

**Activité 1 : L'intermédiaire entre l'ADN est les protéines**

Les protéines sont des molécules du vivant caractérisées par une très grande diversité, à la fois dans leur structure et leur fonction. Certains caractères génétiques, comme la couleur des yeux, sont directement associés à la présence d'une protéine.

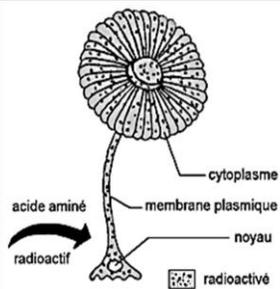
Quelques protéines et leurs fonctions biologiques :

Protéines	Fonctions
ADN polymérase, amylase	Enzymes
Hémoglobine	Protéine de transport
Ovalbumine	Protéine nutritive
Actine, myosine	Protéines contractiles
Collagène, kératine	Protéines de structure
Anticorps	Protéines de défense
Oestrogènes, insuline	Protéines hormonales

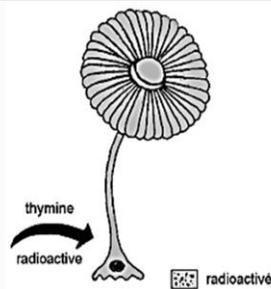
Quelle est la relation entre l'ADN et les protéines ?

**Doc 1 : Localisation de la synthèse des protéines**

On veut connaître le lieu de synthèse des protéines à l'intérieur de la cellule, pour cela on réalise une série d'expériences sur l'acétabulaire, algue verte constituée d'une seule cellule.



**Protocole 1 :** Des acétabulaires sont mises en culture dans un milieu contenant un acide aminé radioactif, la méthionine. Après 30 minutes on pratique une autoradiographie de ces cellules. Le résultat obtenu est schématisé ci-dessus. On vérifie après extraction et analyse chimique que la radioactivité est concentrée au niveau des protéines de l'acétabulaire.



**Protocole 2 :** Des acétabulaires sont mises en culture dans un milieu contenant de la thymine radioactive. Après 30 minutes on pratique une autoradiographie de ces cellules. Le résultat obtenu est schématisé ci-dessus. On vérifie après extraction et analyse chimique que la radioactivité est concentrée au niveau des molécules d'ADN de l'acétabulaire.

- Déduire de l'analyse de l'expérience ci-dessus, la localisation de la synthèse des protéines dans la cellule.
- Quel problème biologique découle des informations apportées par ce document sur la synthèse des protéines ?

**Doc 2 : Relation ARN – Protéine**

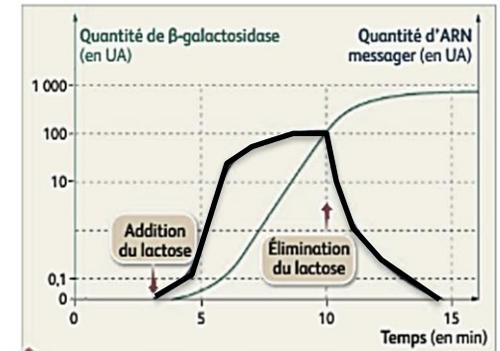
► Lorsqu'elles sont placées dans un milieu contenant du lactose, certaines bactéries sont capables de synthétiser une enzyme : la  $\beta$ -galactosidase. Cette enzyme permet la consommation du lactose.

**► Expérience 1**

Après avoir placé ces bactéries dans un tel milieu, on dose la quantité de deux molécules présentes dans le cytoplasme de la cellule : la  $\beta$ -galactosidase et une molécule d'ARN particulier, l'ARN messager.

**► Expérience 2**

L'injection d'ARN messager extrait d'une bactérie cultivée dans un milieu avec du lactose et injectée dans le cytoplasme d'une cellule cultivée en absence de lactose, provoque la synthèse de  $\beta$ -galactosidase dans cette dernière.

