

Département des Troncs Communs Sciences de la Nature
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Université Abderrahmane Mira de Bejaia

Biologie cellulaire

Cours 8 : Synthèse des protéines

Année universitaire 2015/2016

1. Rappels sur les acides nucléiques

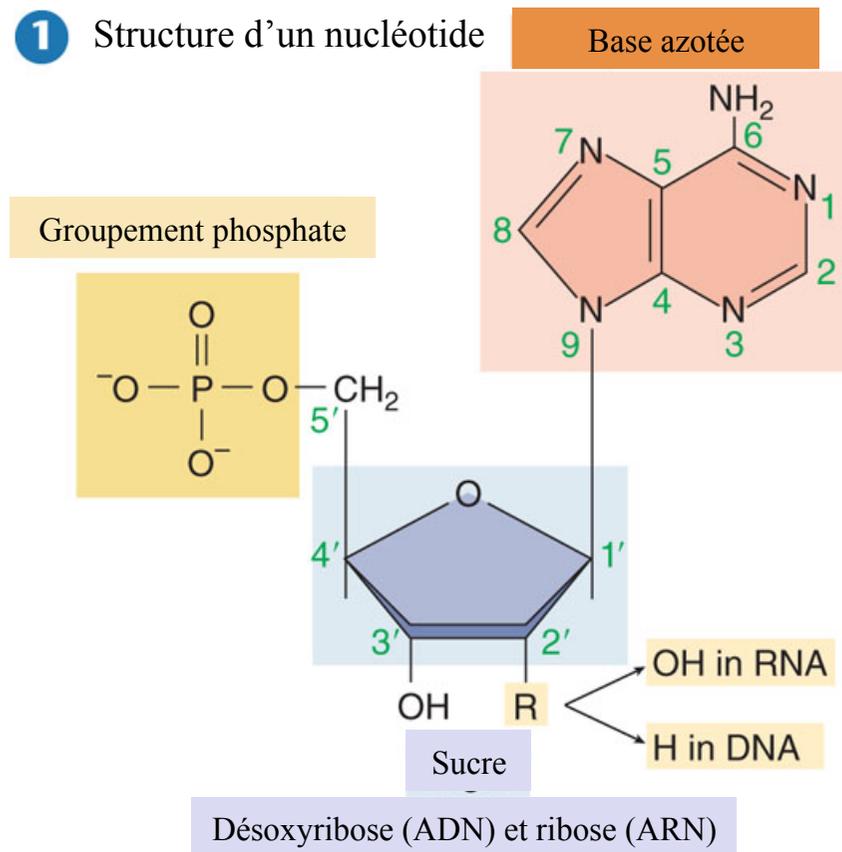
- Les acides nucléiques sont des **polymères de nucléotides** présents chez tous les êtres vivants :

ADN = Acide désoxyribonucléique : molécule de l'hérédité

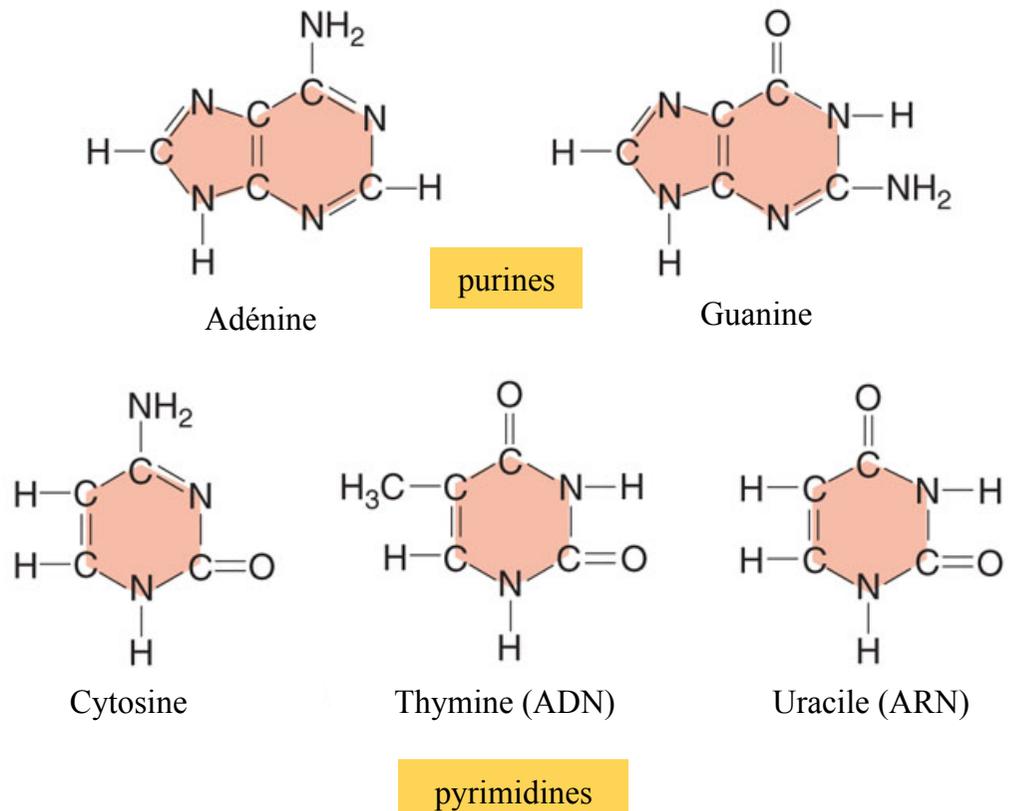
ARN = Acide ribonucléique : molécule de la **synthèse des protéines**

- Un **nucléotide** = 1 **acide phosphorique** + 1 **sucres** + 1 **base azotée**

