

**Bilan 3**

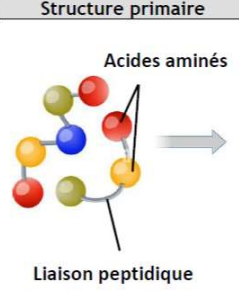
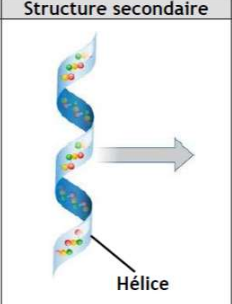
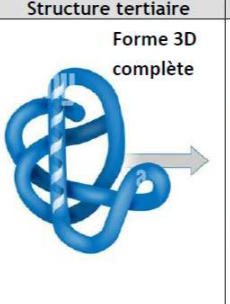
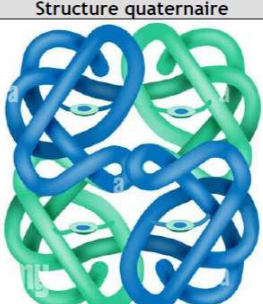
**1) Un lien entre l'ADN et les protéines**

**Problématique :** Comment l'information portée par l'ADN peut-elle permettre la production d'une protéine ?

**a- Les protéines : structure et fonction**

(acides aminés, enzyme, hormonal, peptidique, séquence, tridimensionnelle)

Les **protéines** sont des macromolécules caractérisées par un enchaînement d'..... : c'est la **séquence protéique** (ou séquence .....). Elles interviennent dans de nombreuses fonctions (....., contrôle ....., ..... et métabolisme). La fonction des protéines dépend de la ..... d'acides aminés mais aussi de la structure ..... (3D) globale. Tout changement de forme peut rendre la protéine non fonctionnelle.

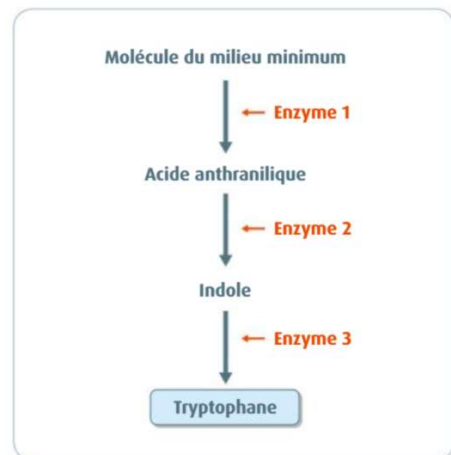
Structure primaire	Structure secondaire	Structure tertiaire	Structure quaternaire
 <p>Acides aminés</p> <p>Liaison peptidique</p>	 <p>Hélice</p>	 <p>Forme 3D complète</p>	
<p>La structure primaire correspond à un <b>enchaînement d'acides aminés = séquence peptidique</b>. Les acides aminés sont reliés par la <b>liaison peptidique</b>.</p>	<p>La structure secondaire correspond à un repliement des acides aminés sous forme de structures 3D basiques : <b>hélices, feuillets ou coudes</b>.</p>	<p>La structure tertiaire correspond au <b>repliement complet</b> à partir des différentes structures 3D basiques.</p>	<p><b>PAS TOUJOURS PRESENT</b> La structure quaternaire correspond l'association de <b>plusieurs protéines</b> qui forme un <b>complexe protéique</b> devenant fonctionnel. Ex : L'hémoglobine doit associer 4 protéines (2 globines alpha et 2 globines bêta).</p>

