

Surlignage d'informations importantes

Biology HL
Biology SL



Thème 7.3: la traduction

M. Alexandre Desjardins Cormier
Adapté à partir de:
<https://www.youtube.com/watch?v=zS470Q30npM>

1

Notions clés

- L'initiation de la traduction implique l'assemblage des composants qui effectuent le processus.
- La synthèse du polypeptide implique un cycle répétitif d'événements.
- Le désassemblage des composants succède à la terminaison de la traduction.
- Les ribosomes libres synthétisent les protéines à utiliser principalement au sein de la cellule.
- Les ribosomes liés synthétisent les protéines principalement pour la sécrétion ou l'utilisation dans les lysosomes.

2

Notions clés

- La traduction peut se produire immédiatement après la transcription chez les procaryotes en raison de l'absence d'une membrane nucléaire.
- La séquence et le nombre d'acides aminés dans le polypeptide est la structure primaire.
- La structure secondaire est la formation d'hélices alpha et de feuillets plissés bêta stabilisés par des liaisons hydrogène.
- La structure tertiaire est le pliage plus poussé du polypeptide, stabilisé par les interactions entre les groupes R.
- La structure quaternaire existe dans les protéines avec plus d'une chaîne polypeptidique.

3

Application et compétences

- Application : les enzymes d'activation de l'ARNt illustrent la spécificité enzyme-substrat et le rôle de la phosphorylation.
- Compétence : l'identification de polysomes dans des photos de procaryotes et d'eucaryotes prises au microscope électronique.
- Compétence : l'utilisation d'un logiciel de visualisation moléculaire pour analyser la structure des ribosomes eucaryotes et une molécule d'ARNt.

4

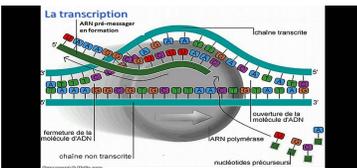
Directives et informations supplémentaires

- Les noms des sites de liaison de l'ARNt ainsi que leurs rôles sont requis.
- Des exemples de codons de départ et de codons d'arrêt ne sont pas requis.
- Les acides aminés polaires et non polaires sont pertinents aux liaisons formées entre les groupes R.
- La structure quaternaire peut impliquer la liaison d'un groupe prosthétique pour former une protéine conjuguée.

5

Transcription: résumé de 7,2

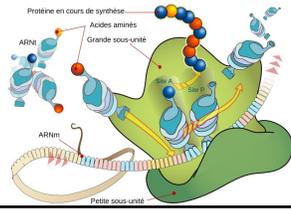
- L'ARN polymérase coupe une section de l'ADN en brins «sens» et «anti-sens», puis se sert du brin «anti-sens» en tant que matrice afin de synthétiser l'ARNm
- L'ARNm est mûr et envoyé en dehors du noyau



6

Traduction: résumé

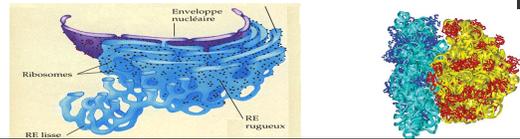
- Les codons de l'ARNm sont traduits en séquences d'acides aminés, à l'aide des ribosomes et l'ARNt



7

Ribosomes

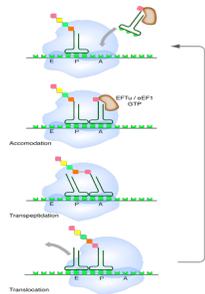
- Ribosomes sont fait d'ARNr
- Sont fabriqués dans le noyau par le nucléole
- Les ribosomes procaryotes (70s) sont plus petits que les ribosomes eucaryotes (80s)
- Où est-ce qu'on retrouve également des ribosomes 70s chez les eucaryotes?
- Les ribosomes peuvent être libres ou attachés au R.E.r



8

Structure du ribosome

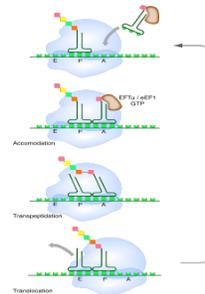
- Fait de 2 sous-unités: la grande sous-unité et la petite sous-unité (C'est amusant quand c'est aussi simple que ça!)
- Le décodage de l'ARNm se fait dans l'espace entre ces deux sous-unités
- Il y a 3 sites de fixation pour l'ARNt sur l'ARNm: A, P et E (l'ARNt se déplace dans cet ordre également)