1 Structure d'un nucléotide

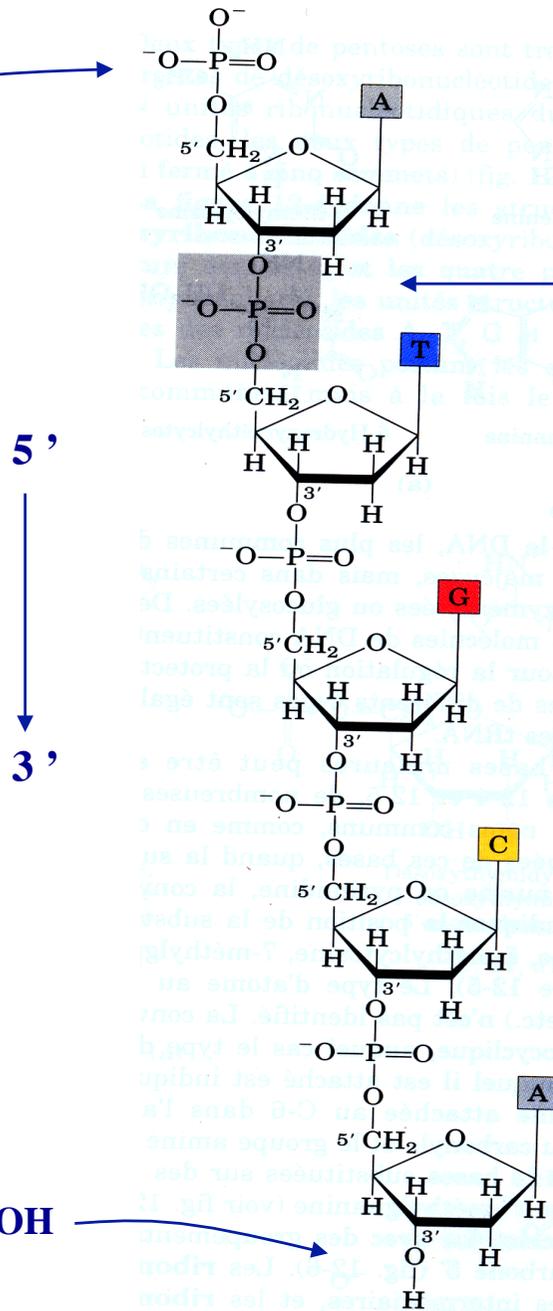


2 Bases azotées



- Union de plusieurs nucléotides : formation des polynucléotides

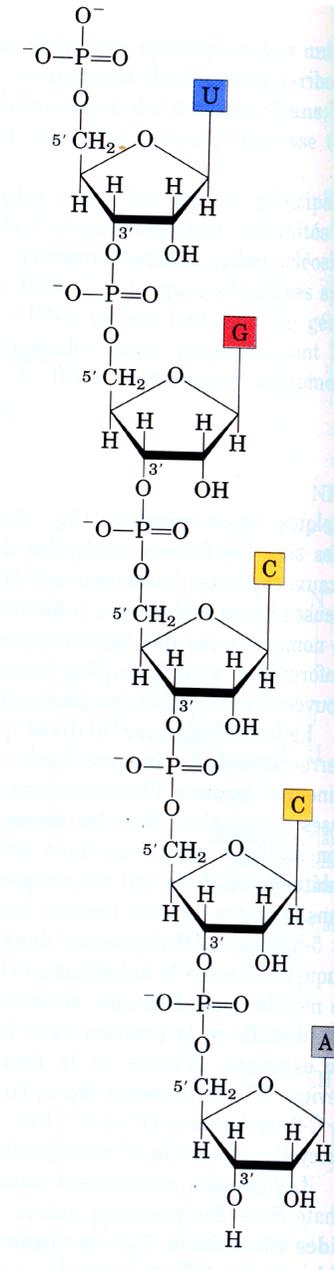
Extrémité 5' PO₄
libre



Extrémité 3' OH
libre

Liaison
phosphodiester
(liaison covalente)

ADN



ARN

- Structure tridimensionnelle de l'ADN : double hélice (Watson et Crick en 1953)

Deux chaînes nucléotidiques

2 brins antiparallèles

Complémentarité des bases

1 - A == T

2 - C == G

Raisons de cette complémentarité :

1 - Encombrement stérique (purine + pyrimidine)

2 - Formation de liaisons hydrogène

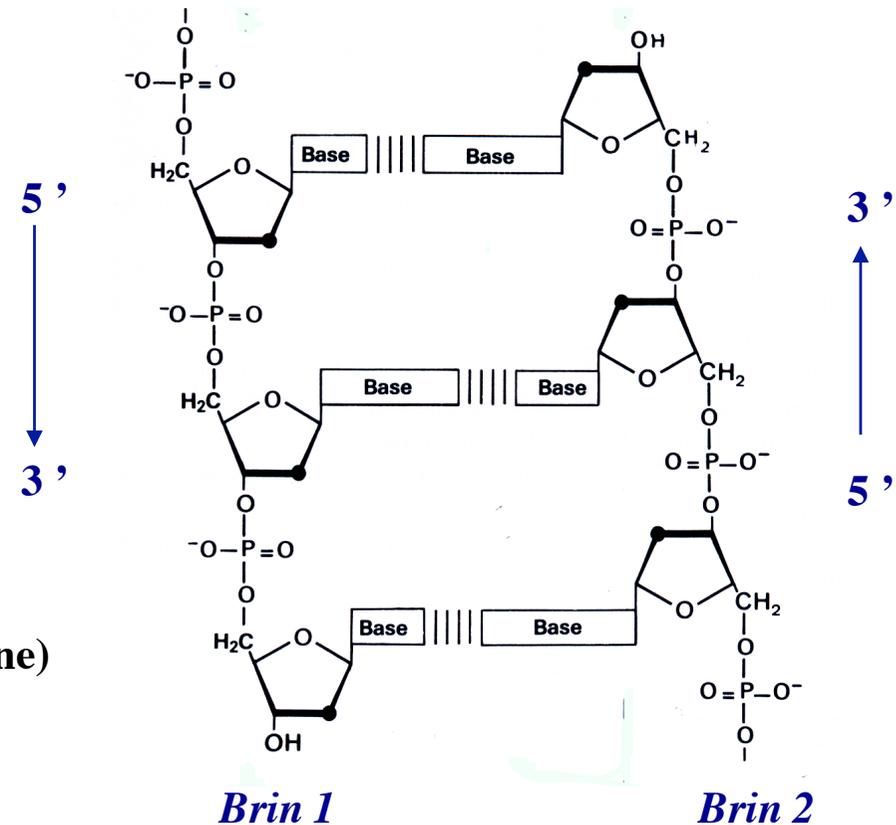
Séquence des bases = Information génétique

Ex : 5' CTAGCGGA 3'

3' GATCGCCT 3'

Produit = protéine

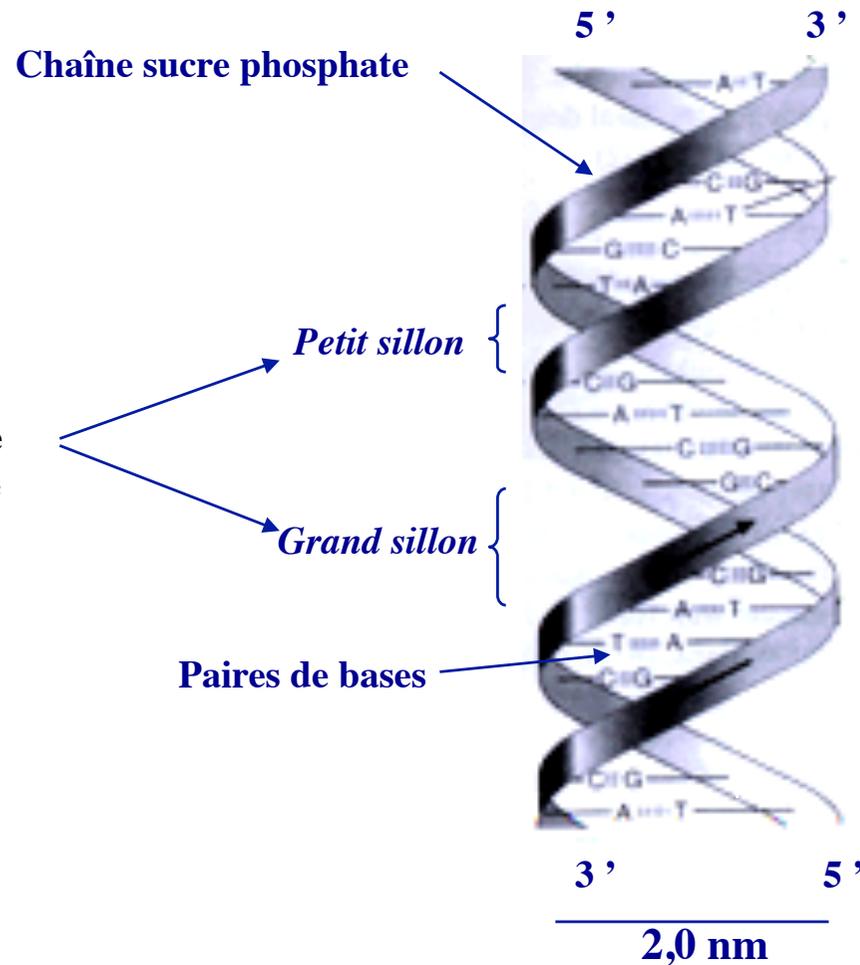
Produit = partition musicale



- Conformation spatiale de l'ADN



**Interaction de l'ADN
avec des protéines au
niveau des 2 sillons
(nucléases, enzymes de
restriction, facteurs de
transcription,
polymérase, etc.)**



