

Du gène à la protéine : le langage génétique

Vous avez reçu un message de F. Jacob et J. Monod, à vous de la déchiffrer !



Du gène à la protéine : le langage génétique

Vous avez reçu un message de F. Jacob et J. Monod, à vous de la déchiffrer !



Enigme n°1 : Décodage du message génétique

Le message contenu dans la molécule d'ARN joue un rôle d'intermédiaire entre l'ADN et les protéines.

Hypothèse :

Il existe une correspondance, ou un **code**, entre la séquence de nucléotides de l'ARN et la séquence d'acides aminés dans la protéine. Ce code fonctionne selon la règle suivante :

- **Un acide aminé est codé par X nucléotides consécutifs (où X est un nombre entier).**

Problème à résoudre pour accéder à l'indice suivant :

La molécule d'ARN est composée de 4 types de nucléotides différents : **A, U, C, et G.**

Si X nucléotides codent un acide aminé, le nombre total de combinaisons possibles est donné par la formule suivante :

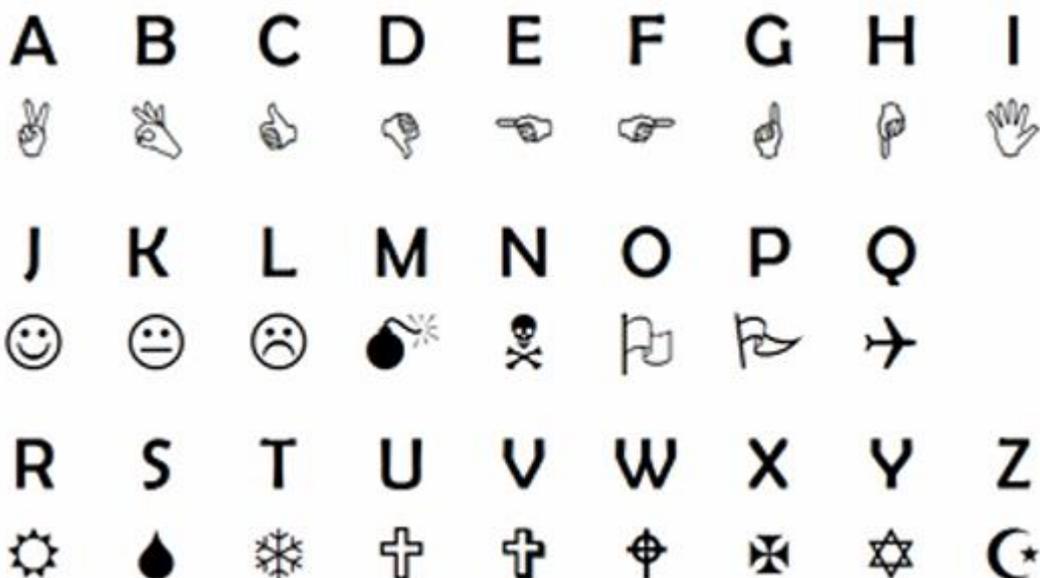
$$\text{Nombre de combinaisons possibles} = 4^X$$

Sachant qu'il existe 20 acides aminés différents, quelle est la plus petite valeur de X permettant de coder ces 20 acides aminés ?

Coup de pouce 🍷 :

- Si 1 nucléotide codait un acide aminé, il y aurait $4^1=4$ combinaisons possibles, ce qui est insuffisant pour coder 20 acides aminés.
- Vous devez trouver une valeur de X telle que $4^X \geq 20$

Appelle l'enseignante pour lui donner et expliquer ta réponse.



Enigme n°2 : Décryptage du code génétique

Le code génétique repose sur le fait qu'une séquence de 3 nucléotides, appelée **codon**, code pour un acide aminé.

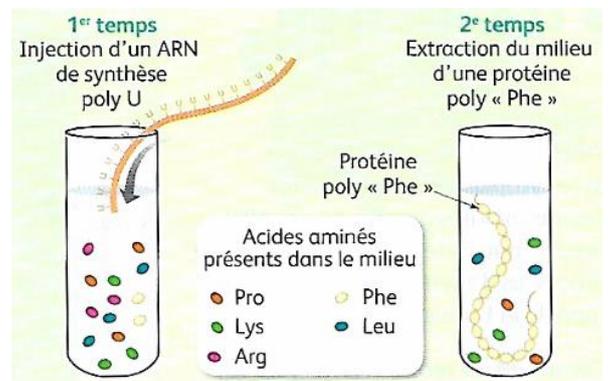
- Il existe **64 codons différents** qui permettent de coder 20 acides aminés.
- Les correspondances entre les codons et les acides aminés ont été élucidées en 1961 par **Marshall Nirenberg** et **Heinrich Matthaei** à l'aide d'expériences pionnières.