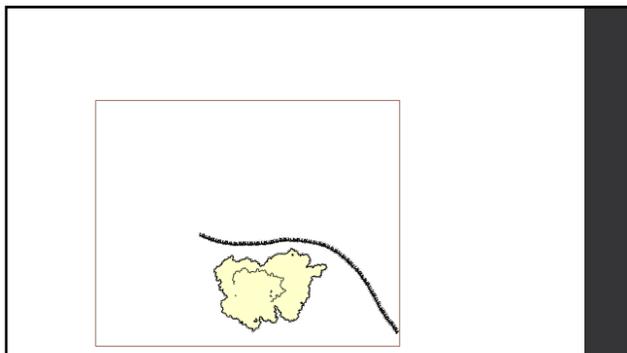
9

Structure du ribosome

- A: (pour acide aminé) Tiens l'ARNt portant un acide aminé qui sera prochainement ajouté à la chaîne polypeptidique
- P: (pour chaîne polypeptidique) Tiens l'ARNt portant la chaîne polypeptidique
- E: (pour exit) Éjecte l'ARNt qui a donné son acide aminé
- La lecture se fait sur l'ARNm de 5' vers 3'



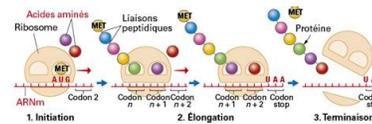
10



11

Traduction: ARNm - protéine

- Elle se fait en 4 phases
- 1. Démarrage (initiation)
- 2. Élongation
- 3. Translocation
- 4. Terminaison



12

Traduction: ARNm - protéine

- 3 Bases sur l'ADN = triplets
- 3 Bases sur l'ARNm = codons
- La plupart des codons font un acide aminé, mais il y a des exceptions

Doublets lettres		Triplets lettres			
U	C	A	G		
UUU	Phé	UUU	Phé	UUU	Phé
UUC	Phé	UUC	Phé	UUC	Phé
UUA	Leu	UUA	Leu	UUA	Leu
UUG	Leu	UUG	Leu	UUG	Leu
CUU	Leu	CUU	Leu	CUU	Leu
CUC	Leu	CUC	Leu	CUC	Leu
CUA	Leu	CUA	Leu	CUA	Leu
CUG	Leu	CUG	Leu	CUG	Leu
AUU	Ile	AUU	Ile	AUU	Ile
AUC	Ile	AUC	Ile	AUC	Ile
AUA	Ile	AUA	Ile	AUA	Ile
AUG	Mét	AUG	Mét	AUG	Mét
GUU	Val	GUU	Val	GUU	Val
GUC	Val	GUC	Val	GUC	Val
GUA	Val	GUA	Val	GUA	Val
GUG	Val	GUG	Val	GUG	Val

13

La dégénérescence du code génétique

- Le fait que les 64 codons codent seulement 22 acides aminés protéomiques, plus les codons de terminaison, conduit à de très nombreuses redondances. Ceci fait qu'un acide aminé standard est codé en moyenne par trois codons distincts — jusqu'à six codons différents. On parle de codons synonymes.
- Pourquoi ceci est utile?
- S'il y a une mutation, il est possible que la séquence d'A.A. ne va pas changer, car le codon pourrait quand même donner le même acide aminé
- Mutation silencieuse
- Transcrit et ensuite traduire GGCTAC

		Doublets lettres				
		C	A	G		
U	UUU	Phé	UUU	Phé	UUU	Phé
	UUC	Phé	UUC	Phé	UUC	Phé
	UUA	Leu	UUA	Leu	UUA	Leu
	UUG	Leu	UUG	Leu	UUG	Leu
C	CUU	Leu	CUU	Leu	CUU	Leu
	CUC	Leu	CUC	Leu	CUC	Leu
	CUA	Leu	CUA	Leu	CUA	Leu
	CUG	Leu	CUG	Leu	CUG	Leu
A	AUU	Ile	AUU	Ile	AUU	Ile
	AUC	Ile	AUC	Ile	AUC	Ile
	AUA	Ile	AUA	Ile	AUA	Ile
	AUG	Mét	AUG	Mét	AUG	Mét
G	GUU	Val	GUU	Val	GUU	Val
	GUC	Val	GUC	Val	GUC	Val
	GUA	Val	GUA	Val	GUA	Val
	GUG	Val	GUG	Val	GUG	Val

14

Le code génétique

- Est universel
- Ceci veut dire que, avec peu d'exceptions, les mêmes codons forment les mêmes acides aminés dans tous les organismes
- Ainsi, on peut faire des choses super cool!

