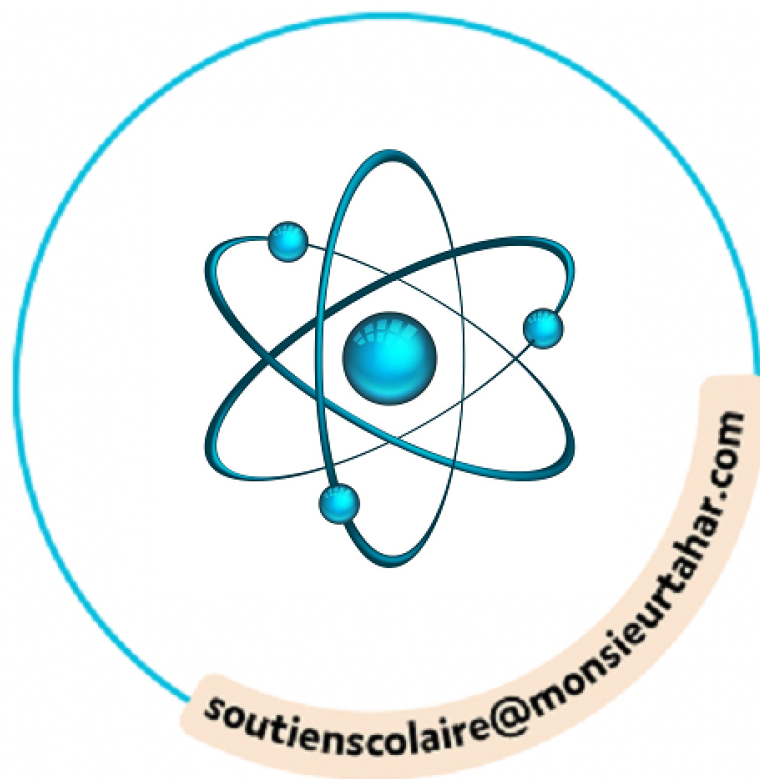
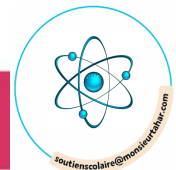


CHAPITRE 4



L'expression du patrimoine génétique



1 L'ARN, un intermédiaire entre l'ADN et les protéines

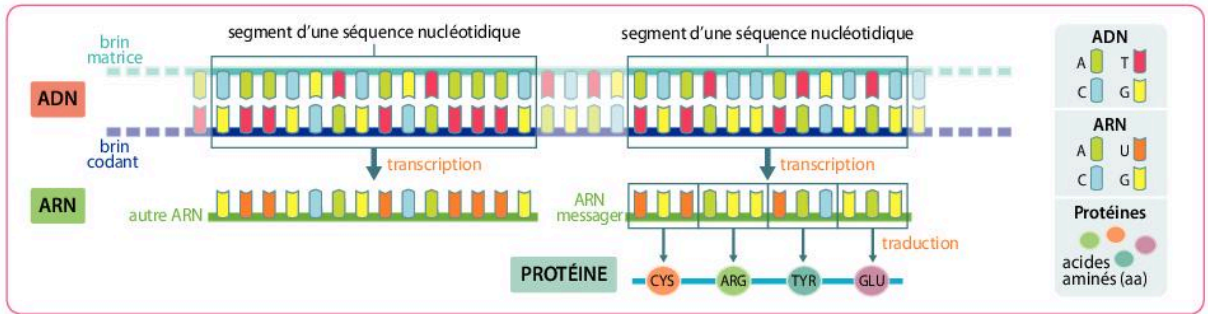
- Dans les années 1950, les chercheurs ont découvert que les acides nucléiques sont formés d'une séquence de nucléotides et que les **protéines**, molécules résultant de l'expression des gènes, étaient faites d'une séquence d'acides aminés. Ils ont établi qu'entre l'ADN et les protéines, il existait un intermédiaire, qui est de l'**ARN (acide ribonucléique)**. Alors que l'ADN est exclusivement localisé dans le noyau des cellules eucaryotes, les recherches ont révélé que l'ARN est produit dans le noyau mais passe ensuite dans le cytoplasme : il est appelé **ARN messager ou ARNm**.

