

THEME A

1A

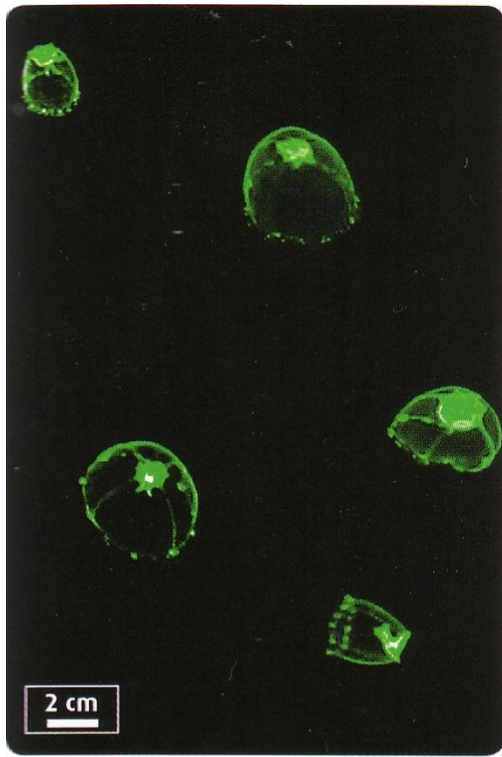
La Terre, la vie et l'organisation du vivant

Transmission, variation et expression du patrimoine génétique

Chapitre 5

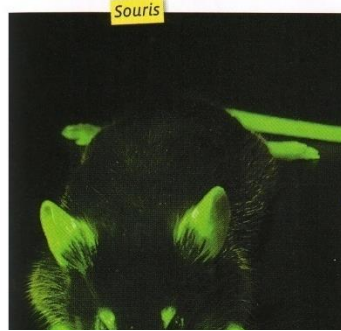
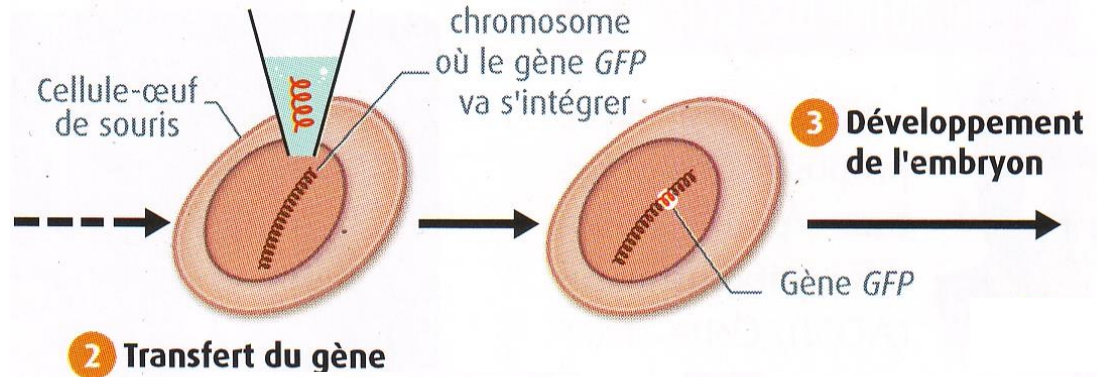
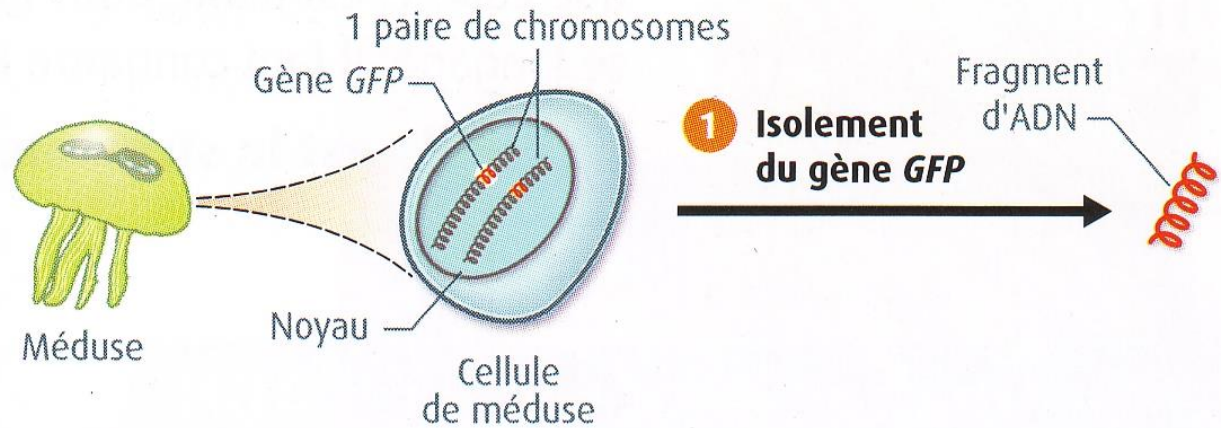
L'expression du patrimoine génétique

Introduction :



Méduses *Aequorea victoria*

→ Fluorescence verte due à
la protéine GFP.



Problème : Comment les gènes permettent-ils la réalisation des phénotypes ?

Phénotype de la méduse : fluorescence dans le vert

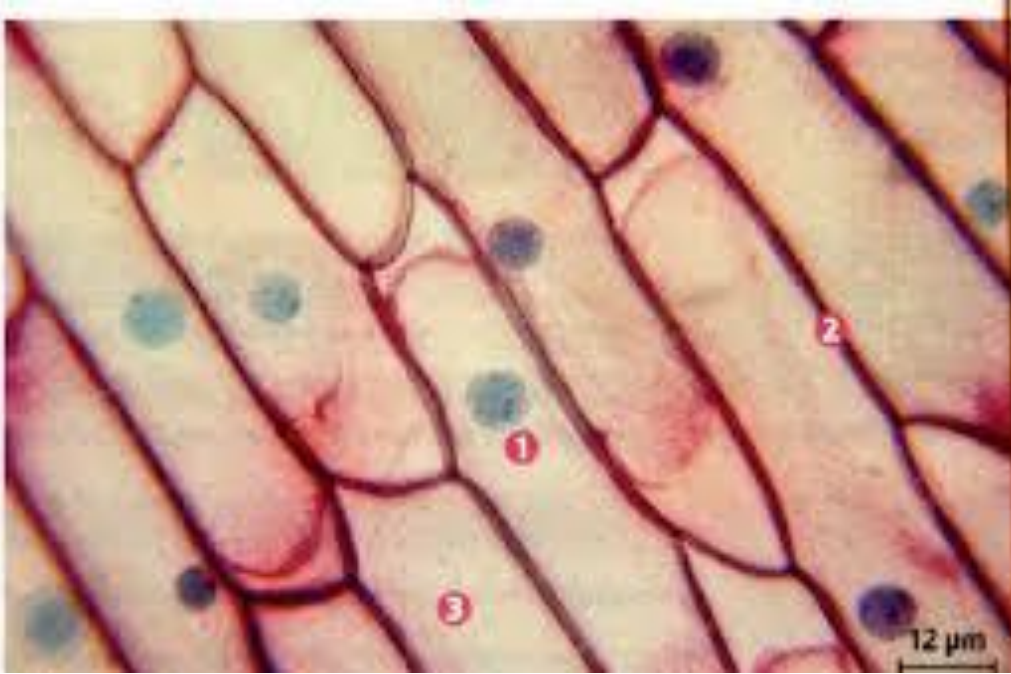
Cause du phénotype : protéine fluorescente GFP