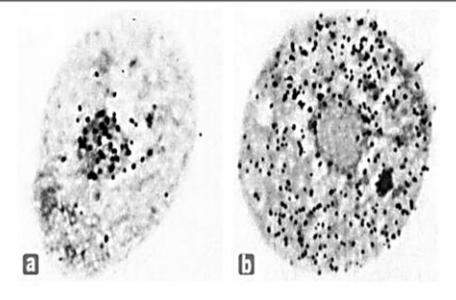


Évolution de la quantité d'ARN messager et de l'activité de la  $\beta$ -galactosidase dans une cellule bactérienne.

- Déterminer le rôle joué par l'ARN dans le processus de synthèse des protéines.

**Doc 3 : L'ARN, un intermédiaire mobile, entre l'ADN et les protéines**

En 1951, Brachet démontre qu'il existe une relation entre l'activité de synthèse des protéines et la présence dans la cellule d'ARN, un **acide nucléique** proche de l'ADN. Les deux photographies ci-dessus montrent une cellule cultivée pendant 15 minutes sur un milieu contenant un précurseur radioactif de l'ARN (a) et une autre, elle aussi cultivée pendant 15 minutes sur un milieu contenant un précurseur radioactif de l'ARN, puis placée une heure et demie sur un milieu non radioactif (b).



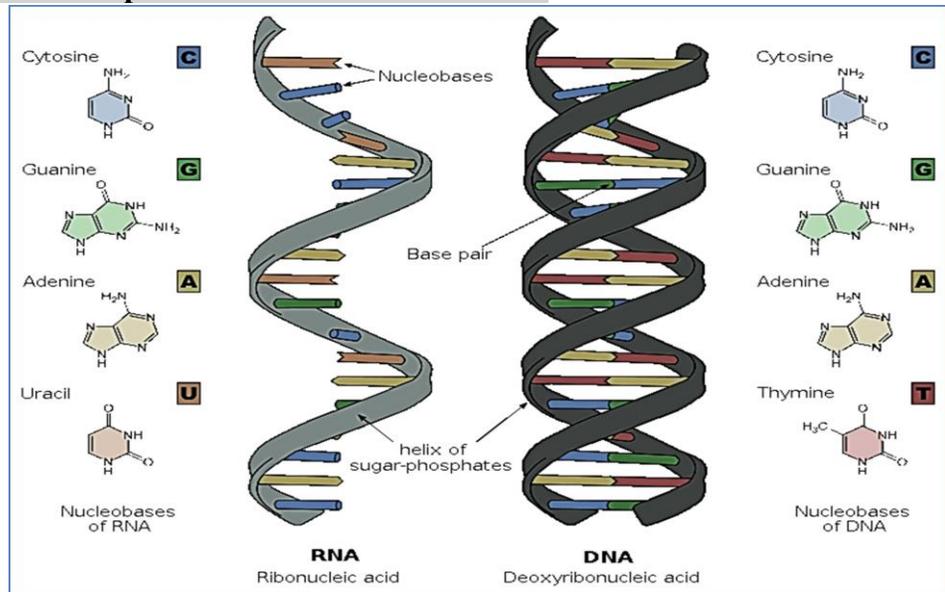
- En quoi ces résultats expérimentaux valident-ils la réponse précédente ?

## Activité 2 : La transcription : la synthèse de l'ARN à partir de l'ADN

Le lieu de synthèse des protéines est le cytoplasme de la cellule. L'information génétique codée dans l'ADN se trouve dans le noyau. La taille trop importante des molécules d'ADN ne leur permet pas de traverser les pores de la membrane nucléaire. La transmission de l'information génétique entre le noyau et le cytoplasme est assurée par une molécule beaucoup plus petite qui sert d'intermédiaire : l'ARN messager (ARNm).

Quelle est le mécanisme de la transcription qui conduit à synthèse des ARN ?

