

Thème 1 : la Vie et l'évolution du Vivant

Partie A : Transmission, variation et expression du patrimoine génétique

Chapitre 4 : L'expression du patrimoine génétique

Introduction TD à la découverte des protéines:

- Découverte/structure des protéines
- MEV Relation gène/protéine

Les protéines sont des macromolécules composées d'un enchaînement d'acides aminés (= polymère d'acides aminés = polypeptides). Elles interviennent dans de nombreuses fonctions (structure, contrôle hormonal, enzyme et métabolisme). Les expériences de Beadle et Tatum démontrent qu'il existe une relation entre l'information génétique et les protéines: Or un gène est formé par une succession de nucléotides, il existe donc une relation entre la séquence de nucléotides d'un gène et la séquence d'acides aminés d'une protéine: **Chaque protéine est caractérisée par sa séquence en acide aminé et cette séquence est codée par un gène.**

Pb: Comment l'information stockée dans l'ADN peut-elle s'exprimer dans l'organisme? (Comment les gènes localisés dans le noyau peuvent être à l'origine de la synthèse des protéines?)

I. La nécessité d'un intermédiaire

Voir TP 9

L'ADN, support de l'information génétique, est localisé dans le noyau et n'en sort jamais. La synthèse des protéines se fait quant à elle uniquement dans le cytoplasme. Il existe donc un intermédiaire entre l'ADN et les protéines : c'est l'ARN messenger (ARNm). Il est fabriqué dans le noyau puis en sort pour gagner le cytoplasme. Il comporte toutes les informations nécessaires à la synthèse des protéines. L'ARN est formé d'un seul brin (donc plus petit que l'ADN et plus court car sa séquence correspond à UN gène) ce qui lui permet de sortir du noyau par les pores nucléaires. L'ARN 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 Uraciles. L'ARN possède du ribose/ Une molécule d'ARN est spécifique à un gène

	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

II. La transcription: de l'ADN à l'ARN

a. les modalités de la transcription Voir TP 10

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'ARN polymérase. Elle utilise le brin codant (transcrit) de l'ADN pour former l'ARNm.

L'ARN polymérase ouvre la molécule d'ADN et permet à des nucléotides libres de s'apparier par complémentarité des bases azotées au brin transcrit pour créer l'ARN messenger. La totalité du gène est ainsi transcrite en ARNm

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

Etapes:

- Ouverture de la molécule d'ADN, rupture des liaisons hydrogènes
- Synthèse de l'ARNm: assemblage des nucléotides libres par l'enzyme, en respectant la complémentarité des bases du brin transcrit
- Libération de l'ARNm

L'ARNm est une copie conforme du brin non transcrit en ayant remplacé la thymine par l'uracile. En général, il y a plusieurs ARN pol qui interviennent en même temps et ce qui permet de synthétiser une grande quantité d'ARNm. Ces molécules d'ARNm sortent ensuite par les pores nucléaires pour rejoindre le cytoplasme cellulaire.

Remarque : Un gène transcrit conduit à la synthèse de nombreux ARN messagers identiques, car plusieurs ARN polymérases travaillent à la suite au niveau d'un gène . Il y a donc un phénomène d'amplification lors de la transcription.

b. la production d'ARNm différents via l'épissage

L'ARN pré-messager est composé de tronçons codants appelés exons et de tronçons non codants appelés introns. Ces ARN pré-m subissent une maturation (épissage) durant laquelle certains exons sont assemblés et les introns éliminés. L'ARN mûr est alors appelé ARNm mature et est envoyé dans le cytoplasme.

Un même ARN pré-messager peut subir, suivant le contexte, des maturations différentes et donc être à l'origine de plusieurs protéines différentes selon les cellules.

c. la régulation de l'expression des gènes

L'ensemble des protéines présentes dans une cellule constitue son phénotype moléculaire. Le phénotype dépend du génotype, mais également de son expression. En effet toutes les cellules de l'organisme possèdent le même génotype, mais leur phénotype moléculaire peut être différent car l'activité des gènes de la cellule est régulée par de nombreux facteurs (internes à l'organisme ou pas). Les cellules spécialisées n'expriment ainsi qu'une partie des gènes: En effet, le début de chaque gène correspond à une séquence non codante appelée promoteur.

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.

ARN = nucléotides ; protéines = acides aminés → comment passer de l'un à l'autre ? Nécessité d'un code !