**Tableau à simple entrée montrant les niveaux de structure des protéines.**

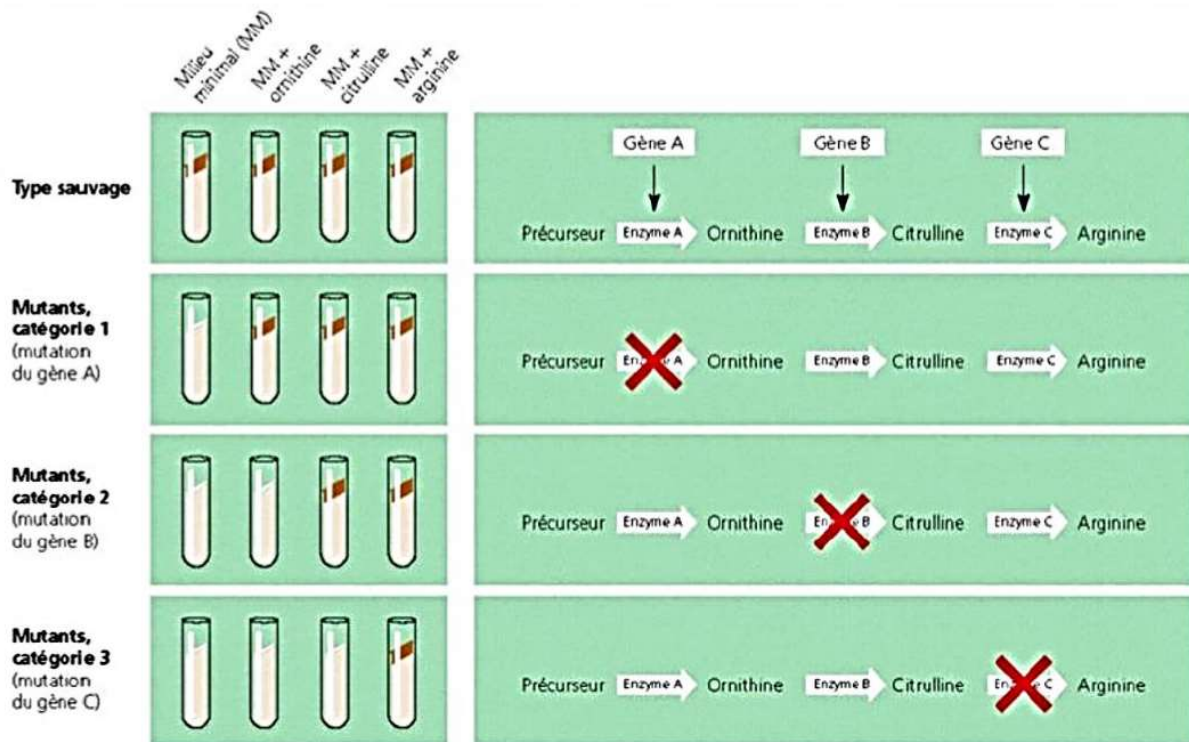
**b- La relation gène-protéine (p64)**

Dans les années 1940, Beadle et Tatum étudient des mutants de champignons (*Neurospora crassa*) dont certains ne peuvent pas se développer sans l'apport d'un nutriment : le tryptophane.

Ils découvrent que ces mutants se classent dans trois groupes en fonction de leurs besoins. Or on sait que la production de tryptophane nécessite 3 enzymes (voir document ci-contre).



**2 La synthèse du tryptophane chez *Neurospora crassa*.** Le tryptophane est un acide aminé et donc un constituant des protéines. Dans les années 1940, on sait que sa synthèse implique trois protéines enzymatiques.



**(a) Expérience.** Les chercheurs ont testé trois catégories de mutants pour la synthèse de l'arginine. Ils ont tenté de les faire croître sur un milieu minimal enrichi en ornithine ou en citrulline.

**(b) Interprétation.** À partir des résultats de l'expérience de croissance, ils ont conclu qu'il manquait à chaque catégorie l'une des étapes de la voie de synthèse de l'arginine, probablement parce que les mutants ne produisaient pas l'enzyme correspondante.

### Schéma des expériences de Beadle et Tatum et des interprétations

Sachant qu'il y a 3 enzymes et que les mutants se classent en 3 groupes, ils démontrent que chaque mutant est impacté pour un ..... et donc pour une enzyme. Ceci donne lieu à l'affirmation : « 1 gène produit une protéine ».