Gène GFP transféré => phénotype [fluorescent vert] obtenu

Donc le gène GFP porte l'information pour coder la protéine GFP

Donc phénotype réalisé par les protéines

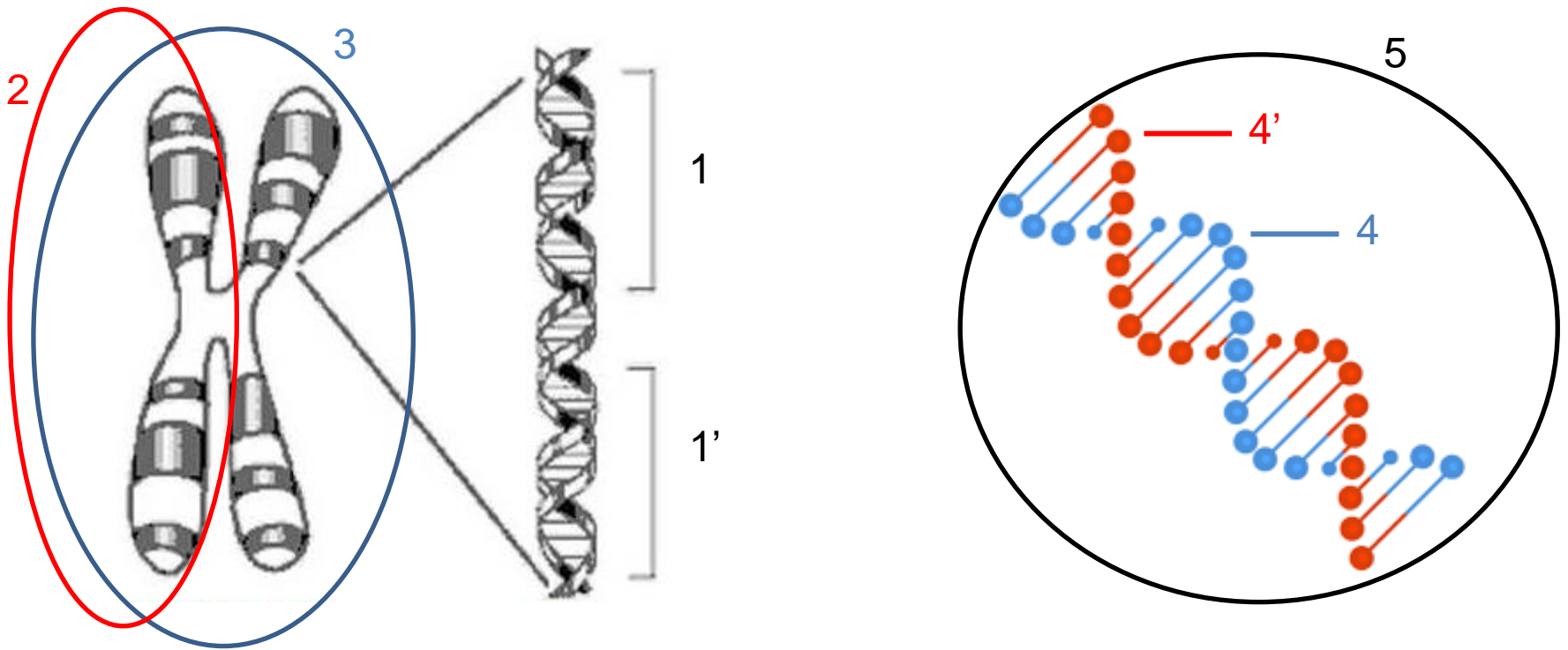
1. La relation gène/protéine



Cellules d'oignon colorées au vert de méthyle pyronine

ADN : acide nucléique présent dans le noyau des cellules eucaryotes

Evaluation orale



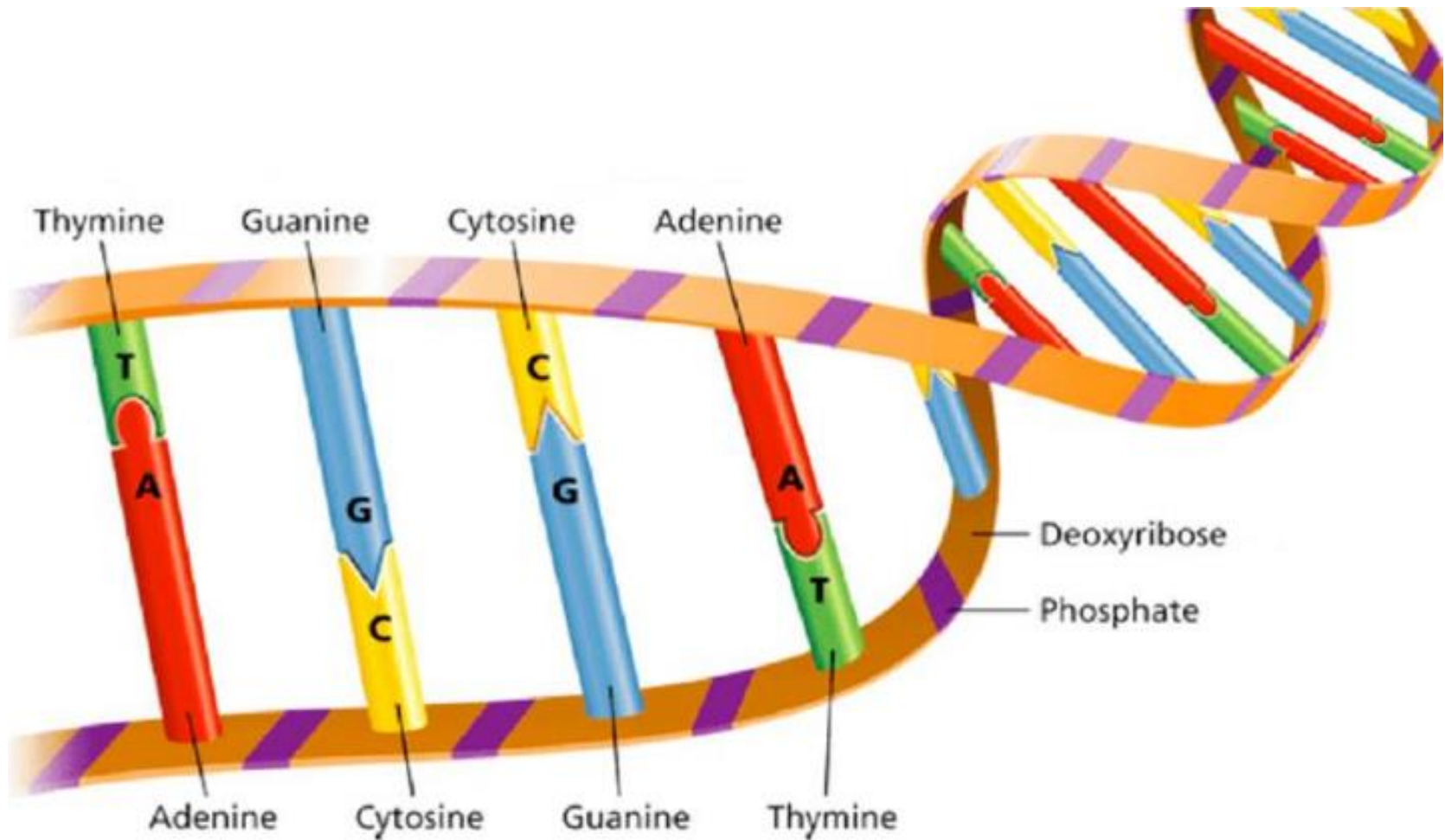
1, 1' :

2 :

3 :

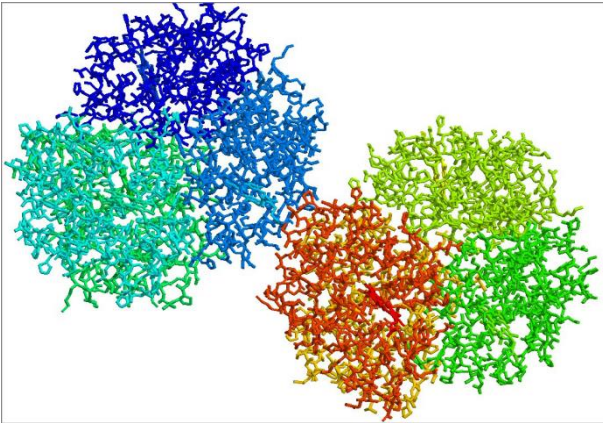
4, 4' :

5 :



Séquence de l'ADN :

- succession des 4 désoxyribonucléotides le long des brins de la molécule
- Gène → information génétique = séquence de nucléotides



Hémoglobine = protéine formée de 4 chaînes → structure tridimensionnelle



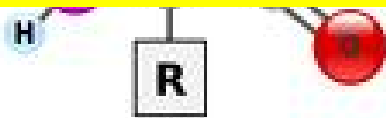
3 acides aminés

Protéine = assemblage d'acides aminés → structure primaire

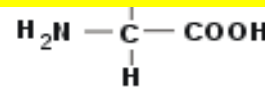
Séquence d'ADN = succession des quatre désoxyribonucléotides

Protéine = succession d'acides aminés

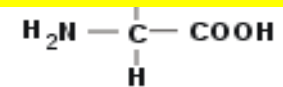
Présence de 20 acides aminés différents sur la Terre



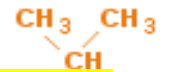
Acide aminé = molécule



Cystéine (Cys)



Phénylalanine (Phé)



COOH

(Leu)

Existence de 20 AA différents sur Terre

noyau



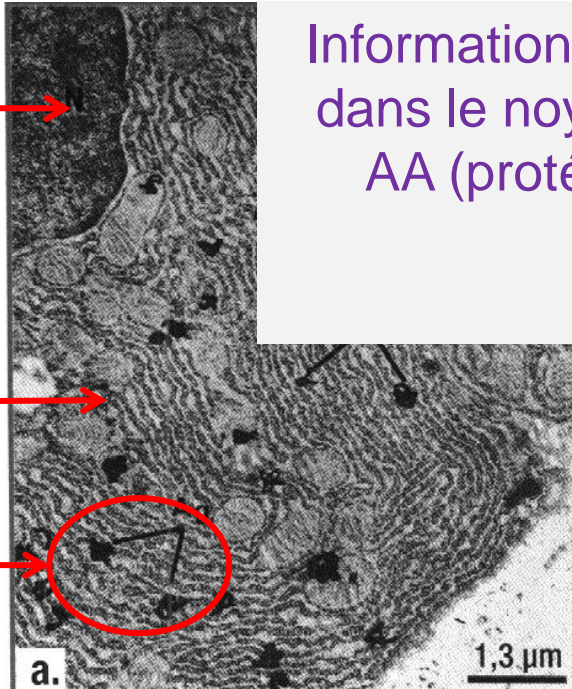
Information génétique (ADN) présente dans le noyau MAIS assemblage des AA (protéine) dans le cytoplasme

???????

hyaloplasme

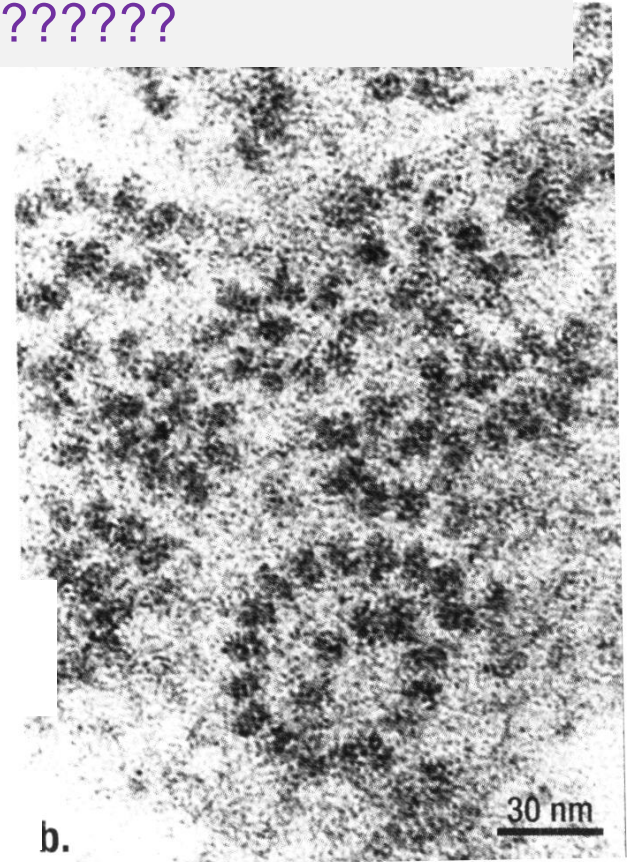


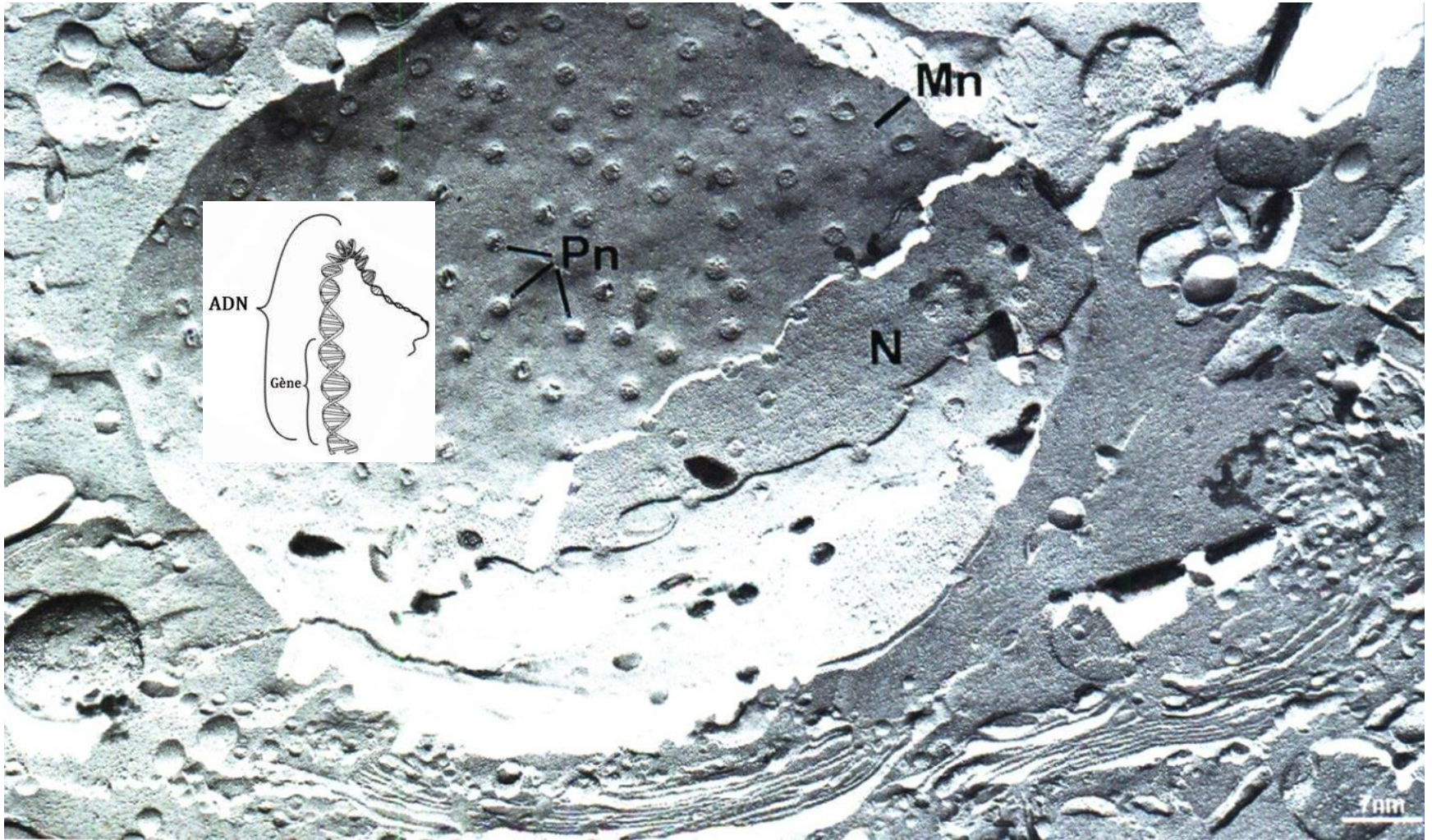
sels d'argent fixés sur des AA



Taches noires = présence d'acides aminés radioactifs révélés par des sels d'argent