2 Les ARNm, molécules portant un message codé

- Les acides nucléiques, ARN et ADN, sont des molécules porteuses d'une information génétique. L'ARN est composé d'une séquence de nucléotides, mais, à la différence de l'ADN, il est formé d'un seul brin de nucléotides et ses nucléotides sont l'uracile (U), la guanine (G), l'adénine (A) et la cytosine (C). La **transcription** est un mécanisme se localisant dans le noyau de la cellule. La molécule d'ADN double-brin est ouverte par une enzyme, l'**ARN polymérase**, qui utilise un brin matrice d'ADN pour fabriquer un brin d'ARN complémentaire en associant les nucléotides selon les appariements suivants : A-U et C-G.
- Sur un brin d'ADN, plusieurs molécules d'ARN polymérase se suivent, permettant ainsi la fabrication d'un grand nombre de molécules d'ARN à partir d'une seule molécule d'ADN.
- Le **code génétique** indique la correspondance entre un groupe de trois nucléotides (triplet) sur l'ARNm, ou **codon**, et un acide aminé. Comme la séquence en nucléotides de l'ARNm est identique à celle de l'ADN, on peut dire qu'un triplet sur l'ADN code un acide aminé.
- Le code génétique est :
 - redondant : plusieurs codons correspondent à un même acide aminé ;
 - universel : la correspondance est la même chez presque tous les êtres vivants. Ainsi, l'information contenue dans une molécule d'ADN produira la même protéine chez n'importe quel être vivant.

Tableau du code génétique

		DEUXIÈME LETTRE										
		U		C		A		G				
PREMIÈRE LETTRE	U	UUU	Phénylalanine (PHE)	UCU	Sérine (SER)	UAU	Tyrosine (TYR)	UGU	Cystéine (CYS)	U		
		UUC		UCC			UAC		UGC	C		
		UUA	Leucine (LEU)	UCA			UAA	Codon STOP	UGA	Codon STOP	A	
		UUG		UCG			UAG		UGG	Tryptophane (TRP)	G	
	C	CUU	Leucine (LEU)	CCU	Proline (PRO)	CAU	Histidine (HIS)	CGU	Arginine (ARG)	U		
		CUC				CCC		CAC			CGC	C
		CUA				CCA		CAA		Glutamine (GLN)	CGA	A
		CUG				CCG		CAG			CGG	G
	A	AUU	Isoleucine (ILE)	ACU	Thréonine (THR)	AAU	Asparagine (ASN)	AGU	Sérine (SER)	U		
		AUC				ACC		AAC		AGC	C	
		AUA				ACA		AAA	Lysine (LYS)	AGA	A	
		AUG	Méthionine (MET)	ACG			AAG		AGG	Arginine (ARG)	G	
G	GUU	Valine (VAL)	GCU	Alanine (ALA)	GAU	Acide aspartique (ASP)	GGU	Glycine (GLY)	U			
	GUC				GCC		GAC			GGC	C	
	GUA				GCA		GAA		Acide glutamique (GLU)	GGA	A	
	GUG				GCG		GAG			GGG	G	
		TROISIÈME LETTRE										

