

Chapitre 4 : Du génome au protéome

ADN / gène



protéine

	1510	1520
Traitement	< > 0	
Identités	< > 0	***** * *****
CFTR normal	< > 0	ATTAAGAAAATATCATCTTTGGTGT
CFTR muté	< > 0	-----



	510
Traitement	< > 0
Identités	< > 0
Pro-CFTR normal	< > 0
Pro-CFTR muté	< > 0

Sélection : 0/4 lignes

	1	10	20
Traitement	< > 0		
Identités	< > 0	Alignement multiple d	
betacod.adn	< > 0	GTGCACCTGACTCCTGAGGAGI	
drepcod.adn	< > 0	-----T-----	



	1	5
Traitement	< > 0	
Identités	< > 0	* * * * *
betacod.pro	< > 0	ValHisLeuThrProGlyGly
drepcod.pro	< > 0	- - - - - Val-

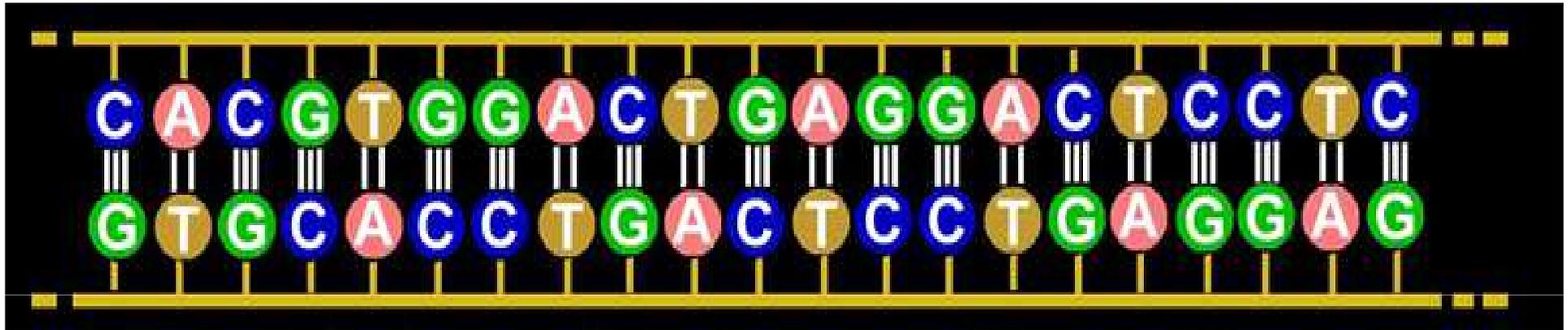
Chapitre 4 : Du génome au protéome

I. La relation gènes/protéines

Cf activité 7

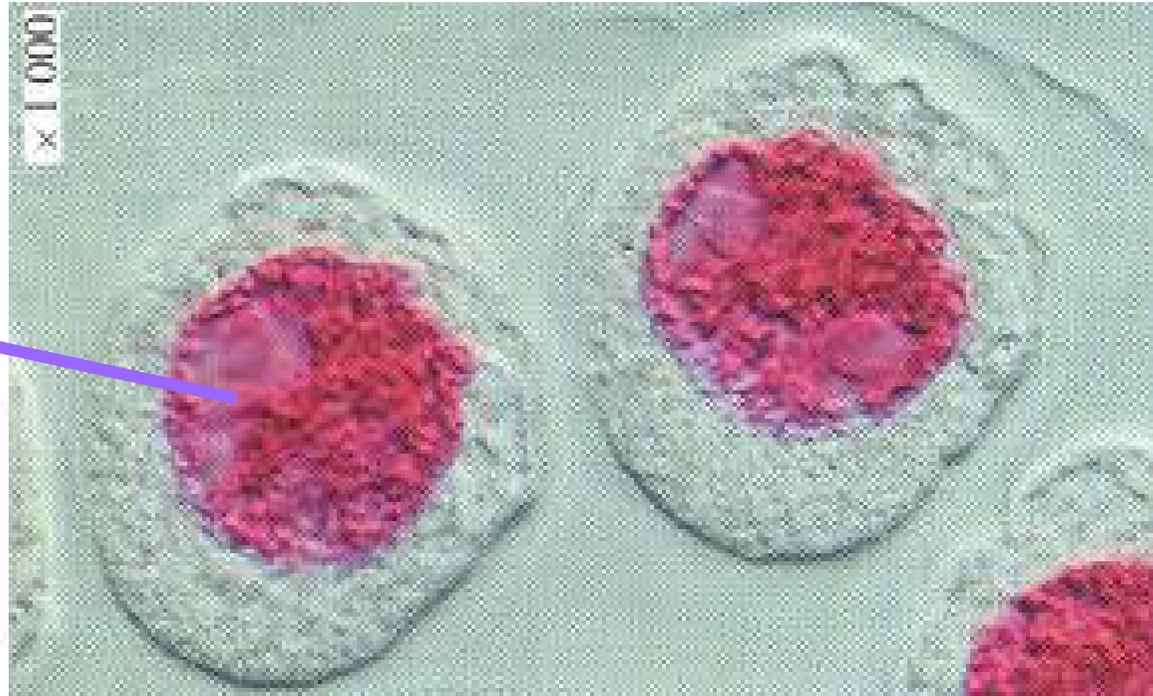
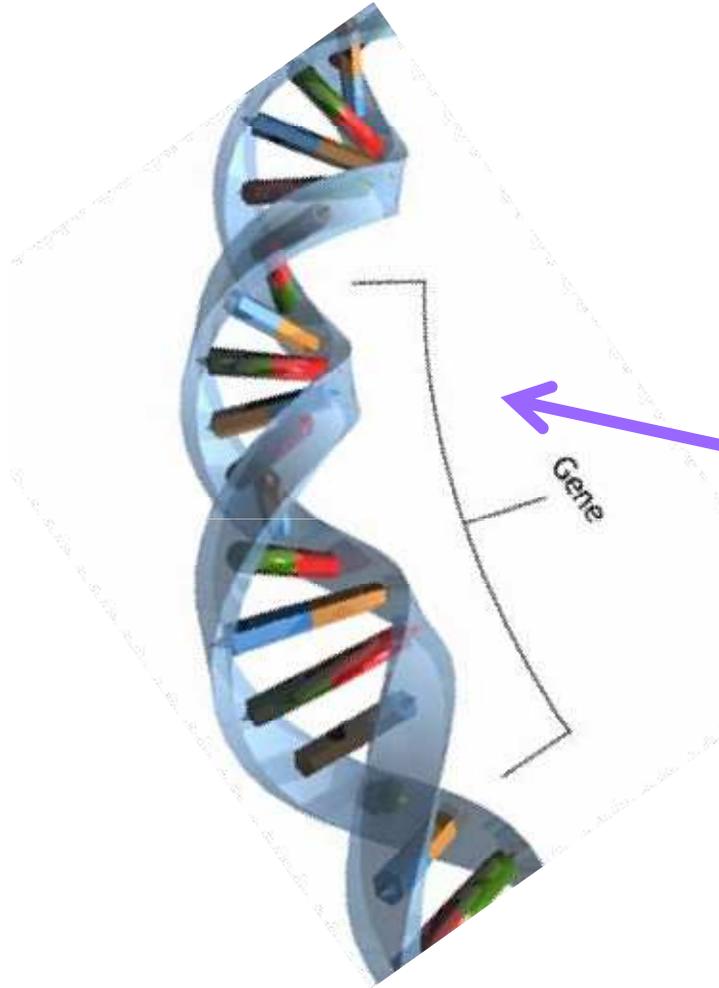
A. Localisation des gènes et des protéines dans la cellule.

Un gène = une séquence de nucléotides



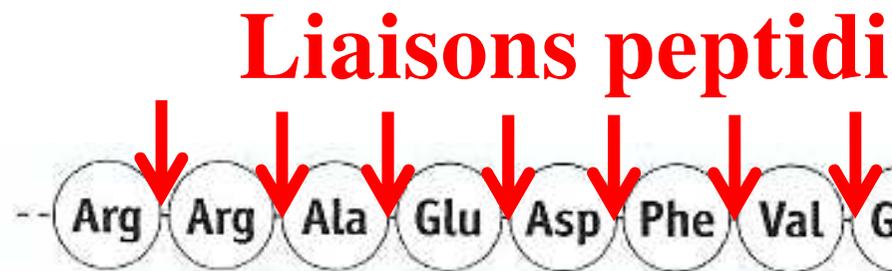
**Un gène détient une information
codée par une séquence de
nucléotides**