15

La structure de l'ARNt

- Fait d'une molécule d'ARN bouclée, la structure est maintenue par des liaisons hydrogène entre les nucléotides complémentaires
- Il y a un site d'attachement pour l'acide aminé complémentaire (spécifique) - la tige acceptrice (séquence CCA au bout 3')
- Il possède la tige-boucle anticodon
- Un bras D et un bras T
- Dessins/annotons

16

Dessignons l'ARNt

- Dessiner et annoter avec la tige acceptrice, un acide aminé, la tige-boucle anticodon, les anticodons, le bras T et le bras D

17

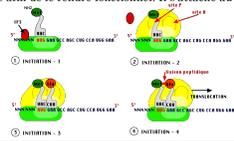
La structure de l'ARNt

- Chacun des 20 Acide aminés ont une molécule d'ARNt complémentaire
- L'attachement d'un A.A à l'ARNt nécessite une enzyme et de l'ATP
- Chaque ARNt a sa propre enzyme et sa propre séquence de bases à son site d'attachement, c'est pour cela que seulement un acide aminé peut être «ramassé» par un ARNt particulier
- Quand l'A.A est attaché à l'ARNt, on dit qu'elle est activée

18

Initiation

- Une molécule ARNt activée avec son acide-aminé complémentaire [acide méthionine (déclencheur)] s'associe avec le brin d'ARNm
 - Le codon AUG est le premier à être traduit car il code pour l'acide déclencheur (codon «start»)
- La petite sous-unité du ribosome s'attache à l'ARNm et bouge d'une direction 5' vers 3', jusqu'à rencontrer l'ARNt avec la méthionine
- Ceci est le complexe d'initiation.
- Parce que le ribosome n'est pas complètement assemblé, la grande sous-unité agit comme la dernière pièce afin de le rendre fonctionnel. Il s'attache au complexe d'initiation

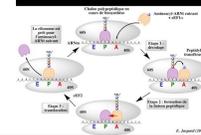


19

Élongation de la chaîne polypeptidique

Résumé: Les ARNt activés apportent les acides aminés aux ribosomes en fonction de l'ordre des codons sur l'ARNm (les anti-codons sur l'ARNt se lient à leur codon complémentaire, ce qui a pour effet de coller les peptides les uns aux autres à la surface du ribosome.

- Donc, quand l'ARNt passe du site A au site P, une autre molécule d'ARNt s'attache au site libre A à son codon complémentaire
- Le ribosome transfère l'Acide aminé (ou la chaîne polypeptidique) du site P à l'acide aminé du site A, formant une liaison peptidique, cela crée une chaîne polypeptidique (implique une réaction de condensation)

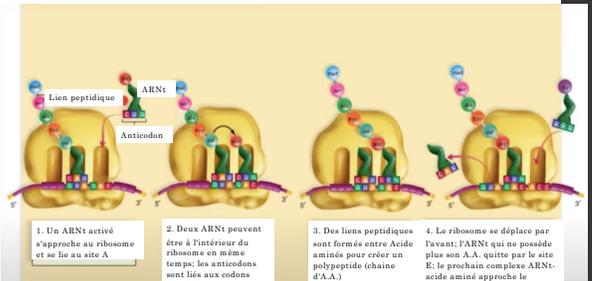


20

Translocation (ARN)

- Se déroule en conjonction avec le processus d'élongation. Il a lieu quand le ribosome change de position/change de codon en direction 5' vers 3'
- En bref, il décrit le processus d'ARNt passant par les points A-P-E
- A = Une nouvelle molécule d'ARNt s'attache au site A et se lie à la chaîne polypeptidique
- P = L'ARN du site A glisse au site P, où a lieu le transfert de la chaîne polypeptidique vers le monopeptide sur site A
- E = Lorsque l'ARNt n'a plus la chaîne d'Acide aminé (on dit qu'il est déacylé), il glisse au site E et se fait éjecter du ribosome.
- Les étapes de l'élongation et la translocation se répètent
- À NOTER: il faut être capable de dessiner un diagramme de translocation/ d'élongation.