3,4 nm (10 pnb)

d entre 2 bases = 34 Å

- Structure des acides ribonucléiques = ARN

- Monocaténaire

- Plus court

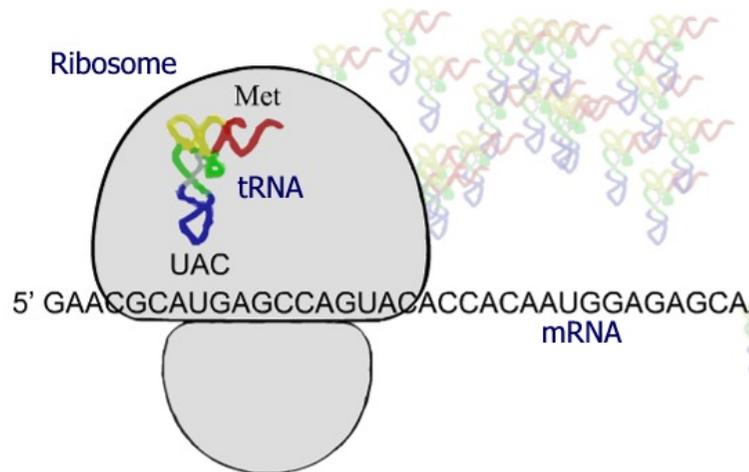
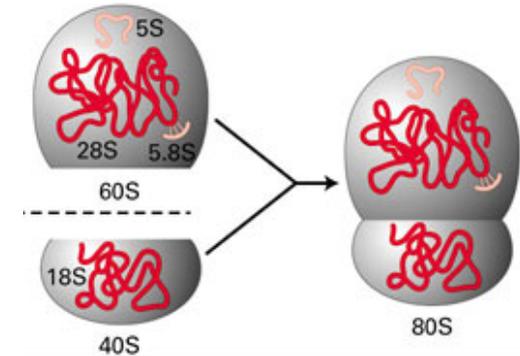
- Sucre = ribose

- Bases azotées : A, G, C, U

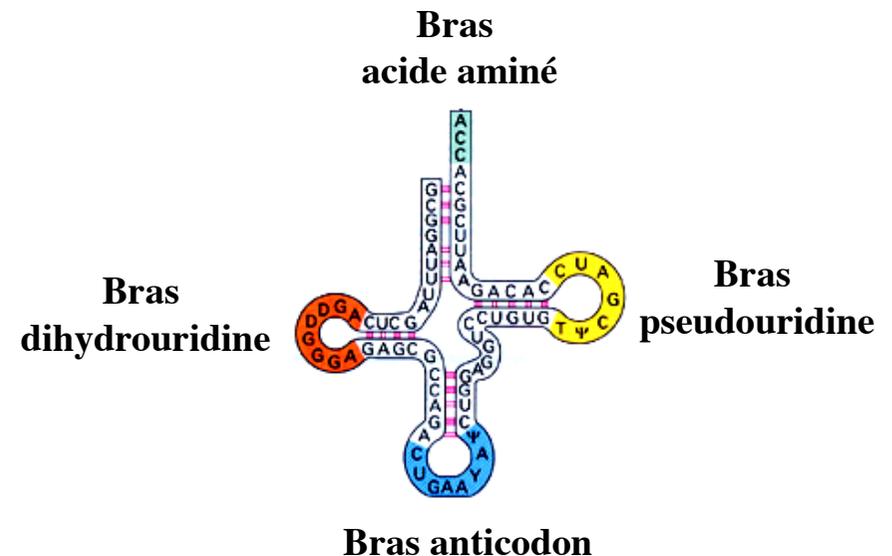
3 types d'ARN

1- **ARN ribosomal = ARNr** (80%) / Structure des ribosomes

2- **ARN messenger = ARNm** (F. Jacob et J. Monod 1961) / Copie de l'un des des 2 brins de l'ADN / transcription



3- **ARN de transfert = ARNt** / Utilisé dans la synthèse des protéines comme adaptateur entre l'ARNm et les acides aminés



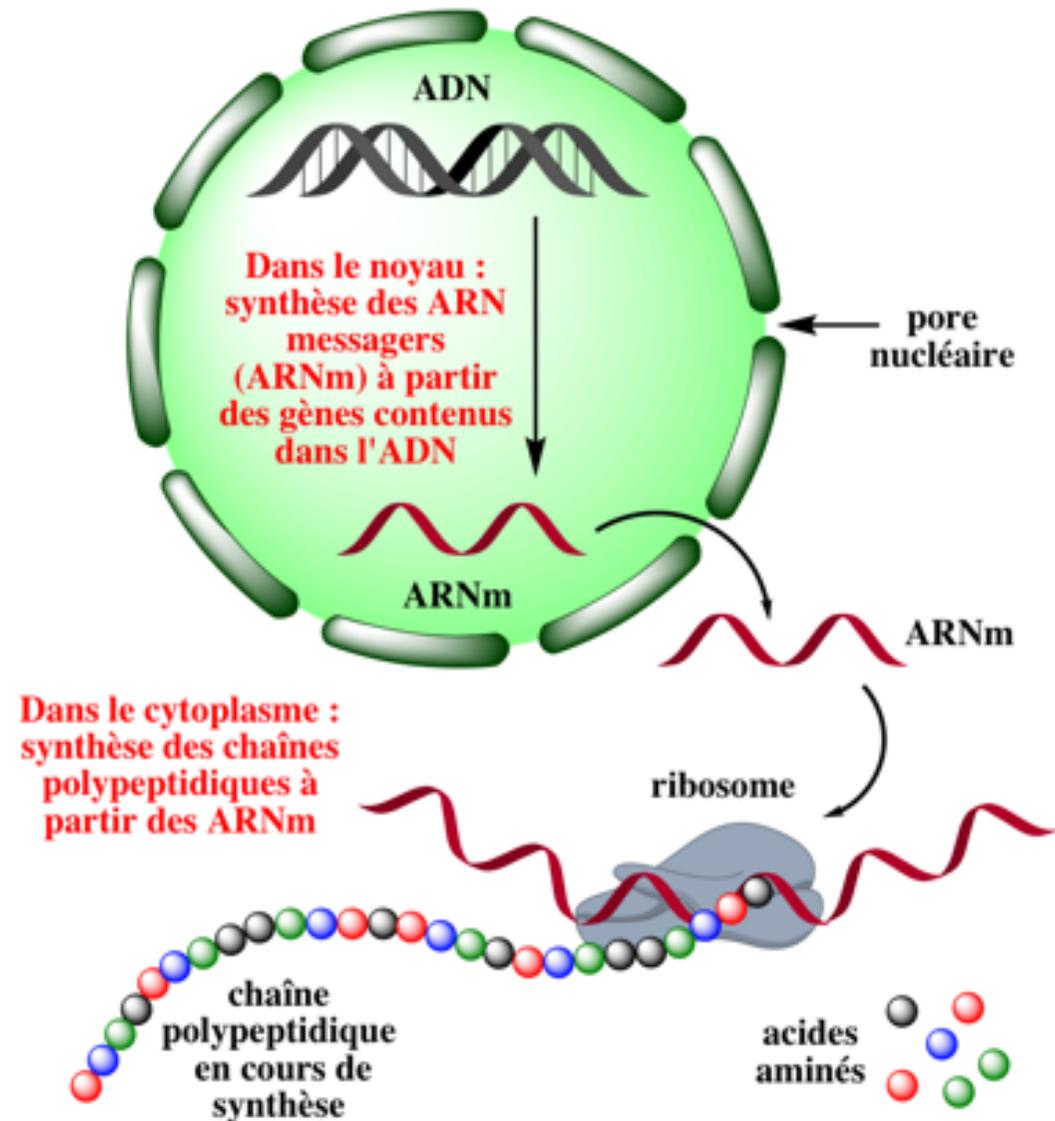
Structure en feuille de trèfle d'un ARNt

