

# Chapitre 3 : L'expression du patrimoine génétique

## I. Les protéines, résultat de l'expression génétique

La séquence de l'ADN, succession des quatre désoxyribonucléotides le long des brins de la molécule, est une information. Cette information est transmise de générations en générations.

Les protéines sont des macromolécules à la base de la structure et du fonctionnement de la cellule. Certaines protéines sont communes à toutes les cellules tandis que d'autres dépendent de leur spécialisation. Elles sont constituées d'une séquence d'acides aminés plus ou moins longue. Cette séquence en acides aminés est appelée aussi chaîne polypeptidique ou polypeptide. Ces acides aminés sont reliés entre eux par des liaisons covalentes appelées liaisons peptidiques. La séquence précise en acides aminés détermine la forme caractéristique de la protéine qui lui confère ses propriétés.

La séquence en nucléotides de l'ADN détermine l'enchaînement de la séquence en acides aminés de la protéine. La comparaison des séquences nucléotidiques des différents allèles d'un gène et des séquences en acides aminés des protéines qu'il code, montre qu'une modification de la séquence en nucléotides peut entraîner une modification de la séquence en acides aminés.

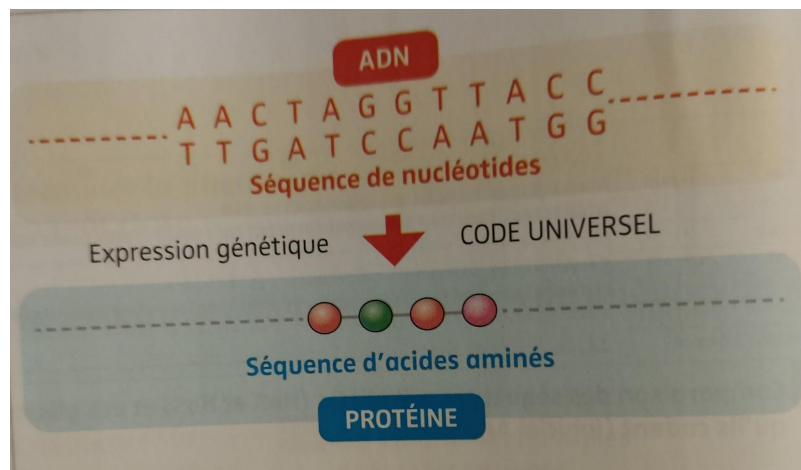


Figure 1 : de la séquence d'ADN à celle de la protéine

Chez les eucaryotes, les protéines sont synthétisées dans le cytoplasme mais l'ADN se trouve dans le noyau.

## II. De l'ADN aux protéines, une relation indirecte

Dans les années 1940, Beadle et Tatum étudient des mutants de champignons et démontrent alors qu'un gène donne une protéine.

L'ADN est localisé dans le noyau alors que les protéines sont produites dans le cytoplasme.

L'ADN ne peut sortir du noyau étant donné qu'il est plus gros que les pores nucléaires.

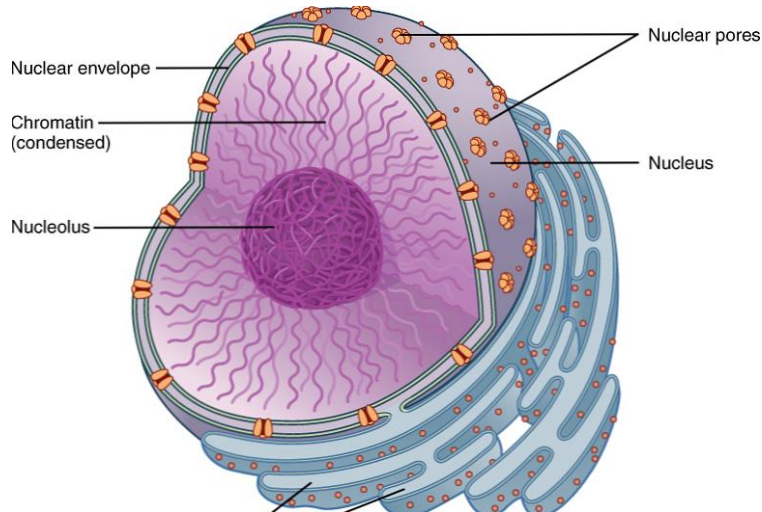


Figure 2 : le noyau cellulaire

Mais une autre molécule, l'ARNm (Acide RiboNucléique messenger) est présente à la fois dans le noyau et dans le cytoplasme. Cette molécule peut donc jouer le rôle de messenger. L'ARNm est formé d'un seul brin (donc plus petit que l'ADN) ce qui lui permet de sortir du noyau par les pores nucléaires. L'ARNm est constitué de nucléotides, complémentaires du brin transcrit de l'ADN, ce qui lui permet de copier l'information génétique. Néanmoins, les Thymines sont remplacées par des Uraciles.