### c- La nécessité d'un intermédiaire : l'ARNm (p66)

#### Etude 3: l'expression de l'information génétique, la transcription

*(ARNm, cytoplasme, pores, d'un seul, noyau, Uraciles)*

L'ADN est localisé dans le ..... alors que les protéines sont produites dans le ..... L'ADN ne peut sortir du noyau étant donné qu'il est plus gros que les pores nucléaires. 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 ..... brin (donc plus petit que l'ADN) ce qui lui permet de sortir du noyau par les ..... 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 .....

	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

**Tableau à double entrée de comparaison entre ADN, ARN et Protéines.**

## 2) La transcription : de l'ADN à l'ARN

### a- Etapes de la synthèse des protéines (p68 – 69)

(appareil de Golgi, cytoplasme, REG)

La synthèse des protéines se fait soit directement dans le ..... de la cellule soit dans le **réticulum endoplasmique granuleux** (.....) et dans l'....., qui sont deux organites spécialisés dans la synthèse des protéines. La production d'une protéine nécessite 2 étapes : la transcription puis la traduction.

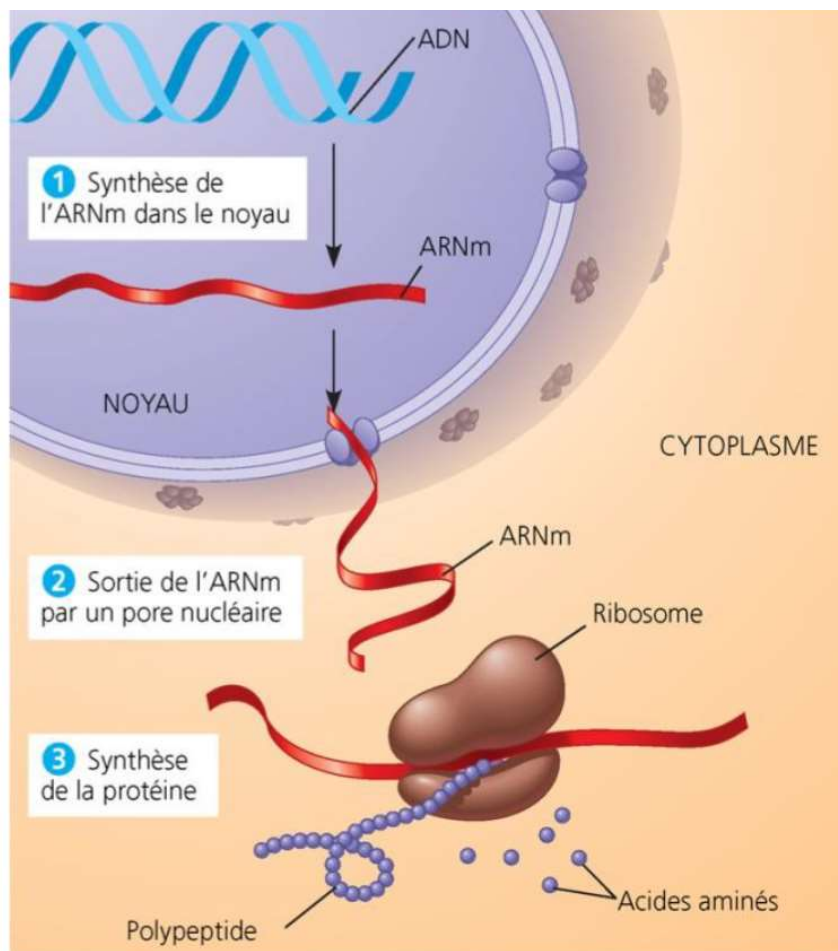
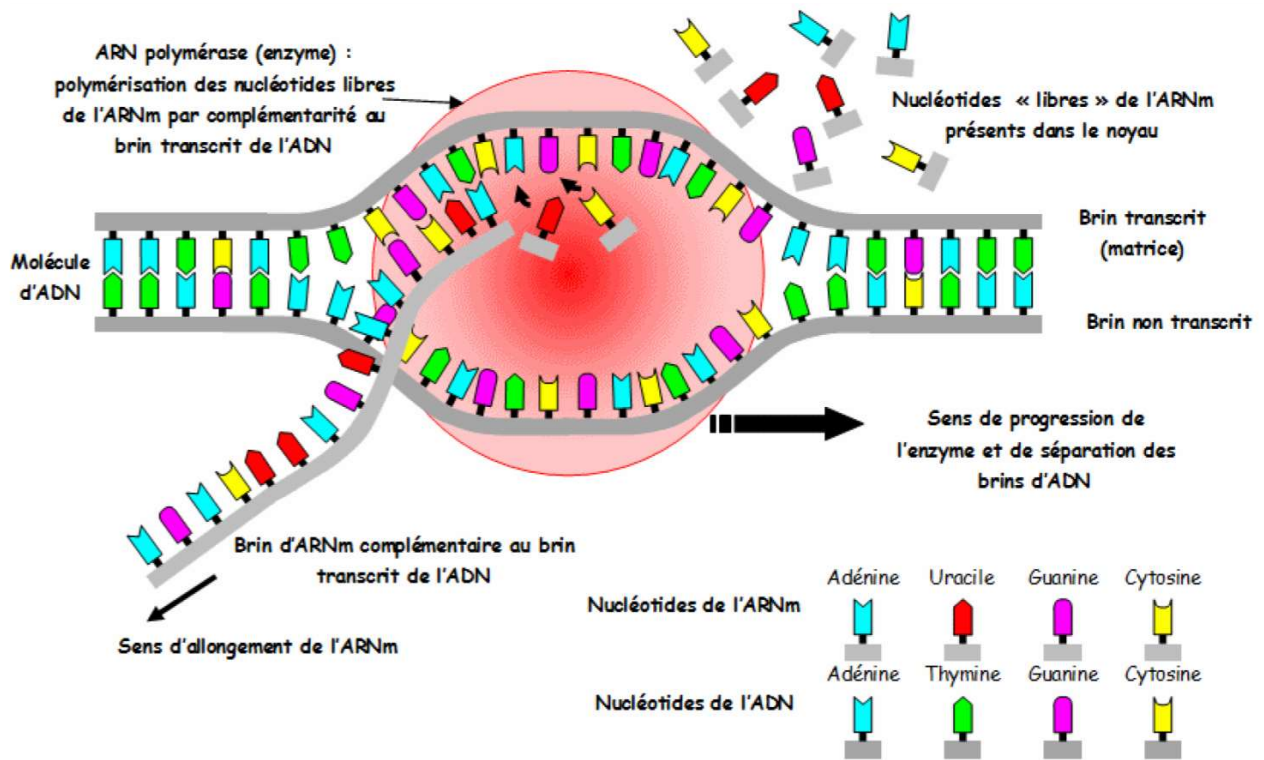


Schéma des phases principales de l'expression d'un gène

### b- Les modalités de la transcription (p68-69)

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'..... Elle utilise le brin non codant (transcrit) de l'ADN pour former l'ARNm : ceci permet d'obtenir une copie du brin codant.

Remarque : Chez les procaryotes, cellules sans noyau (bactéries) la transcription a lieu directement dans le cytoplasme à partir de l'ADN.