21



22

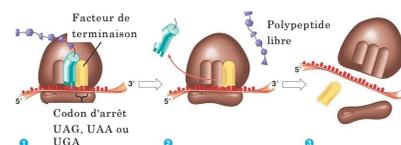
Dessignons!

23

Terminaison

- Le ribosome atteint un codon d'arrêt qui apparaît sous le site A
- Ceci déclenche une protéine (qui ne porte pas d'acides aminés) appelée "facteur de terminaison" pour occuper la case A.
- Cela entame la dissociation du ribosome et la libération de la chaîne polypeptidique ainsi que de l'ARNm.

• Fin du processus de traduction



24

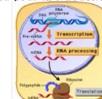
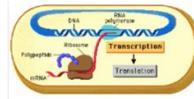
Destination des protéines

- Il y a des ribosomes qui sont libres dans le cytoplasme et des ribosomes qui sont attachés au RE
- Les polypeptides synthétisés par les ribosomes libres sont utilisés dans la cellule (ne pas faire envoyer dehors de la cellule)
- Les polypeptides synthétisés par les ribosomes sur le RE sont généralement sécrétés en dehors de la cellule ou iront dans les lysosomes
- Le processus qui sera impliqué: les vésicules et l'exocytose

25

La traduction chez les procaryotes et les eucaryotes

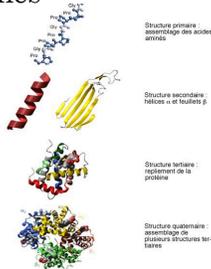
- Procaryotes
- 70s ribosomes
- continu : la traduction se produit en même temps que la transcription car il n'y a pas de membrane nucléaire qui est dans le chemin
- Eucaryotes
- 80s ribosomes
- discontinu : la transcription a lieu dans le noyau, puis l'ARNm doit se rendre au ribosome en dehors du noyau pour la traduction



26

Structure des protéines

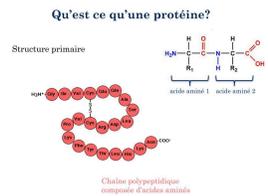
- il existe quatre niveaux d'organisation pour les protéines :
- primaire
- secondaire
- tertiaire
- quaternaire



27

Primaire

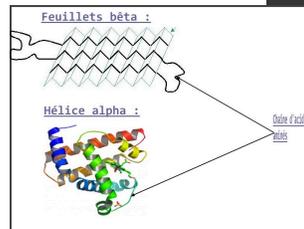
- Séquence unique de 20 acides aminés
- Détermine la structure des trois autres niveaux (comment elle se plie et interagit)
- Maintenu ensemble par des liaisons peptidiques
- La modification de la séquence (mutations) peut avoir des effets radicaux sur la forme finale et la fonctionnalité
- Polypeptide ≠ protéine



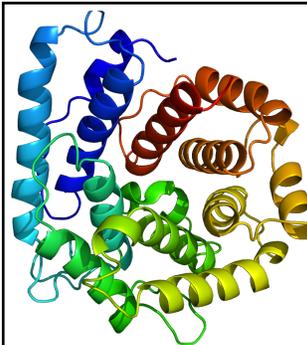
28

Secondaire

- Hélice (α) alpha ou feuillet (β) beta plissées (plated sheets)
- créée par les liaisons d'hydrogène formées entre le groupe carboxyle d'un acide aminé et l'hydrogène du groupe aminé d'un autre acide aminé
- Pas le groupe R
- Exemple: la soie d'araignée



29



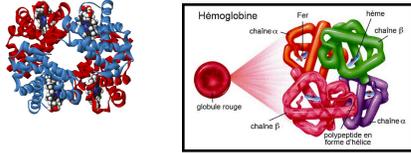
Tertiaire

- connues sous le nom de «protéines globulaires»
- la chaîne polypeptidique se courbe et se replie sur elle-même en raison des interactions entre les groupes R
- souvent c'est une interaction entre les groupes R polaires et non polaires
- exemple : les immunoglobulines, des protéines qui agissent comme des anticorps.

30

Quaternaire

- multiples chaînes polypeptidiques qui sont combinées
- pas toujours présentes
- cause : liaison entre les chaînes polypeptidiques
- exemple : l'hémoglobine, qui transporte l'oxygène dans les globules rouges.