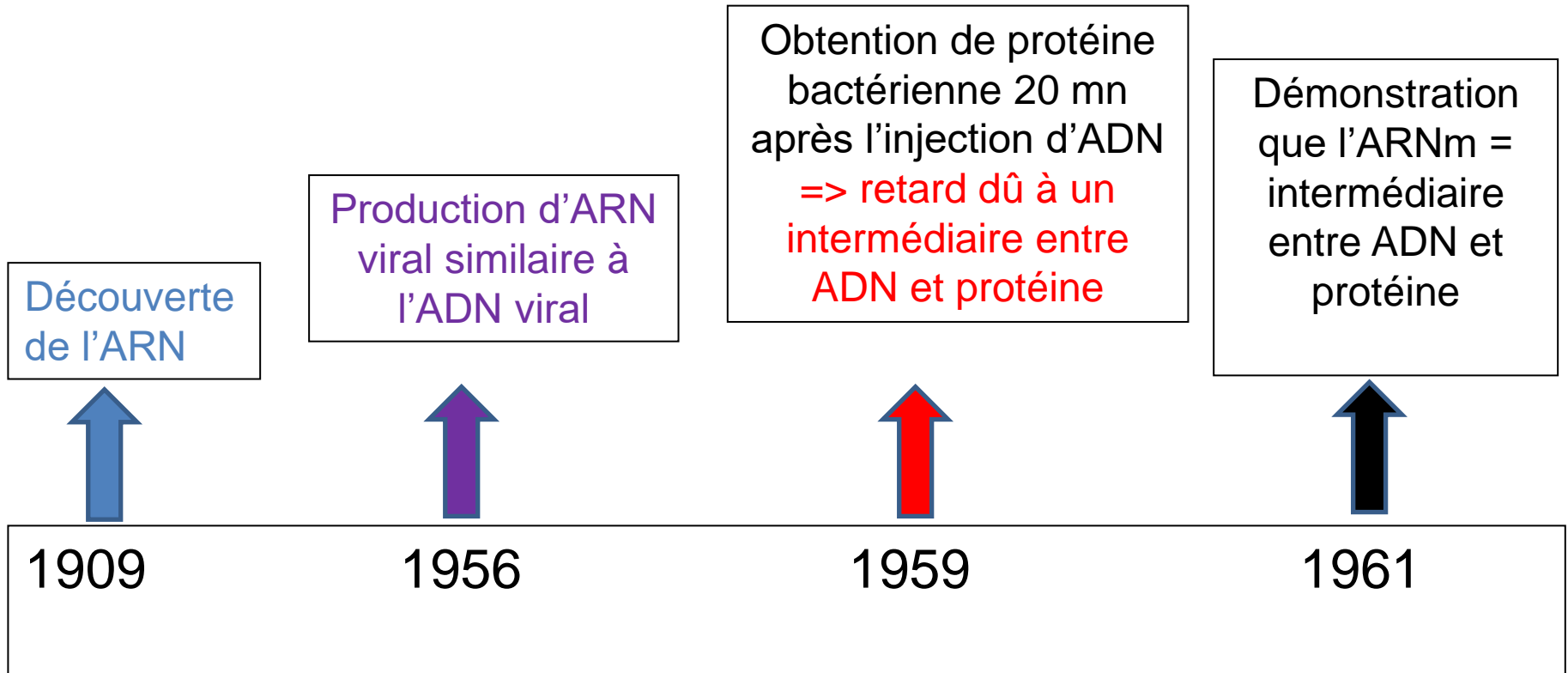
Zone organisée = lieu de synthèse des protéines



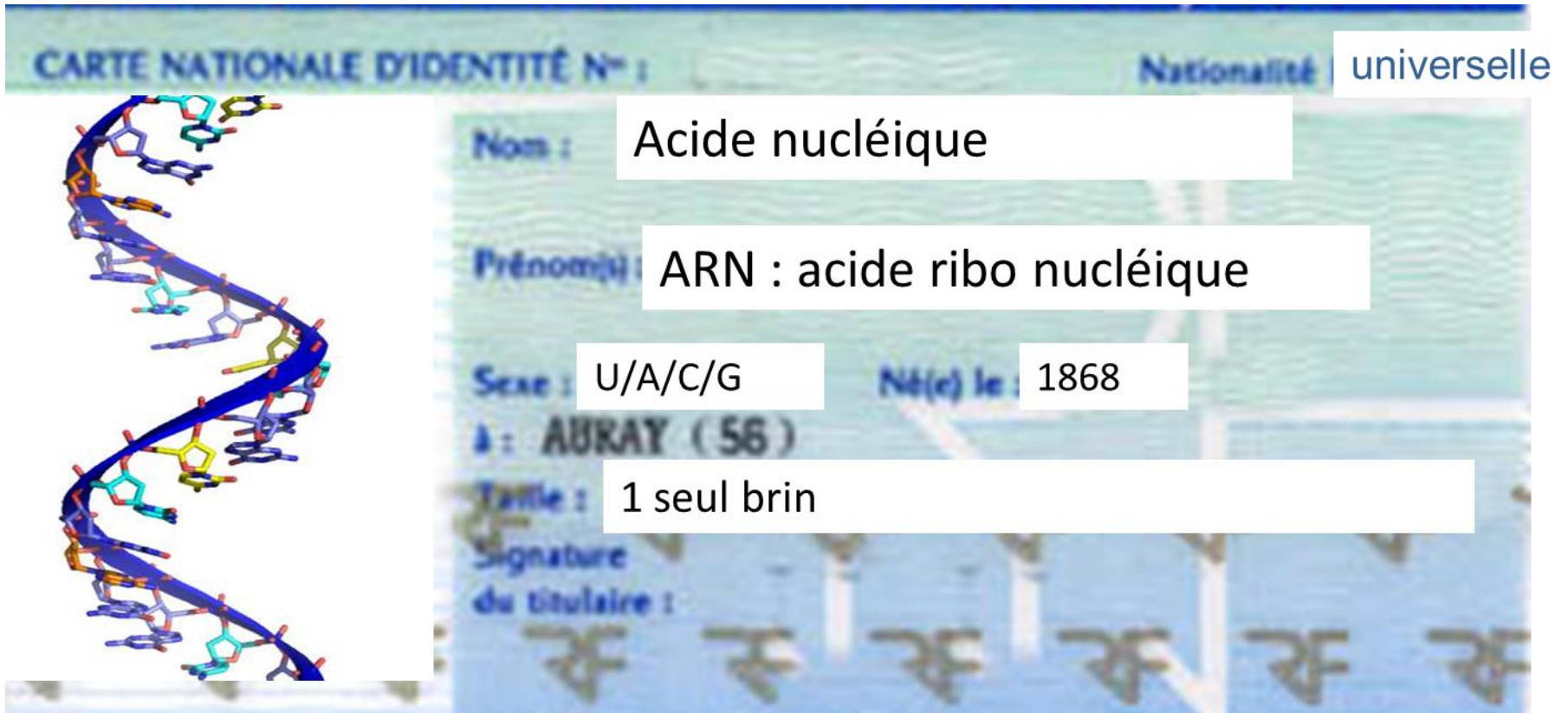


Electronographie d'un noyau (MEB)

2. L'ARN messager



Frise chronologique



CARTE NATIONALE D'IDENTITÉ N° : Nationalité universelle

Nom : Acide nucléique

Prénom(s) : ARN : acide ribo nucléique

Sexe : U/A/C/G Né(e) le : 1868

à : AURAY (56)

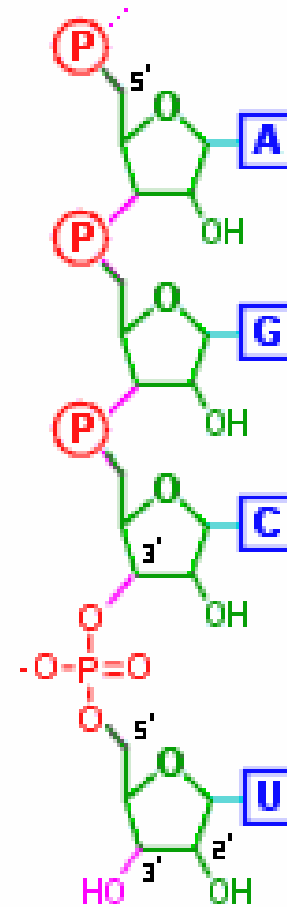
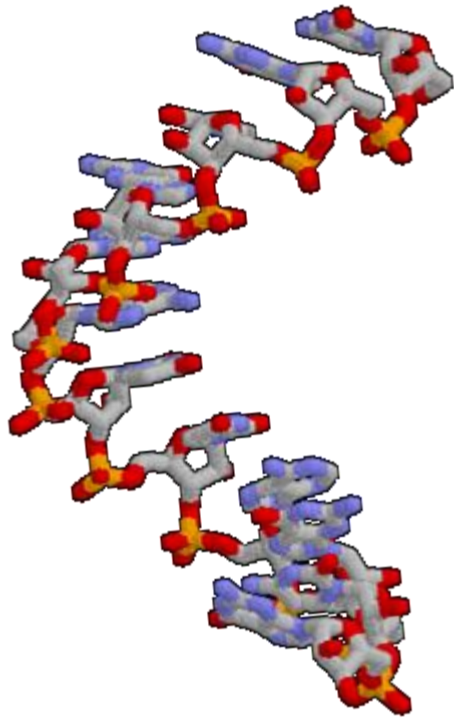
Taille : 1 seul brin

Signature du titulaire :

U : uracile, base azotée

- ARN = Acide RiboNucléique avec Uracile au lieu de Thymine

- 1 seule chaîne de nucléotides



Cellules

Incubation

Résultats

Érythroblastes de Lapin

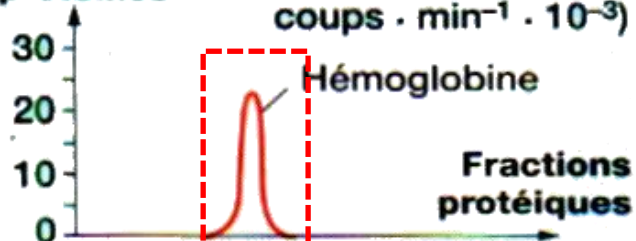


Milieu contenant des acides aminés rendus radioactifs

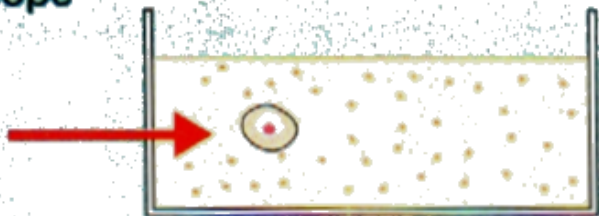


Quantité de protéines

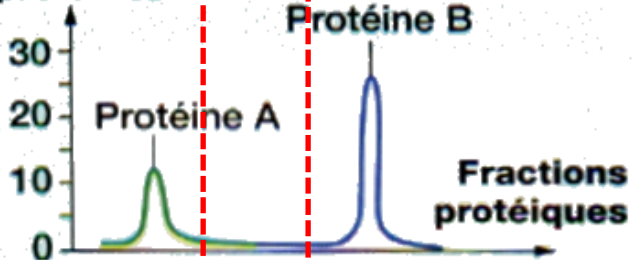
(radioactivité en coups · min⁻¹ · 10⁻³)



Œufs de Xénope

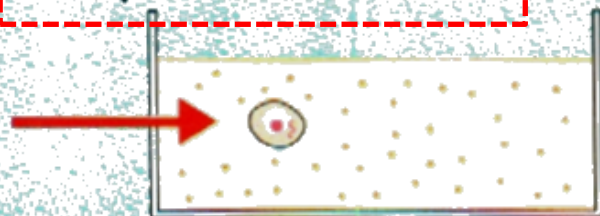


Quantité de protéines

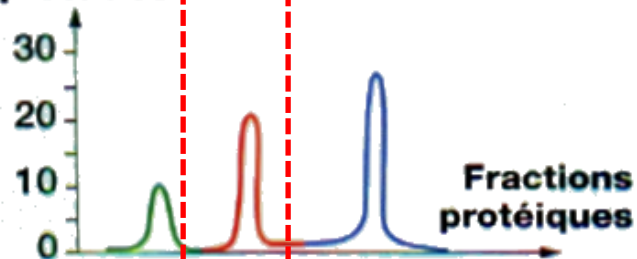


Œufs de Xénope

+ ARN d'érythroblastes de Lapin



Quantité de protéines



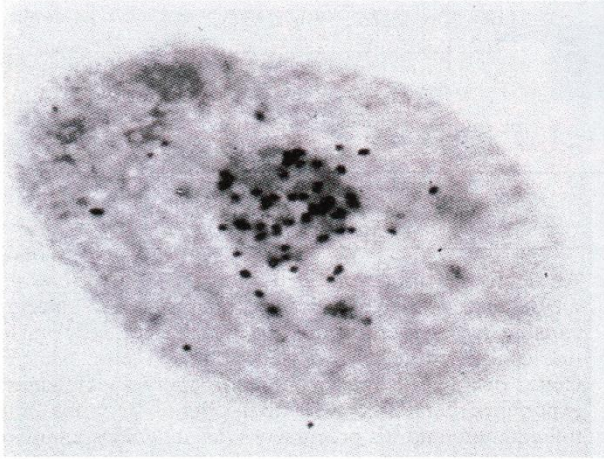
=>ARN contient l'information pour le codage de la protéine

ARN : Intermédiaire entre ADN nucléaire et assemblage des protéines cytoplasmique.

