

Chapitre 2 : L'expression de l'information génétique. « Ce que je retiens »

Toutes les cellules d'un même organisme possèdent la même information génétique. Pourtant, elles présentent des spécialisations différentes (ex : neurones, cellule de pancréas...) dues en partie à des protéines différentes.

Comment expliquer qu'une même information génétique conduise à des phénotypes moléculaires et cellulaires différents ? Comment l'information génétique est-elle exprimée

I – Les protéines, résultats de l'expression génétique.

Souris transgéniques Intégration d'un gène => une nouvelle protéine

⇒ Protéines sont bien issues de l'expression des gènes –

L'expérience de transgénèse, permet la synthèse de protéines identiques à celles de l'organisme donneur. Ceci montre que **les mécanismes de l'expression génétique sont universels.**

⇒ Pour comprendre comment 1 gène peut donner une protéine → **Quelles sont les relations entre les 2 ?**

⇒ L'expression de l'ADN aboutit à la formation de protéines. **Les protéines sont des polymères (association) d'acides aminés. Ces derniers sont enchaînés dans un ordre précis qui dépend de la séquence de nucléotides de l'ADN. La synthèse des protéines a lieu dans le cytoplasme des cellules.**

Localisation et description de l'ARNm.

⇒ La molécule **d'ARN est formée d'un seul brin**. C'est une molécule séquencée constituée de **4 nucléotides : Adénine, Cytosine, Guanine, Uracile.**

L'ARN est localisé dans le noyau et dans le cytoplasme. Lorsque l'expression d'un gène est stimulée, on constate que **l'ARN est synthétisé dans le noyau puis qu'il passe migre dans le cytoplasme en passant par les pores nucléaires** (passages dans l'enveloppe nucléaire). Les ARN permettent le transfert de l'information portée par l'ADN du noyau vers le cytoplasme.

La transcription.

⇒ La molécule d'ADN est une copie fidèle d'un des deux brins d'ADN par le processus de **transcription.**

La transcription a lieu dans le noyau de la cellule et elle est réalisée par une enzyme, l'ARN polymérase, qui associe les nucléotides complémentaires au brin d'ADN pour former la chaîne d'ARN.

La séquence d'ARN est ainsi complémentaire du brin transcrit de l'ADN et identique au brin codant, excepté que les T sont remplacés par des U.

Comment passer de la séquence de nucléotides de l'ARNm à la séquence d'acides aminés ?

Activité : Le mystère du code génétique.

⇒ **Le code génétique est le système de correspondance entre la séquence de l'ARNm et celle de la protéine : 3 nucléotides de l'ARNm, forment un codon qui code pour un acide aminé. L'information génétique portée par une molécule d'ARNm et ainsi convertie en une information fonctionnelle, la protéine.**

Le codon AUG, méthionine, marque le début de la traduction.

Les codons UAA, UGA et UAG sont des codons « stop » qui marque la fin de la traduction.

Plusieurs codons codent pour un même acide aminé, **on dit que ce code est redondant.** Il est aussi universel.

Document La traduction.

⇒ **La traduction est la synthèse des protéines, elle s'effectue dans le cytoplasme.** Elle met en jeu **des ribosomes**, ce sont des enzymes capables de lire l'ARNm et de fabriquer la protéine en associant les acides aminés correspondant face à chaque codon.

Comment produire autant de protéines à partir de si peu de gènes ?

Activité : le gène CGRP

⇒ **L'ARN produit par la transcription est un ARN pré-messager, c'est une copie complémentaire complète de l'ADN.** Or, cet ARN transcrit est différent de l'ARN messager qui est exporté vers le cytoplasme et qui sera à l'origine des protéines.

⇒ **L'ARN pré-messager subit une maturation appelée épissage alternatif.** Durant cette étape, les parties non codantes appelées introns seront éliminées. Les parties codantes, appelée exons seront associées pour former un ARN messager.

Par cette maturation, **un fragment d'ADN (un gène) peut donner plusieurs ARNm différents, et donc des protéines différentes.**

Transition : Les cellules d'un même organisme ont la même information génétique, donc normalement les mêmes protéines. Or, il existe des spécialisations des cellules, avec des protéines différentes. Cela suppose une régulation, un contrôle de l'expression de l'information génétique.

Comment l'expression de l'information génétique est-elle contrôlée ?

II – Du génotype au phénotype : le contrôle de l'information génétique.

TP – La drépanocytose

⇒ **Phénotype d'un individu se définit donc à plusieurs échelles** : échelle moléculaire (gènes et protéines), à l'échelle cellulaire (fonctionnement de la cellule) et macroscopique (organe et organisme).

⇒ **Les protéines cellulaires proviennent de l'expression des gènes. Chaque protéine va donc exprimer un caractère constituant le phénotype moléculaire de la cellule.**

Le phénotype moléculaire se répercute à d'autres échelles : cellule, mais aussi organe et organisme. En général, toute modification du phénotype à une échelle entraîne des modifications du phénotype aux échelles supérieures.

Régulation de l'expression des gènes.

1. Régulation par des facteurs internes.

1 cellule souche moelle osseuse => phénotypes cellulaires très différents : hématies – lymphocytes ... Par exemple, les hématies contiennent de l'hémoglobine alors que les lymphocytes produisent essentiellement des anticorps.

Comment une cellule souche, avec son IG, peut-elle donner des phénotypes cellulaires si différents ?

Document : Expression du génotype dans les différentes cellules de l'organisme, exemple de cellules sanguine.

⇒ Bilan du doc : Le blocage de GATA-1 entraîne une non différenciation des hématies. Le gène GATA-1 est donc indispensable à la différenciation des cellules CFU-E en hématie.

