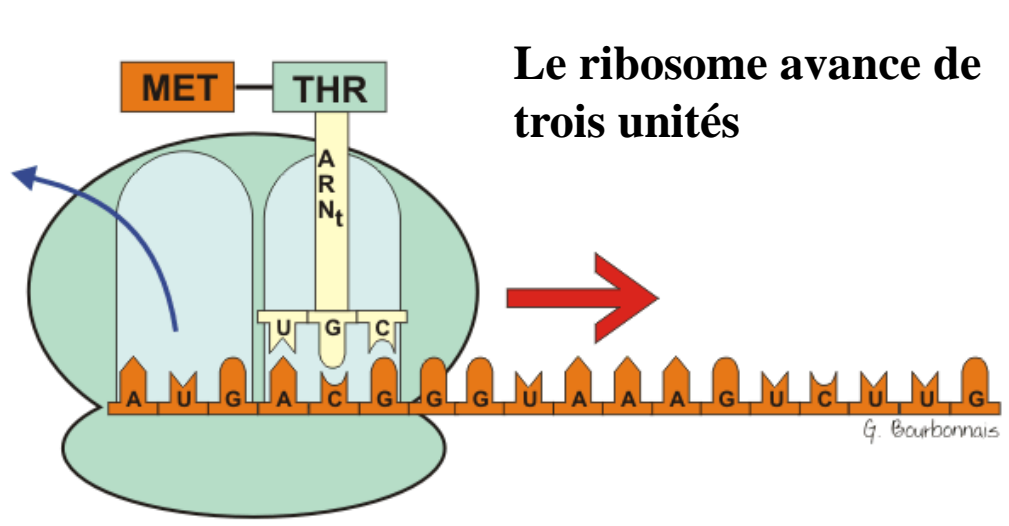
Discovered in 1980's
(Cech & Altman,
Nobel Prize 1989)

RNA can act as an Enzyme
and catalyse Reactions
including
Its own replication

The RNA WORLD

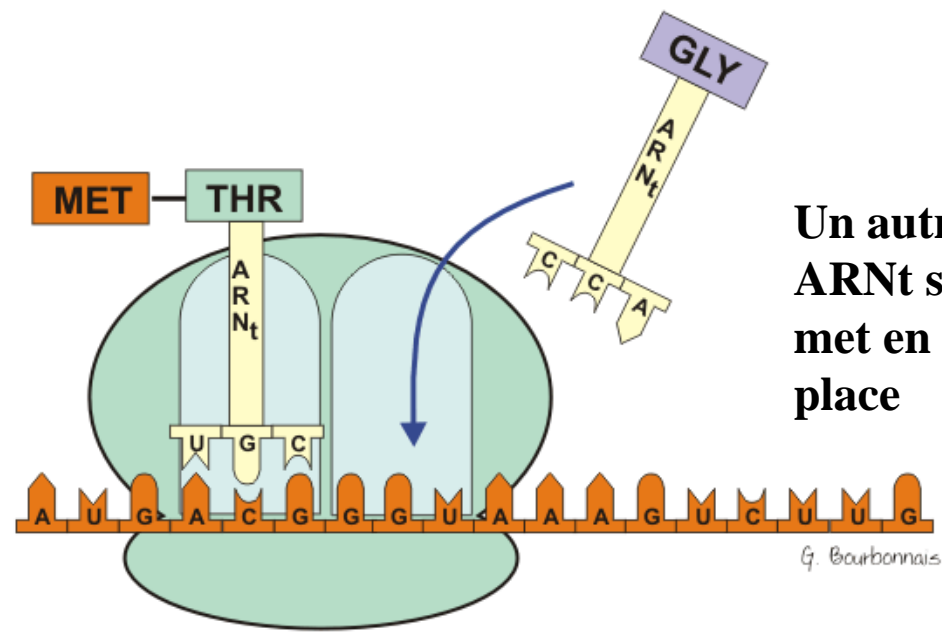


Le premier ARNt est retiré.