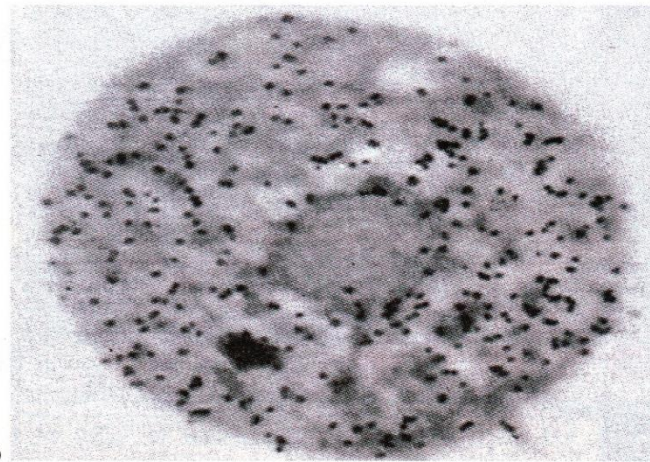
3. La production des ARNm

a. Lieu de la synthèse de l'ARNprémessager

× 6 000



Autoradiographie d'une cellule placée 15 mn dans un milieu avec de l'uracile radioactif



Autoradiographie d'une cellule placée 15 mn dans un milieu avec uracile radioactif puis placée 1h dans un milieu avec uracile non radioactif.

Uracile d'abord présent dans le noyau puis retrouvé dans le hyaloplasme

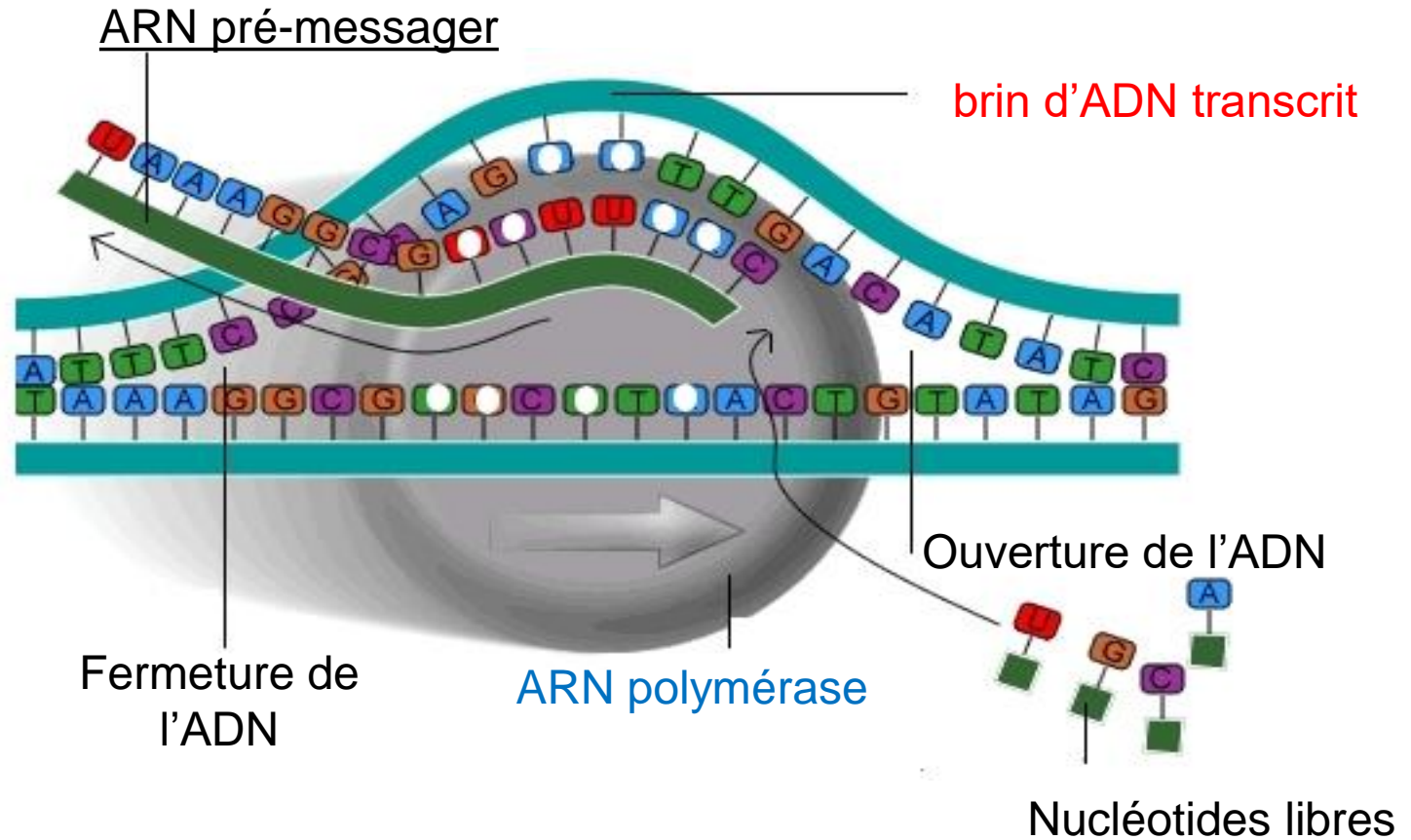
Uracile = base azotée présente uniquement dans l'ARN

=> Synthèse de l'ARNpm dans le noyau puis exportation dans le hyaloplasme

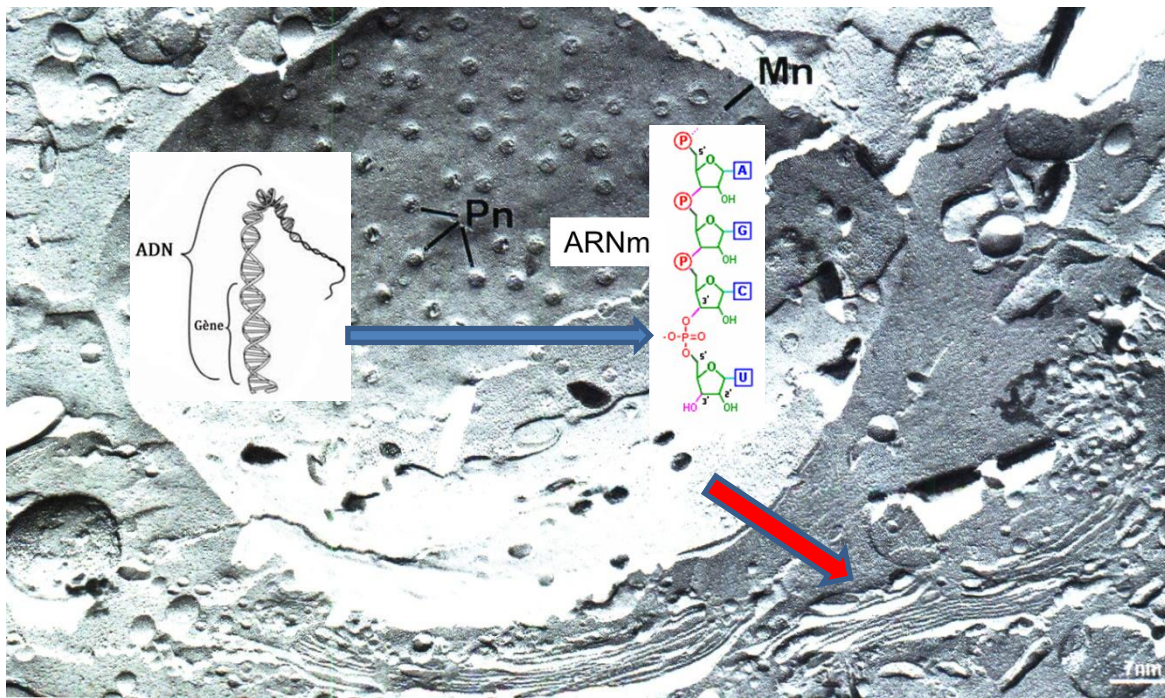
b. La transcription ou la synthèse d'un ARN pré-messager

- ARN monocaténaire => 1 seul des brins de l'ADN sert de modèle = **brin transcrit**

Animation flash



ARN polymérase : enzyme → synthèse d'un brin d'ARN par complémentarité A/U et C/G entre nucléotides libres et nucléotides de l'ADN, brin transcrit.

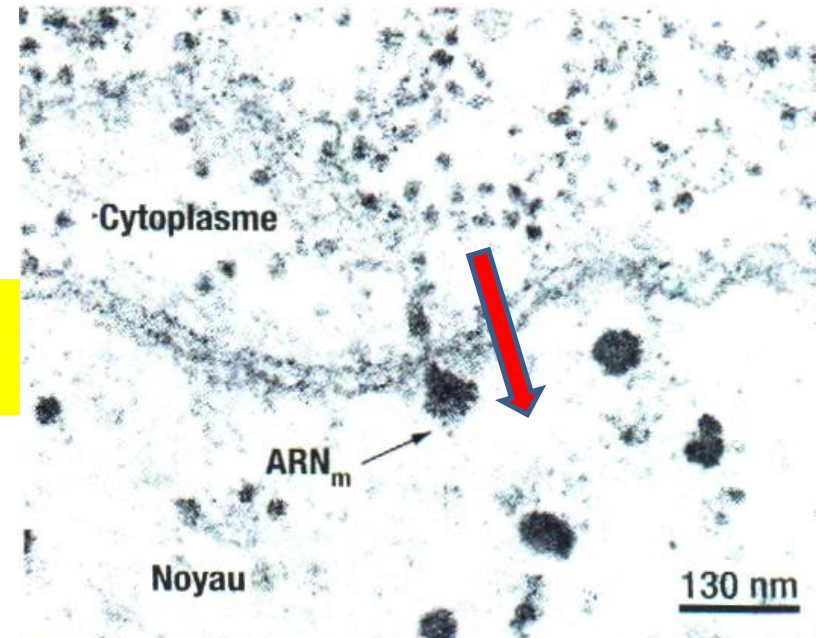


N : noyau

Mn : membrane
nucléaire

Pn : pores
nucléaires

ARN pré-messager = intermédiaire entre
ADN et protéines



Evaluation

formative



Identifier les séquences proposées ...

raisonnement rigoureux attendu



Séquence 1 : **CTGACTCCTGAC**

Séquence 2 : **GACTGAGGACTC**

Séquence 3 : **COGACUCCUGAC**

Brin d'ADN non-transcrit

Brin d'ADN transcrit

Brin d'ARN pré-messager

Le brin transcrit est complémentaire de l'ARN.