Localisation des gènes dans la cellule



Cellules colorées au réactif de Feulgen

Les protéines : un assemblage d'acides aminés

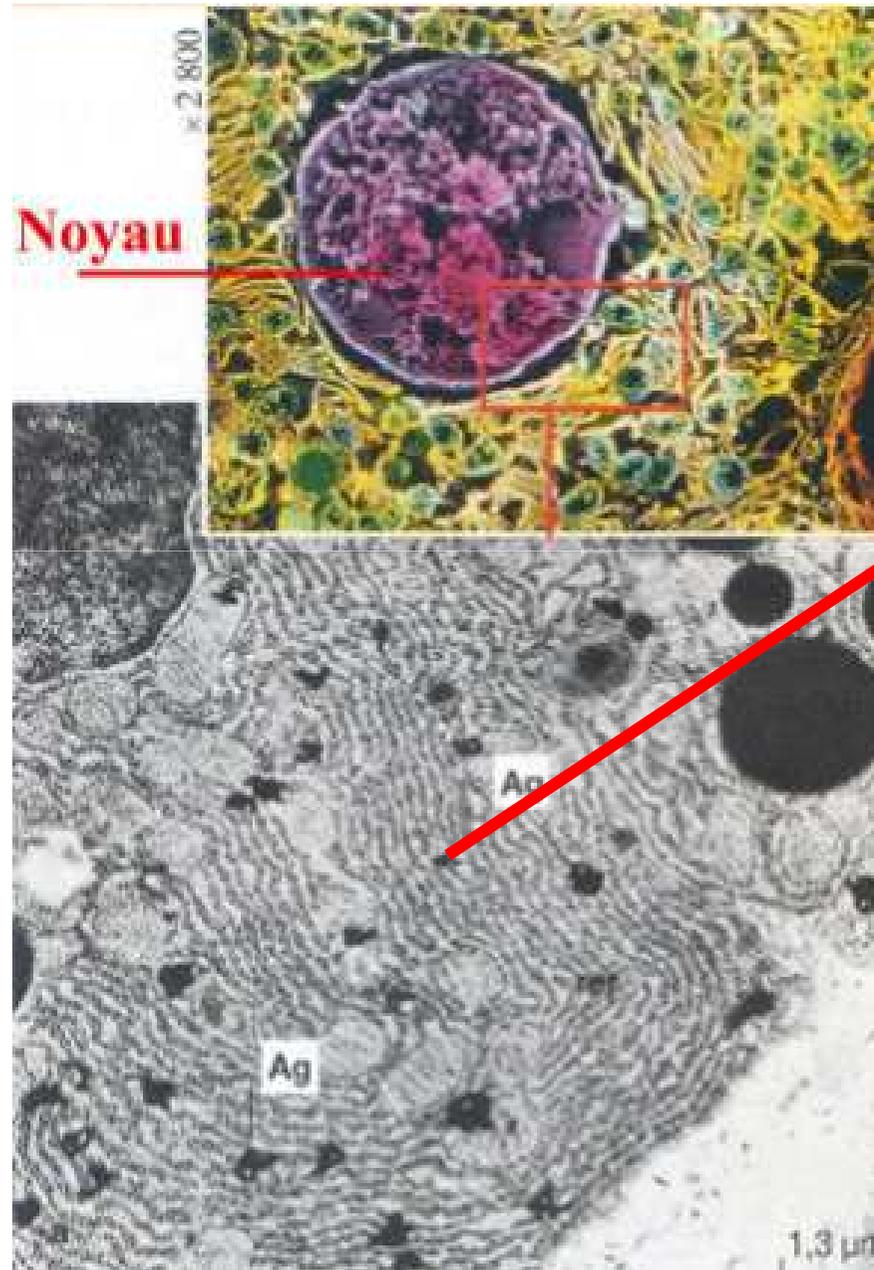


Liste des 20 acides aminés		
acide aspartique	ASP	D
acide glutamique	GLU	E
alanine	ALA	A
arginine	ARG	R
asparagine	ASN	N
cystéine	CYS	C
glutamine	GLN	Q
glycine	GLY	G
histidine	HIS	H

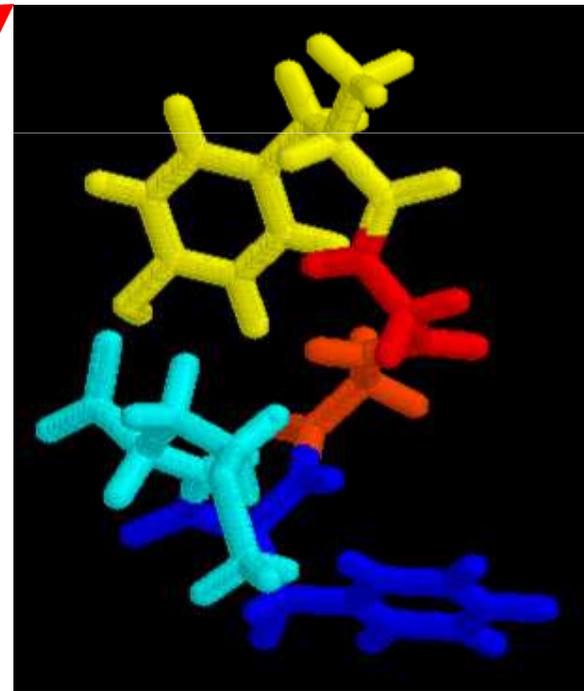
Une protéine est constituée d'une succession d'Acides Aminés

proline	PRO	P
sérine	SER	S
thréonine	THR	T
tryptophane	TRY	W
tyrosine	TYR	Y
valine	VAL	V

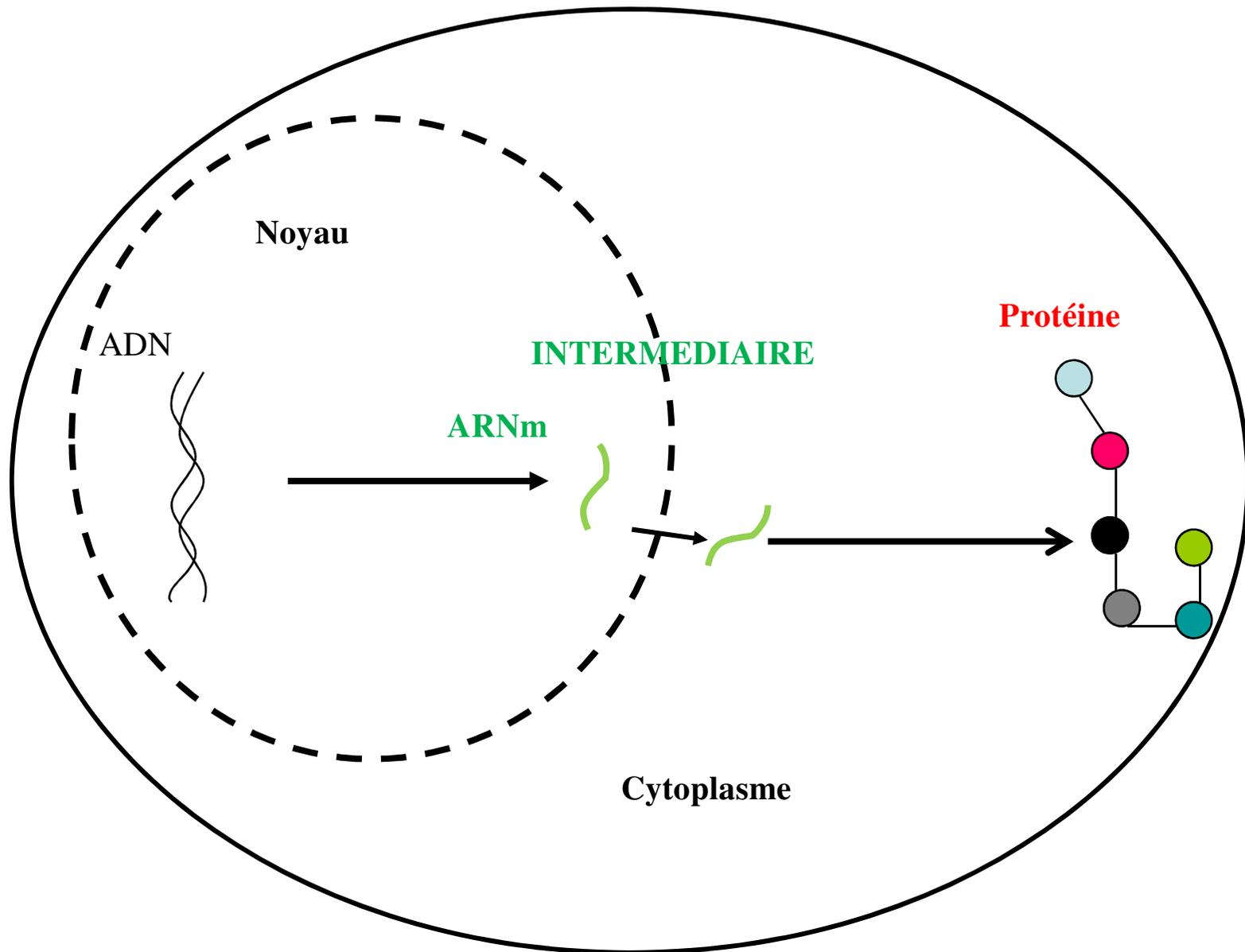
Localisation de la synthèse des protéines



Protéine



Un intermédiaire : l'ARNm



Chapitre 4 : Du génome au protéome

I. La relation gènes/protéines

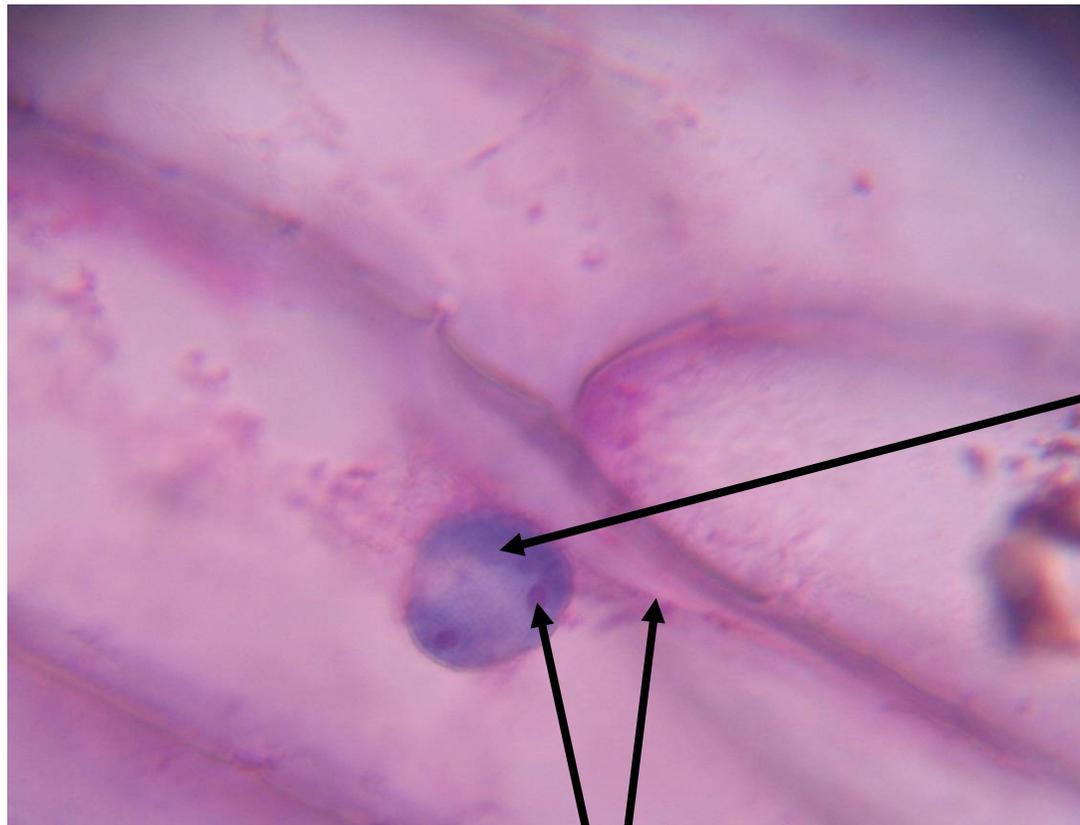
A. Localisation des gènes et des protéines dans la cellule.