### Doc 4 : Comparaison de l'ARN et de l'ADN



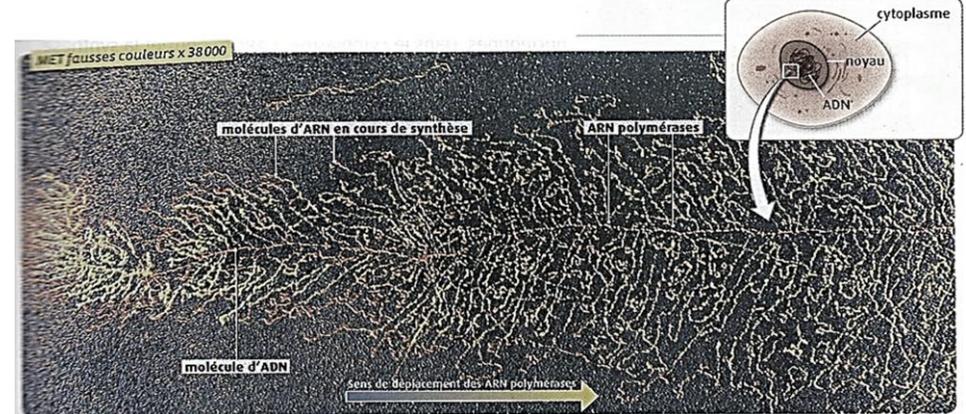
1- Comparer la molécule d'ADN et la molécule d'ARN, afin de montrer que la molécule d'ARN peut aussi porter une information génétique.

	ADN	ARN
Nucléotides		
Sucre		
Nombre de chaînes de nucléotides		
Localisation		

## Doc 5 : la synthèse d'ARN dans le noyau

On dit qu'un gène est exprimé lorsque la protéine qu'il code est synthétisée par la cellule.

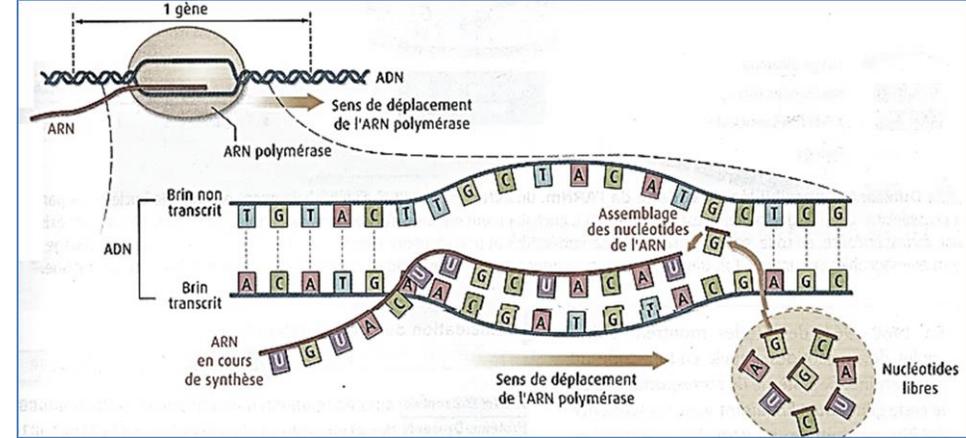
Dans la première étape de l'expression d'un gène, plusieurs enzymes appelées ARN polymérase se déplacent simultanément et dans un seul sens tout le long de la séquence d'ADN du gène.



1- Extraire les informations apportées par ce document sur la synthèse de l'ARN.

### Doc 6 : le mécanisme de la transcription

L'étude de la synthèse de l'ARN montre qu'elle nécessite de l'ADN, des nucléotides et la présence d'une enzyme : l'ARN polymérase. La fixation de l'ARN polymérase sur une molécule d'ADN déclenche le début de la transcription par l'ouverture de la double hélice d'ADN. Les nucléotides de l'ARN s'apparient alors par complémentarité avec les nucléotides du brin d'ADN transcrit. L'ARN est synthétisé par polymérisation de ces nucléotides sous l'action de l'ARN polymérase qui permet l'établissement de liaisons chimiques entre deux nucléotides successifs. Le déplacement de l'ARN polymérase le long de la molécule d'ADN assure donc l'élongation de l'ARN.