Le brin non-transcrit est identique à l'ARN à l'uracile près

4. La production des protéines

Les ARN messagers dirigent la synthèse de protéines lors d'un processus dénommé traduction.

a. Le code génétique

- correspondance entre séquence nucléotidique de l'ARNm et séquence polypeptidique des protéines à base de codons ou triplets
=> $4^3 = 64$ possibilités de triplets pour coder 20 AA

		2 ^{ème} nucléotide				
		U	C	A	G	
U	U	UUU	UCU	UAU	UGU	U
		UUC	UCC	UAC	UGC	C
		UUA	UCA	UAA	UGA	A
		UUG	UCG	UAG	UGG	G
C	U	CUU	CCU	CAU	CGU	U
		CUC	CCG	CAC	CGC	C
		CUA	CCG	CAU	CGU	A
		CUG	CCG	CAC	CGC	G

Le code génétique est un système de correspondance, universel à l'ensemble du monde vivant, qui permet la traduction de l'ARN messager en protéines

A	A	AUA	ACA	AAA	AGA	A
		AUG	ACG	AAG	AGG	G
		GUA	GCA	GAA	GGA	A
		GUG	GCG	GAG	GGG	G
G	U	GUU	GCU	GAU	GGU	U
		GUC	GCC	GAC	GGC	C
		GUA	GCA	GAA	GGA	A
		GUG	GCG	GAG	GGG	G

- **1 AA codé par plusieurs codons** => code génétique **redondant**
(éviter les erreurs, si une mutation => même AA)

		2 ^{ème} nucléotide					
		U	C	A	G		
1 ^{er} nucléotide	U	UUU	UCU	UAU	UGU	U	
		UUC	UCC	UAC	UGC	C	
		UUA	UCA	JAA	UGA	A	
		UUG	UCG	JAG	UGG	G	
	C	CUU	CCU	CAU	CGU	U	
		CUC	CCC	CAC	CGC	C	
		CUA	CCA	CAA	CGA	A	
		CUG	CCG	CAG	CGG	G	
	A	AUU	ACU	AAU	AGU	U	
		AUC	ACC	AAC	AGC	C	
		AUA	ACA	AAA	AGA	A	
		AUG	ACG	AAG	AGG	G	
	G	GUU	GCU	GAU	GGU	U	
		GUC	GCC	GAC	GGC	C	
		GUA	GCA	GAA	GGA	A	
		GUG	GCG	GAG	GGG	G	

- 1 codon ne code qu'un AA => code génétique non ambigu
- codons particuliers : **codons stop**, **codon initiateur**
- code génétique universel (qq exceptions : paramécie UAG → acide glutamique)

Evaluation formative



Écrire la séquence peptidique de l'ocytocine : hormone libérée par l'hypophyse et impliquée dans la lactation et les contractions utérines

Ocytocine

Brin non transcrit : TGCTACATCCAGAACTGCCCCCTGGGC

Brin transcrit : ACGATGTAGGTCTTGACGGGGGACCCG

		2 ^{ème} nucléotide					
		U	C	A	G		
1 ^{er} nucléotide	U	UUU	UCU	UAU	UGU	U	
		UUC	UCC	UAC	UGC	C	
		UUA	UCA	UAA	UGA	A	
		UUG	UCG	UAG	UGG	G	
	C	CUU	CCU	CAU	CGU	U	
		CUC	CCC	CAC	CGC	C	
		CUA	CCA	CAA	CGA	A	
		CUG	CCG	CAG	CGG	G	
	A	AUU	ACU	AAU	AGU	U	
		AUC	ACC	AAC	AGC	C	
		AUA	ACA	AAA	AGA	A	
		AUG	ACG	AAG	AGG	G	
	G	GUU	GCU	GAU	GGU	U	
		GUC	GCC	GAC	GGC	C	
		GUA	GCA	GAA	GGA	A	
		GUG	GCG	GAG	GGG	G	
		3 ^{ème} nucléotide					

Remarques :

Les mutations ont un impact sur la construction des protéines.
Les mutations sont classées en fonction de leurs conséquences :

- mutation **silencieuse** => pas de modification de l'acide aminé
- mutations **faux-sens** => changement d'acide aminé
- mutations **non-sens** => apparition d'un codon stop.

EVALUATION NOTEE



		2 ^{ème} nucléotide				
		U	C	A	G	
1 ^{er} nucléotide	U	UUU	UCU	UAU	UGU	U
		UUC	UCC	UAC	UGC	C
		UUA	UCA	UAA	UGA	A
		UUG	UCG	UAG	UGG	G
	phénylalanine	sérine	tyrosine	cystéine		
	C	CUU	CCU	CAU	CGU	U
		CUC	CCC	CAC	CGC	C
		CUA	CCA	CAA	CGA	A
		CUG	CCG	CAG	CGG	G
	leucine	proline	histidine	arginine		
	A	AUU	ACU	AAU	AGU	U
		AUC	ACC	AAC	AGC	C
		AUA	ACA	AAA	AGA	A
		AUG	ACG	AAG	AGG	G
	isoleucine	thréonine	asparagine	sérine		
	G	GUU	GCU	GAU	GGU	U
GUC		GCC	GAC	GGC	C	
GUA		GCA	GAA	GGA	A	
GUG		GCG	GAG	GGG	G	
valine	alanine	acide aspartique	glycine			
		acide glutamique				

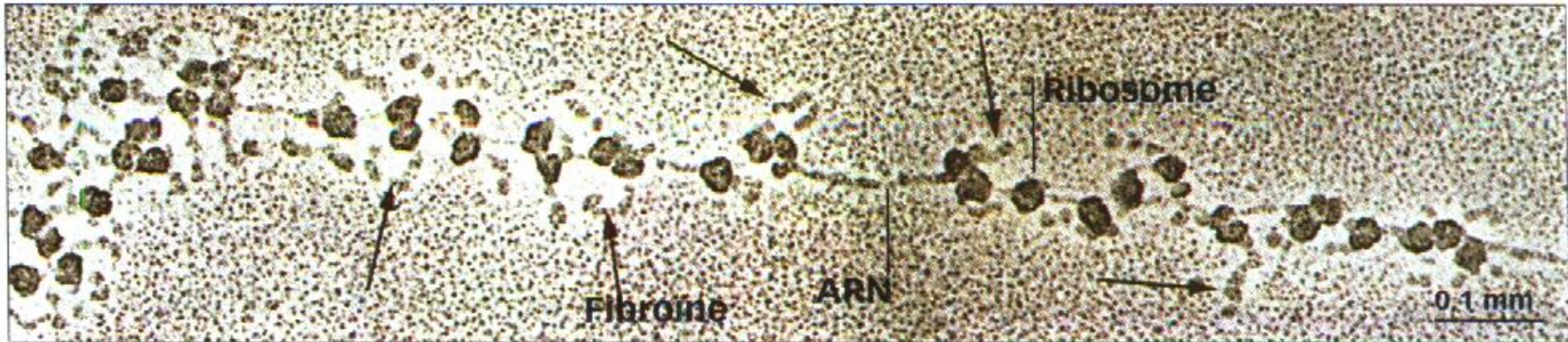
A partir de la séquence proposée, écrire une mutation silencieuse, une mutation faux-sens et une mutation non-sens.

ADN brin non transcrit : ... A T G C T A T G A

b. La traduction

= ARNm \rightarrow protéine

- se déroule dans le cytoplasme grâce aux **ribosomes** = organites



Electronographie : lieu de synthèse des protéines

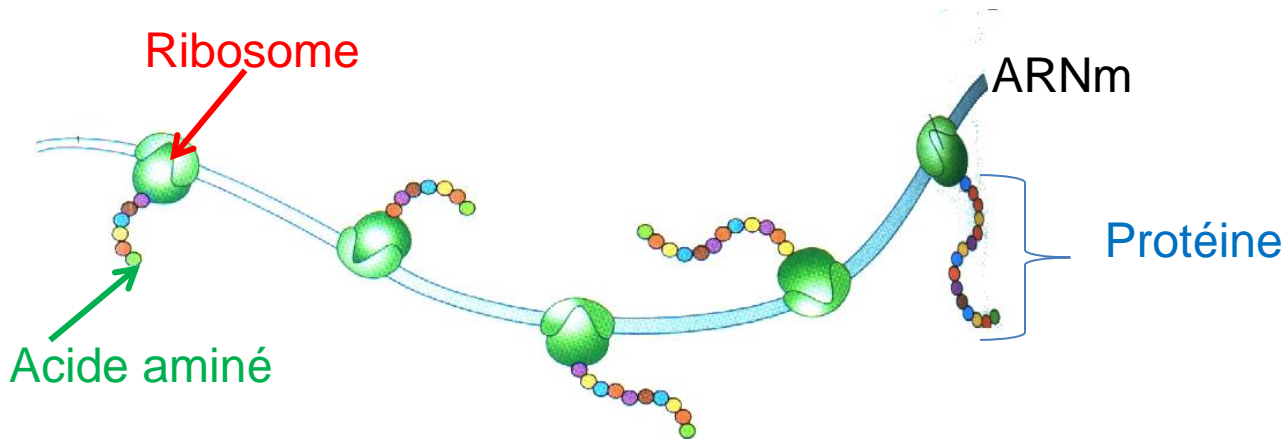
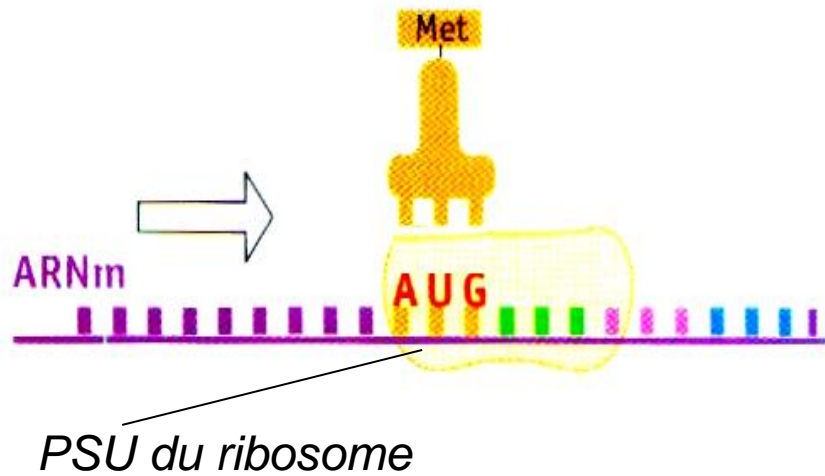
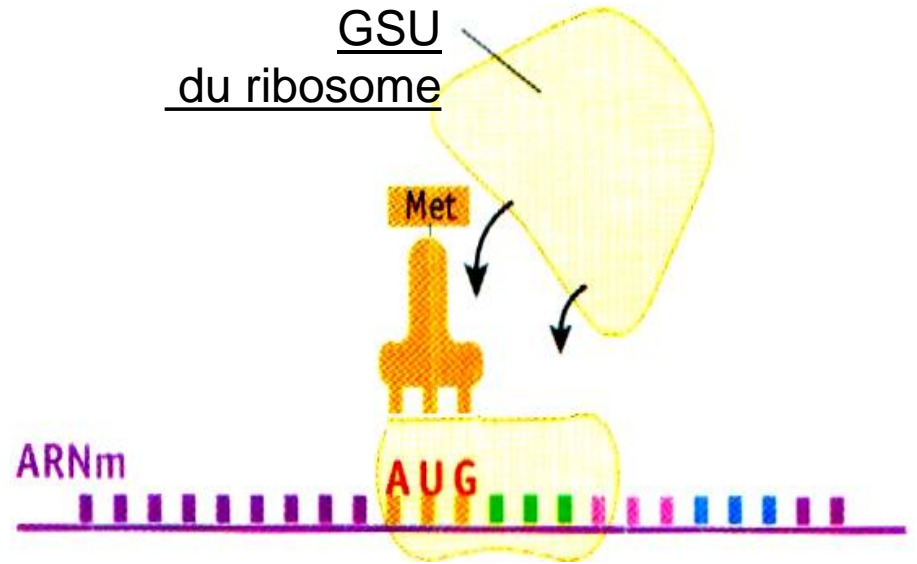