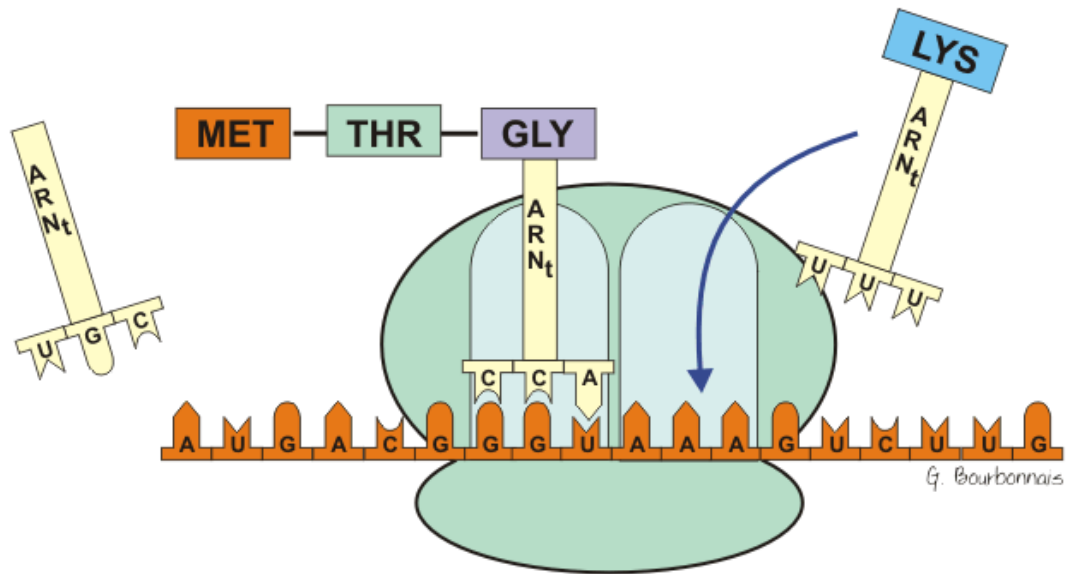
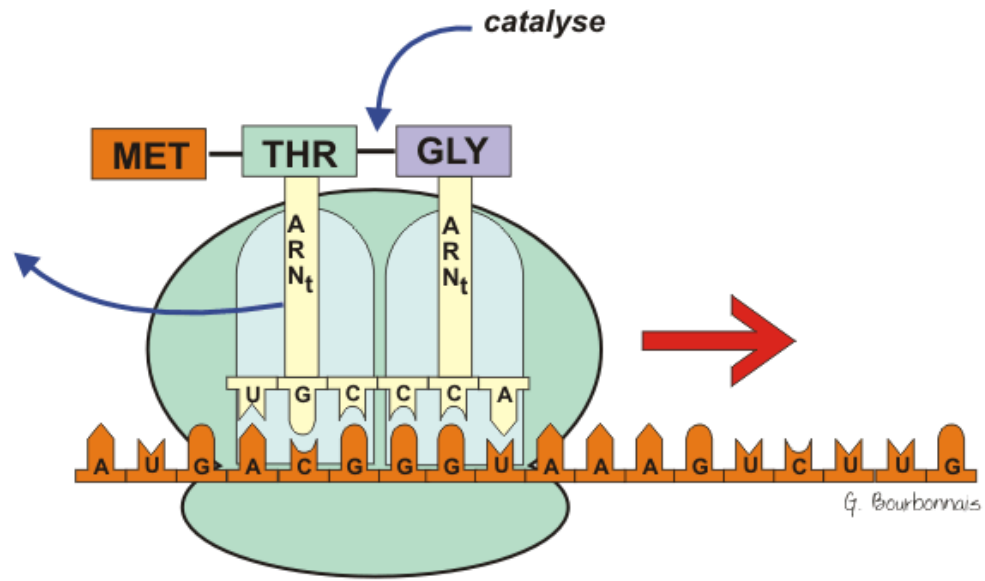
Le ribosome avance de trois unités