1-Décrire les étapes de la transcription.  
 2-Définir les expressions suivantes : brin transcrit ; brin non transcrit ; brin codant

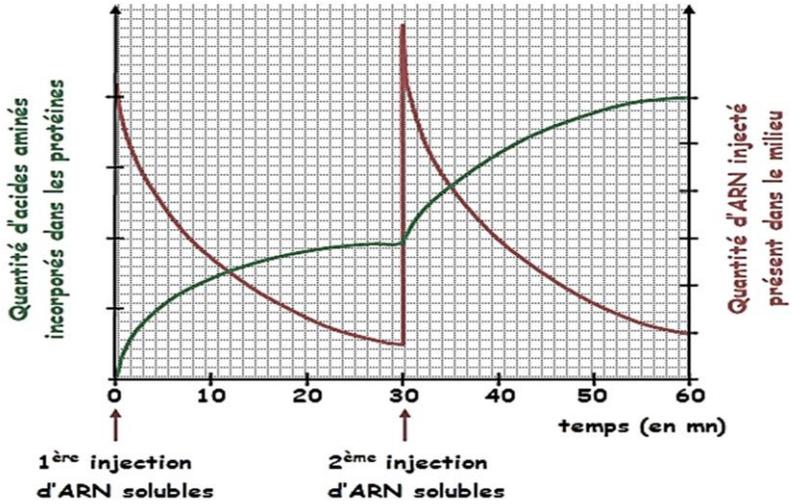
### Activité 3 : La traduction : de l'ARN aux protéines

Après leur synthèse dans le noyau, les ARN messager sont exportés dans le cytoplasme. L'assemblage des acides aminés à partir de ces ARN nécessite toute une machinerie cellulaire. Le processus de synthèse protéique est appelé la traduction.

Comment se réalise la synthèse d'une protéine ?

#### Doc 7 : Une expérience de synthèse de protéines in vitro

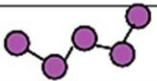
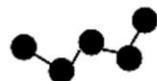
Un système de synthèse de protéines peut être réalisé in vitro à partir d'extraits bactériens. Le milieu utilisé contient tous les éléments cytoplasmiques bactériens, des acides aminés, mais pas d'ADN. On étudie la quantité d'acides aminés incorporés dans des protéines au cours du temps, après ajout d'ARN messager (ARNm) dans le milieu.



- 1- expliquer les variations de la quantité d'acides aminés incorporés dans des protéines.
- 2- quelles propriétés des ARN injectés sont ici mises en évidence ?

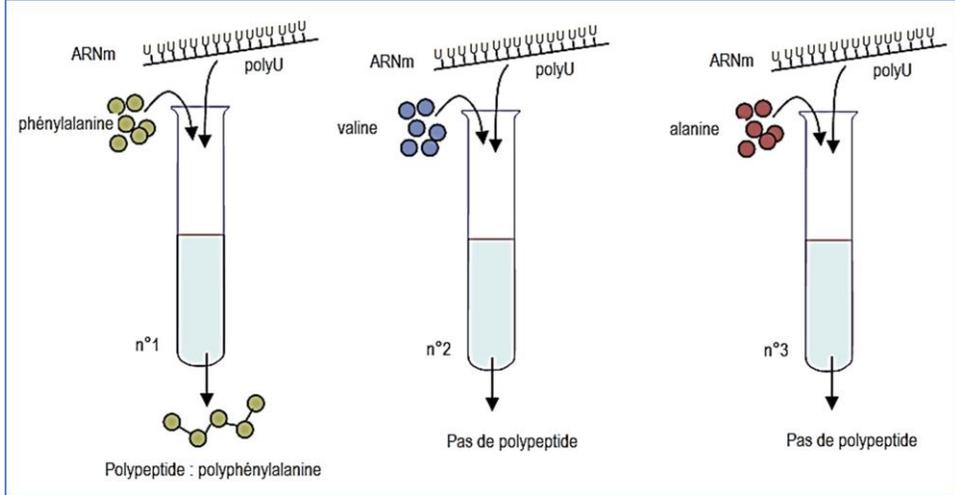
#### Doc 8 : Expérience de Nirenberg et Matthaei (1961)

Nirenberg et Matthaei réalisent l'expérience qui ouvre la voie au déchiffrement du code génétique. Ils mettent au point une méthode de synthèse protéique avec des extraits d'E.Coli, de l'ATP, les 20 acides aminés et un ARN messager synthétique. En utilisant un ARN de synthèse poly U, poly A ou poly C, ils obtiennent respectivement un polymère de phénylalanine, de lysine, ou de proline.