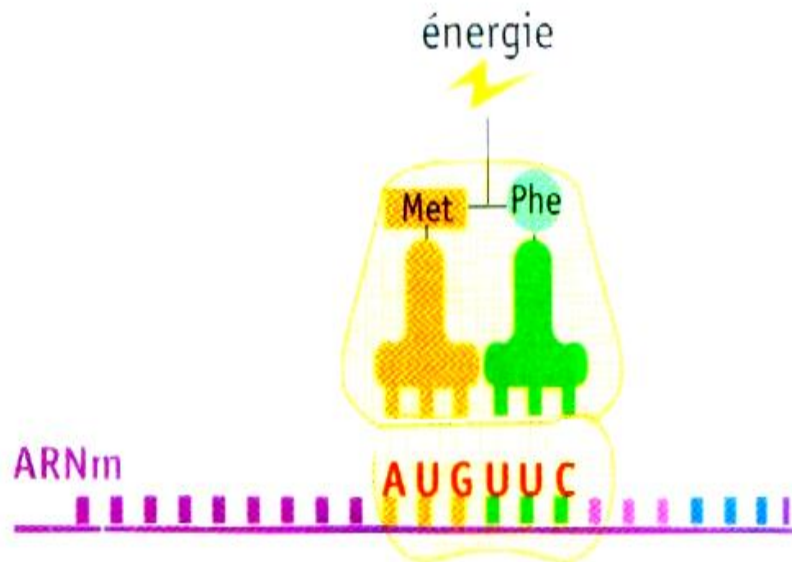
Schéma d'interprétation



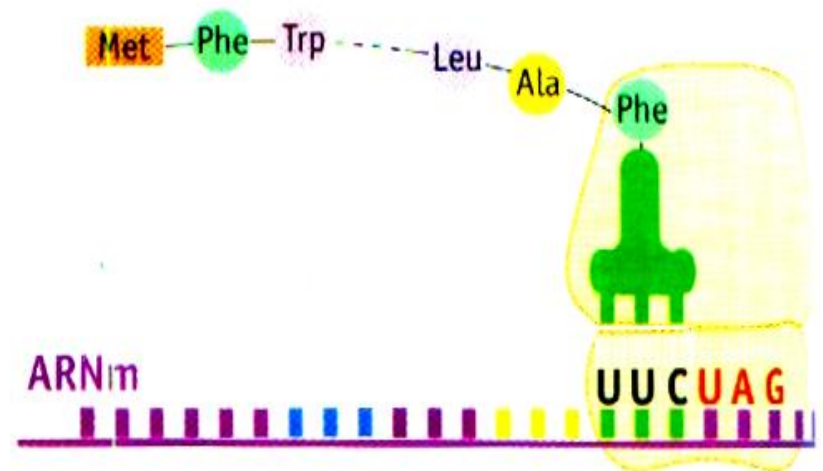
1. Initiation (codon AUG)



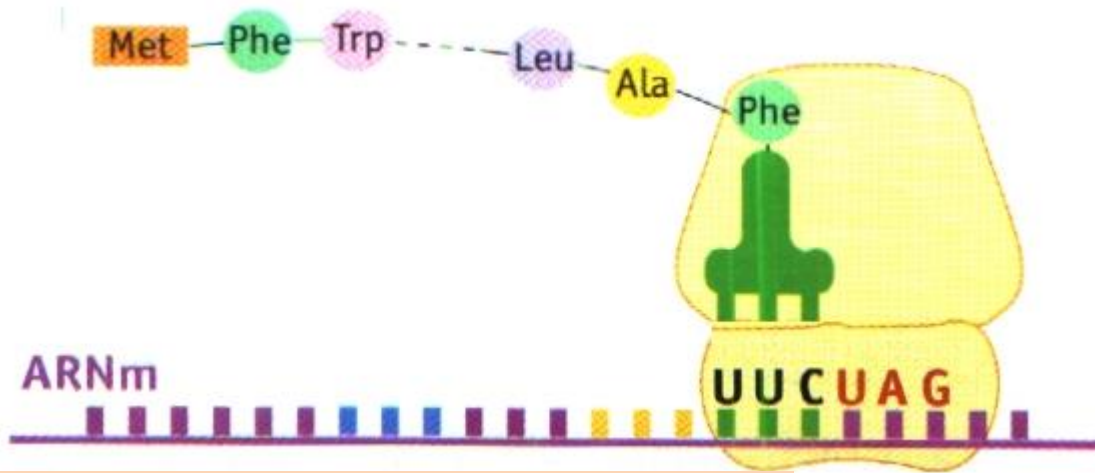
2. Liaison de la GSU



3. 1^{er} assemblage des AA



4. Elongation : suite de l'assemblage



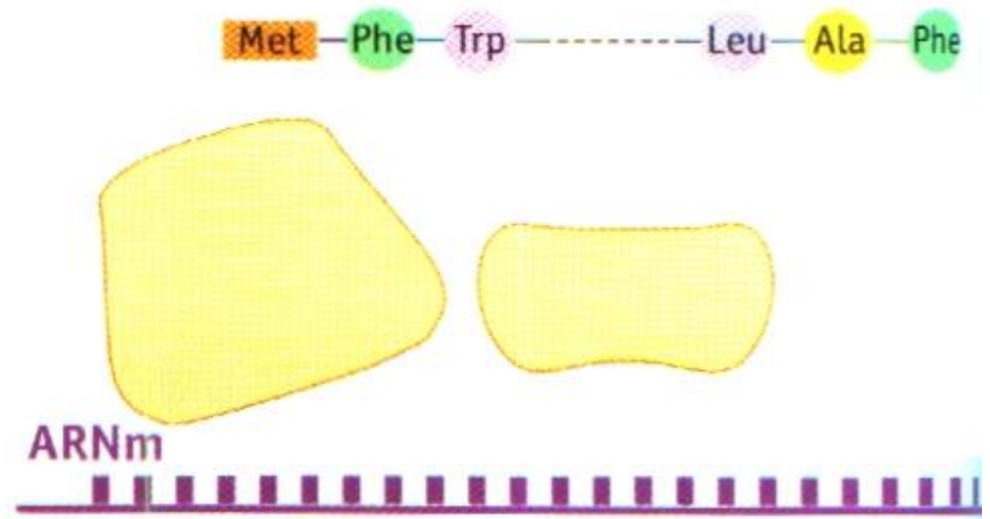
5. Fin de la traduction : codon STOP

Remarque :

Protéine libérée →

- utilisation interne par la cellule
- exportation (exocytose)

[Animation flash](#)



6. Ouverture du ribosome et libération de la protéine

Remarques :

- la complexité d'un EV dépend du nombre de protéines différentes produites
- les protéines résultent de l'expression des gènes

Exemples :

Homme → 30 000 gènes, Souris → 30 000 gènes et Riz → 50 000 gènes

Homme plus complexe que le Riz => plus de protéines chez l'Homme

Mais

Nombre gènes humains < Nombre de gènes du Riz

?????? 

Organismes	Nombre de chromosomes
Humain	46
Chien	78
Chat	38
Cheval	64
Pomme de terre	48

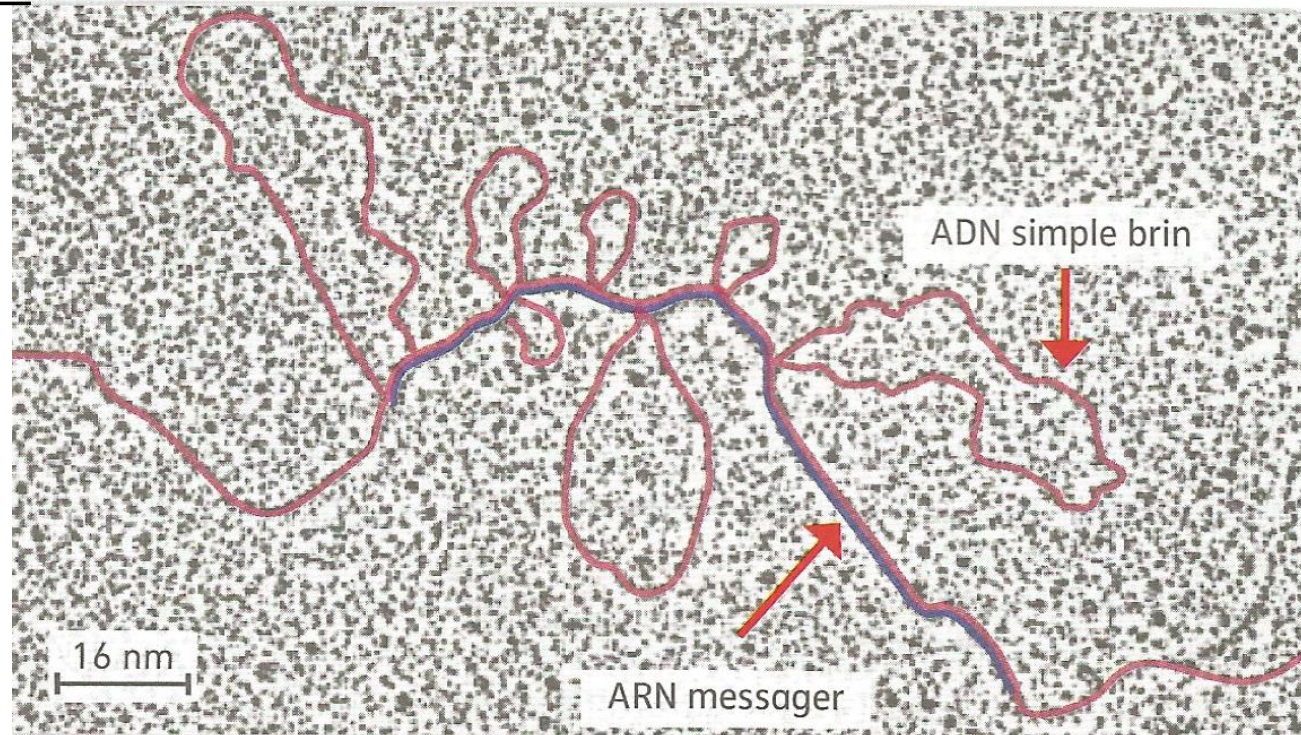


5. La régulation de l'expression génétique

a. Par la production d'ARN

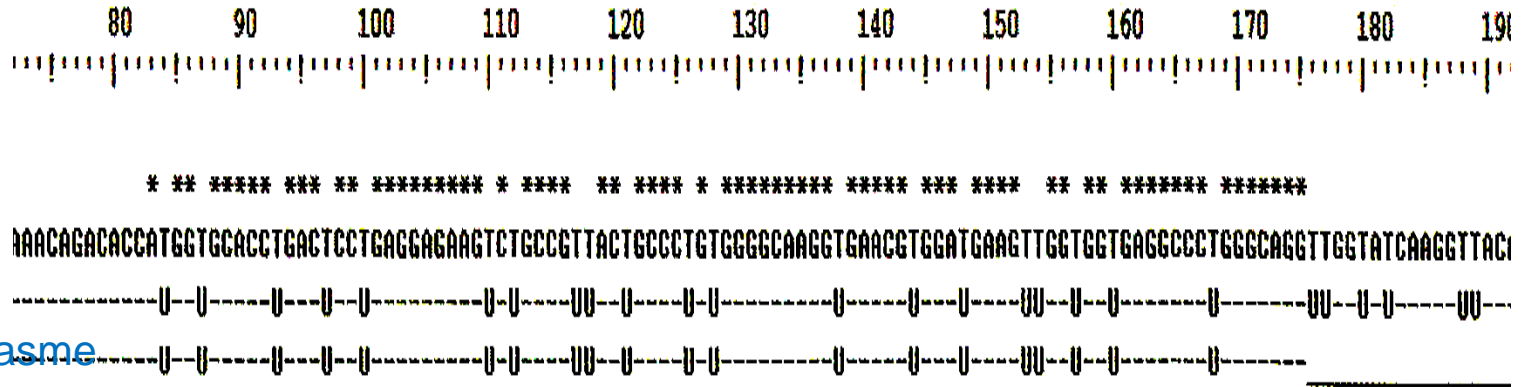
ARN messenger :

*ARN présent
dans le noyau et
hors du noyau*



- **Zones hybridées** (assemblage par complémentarité des nucléotides) :
=> Identité entre **ADN** et **ARN messenger cytoplasmique**