B) L'ARNm, un intermédiaire entre le noyau et le cytoplasme

Les caractéristiques qui font de l'ARNm un messenger intermédiaire

- Il est **mobile** : capable de sortir du noyau et de se déplacer jusque dans le cytoplasme
- Il porte un **message** : la même information que le gène

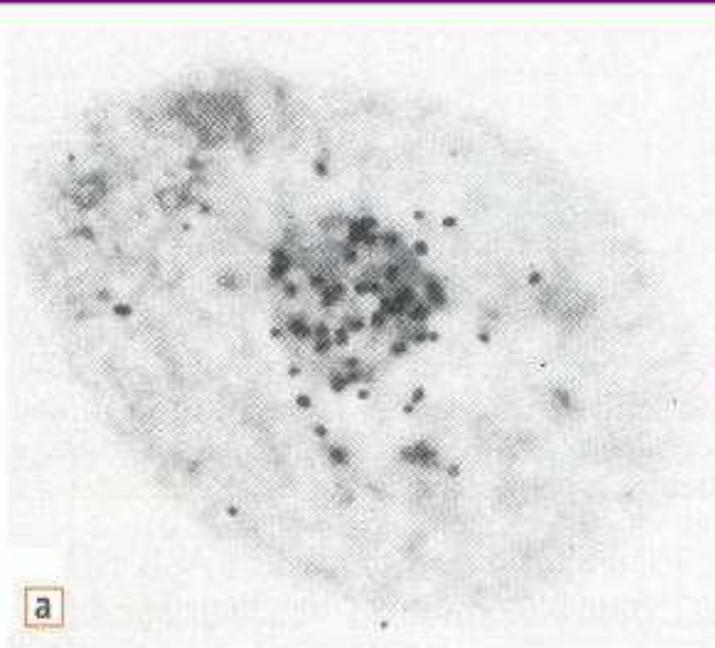
Localisation des acides nucléiques dans la cellule



ADN

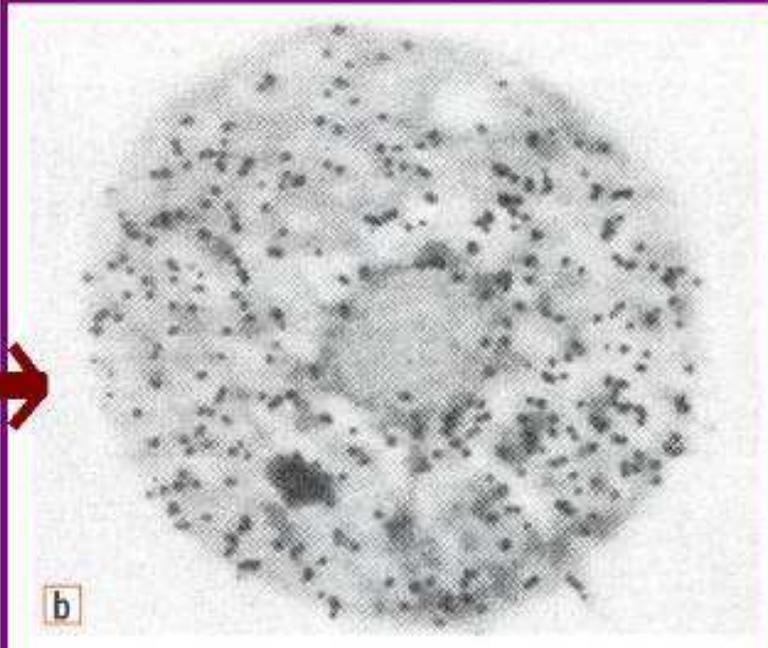
ARN

Une expérience d'autoradiographie



a

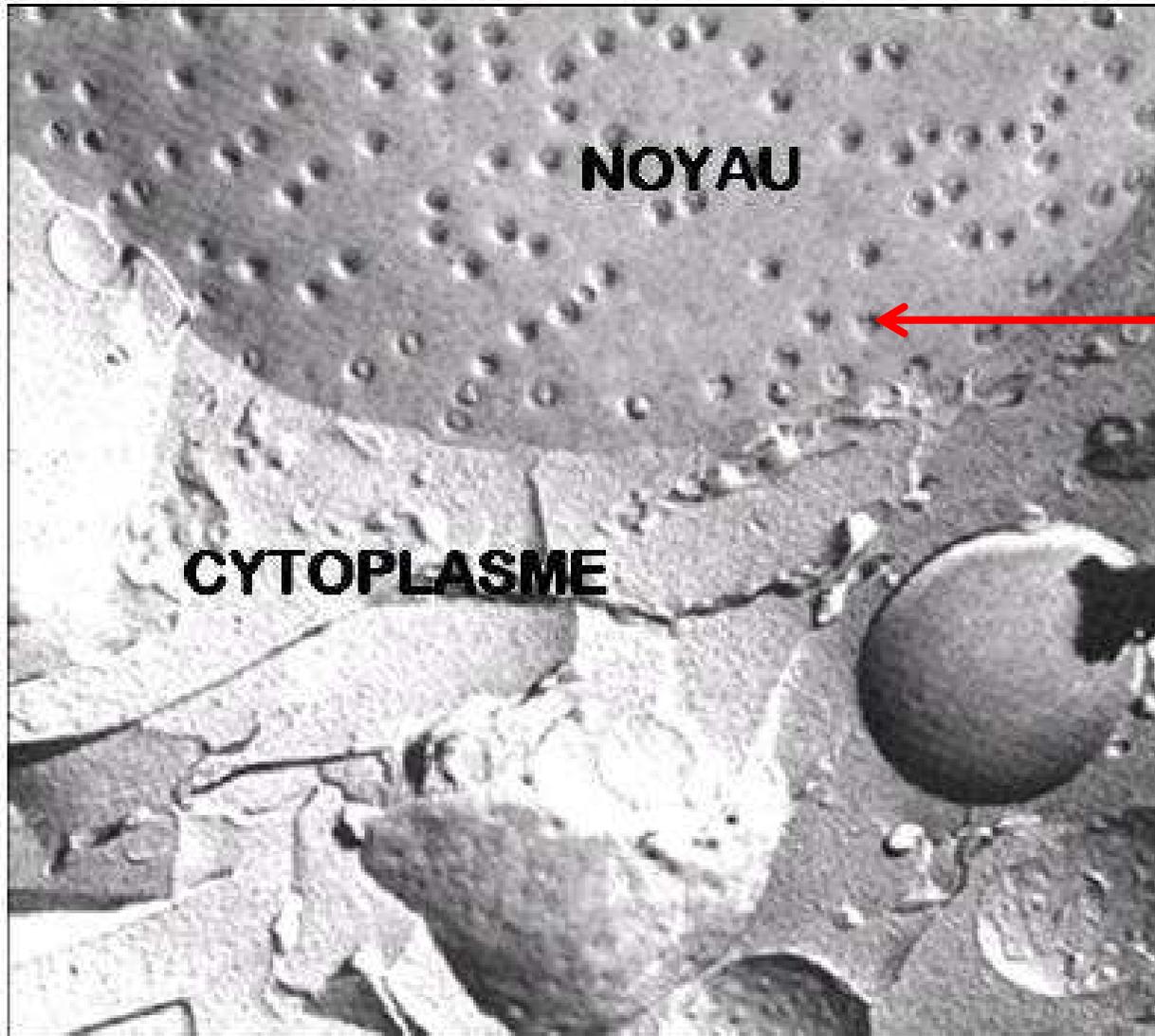
Cellule cultivée pendant 15 min sur un milieu contenant le précurseur radioactif de l'ARN.



b

Cellule cultivée pendant 15 min sur un milieu contenant le précurseur radioactif de l'ARN, puis une heure et demie sur un milieu contenant des précurseurs non radioactifs.

Electronographie du noyau



Pore nucléaire

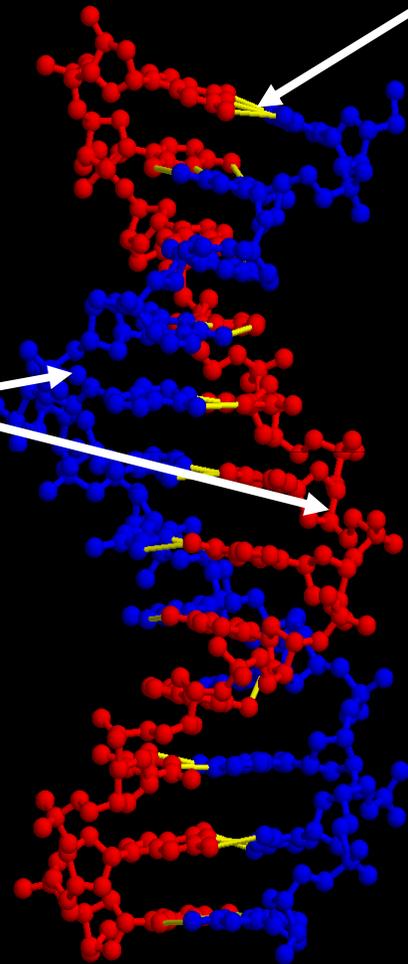
Les caractéristiques qui font de l'ARNm un messenger intermédiaire

- Il est **mobile** : capable de sortir du noyau et de se déplacer jusque dans le cytoplasme
- Il porte un **message** : la même information que le gène