G. Bourbonnais



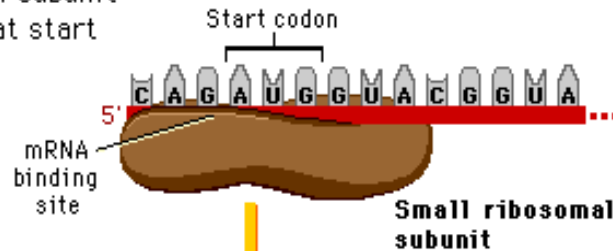
Un autre ARNt se met en place

G. Bourbonnais

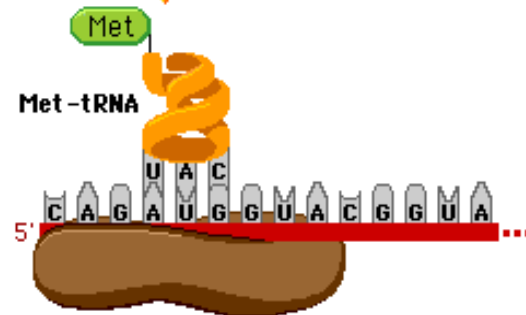


Résumé: Protein synthesis: Translation initiation

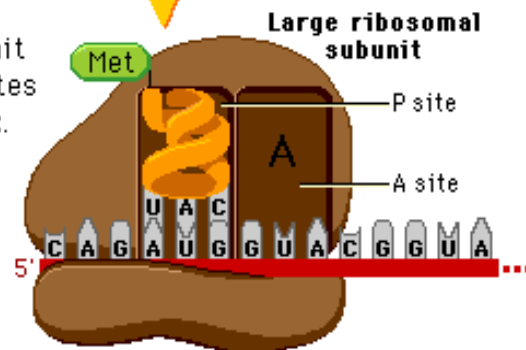
Small ribosomal subunit binds to mRNA at start codon region.



Met-tRNA binds to AUG start codon.