- **Zones non hybridées** :
=> Différences entre **ADN** et **ARN messenger**



Séquence nucléotidique de différents acides nucléiques

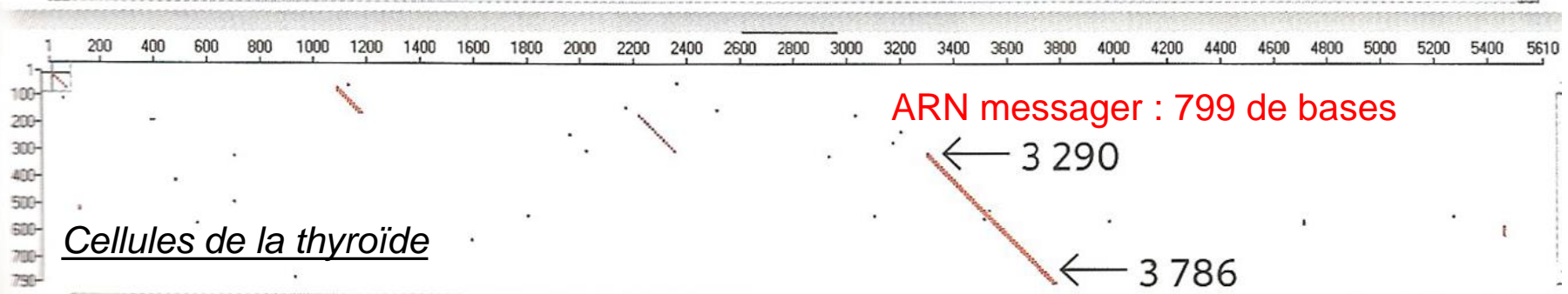
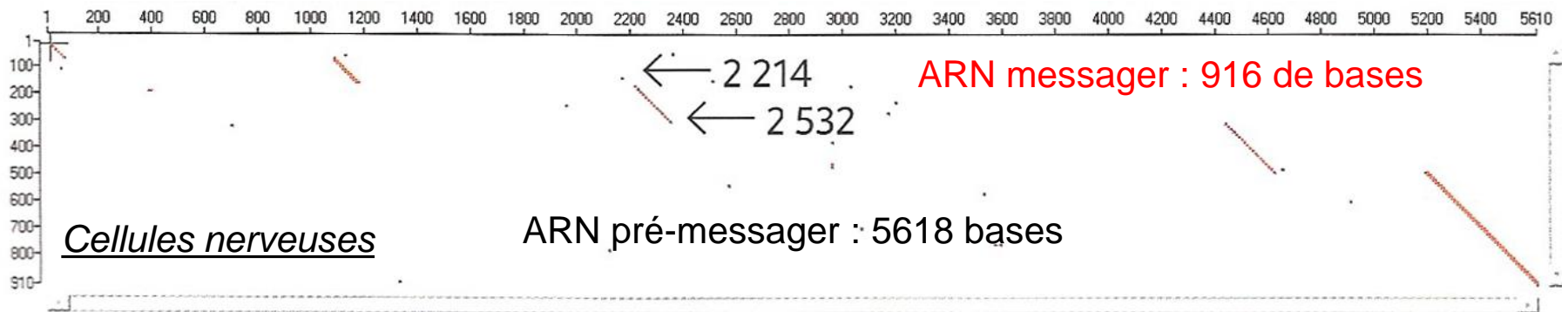
ADN brin NT et ARN du noyau → identiques à Uracile près :

=> ARN pré-messager

ARN pré-messager ≠ ARN du hyaloplasme :

=> ARN messenger

IL EXISTE PLUSIEURS TYPES D'ARN DANS UNE CELLULE



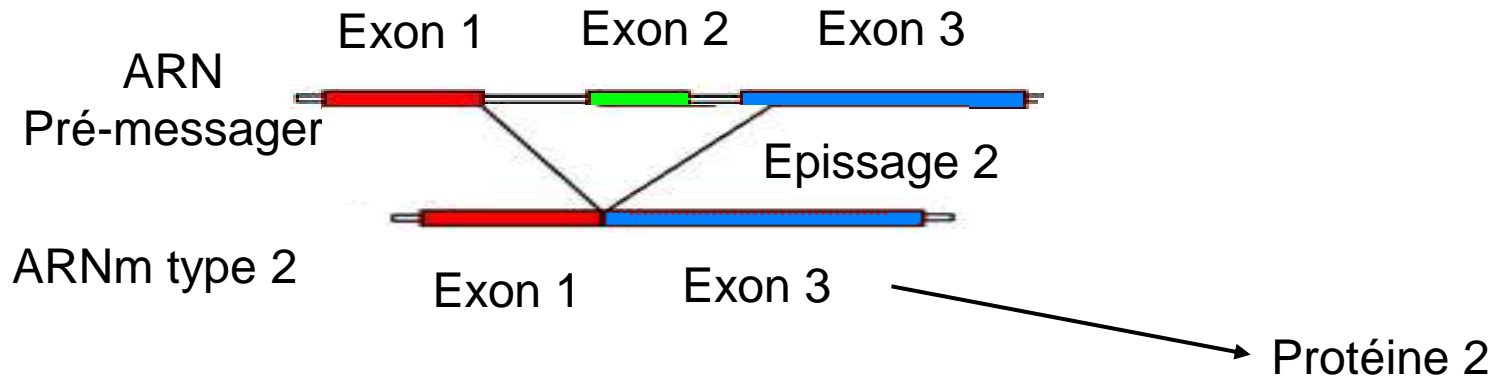
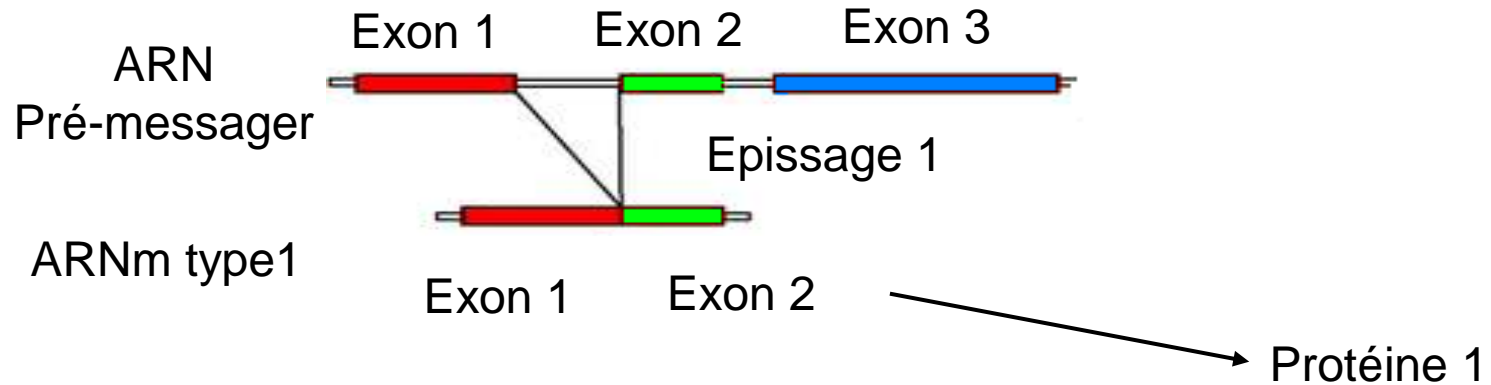
Comparaison de l'ARN pré-messagers et de l'ARN messenger issus du gène *cgrp* dans deux types de cellules.

En rouge : séquence nucléotidique de l'ARN pré-messager présente dans la séquence de l'ARN messenger

Gène *cgrp* → 1ARN pré-messager → 2 ARN messagers :

- ARN pré-messager (5618 b)
- ARN messenger (916 b) → protéine CGRP : vasodilatateur et neuromédiateur
- ARN messenger (799 b) → protéine calcitonine : hormone → régulation calcémie

- **épissage alternatif** → possibilité de créer plusieurs ARN à partir d'un ARNpm
=> Un gène → plusieurs ARNm



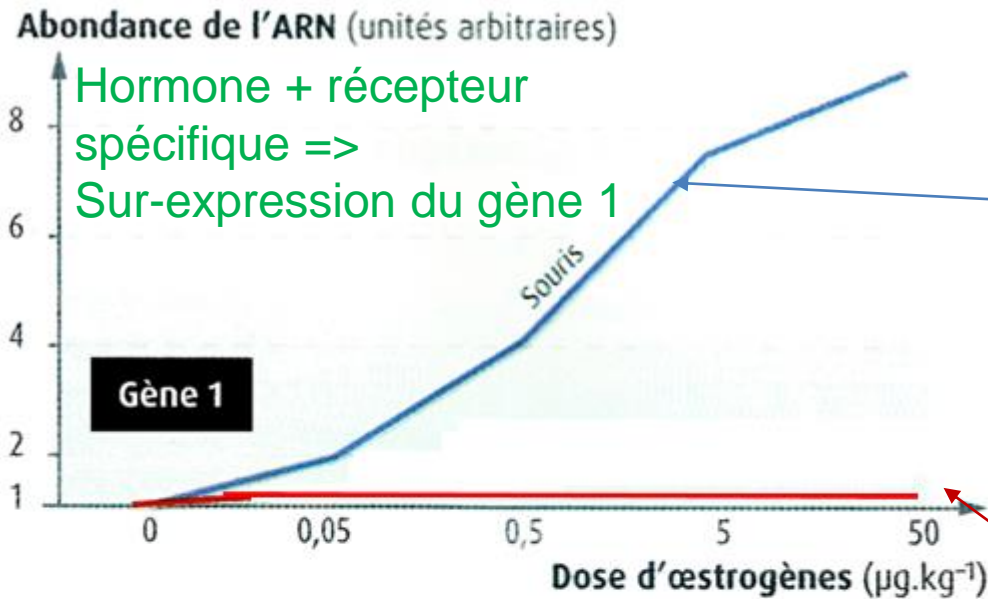
Les cellules d'un organisme possèdent les mêmes gènes, les mêmes ARN prémessagers mais elles ne produisent pas toutes le même ARN messenger donc pas les mêmes protéines.

Les gènes ne s'expriment donc pas tous de la même manière.

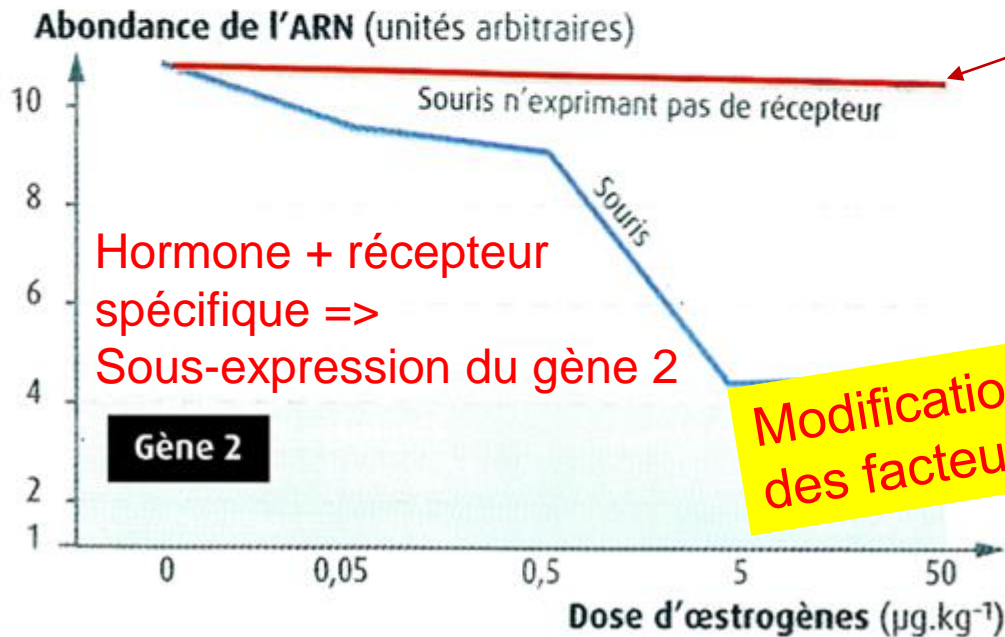
b. Régulation de l'expression génétique par des facteurs internes

Rappels :

Les œstrogènes sont des hormones qui se fixent sur un récepteur membranaire de la cellule cible