Tableau 1 : Caractéristiques de l'ADN, l'ARN et des protéines

	ADN	ARN messenger	PROTEINES
Localisation	Noyau	Noyau + Cytoplasme	Cytoplasme
Unité	Nucléotide (nt)	Nucléotide (nt)	Acide aminé (aa)
Séquence	Nucléotidique	Nucléotidique	Peptidique
Nombre de brins	2	1	1
Type de liaison	Phosphodiester	Phosphodiester	Peptidique
Code	4 nt : Adénine Guanine Cytosine Thymine	4 nt : Adénine Guanine Cytosine Uracile	20 acides aminés Différents Ex : Methionine, Valine, Leucine ...
Informations portées	Nombreux gènes	Information d'un seul gène	Une protéine

## III. De l'ADN aux ARN fonctionnels : la transcription

La synthèse des protéines se fait soit directement dans le cytoplasme de la cellule, soit dans le réticulum endoplasmique granuleux (REG) et dans l'appareil de Golgi, qui sont deux

organites spécialisés dans la synthèse des protéines. La production d'une protéine nécessite 2 étapes :

- la transcription
- puis la traduction

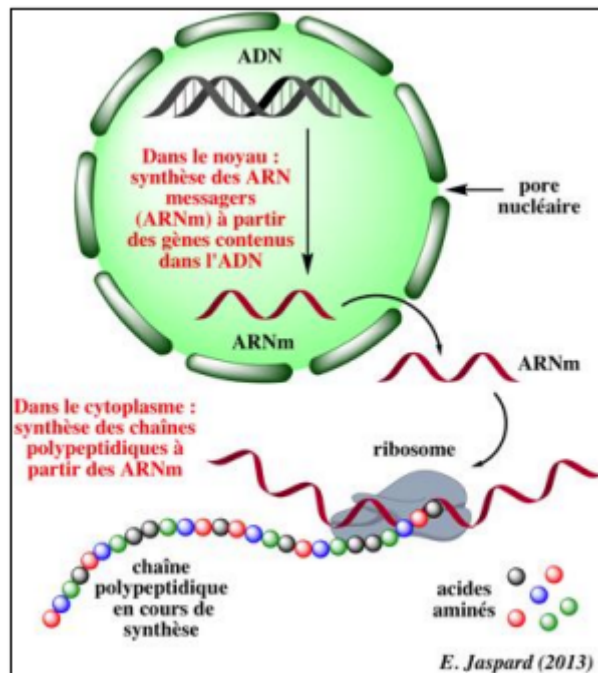


Figure 3 : Schéma simplifié de la production d'une protéine

## A. La production des ARNm

La transcription correspond à la copie de l'ADN en ARNm. Celle-ci a lieu dans le noyau des cellules eucaryotes et donne naissance à un ARNm complémentaire du brin transcrit de l'ADN. La transcription est réalisée par une enzyme : l'ARN polymérase. Elle utilise le brin codant (transcrit) de l'ADN pour former l'ARNm.