Comparaison ADN ARN

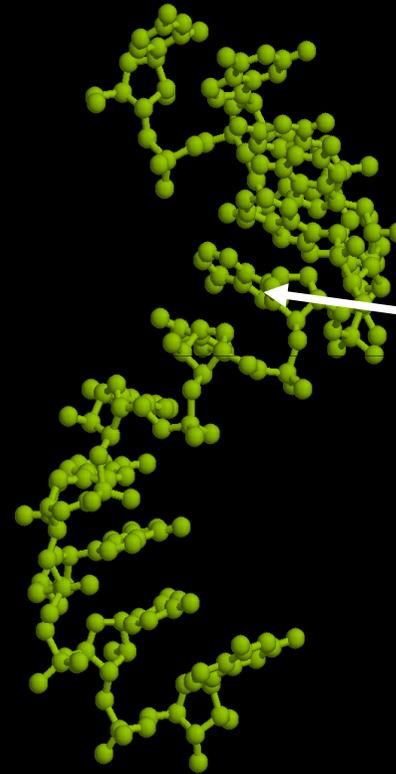
Liaisons hydrogène

2 chaînes



ADN

1 chaîne



ARN

Comparison ADN ARN

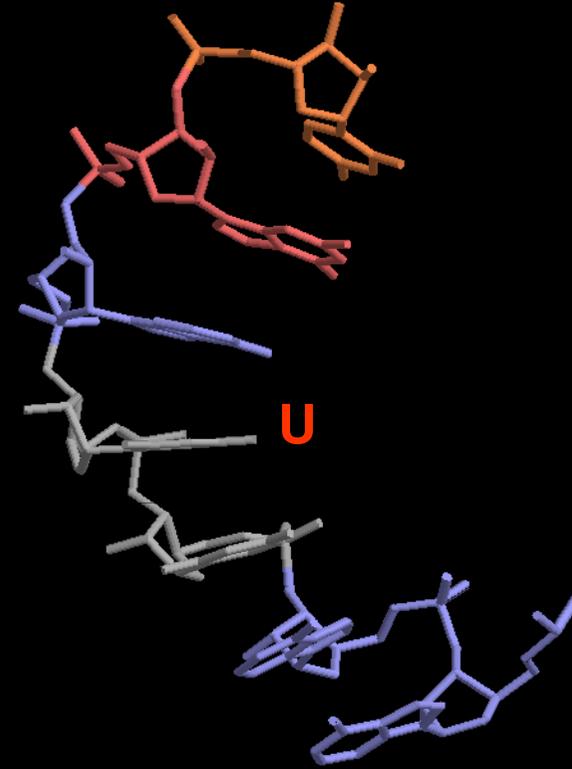
C

G

T

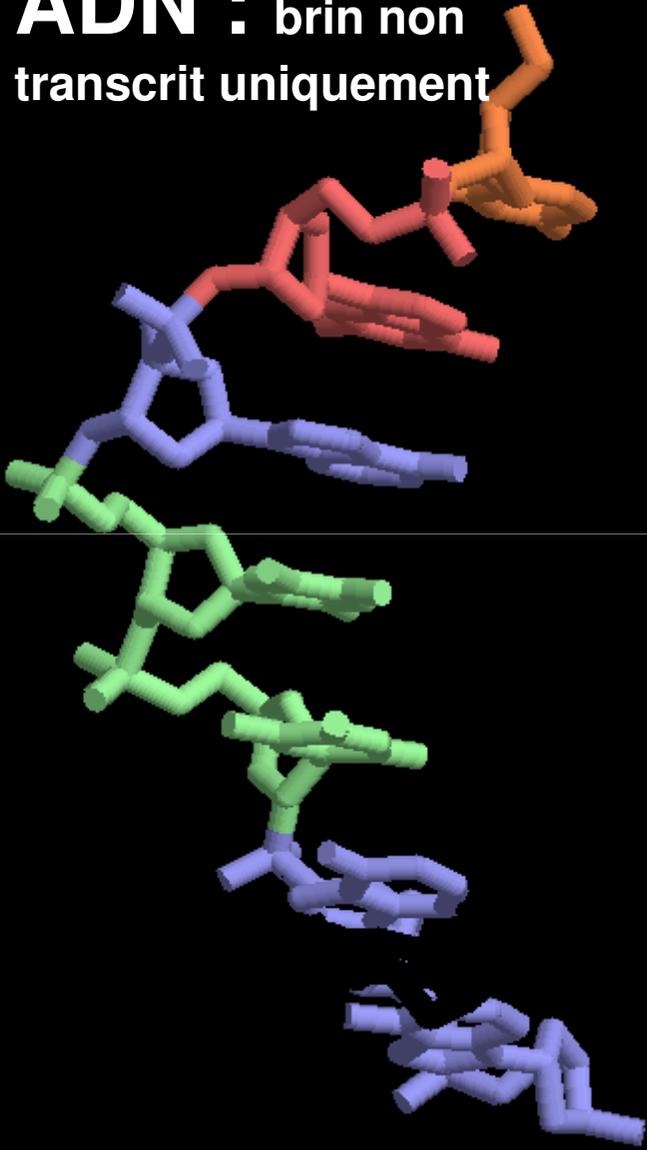
A

ADN



ARN

ADN : brin non
transcrit uniquement



ARN



Chapitre 4 : Du génome au protéome

I. La relation gènes/protéines

A. Localisation des gènes et des protéines dans la cellule.

B) L'ARNm, un intermédiaire entre le noyau et le cytoplasme

C) Le code génétique, un système de correspondance ARN/protéines

Chapitre 4 : Du génome au protéome

ADN / gène



protéine

	1510	1520
Traitement	< > 0	
Identités	< > 0	***** * *****
CFTR normal	< > 0	ATTAAAGAAAATATCATCTTTGGTGT
CFTR muté	< > 0	-----



	510
Traitement	< > 0
Identités	< > 0
Pro-CFTR normal	< > 0
Pro-CFTR muté	< > 0

Sélection : 0/4 lignes

	1	10	20
Traitement	< > 0		
Identités	< > 0	Alignement multiple d	
betacod.adn	< > 0	GTGCACCTGACTCCTGAGGAGI	
drepcod.adn	< > 0	-----T-----	



	1	5
Traitement	< > 0	
Identités	< > 0	* * * * *
betacod.pro	< > 0	ValHisLeuThrProGlyGly
drepcod.pro	< > 0	- - - - - Val-

Système de correspondance entre codons et acides aminés : le code génétique.

		2 ^e nucléotide					
		U	C	A	G		
1 ^{er} nucléotide	U	UUU	UCU	UAU	UGU	U	
		UUC	UCC	UAC	UGC		C
		UUA	UCA	UAA	UGA		A
		UUG	UCG	UAG	UGG		G
	C	CUU	CCU	CAU	CGU	U	
		CUC	CCC	CAC	CGC	C	
		CUA	CCA	CAA	CGA	A	
		CUG	CCG	CAG	CGG	G	
	A	AUU	ACU	AAU	AGU	U	
		AUC	ACC	AAC	AGC	C	
		AUA	ACA	AAA	AGA	A	
		AUG	ACG	AAG	AGG	G	
	G	GUU	GCU	GAU	GGU	U	
		GUC	GCC	GAC	GGC	C	
		GUA	GCA	GAA	GGA	A	
		GUG	GCG	GAG	GGG	G	
						3 ^e nucléotide	

phénylalanine

sérine

tyrosine

cystéine

leucine

codon(s) stop

codon(s) stop

tryptophane

leucine

proline

arginine

isoleucine

thréonine

asparagine

sérine

arginine

valine

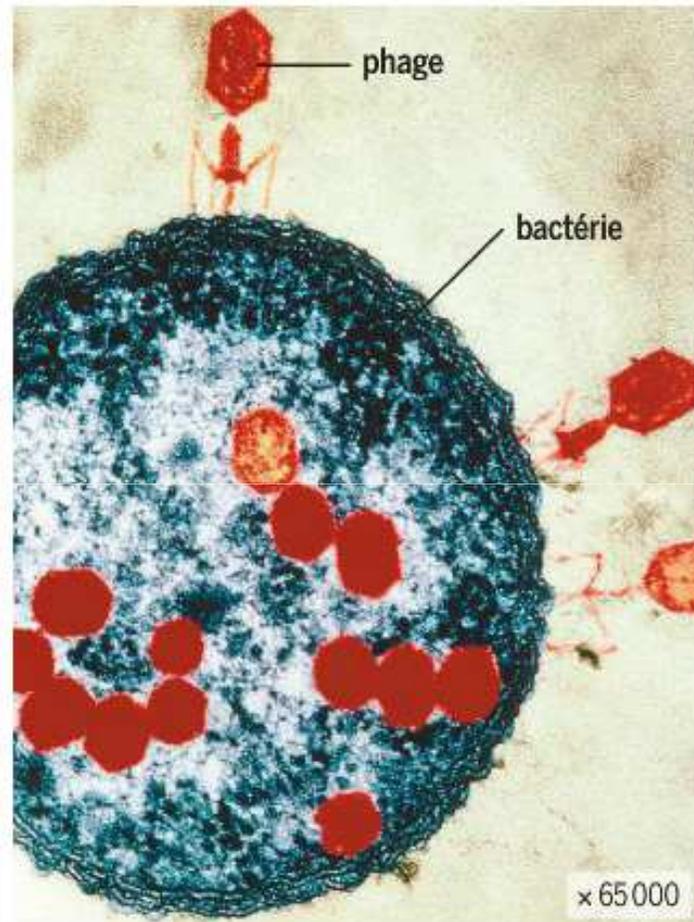
alanine

acide aspartique

glycine

acide glutamique

Des expériences qui ont permis de casser le code génétique



Les phages sont des **virus** qui infectent des bactéries et s'y multiplient (*photographie ci-contre*), ce qui aboutit à la destruction de ces dernières.

En 1961, Crick et son équipe ont obtenu, en utilisant des **agents mutagènes**, divers phages portant des mutations par addition ou délétion sur un gène impliqué dans l'infection des bactéries. Ces phages ont été classés en fonction du nombre de nucléotides supprimés ou ajoutés dans le gène. Crick a alors recherché une relation avec le caractère infectieux du phage ainsi muté.

Mutations	Virulence
addition d'un nucléotide	non infectieux
addition de deux nucléotides	non infectieux
addition de trois nucléotides	infectieux
addition de quatre nucléotides	non infectieux
addition de six nucléotides	infectieux
délétion d'un nucléotide	non infectieux
addition et délétion d'un nucléotide	infectieux
délétion de trois nucléotides	infectieux

Remarque : Crick suppose que, si une mutation ne modifie qu'un ou deux acides aminés, la protéine impliquée dans l'infection reste fonctionnelle.

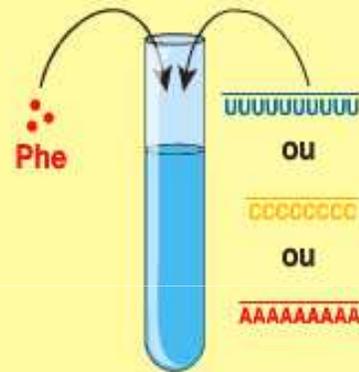
Doc. 1 La taille des « mots » du langage génétique.

Des expériences qui ont permis de casser le code génétique

En 1961, Nirenberg parvient à préparer un extrait de bactéries contenant les constituants indispensables à la synthèse de protéines. En utilisant ces extraits, il réalise une série d'expériences visant à déterminer la relation entre la séquence d'un ARN et la composition de la protéine formée.