ARNm	polypeptide obtenu
polyA	polymère de lysine 
polyC	polymère de proline 



Protocole suivi par l'équipe de Nirenberg afin d'élucider le code génétique.

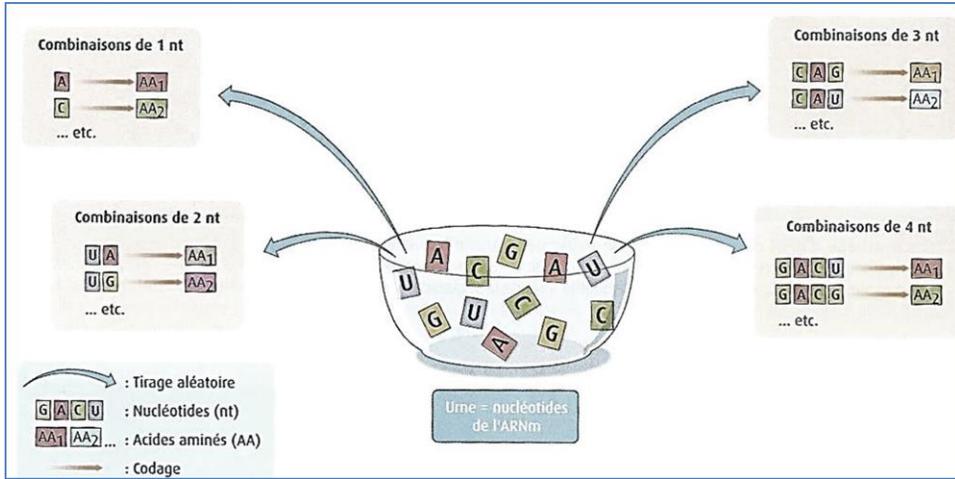


1- en vous appuyant sur le document ci-dessus, expliquer la notion de code génétique.

#### Doc 9 : Différentes possibilités de codage de l'ARNm

Un ARNm est constitué d'un enchaînement ordonné de nucléotides parmi 4 possibles (A,C,G,U). Une protéine est constituée d'un enchaînement ordonné d'acides aminés parmi 20 possibles.

Il doit donc exister une correspondance, ou code, entre la séquence en nucléotide de l'ARN et la séquence en acides aminés de la protéine. Plusieurs possibilités de codage sont envisageables suivant que l'on considère des combinaisons de 1 à 4 nucléotides de l'ARNm pour un acide aminé de la protéine.



1- Calculer le nombre de combinaisons possibles en fonction du nombre de nucléotides associés pour désigner un acide aminé.

## Doc 10 : Tableau du code génétique

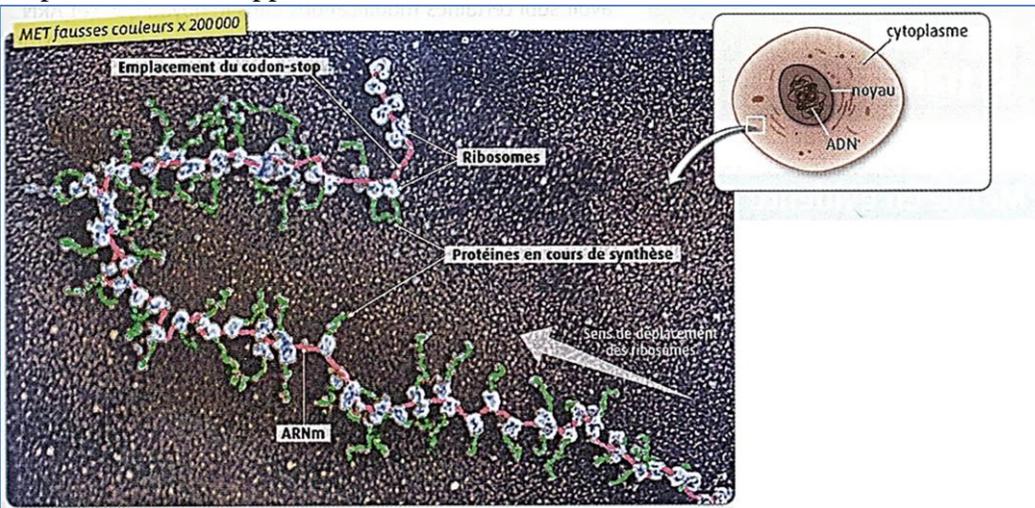
Chaque acide aminé est codé de façon non ambiguë par un triplet de nucléotides.