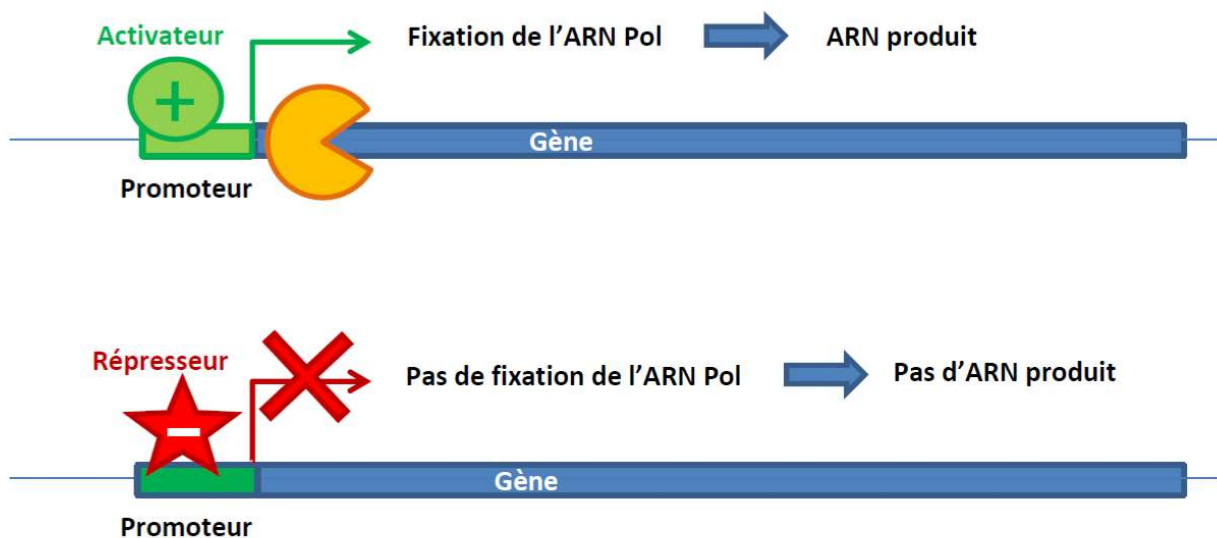


**Schéma de la transcription et de l'action de l'ARN Polymérase**

#### **d- La régulation de l'expression des gènes (p72)**

*(d'amplification, promoteur)*

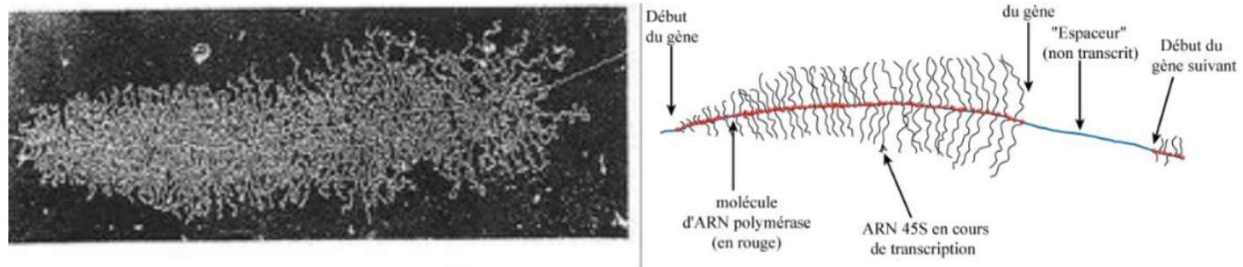
Suivant le type cellulaire, tous les gènes ne seront pas exprimés. En effet, le début de chaque gène correspond à une séquence non codante appelée ..... Différentes molécules peuvent s'associer au promoteur et soit activer soit inhiber la transcription du gène. C'est cette régulation qui à l'origine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



**Schéma simplifié de l'activation et la répression de la transcription (M POURCHER)**

## Conclusion

La transcription est un processus très efficace : un même gène transcrit produit de très nombreuses copies d'ARNm : il y a un phénomène ..... De plus, différents types d'ARNm peuvent être produites à partir du même gène, ce qui permettra de produire différentes protéines.