■ PROTOCOLE A

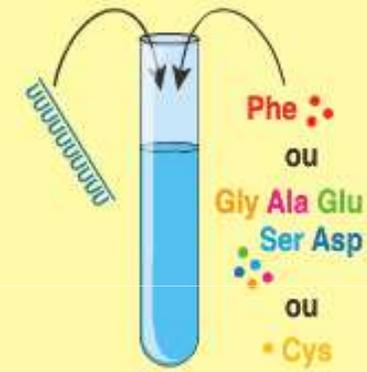
- La phénylalanine est le seul acide aminé ajouté au milieu de réaction.
- Un ARN de synthèse différent est testé dans chaque expérience : poly-U, poly-A ou poly-C.
- Au bout de 30 minutes, les protéines formées sont analysées.



ARN ajouté	Présence de Phe dans les protéines (unité relative)
Poly-U (UUUU...)	904
Poly-A (AAAA...)	1,1 (négligeable)
Poly-C (CCCC...)	0,9 (négligeable)

■ PROTOCOLE B

- Le seul ARN présent dans le milieu de réaction est un poly-U.
- Des acides aminés différents sont testés dans chaque expérience.
- Au bout de 30 minutes, les protéines formées sont analysées.



Acides aminés ajoutés	Présence de ces acides aminés dans les protéines (unité relative)
Phe	563
Gly, Ala, Ser, Asp, Glu	1,6 (négligeable)
Cys	1,2 (négligeable)

Doc. 2 La signification des « mots » du langage génétique.

Chapitre 4 : Du génome au protéome

I. La relation gènes/protéines

A. Localisation des gènes et des protéines dans la cellule.

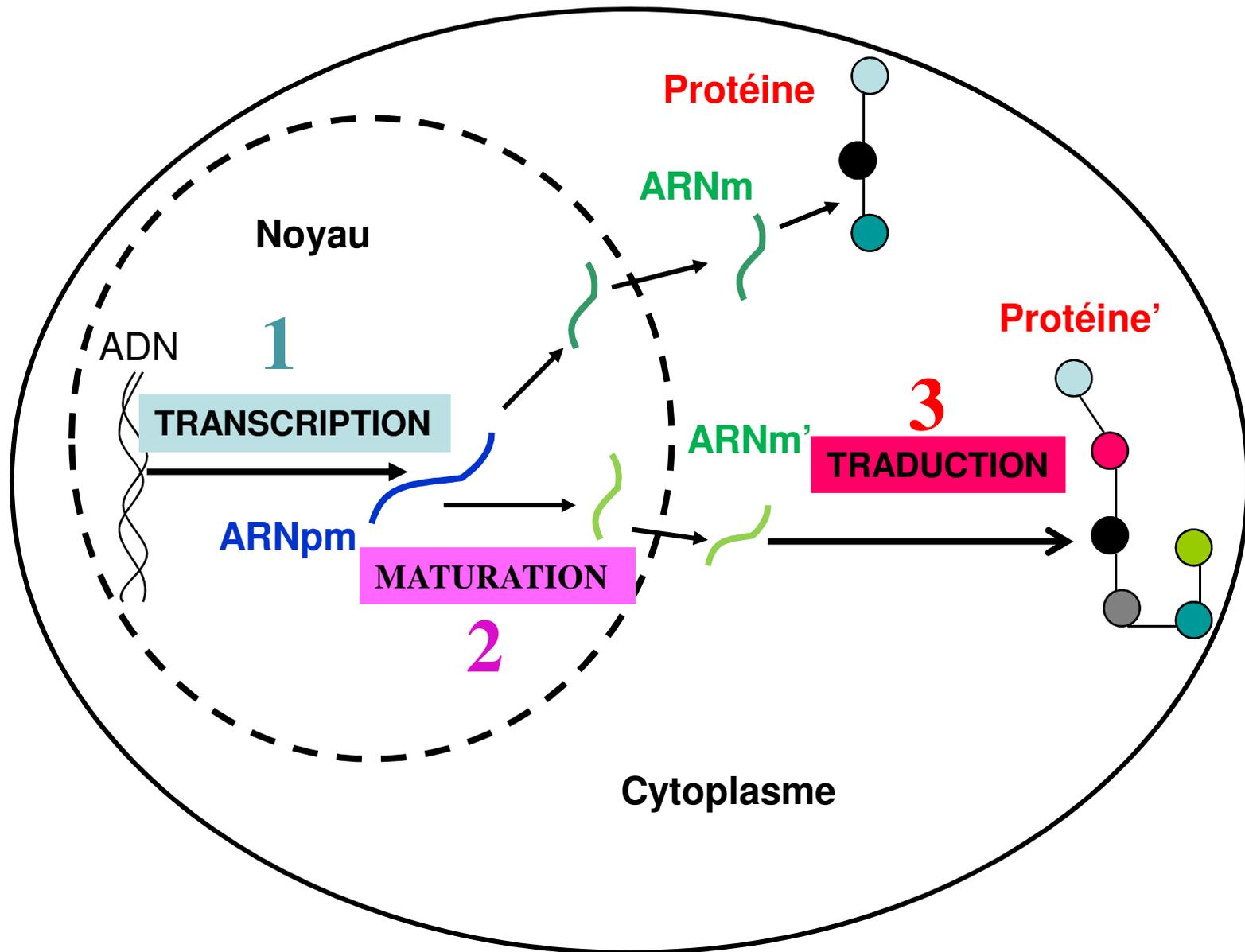
B) L'ARNm, un intermédiaire entre le noyau et le cytoplasme

C) Le code génétique, un système de correspondance ARN/protéines

II. La synthèse des protéines

Cf activité 8

Du génome au protéome



Chapitre 4 : Du génome au protéome

I. La relation gènes/protéines

A. Localisation des gènes et des protéines dans la cellule.

B) L'ARNm, un intermédiaire entre le noyau et le cytoplasme

C) Le code génétique, un système de correspondance ARN/protéines

II. La synthèse des protéines

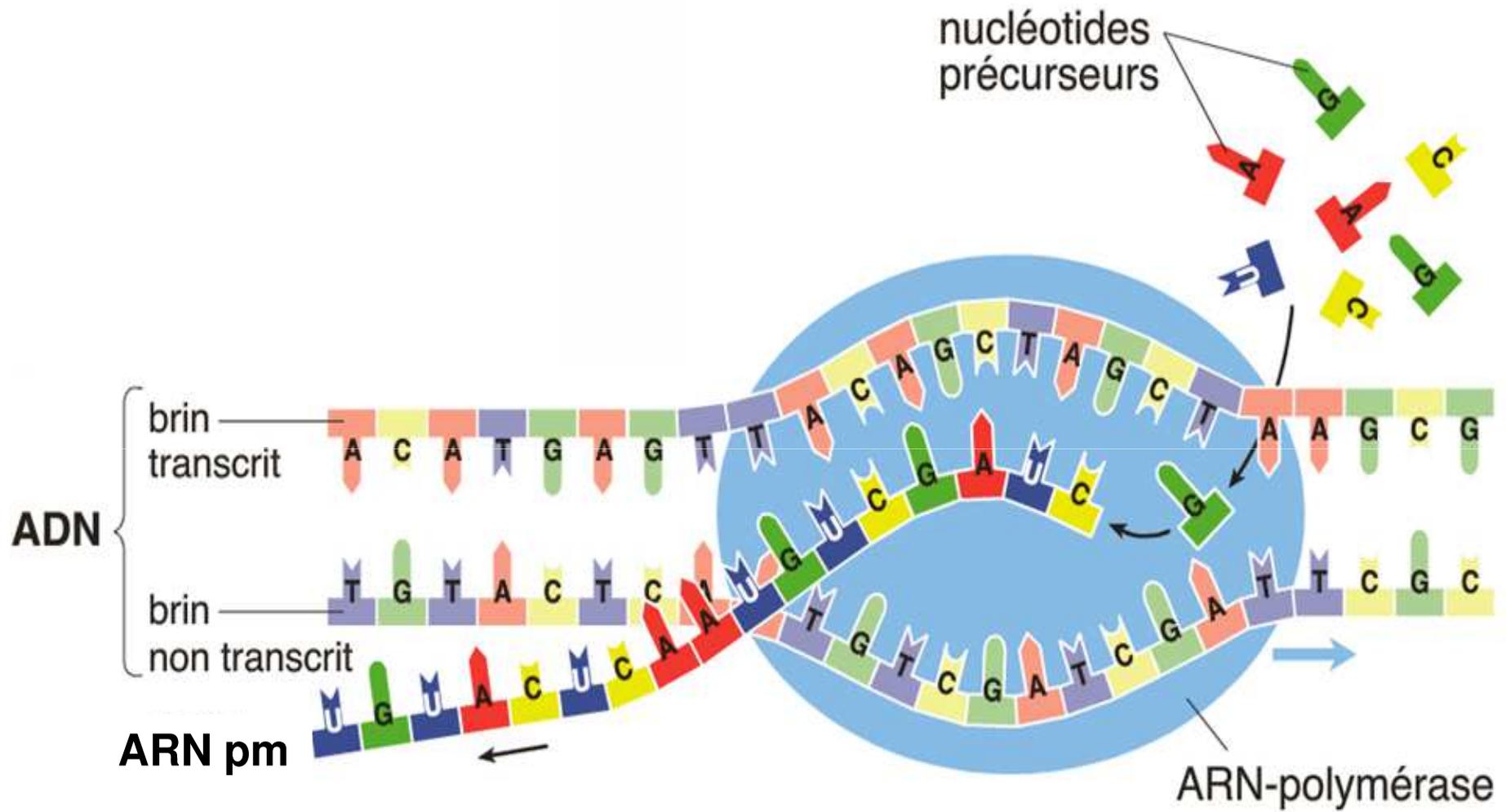
A. La transcription : fabrication de l'ARN prémessager.