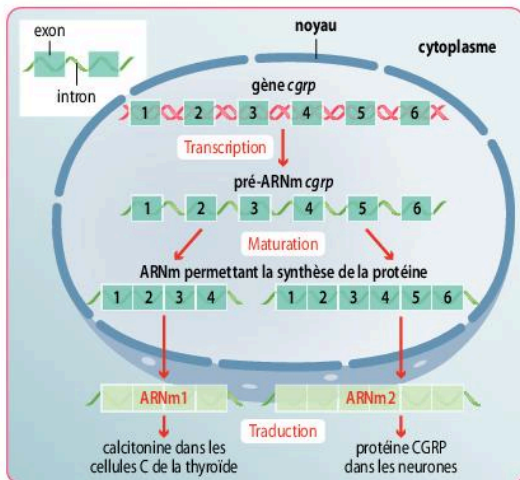


Transcription et traduction

3 La synthèse des protéines et les différentes échelles du phénotype

- Les ARNm passent du noyau dans le cytoplasme de la cellule où ils sont traduits en protéines. Les ribosomes se fixent sur l'ARNm, puis progressent en associant l'acide aminé correspondant à chaque codon. La traduction s'arrête quand le ribosome atteint un codon STOP (voir le code génétique) : la protéine formée est libérée dans le cytoplasme de la cellule.
- Les conséquences d'une mutation dans l'ADN sont répercutées à différentes échelles de phénotype de l'individu :
 - à l'échelle de la molécule : les protéines et les ARN formés présentent eux aussi une mutation ;
 - puis, à l'échelle de la cellule, du tissu, de l'organe et, enfin, de l'organisme : on observe des anomalies de structure et de fonctionnement.
 Le génotype est donc responsable du phénotype.

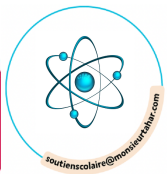
4 Un même génome, des phénotypes différents



Maturation et formation d'ARNm

- Lors de la transcription de l'ARN à partir de l'ADN, les ARN produits sont des pré-ARNm. Ils subissent une maturation dans le noyau : des portions du pré-ARNm sont conservées (exons) et soudées pour former une molécule d'ARNm qui sera traduite en protéine. Les portions non conservées du pré-ARNm sont appelés introns. Les cellules différenciées, qui ont pourtant le même patrimoine génétique (ADN), produisent des protéines différentes, qui les spécialisent dans une fonction. Pour cela, elles peuvent synthétiser des ARNm différents en sélectionnant des exons différents à partir d'un même pré-ARNm.
- En raison du grand nombre de gènes et de la maturation de l'ARN, il existe une grande diversité des protéines produites dans un organisme.

- Cependant, si le phénotype résulte de l'expression des gènes de l'individu et donc de la production d'ARN et de protéines, il dépend également d'autres facteurs. Des facteurs internes à l'organisme (comme les hormones) ou externes (comme la nourriture) modifient l'expression des gènes.



L'expression du patrimoine génétique

- Le **phénotype** résulte de l'ensemble des molécules produites à partir de l'ADN (**protéine** et ARN) présentes dans la cellule. Il dépend de la nature des gènes et allèles présents (**génotype**) et de leur utilisation ou non dans une cellule (expression du gène). La conséquence de l'expression des gènes est visible à différentes échelles de phénotypes : molécules (**ARN messenger - ARNm** - et protéines), cellule, tissu, organe, organisme.
- Lors de la **transcription**, dans le noyau, l'**ARN polymérase** ouvre la molécule double-brin de l'ADN et forme, par complémentarité avec le brin matrice de l'ADN, un ARN simple brin. L'ARN formé aura des nucléotides A, U (au lieu de T), C et G et portera la même information que le gène. Il existe une grande diversité d'ARN fabriqués, parmi lesquels des **pré-ARNm**.
- Le pré-ARNm peut subir par la suite une **maturation** dans le noyau : seules certaines parties, nommées **exons**, peuvent être conservées pour former un ARNm alors que les séquences non codantes, ou **introns**, sont éliminées.
- Cet ARNm passe ensuite dans le cytoplasme, où il dirige la synthèse d'une protéine au cours du mécanisme de **traduction**. Les **ribosomes** utilisent le **code génétique** pour associer un acide aminé à un groupe de trois nucléotides ou **codon**. L'information portée par une molécule d'ARNm (le message génétique) est ainsi convertie en une séquence d'acides aminés d'une protéine, qui détermine sa fonction.
- Cette correspondance est universelle (elle est la même chez quasiment tous les êtres vivants) et redondante (plusieurs codons correspondent à un même acide aminé).
- De nombreux facteurs influencent l'expression des gènes : des facteurs externes (température, nourriture) et des facteurs internes (hormones, etc.).

... en texte

MOTS-CLÉS

phénotype transcription ARN polymérase intron
 maturation exon ARN messenger ribosome
 code génétique codon pré-ARNm génotype traduction