**Photographie de MET montrant la transcription de l'ADN (x 38 000) et schéma d'interprétation**

## **3) La traduction : de l'ARN à la protéine**

### **a- L'importance des ribosomes :**

*(acides aminés, ARNm, sens, sous-unités)*

Dans le cytoplasme, l'ARNm est en contact avec de nombreux ribosomes et avec des protéines en cours de formation. Le ribosome est constitué de 2 ..... : une grande et une petite. La petite est fixée à l'..... et permet la lecture de la séquence d'ARNm. La grande sous-unité est en contact avec les protéines en cours de formation (polypeptides) et permet la fixation des

.....  
De nombreux ribosomes sont actifs sur le même fragment d'ARNm. Ceci permet la production de nombreuses protéines à partir d'un seul ARNm (amplification).

A un instant donné, les protéines produites par les ribosomes ont des tailles graduelles le long de l'ARNm. On peut en déduire qu'il y a un ..... de lecture de l'ARNm (depuis les protéines en cours de production les plus courtes vers les plus longues).

### **b- Les modalités de lecture de l'ARNm par le ribosome**

*(code, codon)*

Ce sont les expériences de Nirenberg et Matthaei (1961) qui ont permis de déterminer comment le ribosome décode l'information génétique contenue dans l'ARNm pour former une suite d'acides aminés. Pour cela, ils ont utilisé du cytoplasme (extrait) de bactérie qui contient les ribosomes et les acides aminés libres. Ils ont ajouté différents ARN dont la séquence est fixée (ex : Poly U : UUUUU ou Poly A : AAAA...). Ils ont ensuite purifié les protéines produites et identifié leur séquence en acide aminé.

ARN messager de synthèse	Séquence protéique obtenue
<b>Poly U :</b> ...UUUUUUUUUUUU...	...-Phe-Phe-Phe-Phe-...
<b>Poly A :</b> ...AAAAAAAAAAAAA...	...-Lys-Lys-Lys-Lys-...
<b>Poly G :</b> ...GGGGGGGGGGG...	...-Gly-Gly-Gly-Gly-...
<b>Poly C :</b> ...CCCCCCCCCCC...	...-Pro-Pro-Pro-Pro-...
<b>Poly UC :</b> ...UCUCUCUCUCUC...	...-Ser-Leu-Ser-Leu-...
<b>Poly UG :</b> ...UGUGUGUGUGUG...	...-Cys-Val-Cys-Val-...
<b>Poly UA :</b> ...UAUAUAUAUAUA...	...-Tyr-Ile-Tyr-Ile-...
<b>Poly AG :</b> ...AGAGAGAGAGAG...	...-Arg-Glu-Arg-Glu-...
<b>Poly AC :</b> ...ACACACACACAC...	...-Thr-His-Thr-His-...
<b>Poly GC :</b> ...GCGCGCGCGCGC...	...-Ala-Arg-Ala-Arg-...
<b>Poly UAUC :</b> ...UAUCUAUCUAUC...	...-Tyr-Leu-Ser-Ile-...
<b>Poly UACG :</b> ...UACGUACGUACG...	...-Tyr-Val-Arg-Thr-...

Tableau des résultats des expériences de Nirenberg, Matthaei et Khorana

Ainsi, ils ont pu déterminer que la lecture de l'ARNm par le ribosome se fait par groupe de 3 nucléotides : les ..... L'ensemble des correspondances entre les codons et l'acide aminé associé par le ribosome correspond au ..... **génétique**.

	U		C		A		G		
U	UUU	Phénylalanine	UCU	Sérine	UAU	Tyrosine	UGU	Cystéine	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	Leucine	UCA		UAA	STOP	UGA	STOP	A
	UUG		UCG		UAG	STOP	UGG	Tryptophane	G
C	CUU	Leucine	CCU	Proline	CAU	Histidine	CGU	Arginine	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	CGA	A		
	CUG		CCG		CAG	CGG	G		
A	AUU	Isoleucine	ACU	Thréonine	AAU	Asparagine	AGU	Sérine	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	AGA	A		
	AUG	ACG	AAG		AGG	Arginine	G		
G	GUU	Valine	GCU	Alanine	GAU	Acide aspartique	GGU	Glycine	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	GGA	A		
	GUG		GCG		GAG	GGG	G		