2. Synthèse des protéines

- Le processus de la synthèse des protéines se déroule en 2 étapes :

- **1^{ère} étape : transcription** d'une séquence nucléotidique de l'ADN en une séquence complémentaire de nucléotides d'ARNm

- **2^{ème} étape : traduction** de cette séquence d'ARNm en une séquence polypeptidique

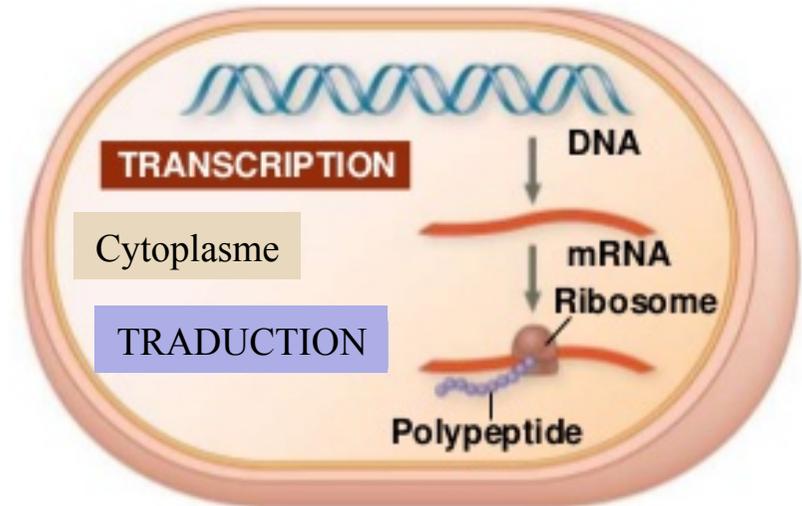


E. Jaspard (2013)

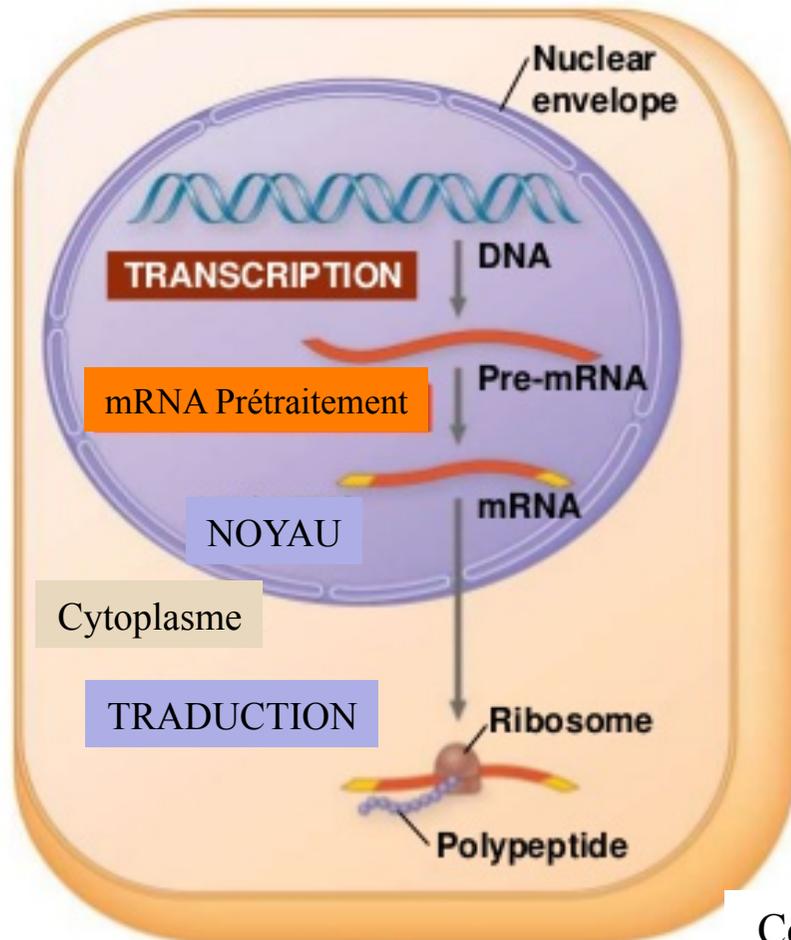
2. Synthèse des protéines

Procaryote vs Eucaryote

- **Procaryotes** : l'ARNm produit par transcription est **immédiatement** traduit



Cellule procaryote



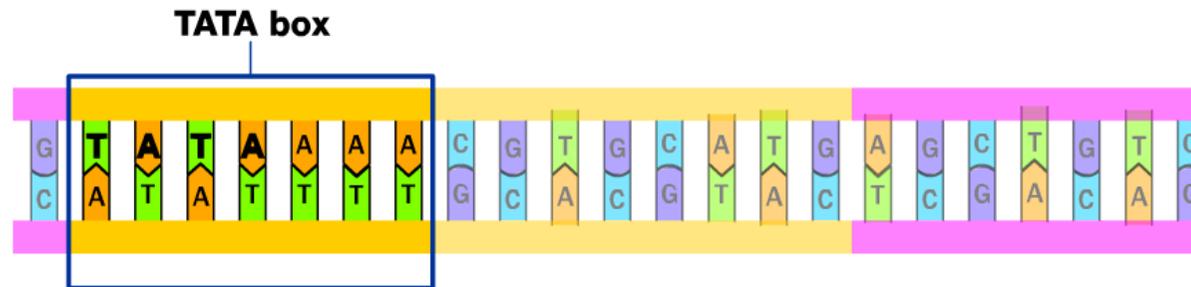
Cellule Eucaryote

- **Eucaryotes** : le transcrit ARN (pré-ARNm) est **prétraité** avant de quitter le noyau sous forme d'ARNm

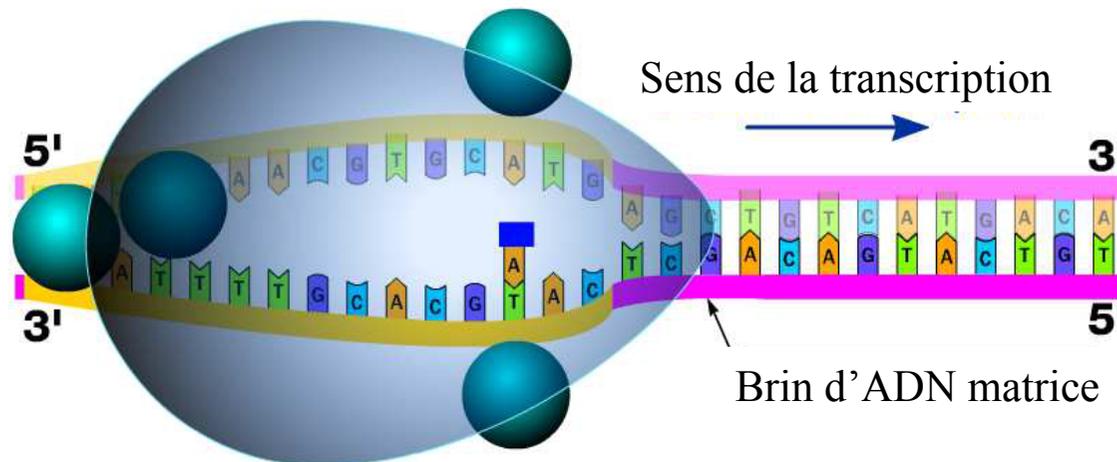
2.1. Transcription

Étape 1 : Initiation

- **Site promoteur** : situé en amont d'une région codante d'un **gène**, formé d'une succession de T et A (**boîte TATA**)



- Ce **site promoteur** est reconnu par l'enzyme **ARN polymérase II** chargée de la transcription. Sa fixation et son activité nécessitent plusieurs **facteurs de transcription**