La synthèse des protéines

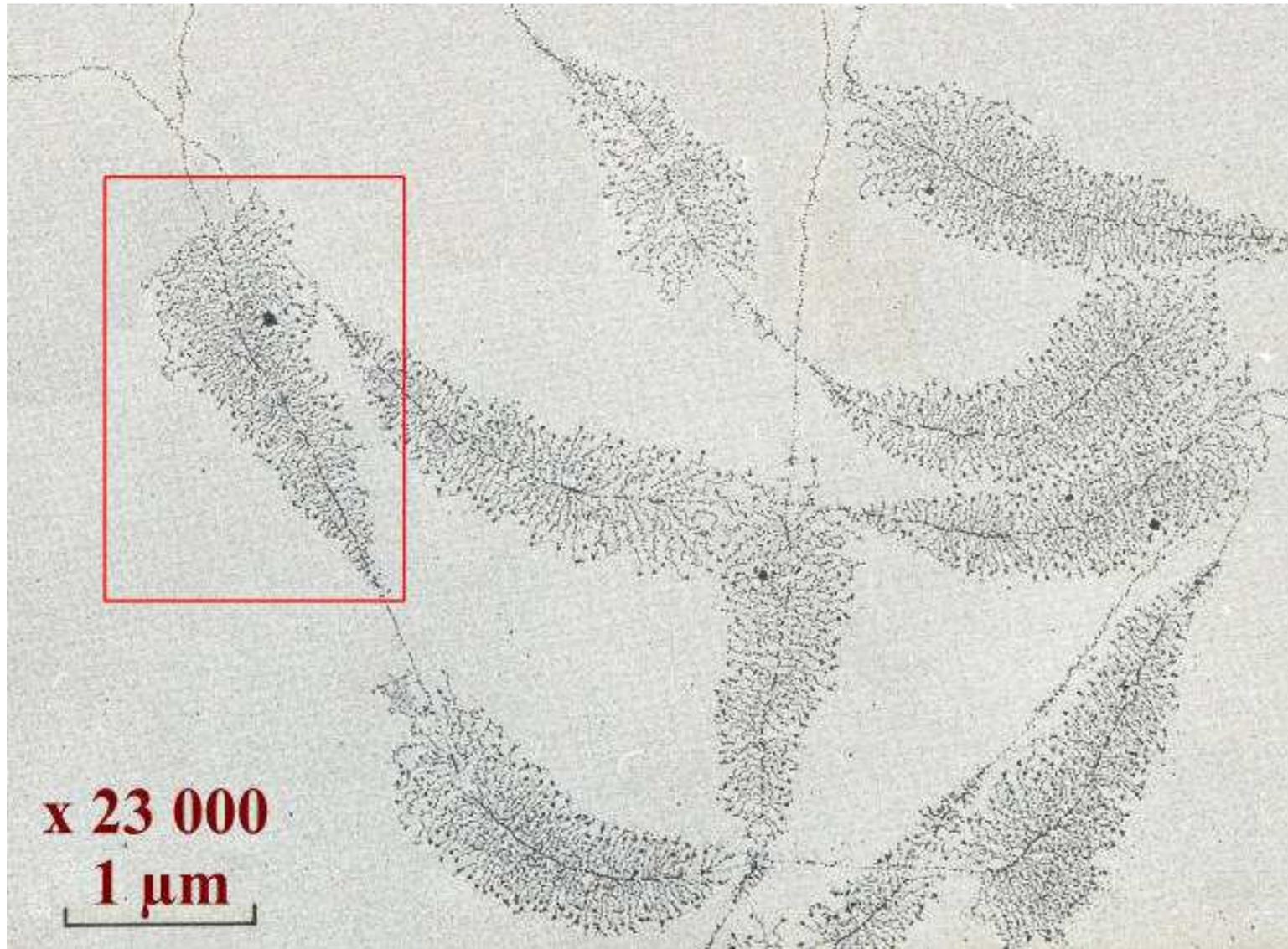
Chargement en cours, veuillez patienter

Chargement...

La transcription



La transcription, électronographie



Chapitre 4 : Du génome au protéome

I. La relation gènes/protéines

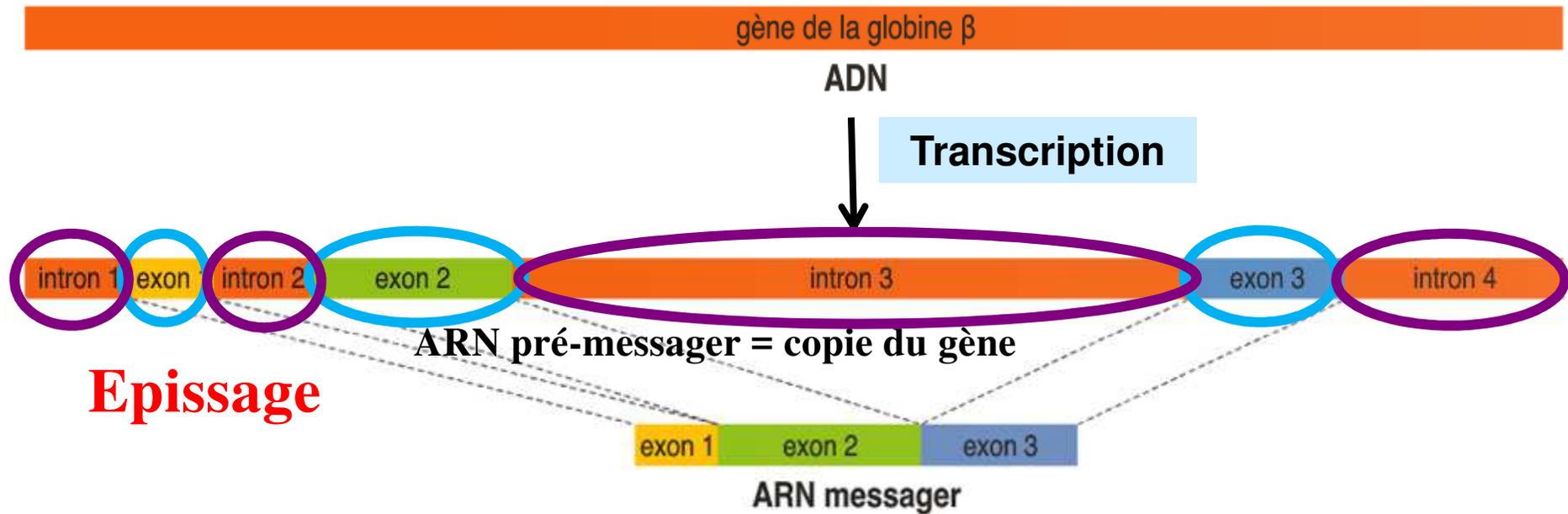
- A. Localisation des gènes et des protéines dans la cellule.
- B) L'ARNm, un intermédiaire entre le noyau et le cytoplasme
- C) Le code génétique, un système de correspondance ARN/protéines