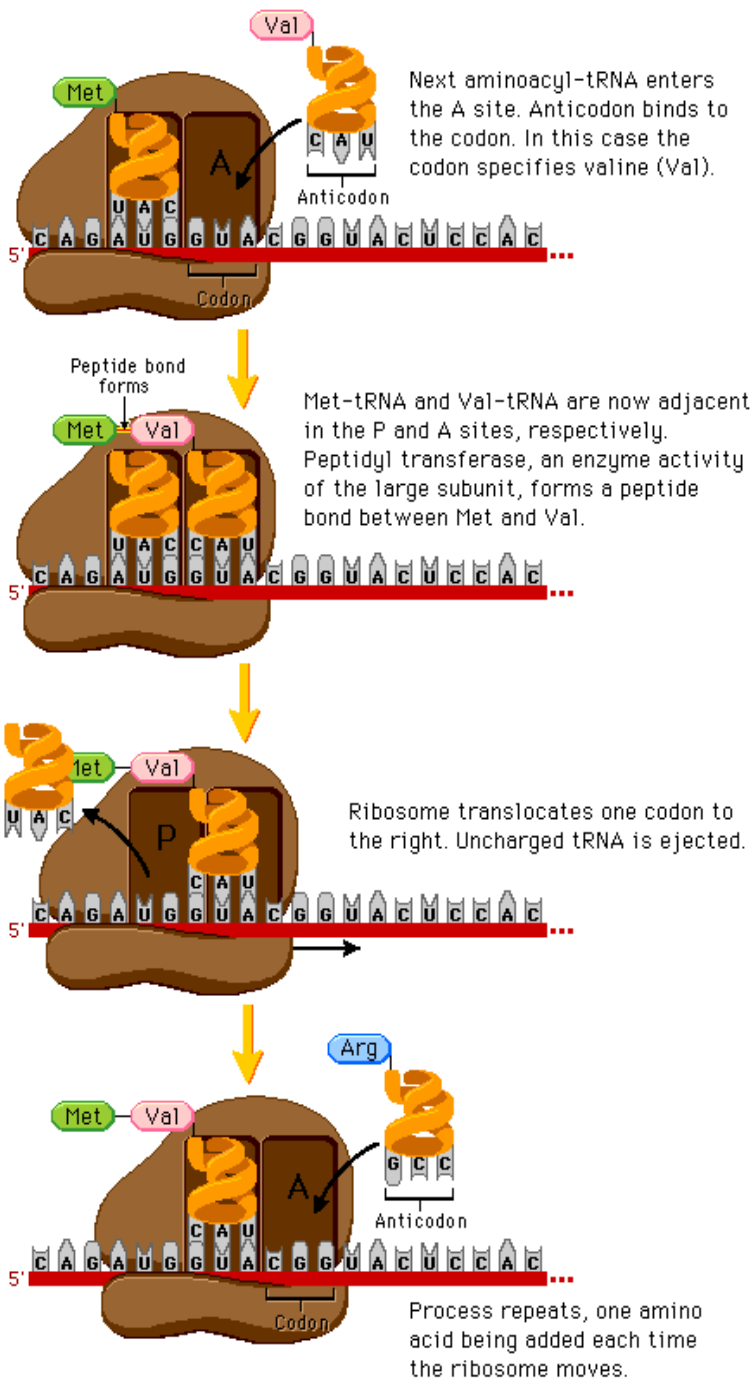


Large ribosomal subunit now binds and completes the initiation complex.