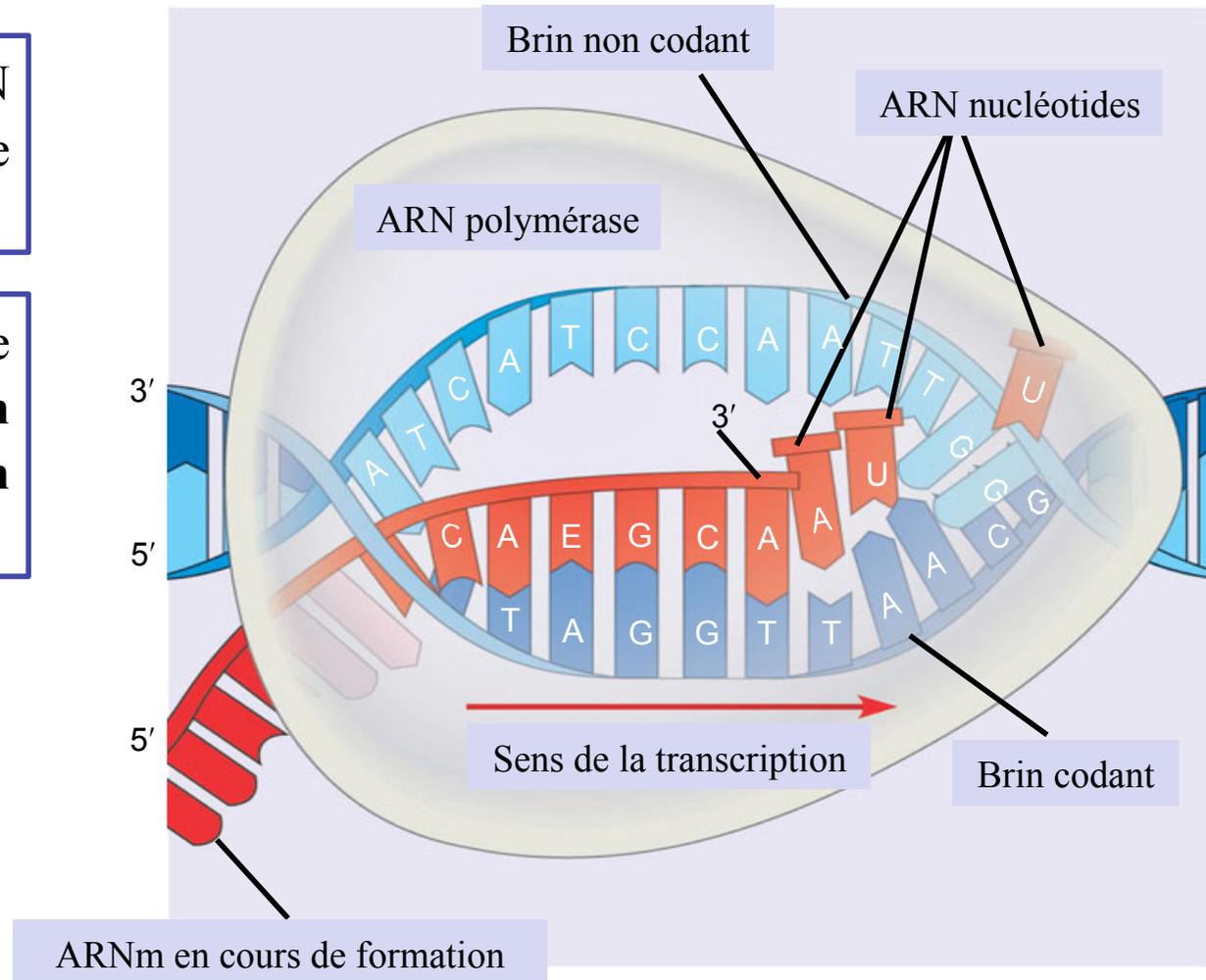
2.1. Transcription

Étape 2 : Élongation

- L'enzyme **ARN polymérase II** sépare les **2 brins d'ADN** sur une dizaine de nucléotides et permet l'**appariement des nucléotides** du futur ARNm

- **Un seul** des 2 brins d'ADN servira de **matrice**. Celui de **sens 3' vers 5'**

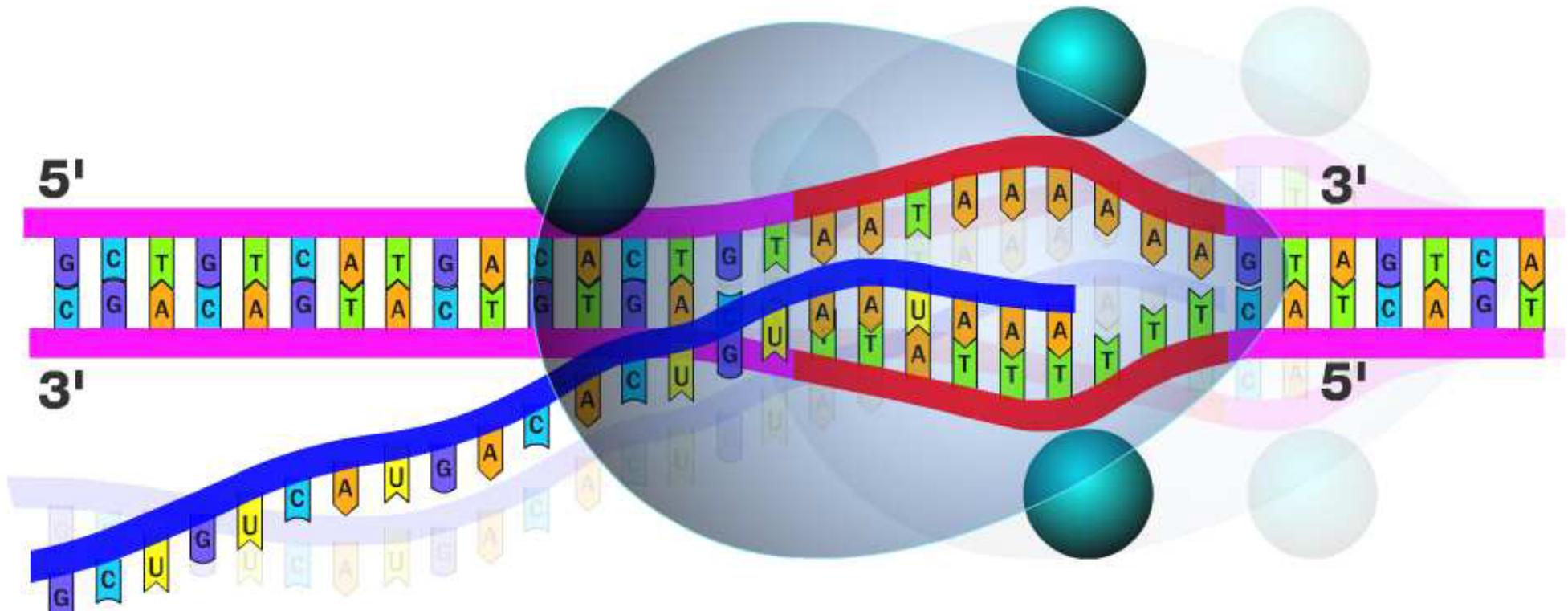
- Au fur et à mesure que l'enzyme avance, le **brin codant** se réassocie au **brin non codant**