		2 <sup>e</sup> nucléotide				
		T	C	A	G	
1 <sup>er</sup> nucléotide	T	TTT	TCT	TAT	TGT	T
		TTC	TCC	TAC	TGC	C
		TTA	TCA	TAA	TGA	A
		TTG	TCG	TAG	TGG	G
	C	CTT	CCT	CAT	CGT	T
		CTC	CCC	CAC	CGC	C
		CTA	CCA	CAA	CGA	A
		CTG	CCG	CAG	CGG	G
	A	ATT	ACT	AAT	AGT	T
		ATC	ACC	AAC	AGC	C
		ATA	ACA	AAA	AGA	A
		ATG	ACG	AAG	AGG	G
G	GTT	GCT	GAT	GGT	T	
	GTC	GCC	GAC	GGC	C	
	GTA	GCA	GAA	GGA	A	
	GTG	GCG	GAG	GGG	G	

1- extraire les propriétés du code génétique

## Doc 11 : des protéines en cours de synthèse dans le cytoplasme à partir d'une molécule d'ARNm.

Le long de la molécule d'ARNm, des structures appelées ribosomes se déplacent et convertissent la séquence nucléotidique en un enchainement d'acides aminés. Ce phénomène est appelé traduction.



- 1- Extraire les informations apportées par ce document sur la synthèse de l'ARN.
- 2- Définir la traduction

## Doc 12 : les ribosomes

Afin de mieux comprendre le rôle des ribosomes, on réalise une expérience de traduction *in vitro* à partir d'extraits cytoplasmiques contenant une source d'énergie et des acides aminés radioactifs mais dépourvus d'ARN messager et de ribosomes.

On rajoute ensuite de l'ARN messager et/ou des ribosomes aux extraits cytoplasmiques puis on cherche la présence de protéines radioactives indiquant que la traduction a bien eu lieu.

Éléments rajoutés aux extraits cytoplasmiques	Résultats de l'expérience
ARNm seul	Pas de protéine
Ribosomes seuls	Pas de protéine
ARNm + ribosomes	Présence de protéines radioactives
ARNm lapin + ribosomes de poulet	Présence de protéines radioactives de lapin
ARNm de poulet + ribosomes de lapin	Présence de protéines radioactives de poulet

### Résultats expérimentaux de traductions *in vitro*. ARNm = ARN messager.

1- Relever les données qui permettent de montrer que les ribosomes sont nécessaires à la synthèse protéique mais ne contiennent pas l'information génétique.

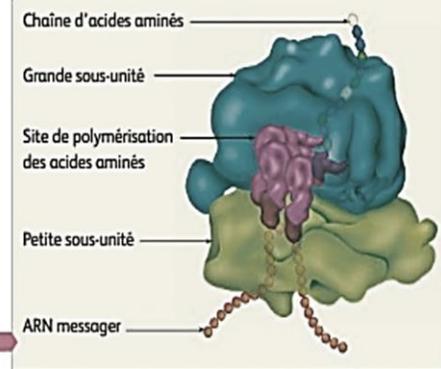
## Doc 13 : L'organisation des ribosomes.

Un ribosome est un complexe macromoléculaire constitué de deux sous-unités distinctes :

- une petite sous-unité au travers de laquelle passe l'ARN messager et qui assure la reconnaissance entre codons de l'ARN et acides aminés correspondants ;
- une grande sous-unité permettant la formation des liaisons chimiques entre acides aminés, directement responsable de l'élongation de la chaîne protéique.

Le glissement du ribosome le long de l'ARN permet une lecture continue des codons successifs et la synthèse de la protéine.