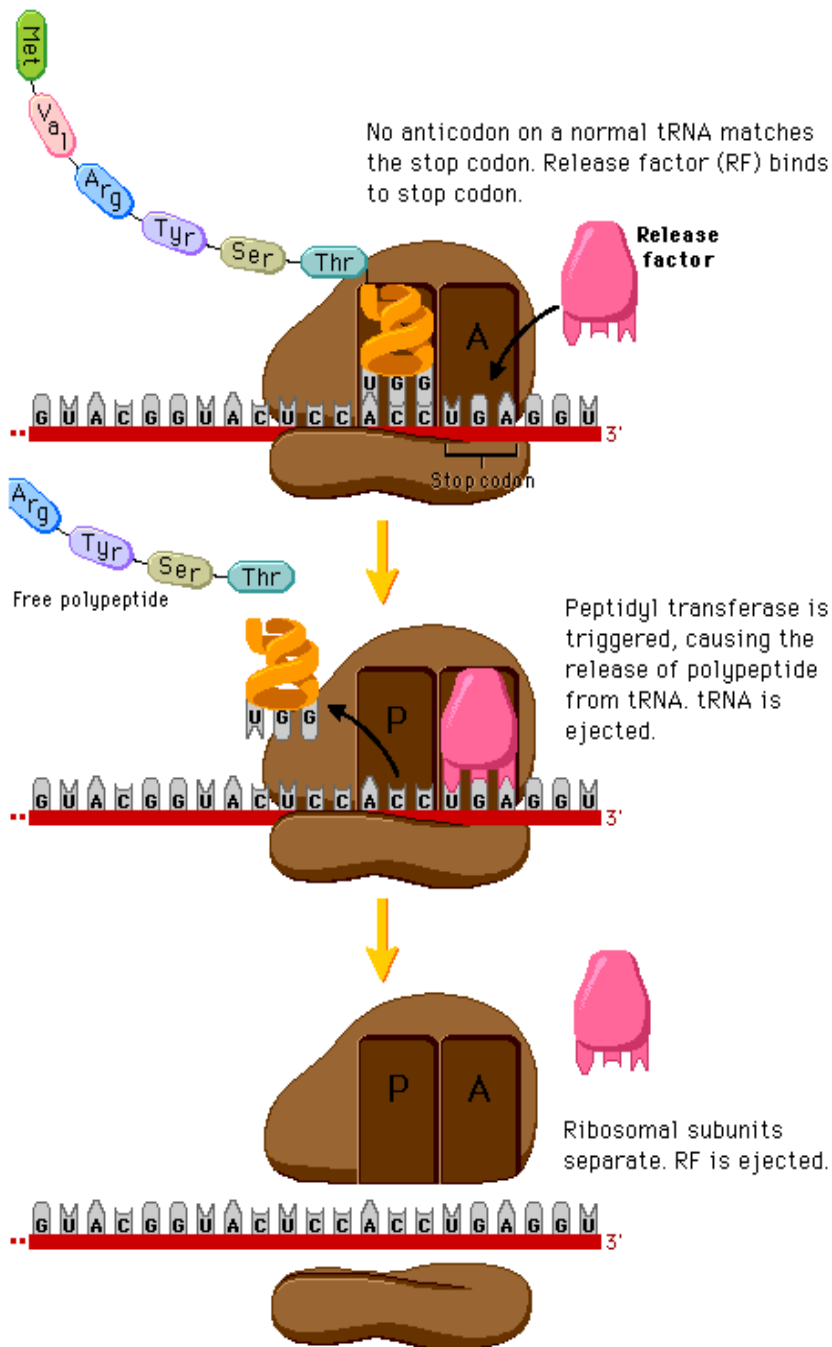


Initiation complex is completed: At this point Met-tRNA is bound to AUG on mRNA in the P site of the ribosome. The next codon is positioned in the A site.