2.1. Transcription

Étape 3 : Terminaison

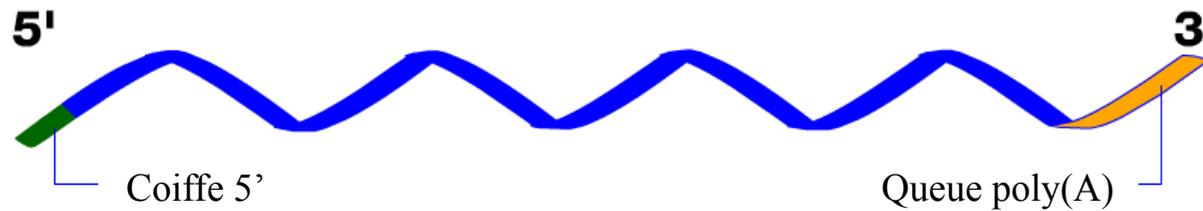
- L'enzyme **ARN polymérase II** termine la transcription au niveau du **site de terminaison** (AATAAA) et libère un **pré ARNm (immature)**



2.1. Transcription

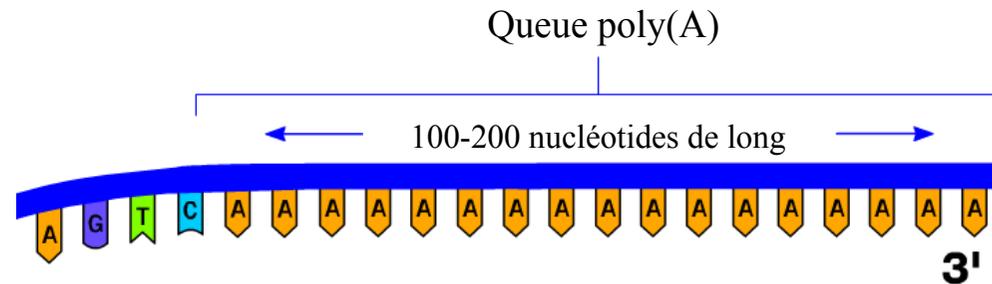
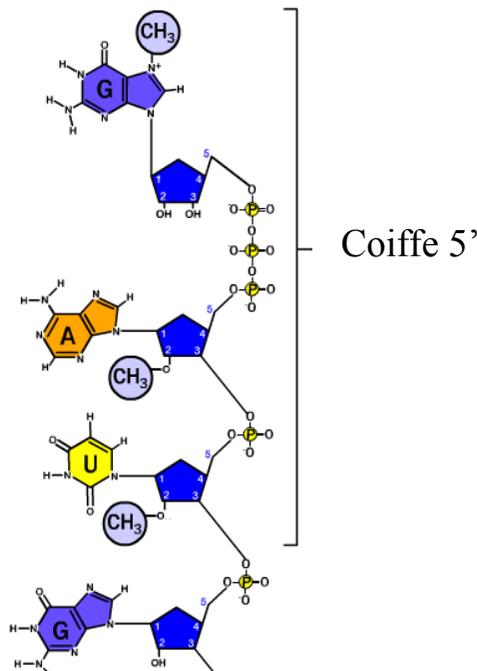
Étape 4 : Maturation

- Le **transcrit primaire d'ARNm** est complété :



Sur son **extrémité 5'** par une **guanine triphosphate** formant la **coiffe**

Sur son **extrémité 3'** par **polyadénylation** formant la **queue poly(A)**

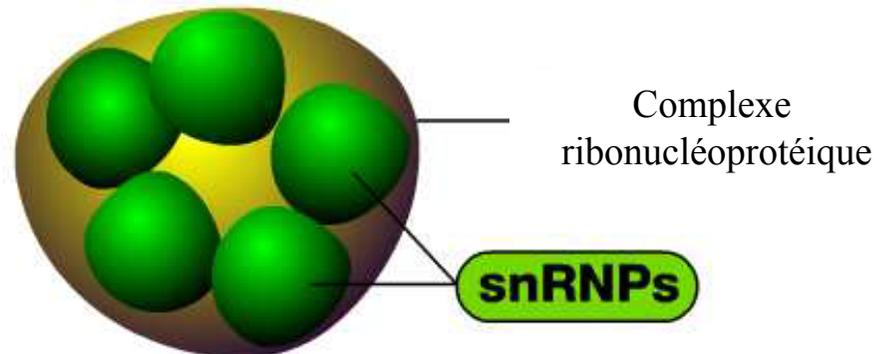


2.1. Transcription

Étape 5 : Épissage

- L'étape de l'**épissage de l'ARN pré messager** est catalysée par un **complexe enzymatique** (complexes ribonucléoprotéiques snRNP), qui assure l'**excision des introns**, les **exons** restant sont **reliés entre eux (épissure*)**

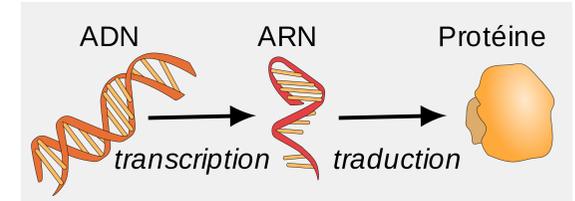
*Épissure : Réunion de 2 cordages, de 2 câbles, etc.



- L'ARN raccourci passe dans le **cytoplasme** à travers les **pores nucléaires** pour être **traduit**

2.2. Traduction

- La **séquence linéaire** des **nucléotides** est **traduite** en une **séquence colinéaire d'acides aminés**. La **traduction** implique le **décodage de l'ARN messenger : code génétique**



Le code génétique est universel

Chaque **triplet** de nucléotides sur l'ADN correspond à un **codon** de l'ARN messenger

Chaque **codon** de l'ARNm correspond à un **anti-codon** spécifique de l'ARN transfert

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

1 codon : 3 bases / Acide aminé spécifique

**4 nucléotides / 3 positions d'un codon =
4³ : 64 codons possibles**

**64 codons / 20 acides aminés = chaque
acide aminé présente plus d'un codon**

le code génétique										
		Deuxième lettre								
		U		C		A		G		
U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	U	Troisième lettre (côté 3')
	UUC	Phe	UCC	Ser	UAC	Tyr	UGC	Cys	C	
	UUA	Leu	UCA	Ser	UAA	Stop	UGA	Stop	A	
	UUG	Leu	UCG	Ser	UAG	Stop	UGG	Trp	G	
C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg	U	
	CUC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGC	Arg	C	
	CUA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gln	CGA	Arg	A	
	CUG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gln	CGG	Arg	G	
A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U	
	AUC	Ile	ACC	Thr	AAC	Asn	AGC	Ser	C	
	AUA	Ile	ACA	Thr	AAA	Lys	AGA	Arg	A	
	AUG	Met	ACG	Thr	AAG	Lys	AGG	Arg	G	
G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U	
	GUC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gly	C	
	GUA	Val	GCA	Ala	GAA	Glu	GGA	Gly	A	
	GUG	Val	GCG	Ala	GAG	Glu	GGG	Gly	G	
		codon d'initiation				codon de terminaison				