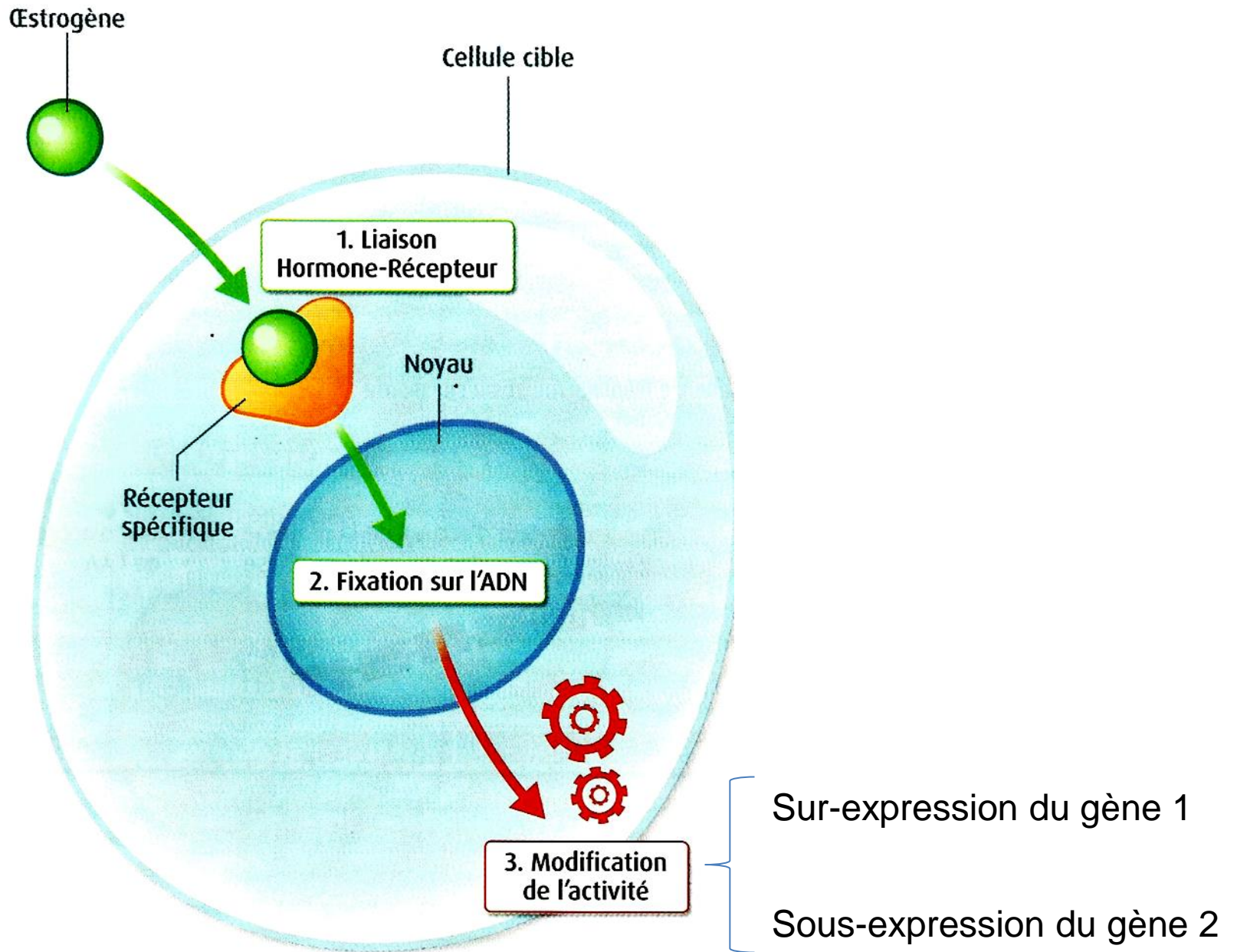


Les gènes 1 et 2 sont étudiés dans des cellules de la paroi utérine.

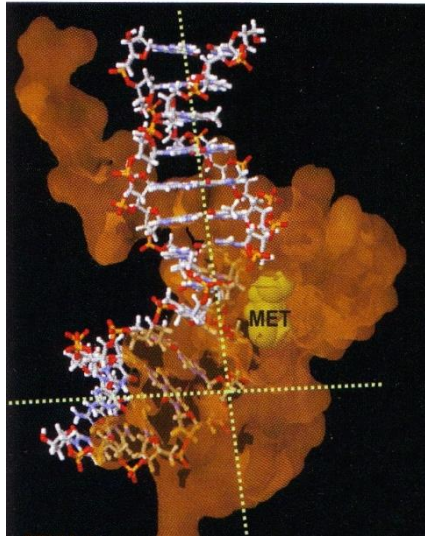


Certaines cellules n'ont pas de récepteurs aux œstrogènes

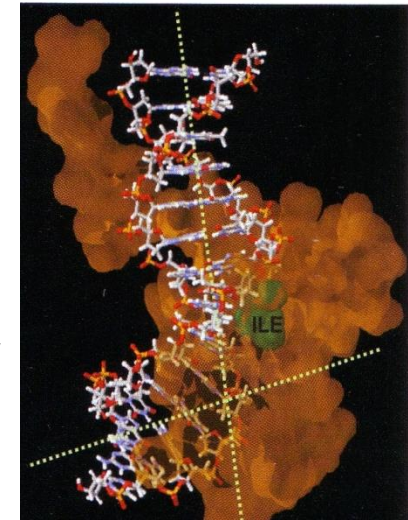
Modification de l'expression des gènes par des facteurs internes (hormones)



Gène SRY (chromosome Y) → protéine TDF pouvant se fixer sur l'ADN
 Fixation de TDF => courbure importante de l'ADN => transcription des gènes embryonnaires de la masculinisation => phénotype masculin



ADN fortement courbé
 par TDF normale =>
 transcription →
 phénotype masculin



ADN faiblement courbé par
 TDF anormale =>
 pas de transcription →
 phénotype féminin

Mutation du gène SRY => protéine TDF différente

	0	3	6	9	12	15
TDF normale	0	MetGlnAspArgValLysArgProMetAsnAlaPheIleValTrpSer				
TDF anormale	0	MetGlnAspArgValLysArgProIleAsnAlaPheIleValTrpSer				

Influence d'un facteur interne (autre gène) sur l'expression d'un gène, donc sur la réalisation d'un phénotype.

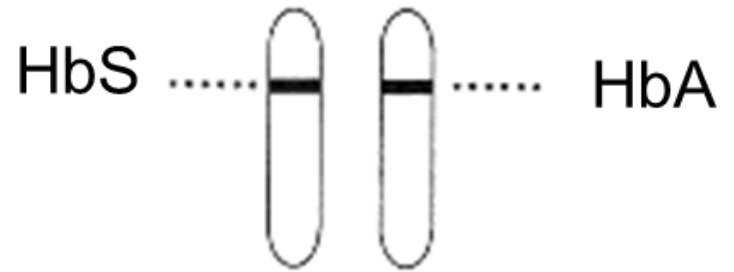
c. Régulation de l'expression génétique par des facteurs externes

Exemple du phénotype drépanocytaire

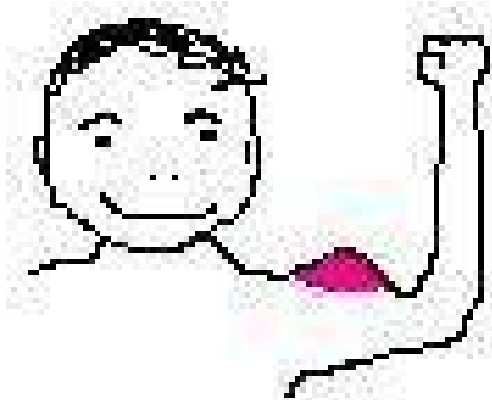


Chromosomes 11

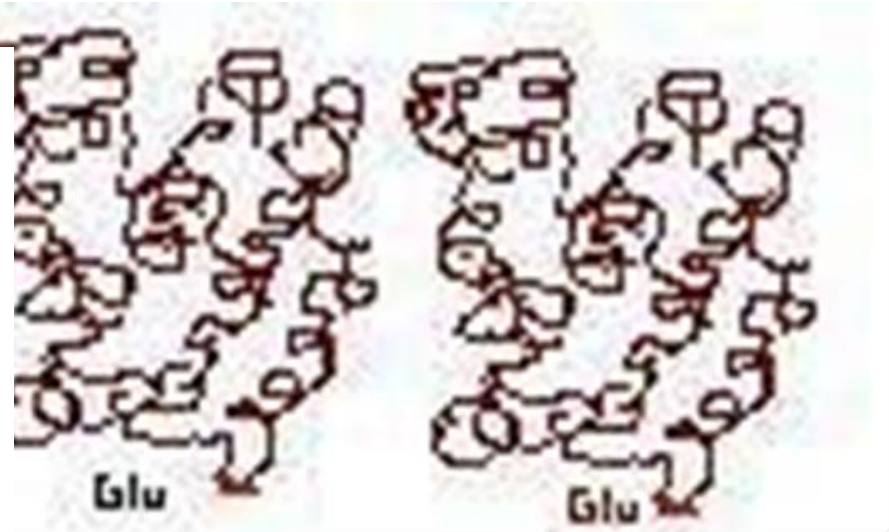
OU



Chromosomes 11

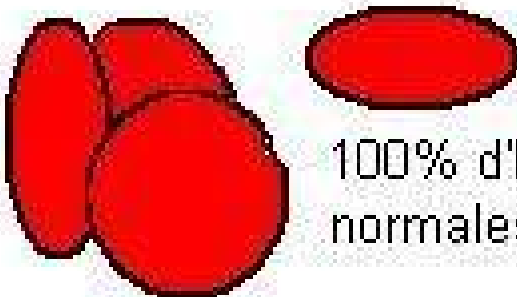


Je suis
toujours
en forme

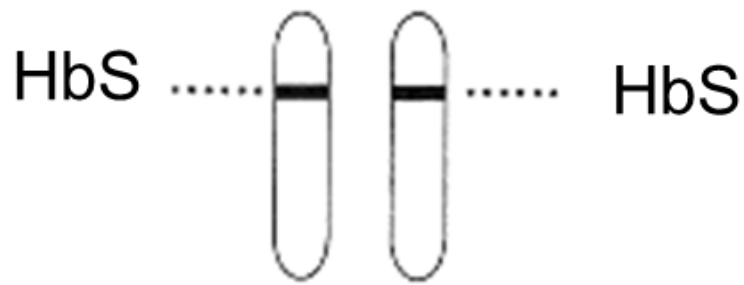


Protéine : 6^{ème} AA = Acide glutamique

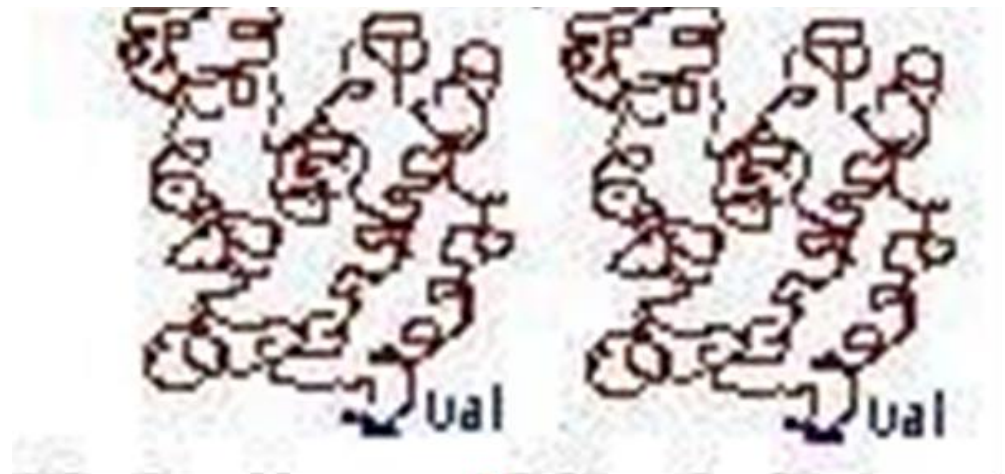
= hémoglobine normale



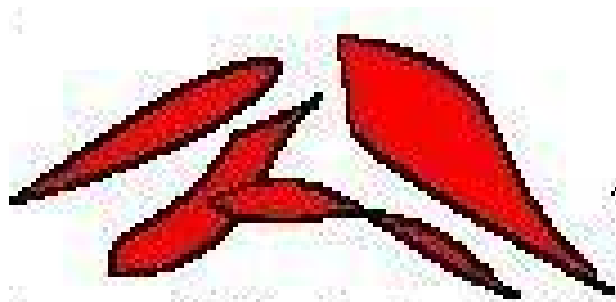
100% d'hématies
normales



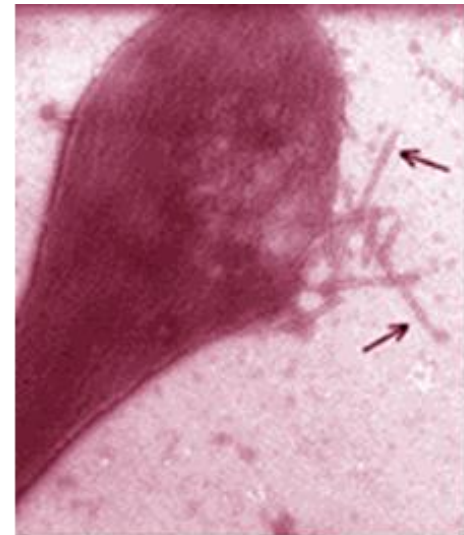
Chromosomes 11



Protéine : 6^{ème} AA = valine



100% falciformes



Hémoglobine fibreuse

Anémie falciforme

