

III. Première étape de la synthèse protéique : la transcription

1. Chaque protéine est codée par un gène particulier

Rappels (Seconde)

- Les caractères héréditaires dépendent des **gènes** ; chaque être humain possède environ 25000 gènes qui constituent l'**information génétique** propre à l'espèce.
- Les gènes sont situés sur les molécules d'**ADN** (acide désoxyribonucléique) des chromosomes (1 seule molécule d'ADN par chromosome, sauf pendant un très court moment quand une cellule se divise).
- Tous les individus (d'une même espèce) possèdent les mêmes gènes.

➔ Une protéine est fabriquée par la cellule grâce à l'information contenue dans un gène particulier (un fragment d'ADN particulier) : on dit qu'une protéine est « codée » par un gène.

Ceci a été démontré expérimentalement en 1958 par Beadle et Tatum.

Quel est le mécanisme de la synthèse d'une protéine à partir du gène correspondant ? L'expression de l'information génétique se fait en deux étapes : la transcription puis la traduction.

2. L'ARN, un « messager » entre le noyau et le cytoplasme

A3D4 Comparaison de la structure moléculaire de l'ADN et de l'ARN

Acide nucléique	Nombre de brins	Taille	Sucre	Bases azotées	Localisation	Durée de vie
ADN	2	De quelques milliers à 2 millions de paires de bases	désoxyribose	A, T, C, G	Noyau	indéfinie
ARN	1	De quelques centaines à quelques milliers de bases	ribose	A, U, G, C	Noyau et cytoplasme	très brève

3. L'ARNm porte l'information d'un gène dans le cytoplasme

A3D1 « les protéines sont des chaînes d'acides aminés »

L'information génétique nécessaire à la synthèse d'une protéine est codée dans la **séquence des bases azotées** de l'ADN d'un gène. L'**ARNm (ARN messager)** étant une molécule très proche – son unique brin est aussi une séquence de nucléotides –, la même information peut y être codée de façon similaire.

Chaque molécule d'ARNm ne porte l'information que d'un seul gène, c'est pourquoi elle est beaucoup plus courte que l'ADN.

A3D2-D3 marquage de protéines et d'ARNm

L'ADN est dans le noyau mais la synthèse protéique a lieu dans le cytoplasme. L'ARNm transfère l'information d'un gène au cytoplasme : les gènes restent dans le noyau, seules des « copies » en sortent.

4. Mécanisme moléculaire de la synthèse d'ARNm (la transcription)

A3D5 un gène en cours de transcription

Au cours de la transcription, un ARNm complémentaire de l'un des brins de l'ADN est synthétisé.

- ouverture de la molécule d'ADN (par rupture des liaisons faibles entre les bases azotées complémentaires des deux brins) puis déroulement ;
- association d'un nucléotide libre à un nucléotide de l'ADN par complémentarité des bases azotées : les nucléotides A et U sont complémentaires ainsi que les nucléotides C et G ;
- fixation de ce nucléotide au précédent : l'ARNm est formé par polymérisation de nucléotides face à l'un des 2 brins de l'ADN qui sert de matrice ;
- détachement de l'ARNm qui sort du noyau par les pores de l'enveloppe nucléaire ;
- fermeture de la molécule d'ADN et réenroulement en double hélice ;

Ces réactions chimiques sont catalysées par une **enzyme** (ARN polymérase) et nécessitent de l'énergie chimique.