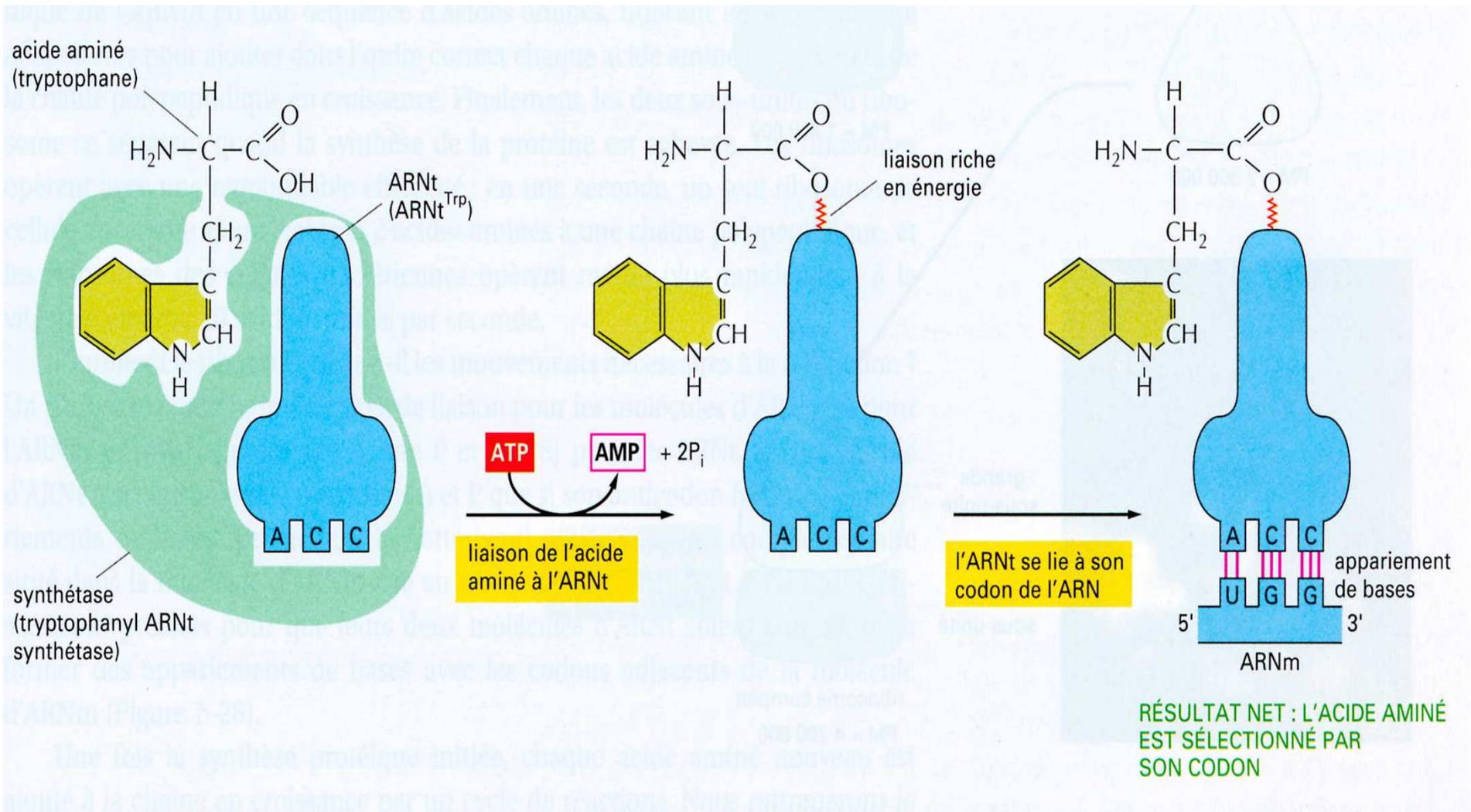
Début de la
traduction

Arrêt de la
traduction

2.2. Traduction

Étape préalable d'activation des acides aminés

- **Liaison ester** entre un **ARNt** et un **acide aminé** en présence de l'**enzyme aminoacyl ARNt synthétase**. Cette réaction est **ATP dépendante**



2.2. Traduction

Étape 1 : Initiation

- Formation d'un **complexe d'initiation** entre :
L'**extrémité 5'** de l'**ARNm** portant le **codon d'initiation AUG**

La **petite sous-unité ribosomale**

La **Méthionine - ARNt** portant l'**anti-codon UAC**

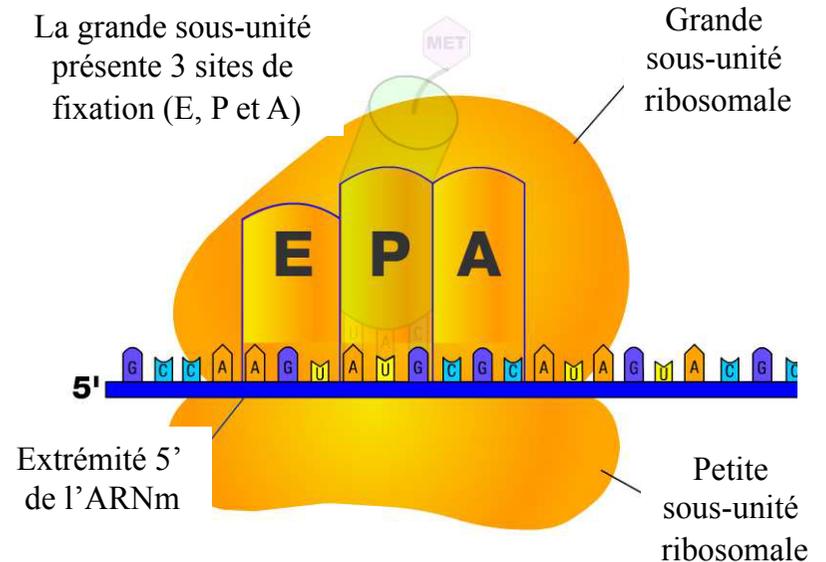
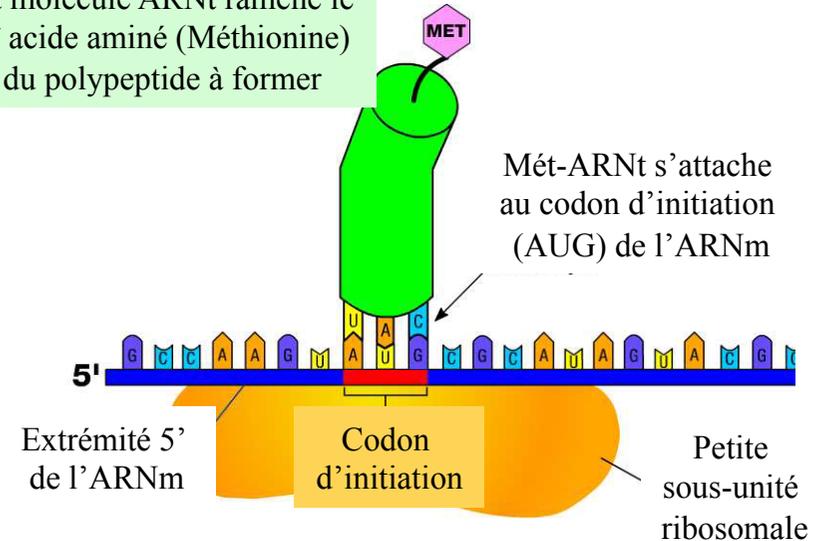
Les **facteurs d'initiation IF1, IF2 et IF3**

- S'ajoute au **complexe d'initiation** :

La **grande sous-unité ribosomale** présentant **3 sites de fixation (Exit, Peptidyl et Aminoacyl)**

La **libération** des facteurs d'initiation IF1 et IF2 s'accompagne de l'**hydrolyse d'une molécule de GTP** / molécule de Mét – ARNt fixée

La molécule ARNt ramène le 1^{er} acide aminé (Méthionine) du polypeptide à former



2.2. Traduction

Étape 2 : Élongation / cycle en 3 sous étapes

1) **Accrochage** d'un nouvel **amino-acyl – ARNt** au niveau du **site A** :

Nécessité des **facteurs d'élongation** EF-Tu et EF-Ts

La mise en place de chaque amino-acyl conduit à l'**hydrolyse d'une molécule de GTP**