La synthèse de β -globine est proportionnelle à la synthèse d'ARNm de GATA-1, avec un décalage de 24 à 48 heures.

L'expression de GATA-1 précède donc l'expression du gène de la globine. Le gène GATA-1 n'est donc pas le gène qui produit la β -globine, mais la protéine GATA-1 se fixe spécifiquement sur une région de l'ADN proche du gène de la β -globine. On peut émettre l'hypothèse que la protéine GATA-1, en se fixant près du gène de la β Globine, active la transcription de ce dernier.

Le gène GATA-1 code pour une protéine qui active l'expression d'un autre gène (β -globine), donc il régule la transcription, cela justifie qu'on le classe comme un gène dit « de régulation »

Ainsi, les cellules spécialisées n'expriment qu'une partie de leur génome seulement. Un même génotype peut aboutir à des phénotypes cellulaires différents.

De même, pour une même cellule l'expression du génotype varie au cours de sa vie – exemple de l'hémoglobine dans les hématies :

On constate une variation au niveau des chaînes de globines entrant dans la constitution de l'hémoglobine au cours de la vie embryonnaire, la vie fœtale et la vie postnatale. Il existe dans l'espèce humaine 6 gènes différents codant pour 6 globines différentes.

L'expression du génotype est donc différente au cours de la vie de la cellule, **un type cellulaire donné peut posséder un phénotype moléculaire qui change au cours de la vie de l'organisme.**

2. Régulation par des facteurs externes.

des clones germé dans différents milieux => phénotypes différents

Exemple expériences chez Arabidopsis Thaliana.

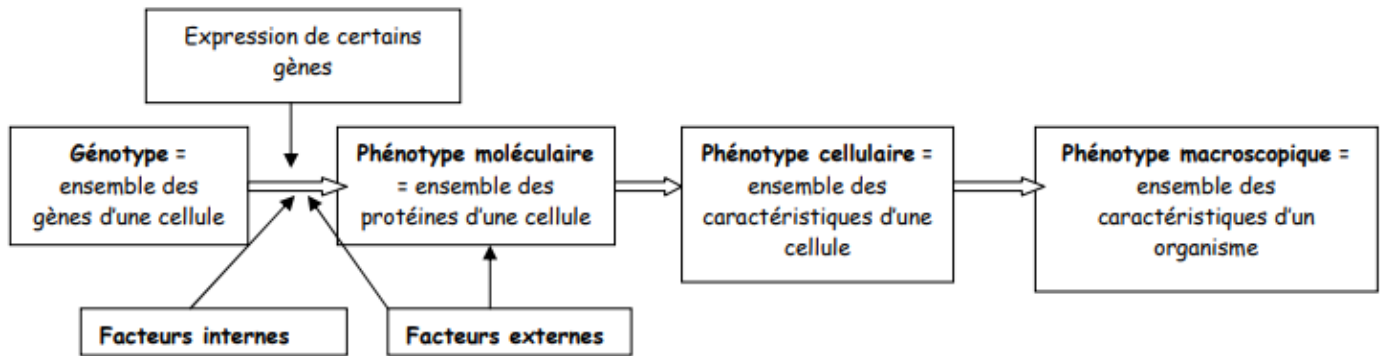
⇒ **L'expression des gènes est donc contrôlée par l'environnement extérieur, les protéines sont donc elles aussi dépendantes de ces facteurs. Comme les protéines déterminent le phénotype, on peut donc affirmer que certains phénotypes sont dépendants de facteurs environnementaux externes.**

CONCLUSION :

Certains facteurs internes ou externes à la cellule peuvent influencer l'expression des gènes. Ainsi, l'ensemble des protéines qui se trouvent dans une cellule et qui définissent son phénotype moléculaire dépend :

- De son patrimoine génétique (diversité des allèles)
- De la nature des gènes qui s'expriment sous l'effet de facteurs internes ou externes.

Le phénotype moléculaire résulte donc de l'expression régulée du génotype.



III – Les enzymes, un exemple de protéine issue de l'expression génétique.

TP enzymes, alternative écologique.

- Définition enzyme
- Mise en évidence de la spécificité des enzymes
- Mise en évidence des facteurs influençant l'activité enzymatique

Les enzymes sont des protéines qui accélèrent la vitesse des réactions. Au cours d'une réaction, **une enzyme catalyse la transformation d'un ou de plusieurs réactifs, nommés substrats, en produits.**

Au cours de la réaction, l'enzyme s'associe à son substrat, ce qui forme un complexe enzyme-substrat.

L'association entre l'enzyme et son substrat a lieu au niveau d'une zone limitée de l'enzyme : **le site actif.**

Cette association est indispensable à la transformation du substrat en produit, qui, une fois formé se détache de l'enzyme.

elle possède une spécificité de substrat et d'action. Cette spécificité est expliquée par l'existence du site actif.

Act : cellules musculaires et enzymes

Correction activité

Enzymes différentes => métabolismes différents => spécialités différentes : contraction lente ou rapide.

L'équipement enzymatique particulier des cellules leur confère donc leur spécialisation.

Pour une quantité d'enzyme donnée, la vitesse de la réaction augmente avec la concentration en substrat, jusqu'à un certain seuil (Vmax). Au-delà, l'enzyme est saturée, elle ne peut plus catalyser la transformation d'autres molécules de substrat.

Bilan : Plus les chances de rencontre entre l'enzyme et son substrat sont élevées (par une forte concentration en enzyme ou en substrat), plus la vitesse de la réaction est importante.