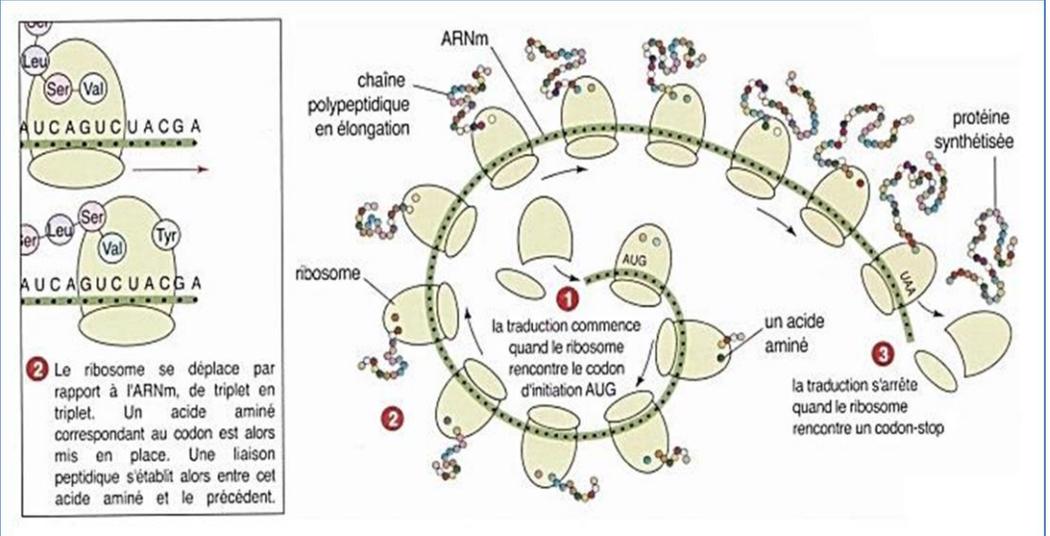
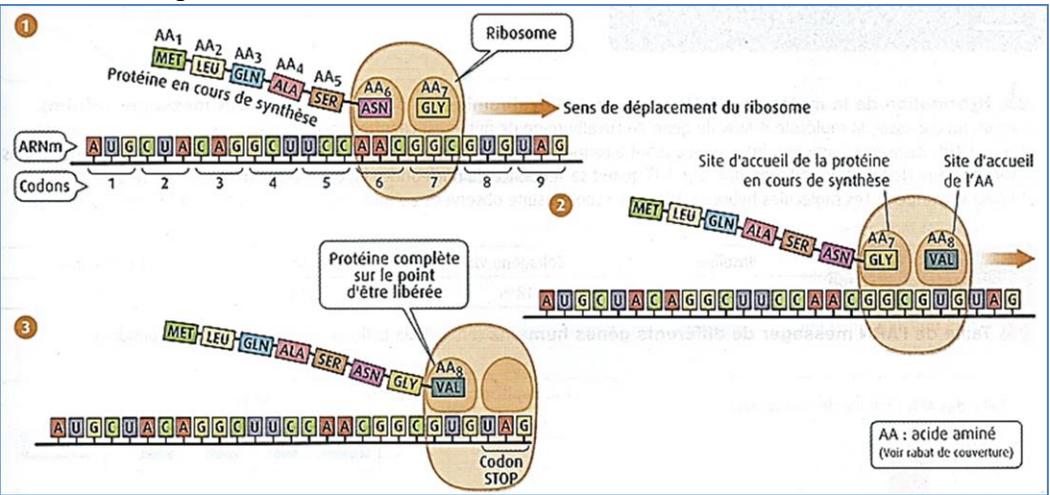
Représentation 3D simplifiée d'un ribosome.



1- En quoi l'organisation d'un ribosome permet-elle d'expliquer leur rôle dans la traduction de l'ARNm

**Doc 14 : Le mécanisme de la traduction**

Pour chaque codon lu, le ribosome ajoute, en suivant le code génétique, un nouvel acide aminé sur la protéine en croissance. L'acide aminé se loge d'abord dans un site spécifique du ribosome, puis une liaison chimique est établie avec l'acide aminé précédent. Le ribosome avance alors d'un codon.



1- Décrire les étapes de la traduction.