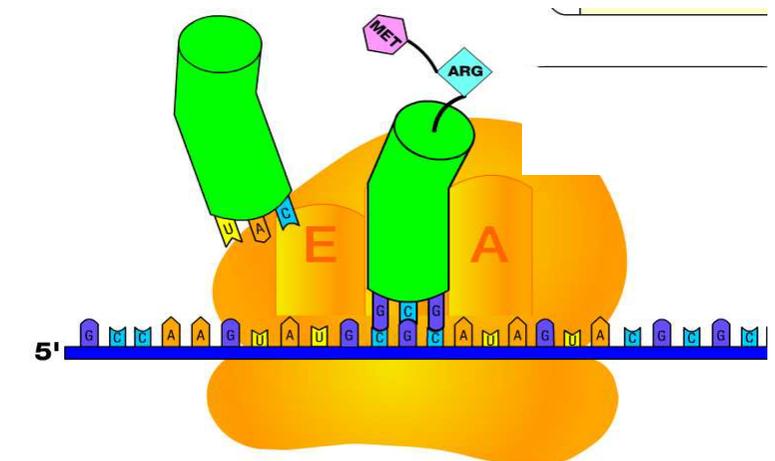
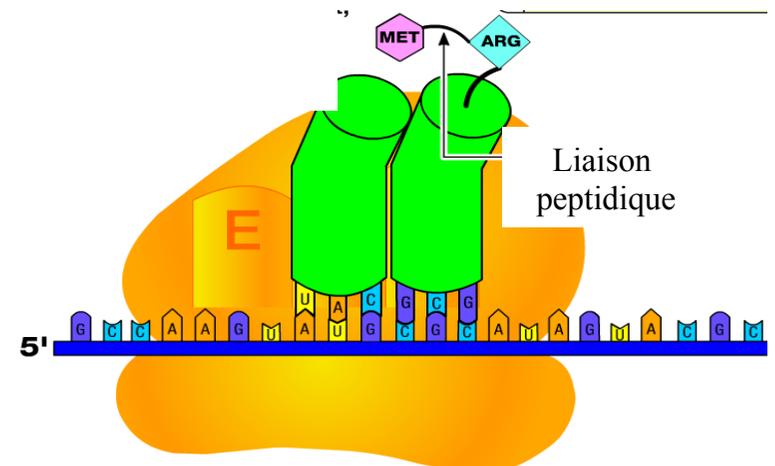
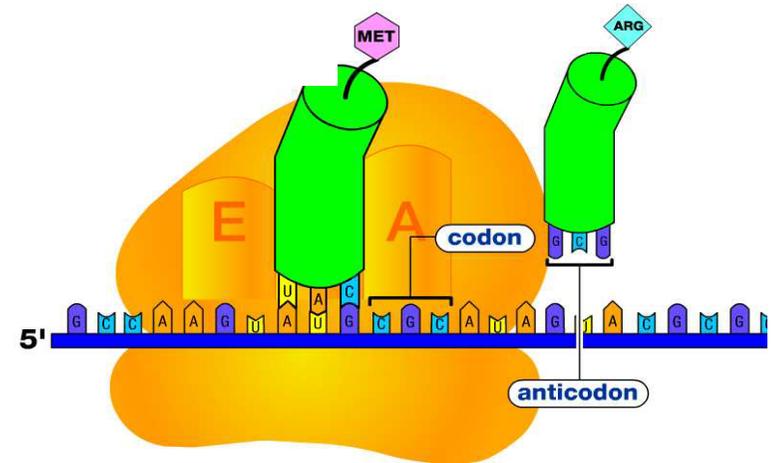
2) Une **liaison peptidique** s'établit entre : le 1^{er} acide aminé (Méthionine avec ARNt éjecté) et le second acide aminé - ARNt

3) **Translocation** du ribosome qui avance d'un **cran** (3 nucléotides = un codon) dans le sens **5' vers 3'** :

Le **dipeptide** est sur le site P (au lieu de A)

Nécessité du facteur EF-G

Consommation d'une molécule de GTP



2.2. Traduction

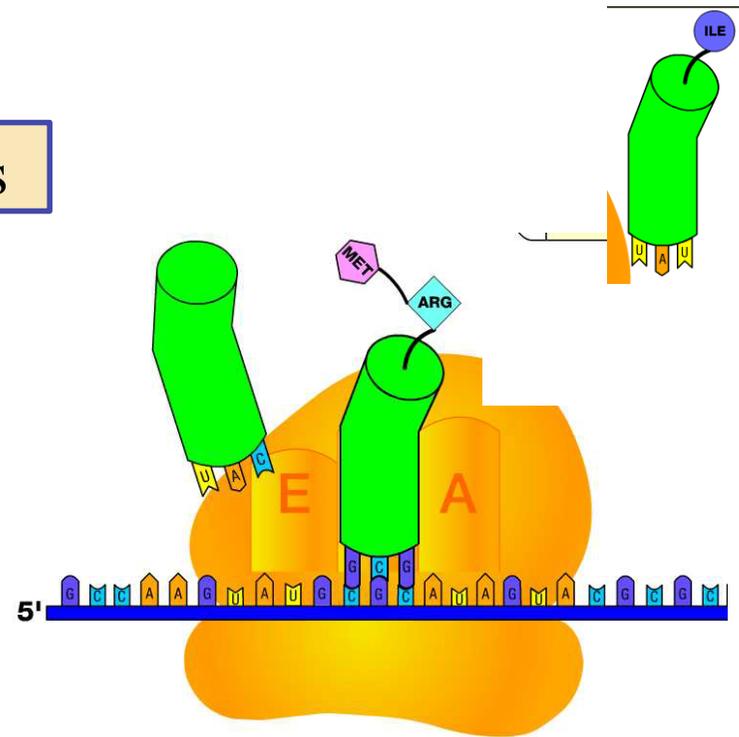
Étape 2 : Élongation / cycle en 3 sous étapes

- Ce cycle en 3 sous étapes se répète plusieurs fois :

Accrochage d'un nouvel **amino-acyl – ARNt**

Liaison peptidique

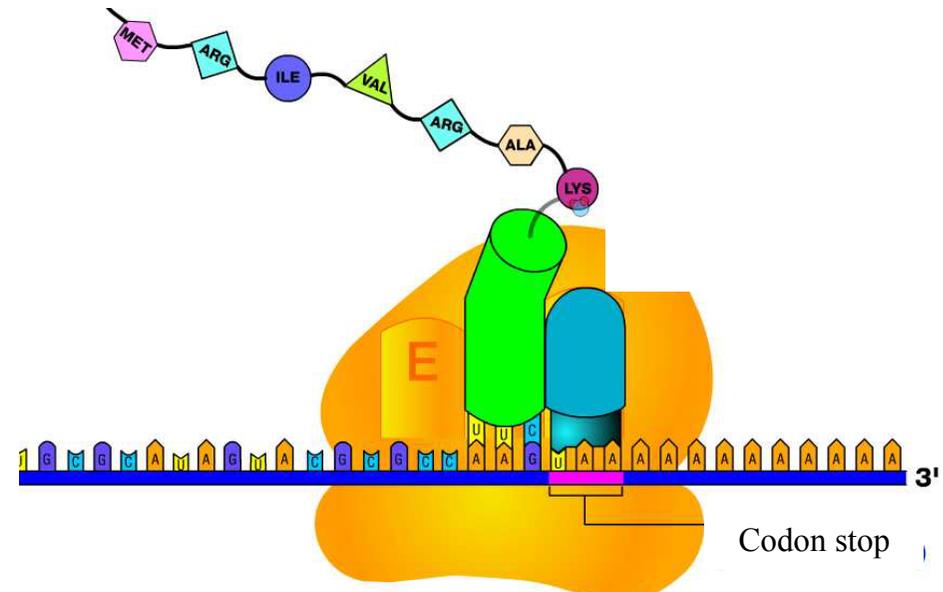
Translocation du ribosome d'un **cran**



Étape 3 : Terminaison

- Fin de la traduction en présence d'un **codon stop** :

Rupture de la liaison ester entre la **chaîne polypeptidique** et le dernier **ARNt** grâce à une peptidyltransférase et en présence du facteur RF (*Release factor*)



2.2. Traduction

Traduction en pleine action

- Le **même brin d'ARNm** peut être **traduit** simultanément par une **multitude de ribosomes** se soldant par une synthèse de **nombreuses copies du même polypeptide**