III. La synthèse de protéines à partir de l'ARNm: La traduction

Voir TP 11 et 12

a- Les modalités de lecture de l'ARNm par le ribosome

La transformation d'une molécule d'ARNm en une protéine est appelée une **traduction**. Pour traduire la séquence des nucléotides de la molécule d'ARNm en séquence d'acides aminés (AA) formant une protéine, la cellule va utiliser un système de correspondance, un code entre la séquence des bases azotées et celle des acides aminés. Il s'agit du **code génétique**.

Code génétique:

→ Système de correspondance 1AA ↔ 3bases

Ce triplet de nucléotides est appelé codon.

Certains triplets jouent un rôle particulier : c'est le cas du codon AUG (codon initiateur) et des codons UAA, UGA et UAG (codons stop)

→ Redondance : 1 même AA peut être codé par plusieurs codons différents

Comme il y a 4 bases azotées différentes (ATGC) en les associant par trois on obtient $(4)^3 = 64$ associations différentes, c'est à dire 64 codons différents possibles au niveau de l'ARNm or il n'existe que 20 acides aminés différents, on dit que le code génétique **est dégénéré ou redondant**.

- Non ambigu : 1 codon code 1 AA
- Commun à tous les êtres vivants sauf quelques exceptions

Le code génétique est quasi universel : Tous les êtres vivants de la bactérie à l'homme utilisent le même code génétique (les codons signifient les même AA). (La possibilité d'une transgénèse en est une preuve). Ceci renforce la notion d'ancêtres communs à tous les êtres vivants.

b-L'importance des ribosomes

Dans le cytoplasme, l'ARNm est pris en charge par des structures capables de lire la séquence de nucléotides : les ribosomes. Cette association entre 1 ARNm et plusieurs ribosomes forme un chapelet que l'on nomme un polysome. **Les ribosomes** représentent les ateliers d'assemblages des aa. Le ribosome est constitué de 2 sous unités : une grande et une petite. La petite est fixée à l'ARNm et la grande permet la production de la protéine. La petite sous unité est en contact avec les protéines en cours de formation (polypeptides).

Ils sont capables de se déplacer le long de l'ARNm et Grâce au code génétique, ils associent chaque triplet de nucléotide (= codon) à un acide aminé donné : c'est la traduction.

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 sens de lecture de l'ARNm (depuis les protéines en cours de production les plus courtes vers les plus longues).

c- Les étapes de la traduction

Le code génétique est le système de correspondance mis en jeu lors de la 2^{ème} étape de la synthèse des protéines : la traduction.

La traduction se déroule en 3 étapes :

- **L'initiation** qui débute toujours par un codon AUG et qui permet au ribosome de s'associer à l'ARNm.
- **L'élongation** qui permet le déplacement du ribosome le long de l'ARNm et la production d'une protéine par fixation des acides aminés les uns aux autres.
- **La terminaison** provoquée par l'arrivée du ribosome au niveau du codon stop de l'ARNm ce qui déclenche la libération de la protéine par dissociation du ribosome.

Chaque molécule d'ARNm sert de matrice pour la synthèse de 10 à 20 polypeptides identiques puis est détruite (phénomène d'amplification).
est traduite par le ribosome, qui synthétise la protéine par ajout d'acides aminés correspondants

IV. L'importance du patrimoine génétique sur la réalisation du phénotype

Génotype : est l'ensemble des combinaisons des allèles que possède un organisme pour un ou plusieurs de ces gènes.

Phénotype : ensemble des caractéristiques qui définissent tout être vivant.

a. Du génotype au phénotype aux différentes échelles (DIFFERENTS NIVEAUX D'ANALYSE DU PHENOTYPE)

Voir TP 13

Le phénotype se définit à différentes échelles, qui ont une influence les unes sur les autres : le phénotype moléculaire, c'est-à-dire l'ensemble des protéines présentes dans une cellule, déterminé lui-même par le génotype, a une influence sur le phénotype cellulaire et sur le phénotype macroscopique

b. INFLUENCE DU GENOTYPE ET DE L'ENVIRONNEMENT

Voir TP 14

Le phénotype dépend du génotype, mais également de son expression. Ainsi, l'activité des gènes de la cellule est régulée par des facteurs internes à l'organisme, pendant le développement et pendant toute la vie. Les cellules spécialisées n'expriment donc qu'une partie des gènes, et leur contenu enzymatique est un témoin de leur fonction. L'activité des gènes est également régulée par des facteurs environnementaux