Protein synthesis: elongation (2)



Protein translation: termination (3)



Vitesse de la synthèse :

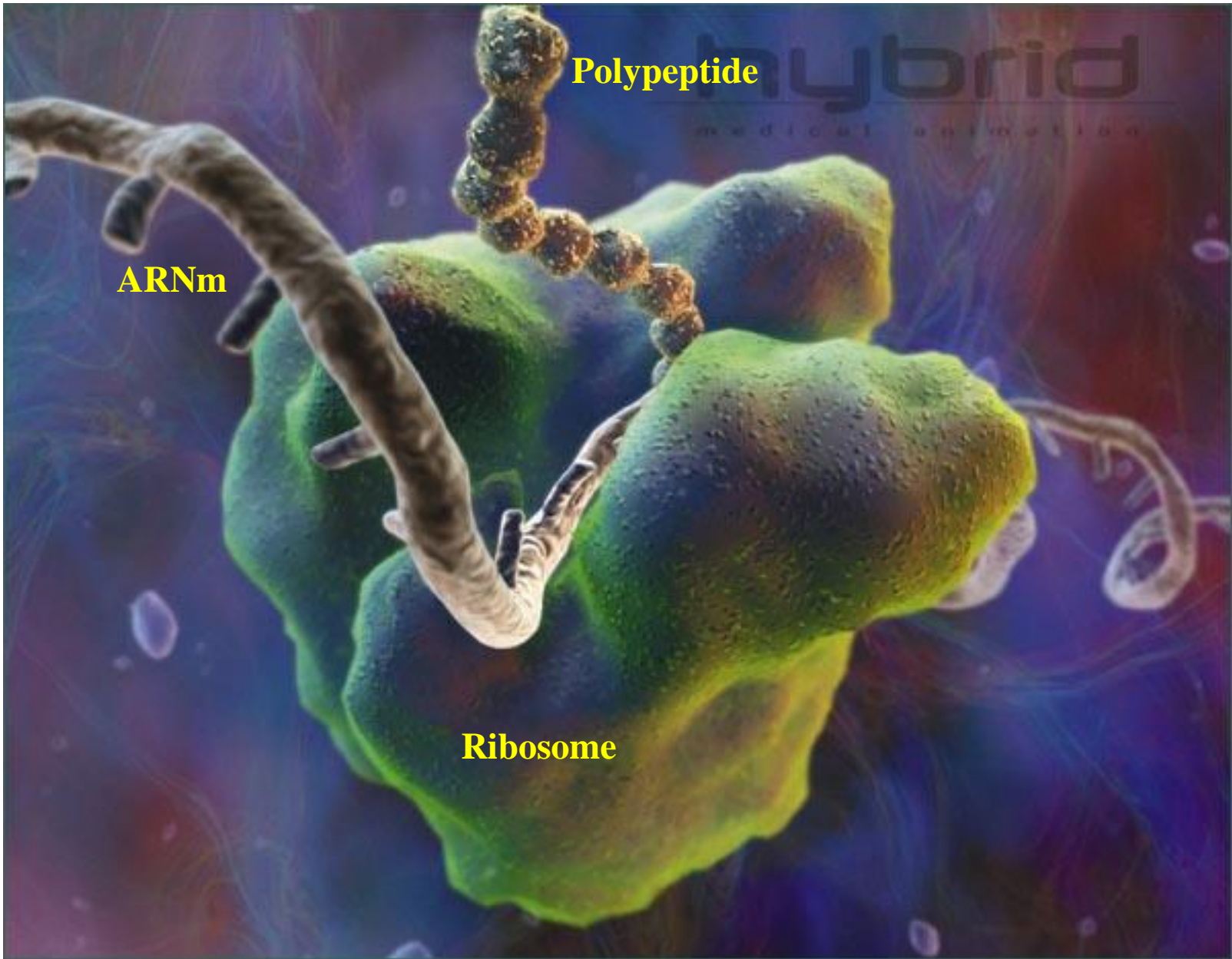
- Chez E. coli ~ 5 Aa / s
- Chez eucaryotes ~ 16 Aa / s