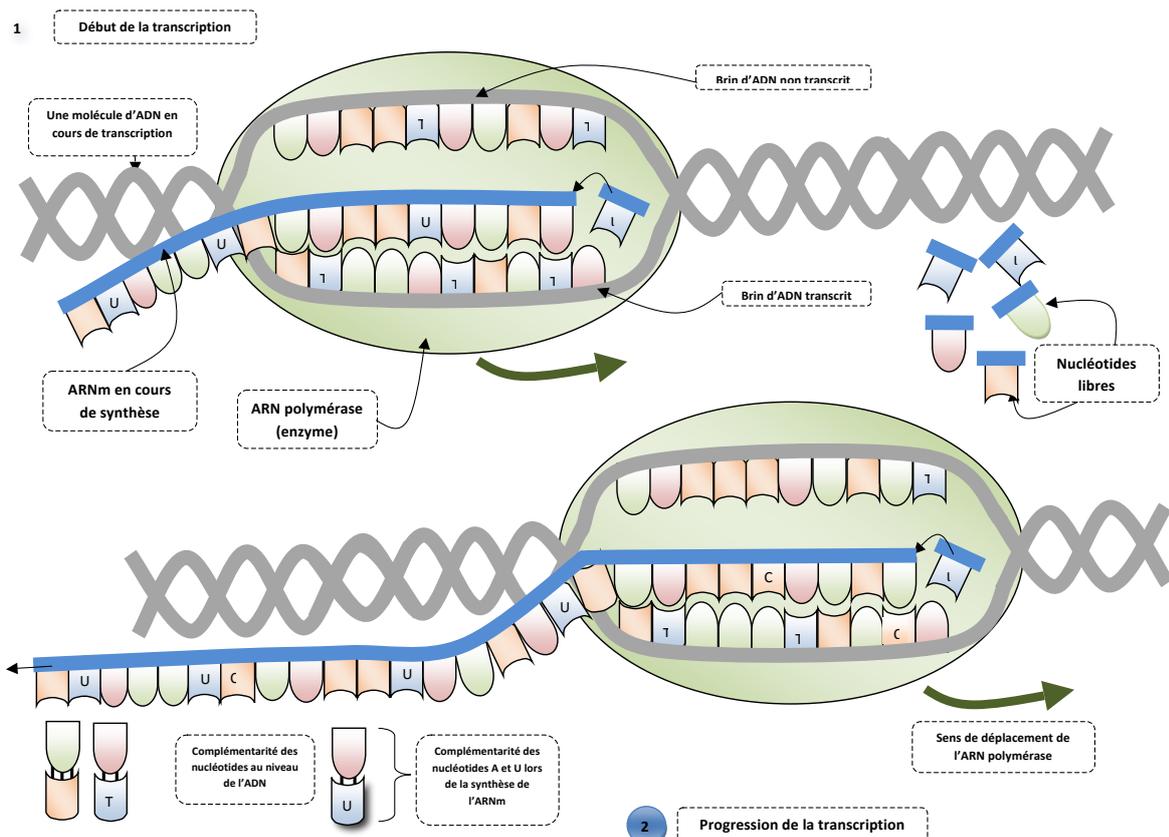
- De nombreuses molécules d'enzymes se fixent en même temps sur un même gène (mécanisme d'amplification).
- Chaque ARNpolymérase transcrit environ 10 nucléotides par seconde.

➔ *La séquence de l'ARNm est complémentaire de celle de l'un des deux brins de l'ADN.*

Un seul des 2 brins de la molécule d'ADN est copié (le « brin transcrit »¹⁹), l'ARNm n'a qu'un seul brin.

Le brin unique de l'ARNm peut porter autant d'information que les deux brins de l'ADN car ces deux brins sont complémentaires : le deuxième brin de l'ADN apporte donc la même information que celle du premier brin (même si elle est écrite » différemment).

Schéma bilan : la transcription (d'après http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/article.php3?id_article=1436)



¹⁹ NB : brin transcrit = brin NON codant !

5. Plusieurs protéines codées par un même gène ?

a) Les gènes sont pour la plupart morcelés

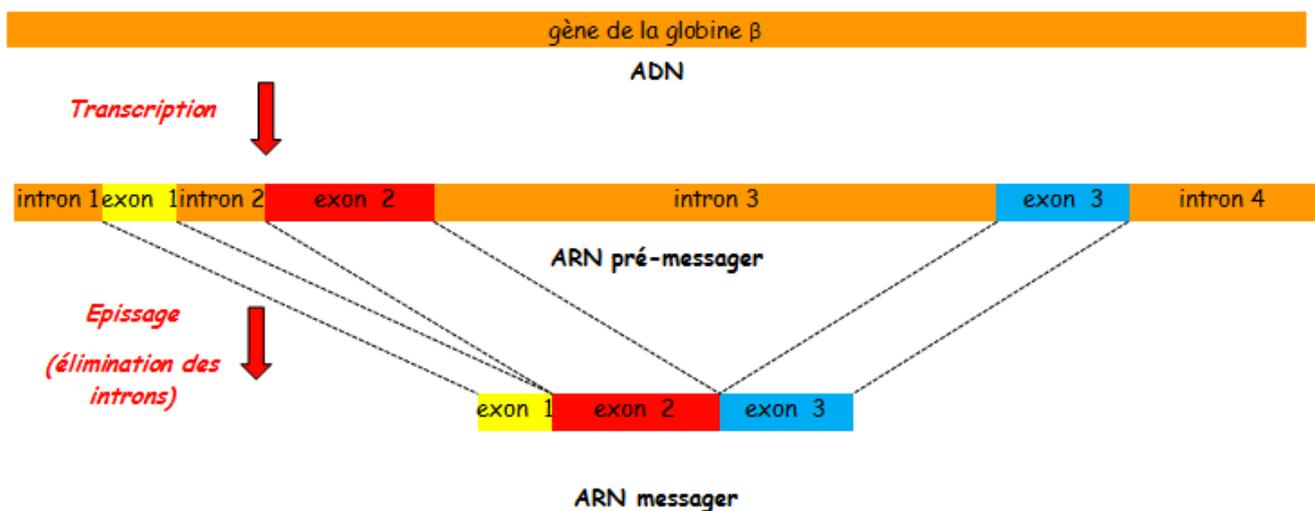
📖 A3D7 transcription du gène de l'ovalbumine

Chez les Eucaryotes, la séquence de nucléotides utilisée pour la synthèse d'une protéine est le plus souvent formée de plusieurs régions codantes (les **exons**) séparées par des régions non codantes (les **introns**). On parle ainsi de « gène **morcelé** ».