Consigne : Utiliser les documents pour compléter le code génétique qui vous est fourni.

Expérience historique de Nirenberg et Matthaei (1961)

Au cours de la même année 1961 Nirenberg et ses collaborateurs mettent au point un protocole permettant d'élucider le code génétique.

Ces scientifiques ajoutent à un milieu contenant les 20 acides aminés, un ARN de synthèse connu, ne contenant que des nucléotides à Uracile (U). Ce polymère « poly U » déclenche la synthèse d'une protéine constituée uniquement d'acides aminés phénylalanine (Phe).



En essayant plusieurs combinaisons de nucléotides, les scientifiques ont, en l'espace de **5** ans, décrypté l'intégralité du code génétique. Ces travaux ont de plus confirmé ce qu'avait prévu l'équipe de Crick : chaque acide aminé est codé par un triplet de nucléotide appelé codon : il en existe 64 différents.

Quelques résultats des expériences de Nirenberg et Matthaei :

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

Coup de pouce 🍊 :

- Analysez les séquences des ARN messagers et des protéines obtenues pour identifier les codons associés aux différents acides aminés.
- N'oubliez pas qu'un codon est une séquence de **3 nucléotides**.

		Deuxième nucléotide						Troisième nucléotide	
		U	C	A	G				
U								U	
	UUC	Leu	UCC	Ser			UGC	Cys	C
	UUA	Leu	UCA	Ser					A
	UUG	Leu	UCG	Ser	UAG	STOP	UGG	Trp	G
C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His			U
									C
			CCA	Pro	CAA	Gln	CGA	Arg	A
	CUG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gln	CGG	Arg	G
A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U
			ACC	Thr	AAC	Asn	AGC	Ser	C
									A
					AAG	Lys	AGG	Arg	G
G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U
	GUC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gly	C
			GCA	Ala	GAA	Glu	GGA	Gly	A
									G

Codon Acide aminé

Il vous manque encore 3 acides aminés ? **Pas de panique, c'est normal !**

En réalité, ces « acides aminés manquants » correspondent à des **codons particuliers**. Ces codons jouent un rôle essentiel en indiquant à la machinerie cellulaire le **début** du message génétique (codon d'initiation) et la **fin** du message génétique (codons stop).

Pour les retrouver, allez sur le bureau et ouvrez le logiciel Anagene.

Puis cliquez sur Ouvrir -> Banque de séquences ->  LES CHÂÎNES DE L'HÉMOGLOBINE

Puis cherchez les fichiers suivants :

- Chaîne alpha de l'hémoglobine :  alphacod.arn
- Chaîne bêta de l'hémoglobine :  betacod.arn
- Chaîne gamma de l'hémoglobine :  gammacod.arn

Afin d'afficher les séquences en acides aminés correspondantes, sélectionner les 3 molécules d'ARN puis cliquer sur « Traiter » → « convertir » → « séquences peptidiques » → « traduction simple ».

Afin de pouvoir comparer ARN et protéine, il faut changer l'échelle de repérage des nucléotides en échelle d'acides aminés.



Consigne : A vous de comparer ces molécules pour finir de compléter le code génétique.

Appelez l'enseignante quand il est complet.

Coup de pouce  :

Comparer le début et la fin de chaque séquence d'ARN et de protéines.

Enigme n°3 : Les caractéristiques du code génétique

Le code génétique est dit :

- **Non chevauchant**, c'est à dire qu'un nucléotide n'appartient qu'à un seul codon
- **Univoque**, c'est-à-dire, qu'un codon désigne toujours le même acide aminé
- **Redondant** (= qui se répète)
- **Universel**

Consigne : Utilisez les indices précédents et les documents suivants pour justifier que le code génétique est universel. Appelez l'enseignante pour faire valider votre réponse.

Document : Schéma de la transgénèse pratiquée pour obtenir des souris luminescentes