II. La synthèse des protéines

A. La transcription : fabrication de l'ARN pré-messager.

B. Maturation de l'ARN pré-messager en ARN messenger(s).

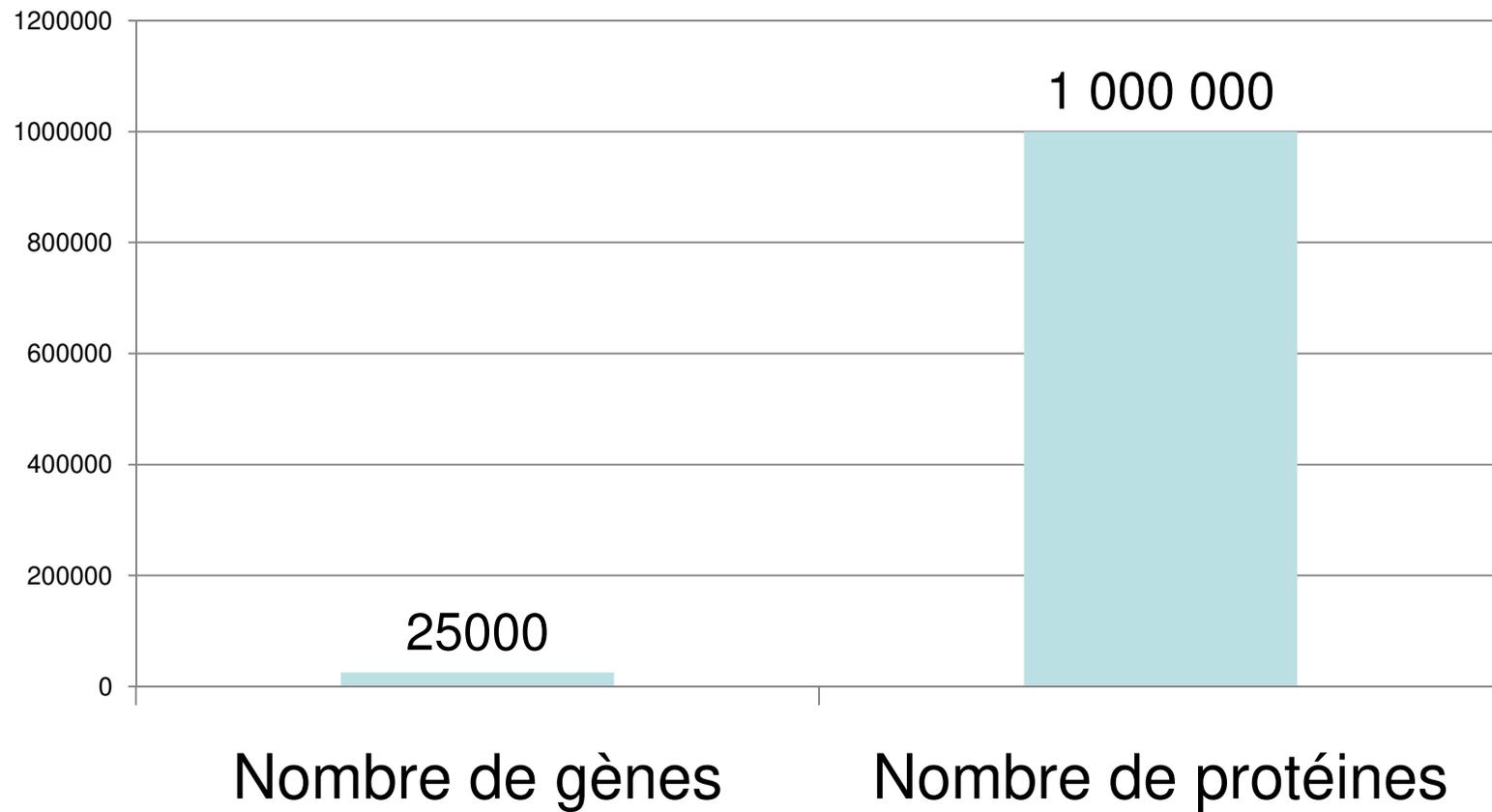
1. Le gène morcelé des eucaryotes



Epissage

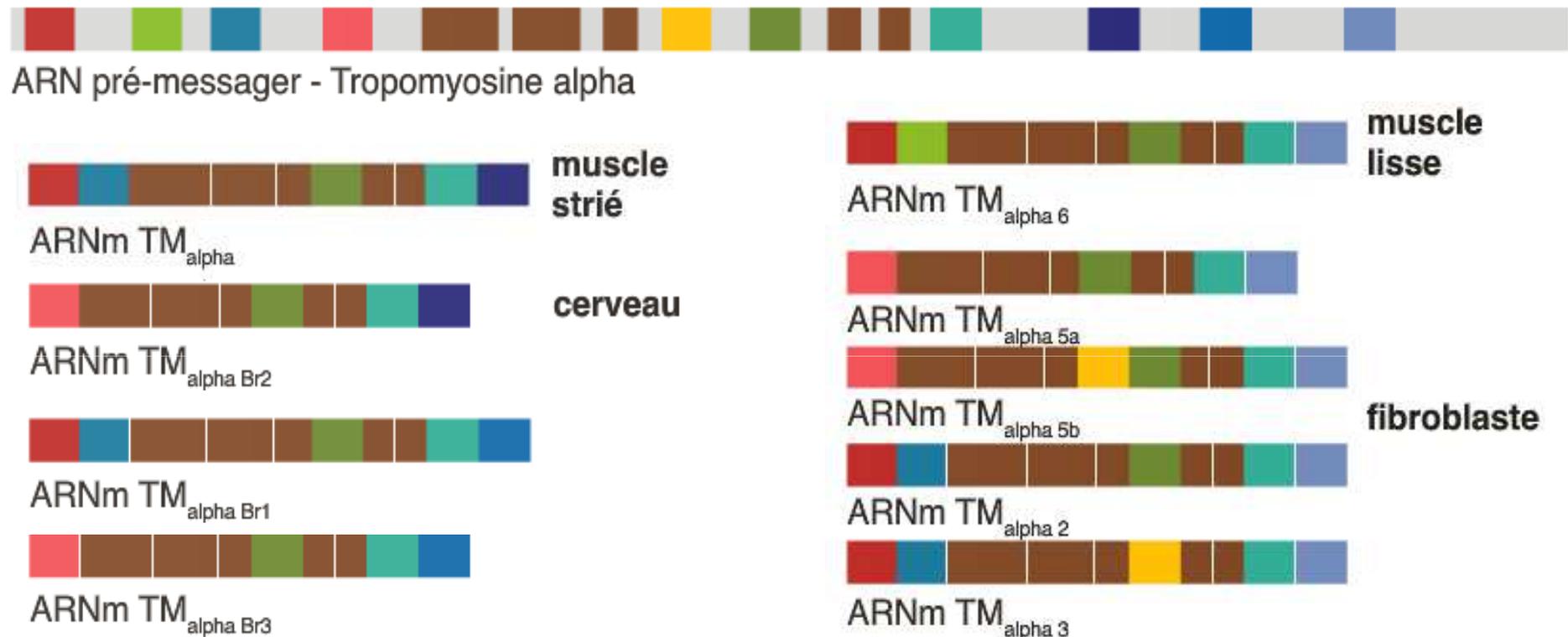
 Parties non codantes = introns

 Parties codantes = exons



Graphique présentant le nombre moyen de gènes et de protéines chez l'Homme

2. L'épissage alternatif : 1 gène → plusieurs protéines



Epissage **alternatif** =>
9 ARN m possibles à partir d'un même ARN pm

Un gène → 9 protéines

Grâce à l'épissage alternatif, chez l'homme :
20 000 à 25 000 gènes → 500 000 à 5 000 000 ARNm
=> 500 000 à 5 000 000 protéines

Chapitre 4 : Du génome au protéome

I. La relation gènes/protéines

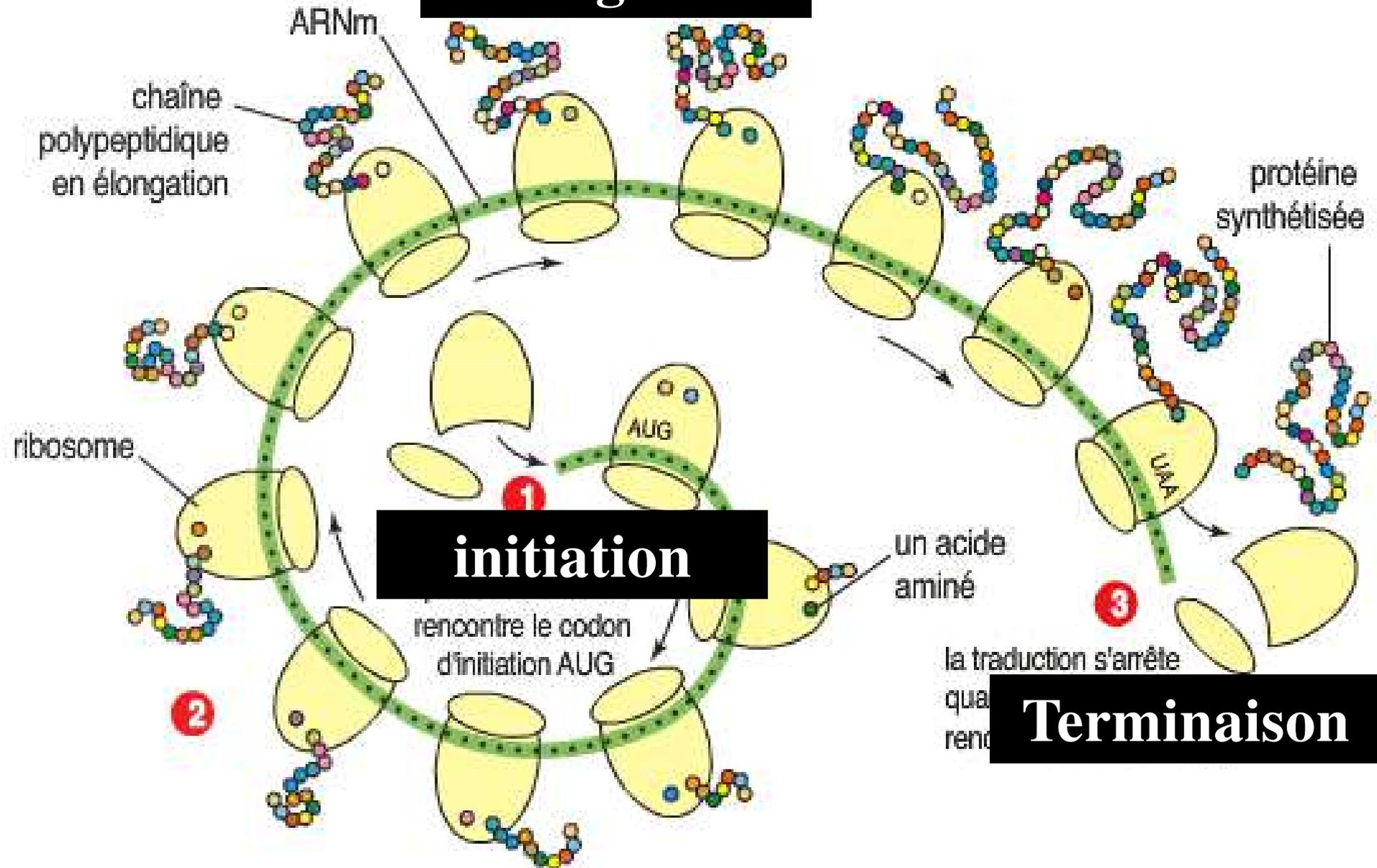
- A. Localisation des gènes et des protéines dans la cellule.
- B) L'ARNm, un intermédiaire entre le noyau et le cytoplasme
- C) Le code génétique, un système de correspondance ARN/protéines

II. La synthèse des protéines

- A. La transcription : fabrication de l'ARN prémessager.
- B. Maturation de l'ARN pré-messager en ARN messenger(s).
- C. Traduction des ARN messagers en protéines.