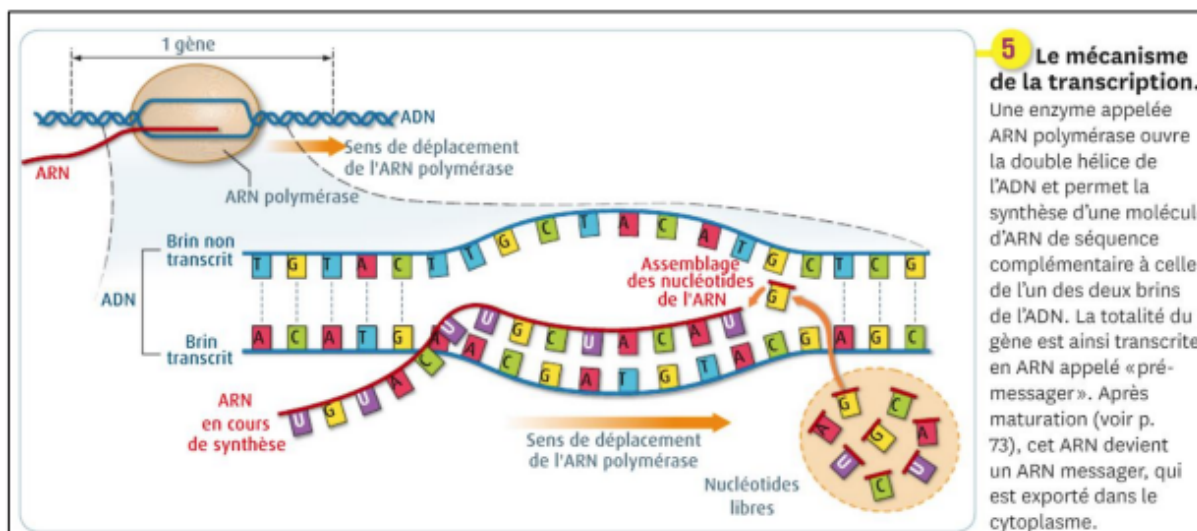


Figure 4 : Mécanisme de la transcription

## B. La production des ARNm différents via l'épissage

Lors de la transcription, la molécule d'ARN produite s'appelle l'ARN pré-messager (ARN pré-m). Celui-ci est composé de tronçons codants appelés exons et de tronçons non codants appelés introns. Ces ARN pré-m subissent une maturation (épissage) durant laquelle certains exons sont assemblés et les introns éliminés. L'ARN maturé est alors appelé ARNm mature et est envoyé dans le cytoplasme. Un même ARN pré-messager peut subir, suivant le contexte, des maturations différentes et donc être à l'origine de plusieurs protéines différentes selon les cellules.

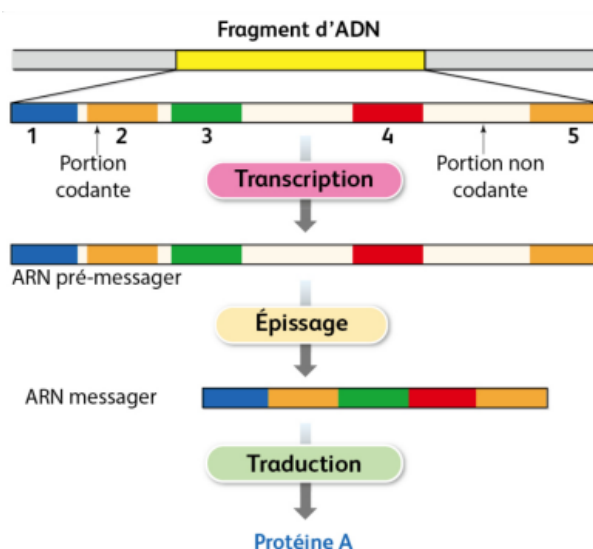


Figure 5 : Les étapes de l'expression génétique

## C. L'activité des gènes de la cellule est régulée sous l'influence de facteurs internes et externes à l'organisme

Suivant le type cellulaire, tous les gènes ne seront pas exprimés. En effet, le début de chaque gène correspond à une séquence non codante appelée promoteur. Différentes molécules peuvent s'associer au promoteur et soit activer soit inhiber la transcription du gène. C'est cette régulation qui est à l'origine de la spécialisation des cellules.

Tp

[https://svt-erlich.fr/wp-content/uploads/2019/10/1sp%C3%A9\\_TP5.pdf](https://svt-erlich.fr/wp-content/uploads/2019/10/1sp%C3%A9_TP5.pdf)

[https://svt-erlich.fr/wp-content/uploads/2019/11/1sp%C3%A9\\_TP6.pdf](https://svt-erlich.fr/wp-content/uploads/2019/11/1sp%C3%A9_TP6.pdf)

# IV. De l'ARN messenger aux protéines : la traduction

## A. Les ribosomes

Le ribosome est constitué de 2 sous unités : une grande et une petite. La petite est fixée à l'ARNm et la grande permet la production de la protéine. La petite sous unité est en contact avec les protéines en cours de formation (polypeptides).