31

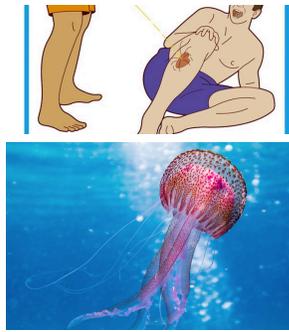
Protéines fibreuses et globulaires

- Les trois façons de classer les protéines: fonctions, structure et forme
- Les deux formes des protéines:
 - Fibreuses
 - forme longue et étroite
 - insoluble dans l'eau
 - exemple : l'actine, qui est présente dans la contraction musculaire
 - Globulaires
 - Forme tridimensionnelle
 - soluble dans l'eau
 - exemple : l'insuline, qui aide à réguler le taux de glucose dans le sang.



32

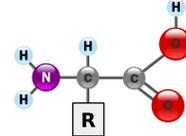
Les toxines produites par les méduses sont des protéines



33

Acides aminés polaires vs non-polaires

• Il y a 20 acides aminés qui peuvent être associés en polypeptides



les vingt acides aminés			
non polaires		aromatiques	
alanine	valine	phénylalanine	tryptophane
glycine	isoleucine	tyrosine	
leucine	isovaline		
polaires mais non-chargés		chargés positifs	
asparagine	glutamine	lysine	arginine
asparagine	glutamine	lysine	histidine
proline	isoprénaline	chargés négatifs	
		aspartate	glutamate

34

Acides aminés polaires vs non-polaires

- Les AA. sont placés dans différents groupes selon les propriétés de leurs chaînes latérales (groupe R)
- Puisque les protéines sont des longues chaînes d'AA., une portion de la chaîne peut avoir des propriétés différentes d'autres portions
- Ceci rend la protéine amphipathique
- (Amphipathique, amphiphile et amphipolaire, termes synonymes, désignent une molécule (en général organique) portant à la fois un groupement hydrophile (pouvant se lier à l'eau) et un groupement hydrophobe (e qui n'aime pas l'eau))

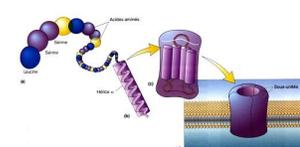
les vingt acides aminés			
non polaires		aromatiques	
alanine	valine	phénylalanine	tryptophane
glycine	isoleucine	tyrosine	
leucine	isovaline		
polaires mais non-chargés		chargés positifs	
asparagine	glutamine	lysine	arginine
asparagine	glutamine	lysine	histidine
proline	isoprénaline	chargés négatifs	
		aspartate	glutamate

35

Acides aminés polaires vs non-polaires

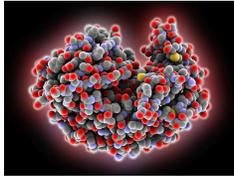
Acide aminé polaire

- Hydrophile
- Trouvée dans des régions de la protéine qui sont souvent exposées à l'eau
- Peut créer des passages hydrophiles par lesquels des molécules polaires peuvent passer



36

Acides aminés polaires vs non-polaires

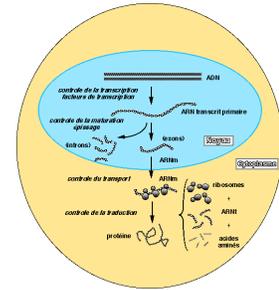


- Acide aminé non-polaire
- Hydrophobe
 - Important dans la détermination de la forme du site actif d'un enzyme, car les A.A. hydrophobes vont se plier pour prévenir des interactions avec l'eau... Ceci fait en sorte que le site actif aura une forme particulière

37

Retour sur le processus

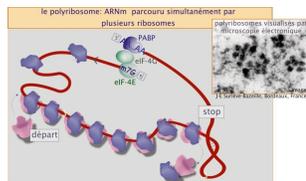
- Si on doit créer plusieurs enzymes (protéines), est-ce que tu penses que la cellule va produire beaucoup d'ARNm ou pas beaucoup d'ARNm?
- En fait, une seule molécule d'ARNm prend moins d'énergie à créer, et peut être traduit plusieurs fois, donc c'est plus efficace d'en faire moins



38

Polysome

- Un **polysome** ou **polyribosome** est un ensemble de **ribosomes** reliés entre eux par un **ARN messager**. Cet ensemble a l'aspect d'un collier de perles.
- Va dans la direction 5' vers 3'
- Plus efficace



39