Tableau du code génétique

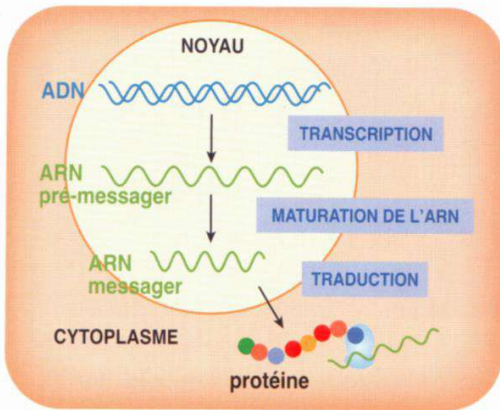
(source : Carnet de réussite 1ere SPECIALITE SVT Hatier)

**Remarques :**

- L'expérience de Nirenberg pose le problème de l'absence de codon start pour débuter la traduction. Ici, il s'agit d'une expérience « in vitro » dans laquelle la traduction est « forcée », c'est pourquoi on arrive tout de même à produire une protéine.
- La traduction de l'ARNm dont la séquence est inversée n'aboutit donc pas du tout à la même protéine. Le sens de lecture de l'ARNm est donc crucial pour produire la bonne protéine.
- La suppression d'un ou 2 nucléotides change la nature des acides aminés produit. Ceci peut poser problème en cas de mutation. Par contre, si on supprime 3 nucléotides, cela correspond à la suppression d'un acide aminé mais le reste de la séquence d'acides aminés est conservé.

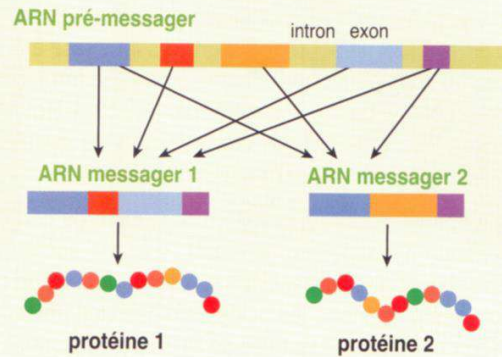


Du gène à la protéine, plusieurs étapes



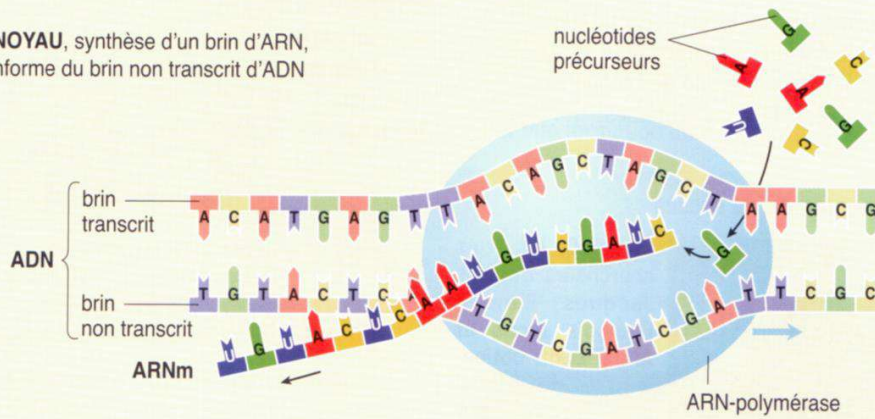
LA MATURATION DE L'ARN

Un gène, plusieurs protéines



LA TRANSCRIPTION

Dans le NOYAU, synthèse d'un brin d'ARN, copie conforme du brin non transcrit d'ADN



LA TRADUCTION

Dans le CYTOPLASME, assemblage des acides aminés en protéine, suivant le système de correspondance du code génétique : 1 codon → 1 acide aminé