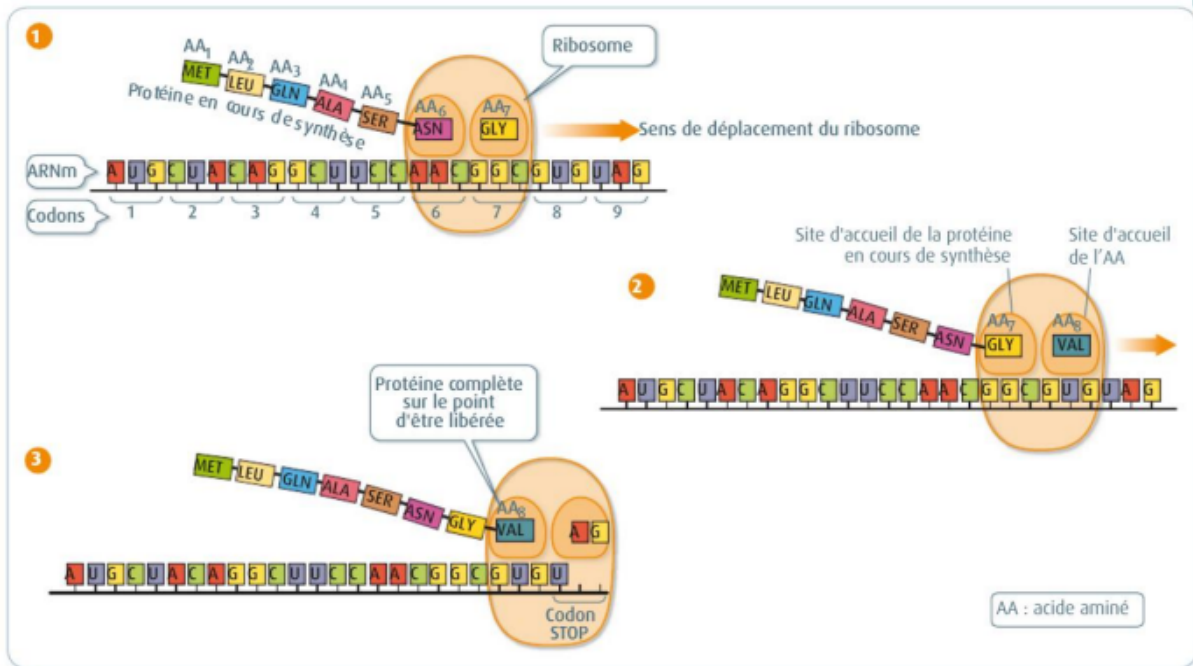
## B. La lecture du code de l'ARNm par le ribosome

Le sens de lecture de l'ARNm est donc crucial pour produire la bonne protéine. On constate que la suppression d'un ou 2 nucléotides change la nature des acides aminés produit. Par contre, si on supprime 3 nucléotides, cela correspond à la suppression d'un acide aminé. L'ajout d'un acide aminé est donc corrélé à un code de 3 nucléotides (CODONS).

### Le code génétique

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





**5 De l'ARNm à la protéine: la traduction.** Un ribosome se déplace le long de l'ARNm. Pour chaque codon « lu », le ribosome ajoute, en suivant le code génétique, un nouvel acide aminé (AA) sur la protéine en croissance. Cet acide aminé se loge dans un site spécifique du ribosome puis une liaison chimique est établie avec l'acide aminé précédent. Le ribosome avance alors d'un codon.

La traduction se déroule en 3 étapes :

- 1 - L'initiation qui débute toujours par un codon AUG et qui permet au ribosome de s'associer à l'ARNm.
- 2 - L'élongation qui permet le déplacement du ribosome le long de l'ARNm et la production d'une protéine par fixation des acides aminés les uns aux autres.
- 3 - La terminaison qui nécessite la lecture d'un codon STOP (ou non sens) : UAG par exemple.

La traduction permet la production d'une protéine par assemblage des acides aminés. La nature de l'enchaînement est codée par l'enchaînement de la séquence nucléotidique de l'ARNm. Le code génétique permet d'associer un acide aminé à la présence d'un codon particulier de l'ARNm. Il présente 3 caractéristiques fondamentales :

- Il est universel : valable pour tous les êtres vivants (sauf quelques exceptions)
- Il est redondant : plusieurs codons codent le même acide aminé
- Il est dégénéré : le 3ème nucléotide n'a que peu d'importance. Par exemple, les codons CGN (N étant un nucléotide A, T, C ou G) correspondent à l'arginine. On dit alors que le code génétique est dégénéré.

ARN polymérase : acide ribonucléique, polymère de nucléotides issu de la transcription de l'ADN.

ARNm : ARN lu par les ribosomes et traduit en chaîne polypeptidique

Codon : triplet de nucléotides de l'ARNm codant un acide aminé ou l'arrêt de la traduction

Ribosome : assemblage de sous-unités permettant la traduction de l'ARNm en chaîne polypeptidique.

Traduction : processus de synthèse d'une chaîne polypeptidique à partir d'un ARNm., réalisé par les ribosomes.

Transcription : mécanisme de copie d'un brin d'ADN en ARN par complémentarité des nucléotides.

## V. Du génotype au phénotype

Le phénotype résulte de l'ensemble des produits de l'ADN (protéines et ARN) présents dans la cellule. Il dépend du patrimoine génétique et de son expression. L'activité des gènes de la cellule est régulée sous l'influence de facteurs internes à l'organisme (développement) et externes (réponses aux conditions de l'environnement).