Dans le génome humain, les exons (régions codantes) ne représentent que 1,5% de l'ADN !

L'ensemble du gène est transcrit sous la forme d'un ARN **pré-messager**, puis les introns sont éliminés par coupure entre les introns, élimination de ceux-ci puis ligature de la molécule. Ce mécanisme d'**épissage** aboutit à l'ARNm mature qui sera traduit en protéine.

📖 Transcription de l'ADN en ARN pré-messager puis épissage de l'ARN pré-messager en ARNm :



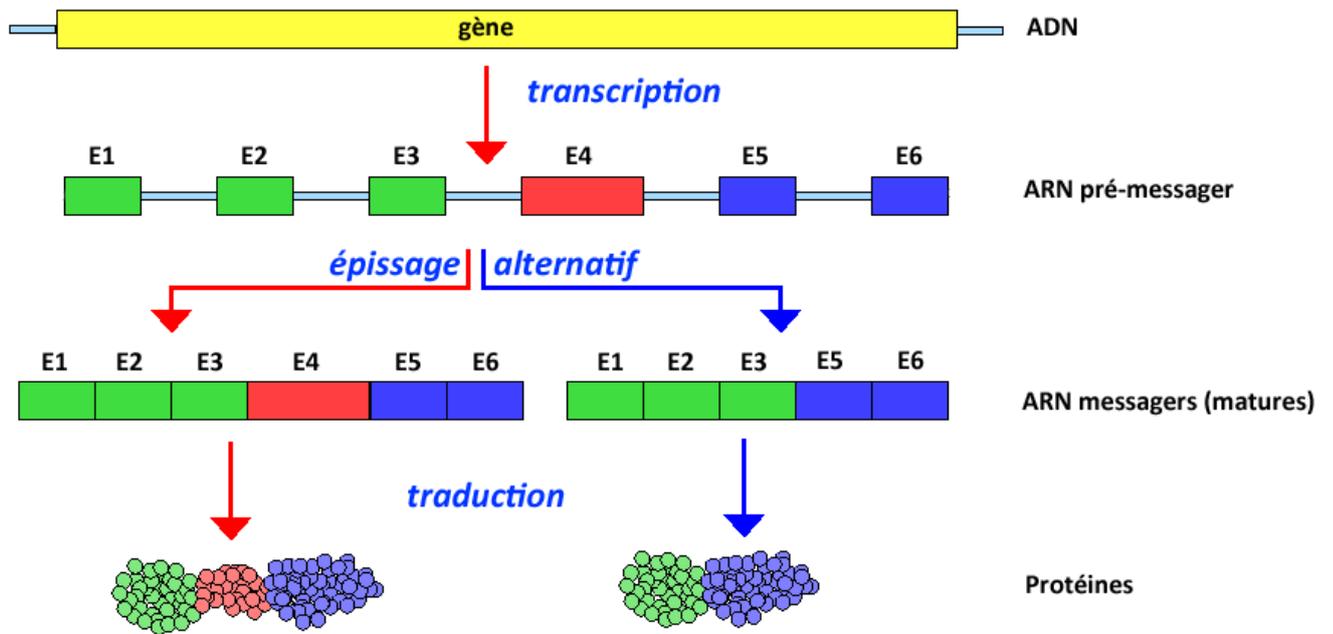
Source : http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/article.php?id_article=2634

b) L'épissage alternatif multiplie la diversité des protéines

Au cours de l'épissage, des exons (régions codantes) peuvent être supprimés. Comme les exons supprimés ne sont pas toujours les mêmes (cela dépend notamment des cellules), cet « **épissage alternatif** » permet à un même gène de coder plusieurs ARNm différents et donc plusieurs protéines différentes.

On pense que plus des deux tiers des 25000 gènes humains subissent un épissage alternatif, ce qui permet de multiplier par quatre le nombre de protéines produites (environ 100000).

📖 Épissage alternatif aboutissant à plusieurs protéines à partir d'un même gène :



Source : d'après <http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Altspli.png> (modifié)