Tous les ARNm se terminent par le **codon** (triplet de bases) **UAA, UAG** ou **UGA = codons STOP.**

Lorsque le ribosome atteint un codon STOP, une enzyme (*facteur de terminaison*) s'y fixe et détache l'ARNm du ribosome.

==> le ribosome se sépare en deux

Les deux unités se réuniront à nouveau si un ARNm se fixe à la petite unité.



Polypeptide

ARNm

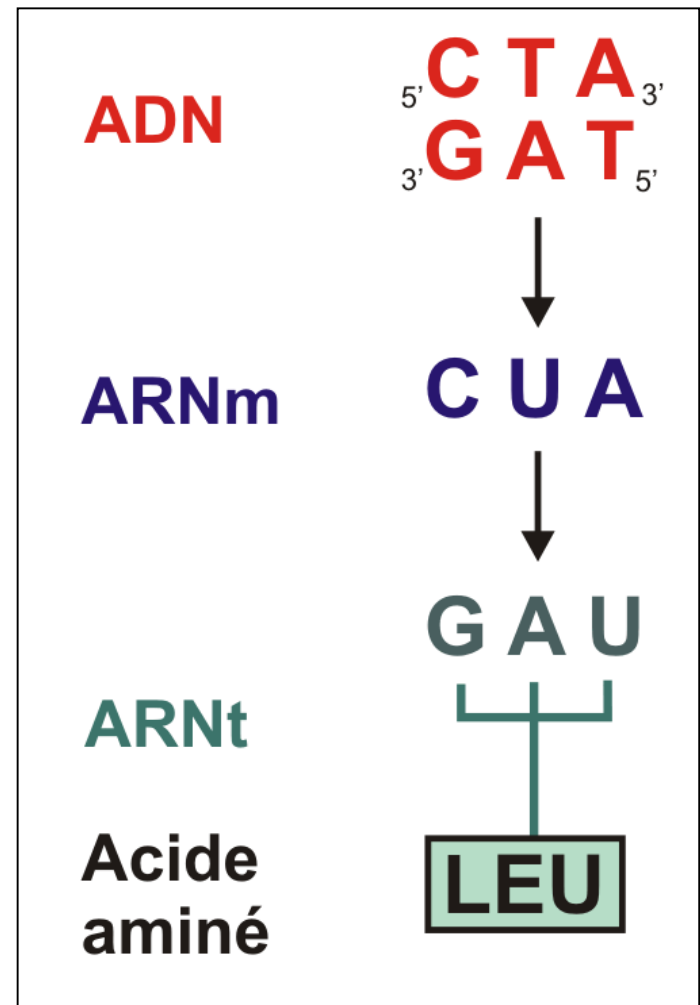
Ribosome

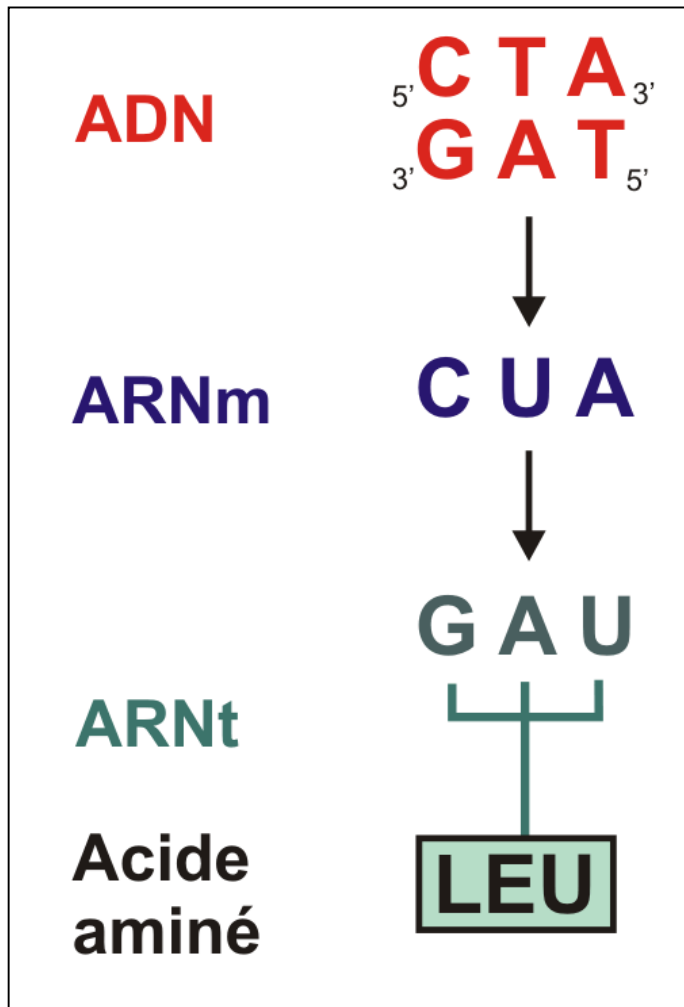
Chaque **triplet** de nucléotides sur l'ADN correspond à un **codon** de l'ARNm.

Chaque **codon** de l'ARNm correspond à un **anti-codon** spécifique de l'ARNt.

Chaque **anti-codon** correspond à un **acide aminé** spécifique.

DONC : chaque triplet de nucléotides sur l'ADN correspond à un acide aminé.





Est-ce **CTA** qui code pour la leucine ou est-ce **GAT** ?

En fait, c'est une question de convention. On pourrait dire les deux.

Par convention, le code sous forme d'ADN est généralement présenté en utilisant les **triplets 5' 3'** du triplet **complémentaire** au triplet 3,5' qui est traduit en ARNm. Ici, on écrira donc que la **leucine** est codée par le triplet d'ADN **CTA**.

La vitesse de synthèse peut être augmentée :

Plusieurs copies d'ARNm sont synthétisées à partir du gène.
Un même ARNm peut se fixer à plusieurs ribosomes à la fois =
polyribosome

ARNm peut s'accumuler
dans la cellule sous forme
inactives