Les étapes de la traduction

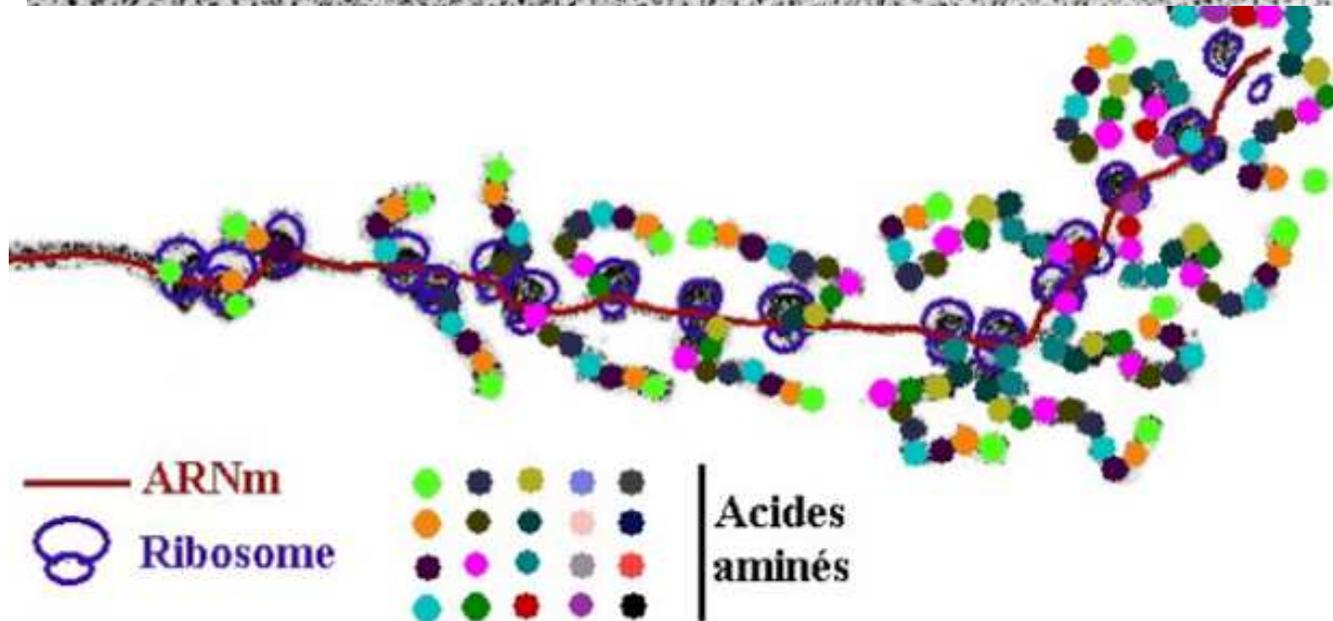
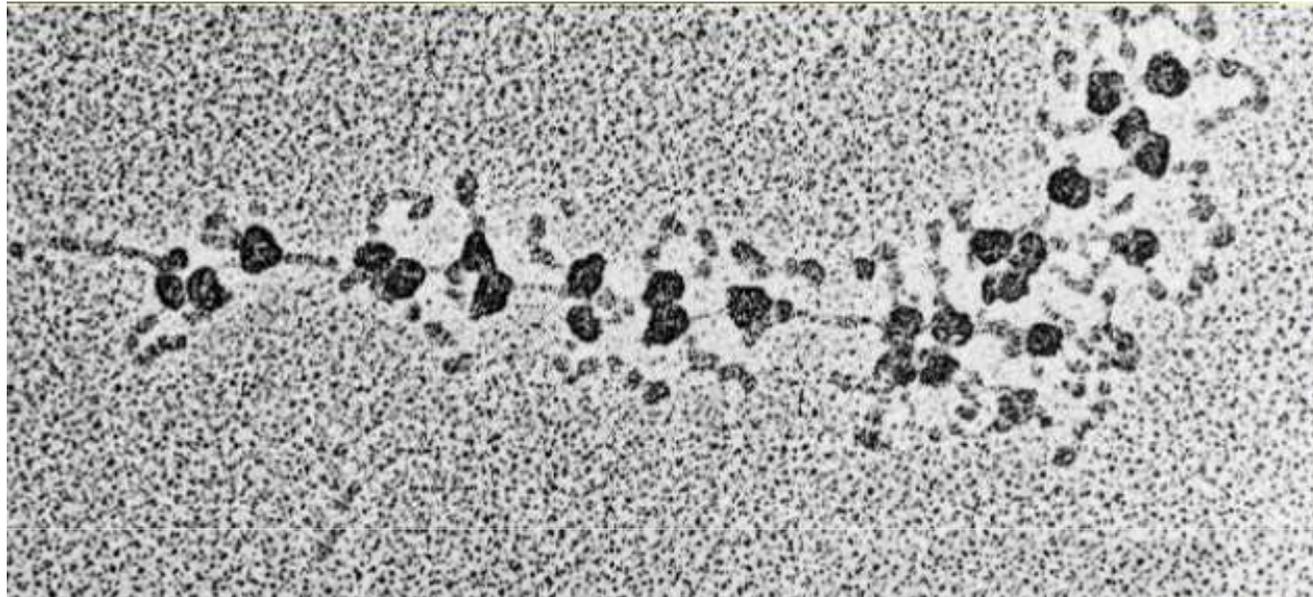
Elongation



initiation

Terminaison

Les ribosomes : des organites spécialisés dans la traduction de l'ARN m en protéine



Chapitre 4 : Du génome au protéome

I. La relation gènes/protéines

- A. Localisation des gènes et des protéines dans la cellule.
- B) L'ARNm, un intermédiaire entre le noyau et le cytoplasme
- C) Le code génétique, un système de correspondance ARN/protéines

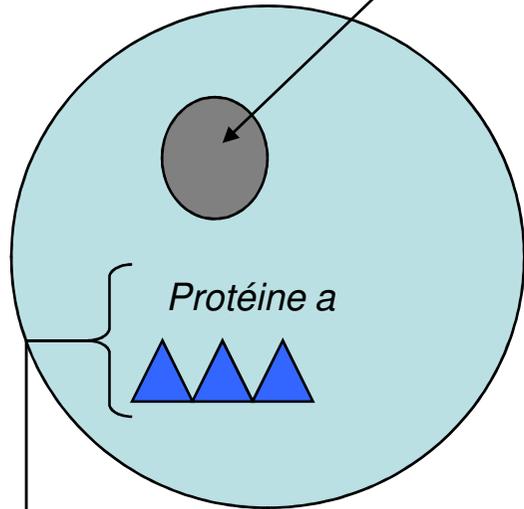
II. La synthèse des protéines

- A. La transcription : fabrication de l'ARN prémessager.
- B. Maturation de l'ARN pré-messager en ARN messenger(s).
- C. Traduction des ARN messagers en protéines.

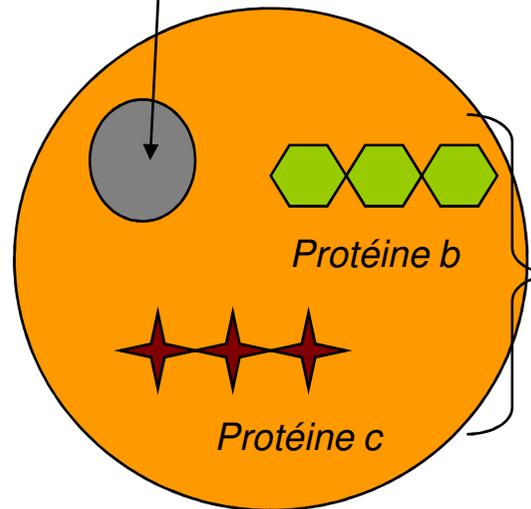
III. Des protéomes variés dans un organisme

Même patrimoine génétique = même génome

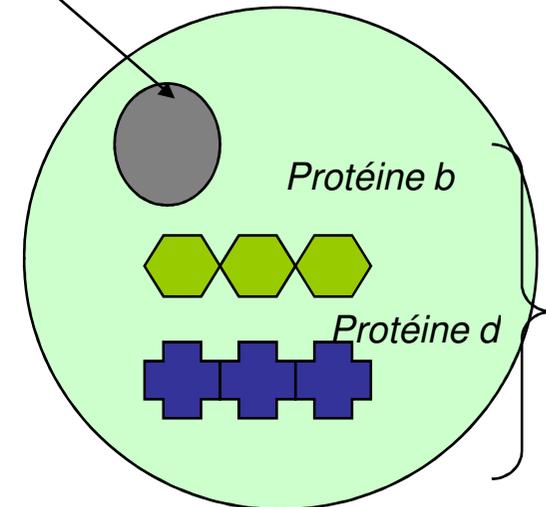
Cellule A



Cellule B

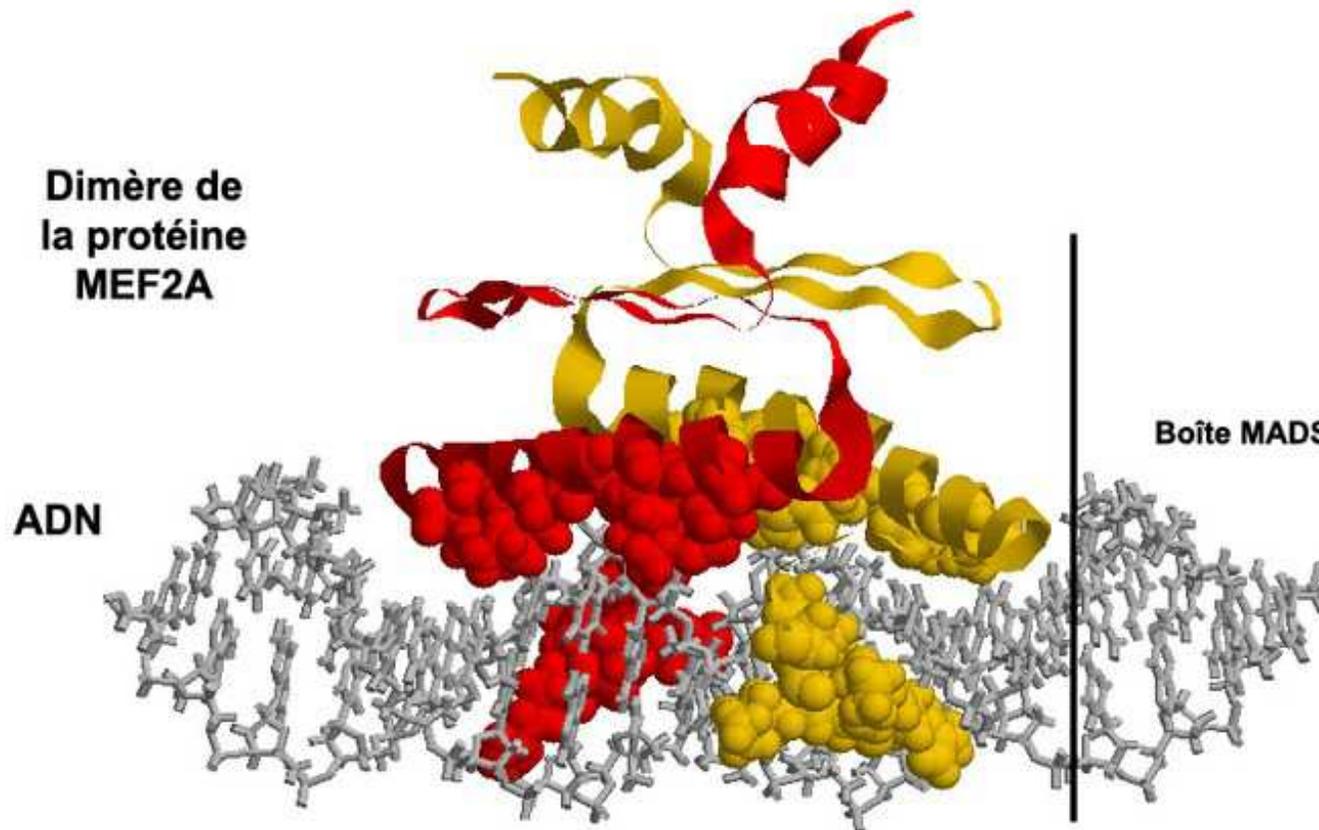


Cellule C



Des phénotypes moléculaires différents = des protéomes différents

Facteurs de transcription



Interaction entre le facteur de transcription à boîte MADS MEF2A et l'ADN

Les AA qui interagissent directement avec l'ADN sont représentés en sphères
Ce modèle est obtenu à l'aide du logiciel RASTOP d'après le modèle PDB ID: 1C7U
MEF2A (Myocyte-specific Enhancer Factor 2A) ; protéine humaine

Régulation de l'expression des gènes

Facteurs génétiques

Type cellulaire

Moment du développement....

