

## Bilan 8: L'EXPRESSION DU PATRIMOINE GENETIQUE : la synthèse des protéines

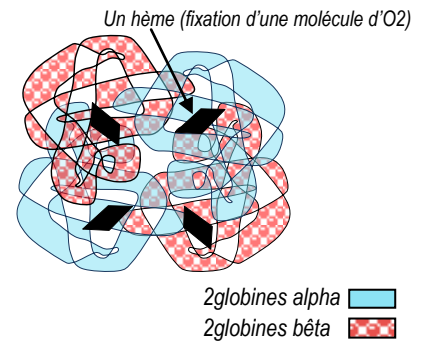
Dans les cellules, des **fonctions essentielles du métabolisme** (synthèses, transport, etc.) sont assurées par les **protéines**. Ces macromolécules peuvent être formées d'une ou de **plusieurs chaînes polypeptidiques**<sup>1</sup>, comme par exemple **l'hémoglobine** (4 chaînes polypeptidiques reliées entre elles), une protéine contenue dans les **hématies** et spécialisée dans le transport du dioxygène.

Chaque chaîne polypeptidique est une **séquence d'acides aminés**. Dans le milieu aqueux de l'organisme, toute protéine **se replie sur elle même** en adoptant une **forme**<sup>2</sup> particulière qui lui **confère sa fonction** et qui dépend des acides aminés qui la constituent.

**Remarque<sup>1</sup>** : « poly » = plusieurs, « peptides » = acides aminés. Il existe 20 acides aminés différents et plusieurs **dizaines de milliers de protéines différentes**.

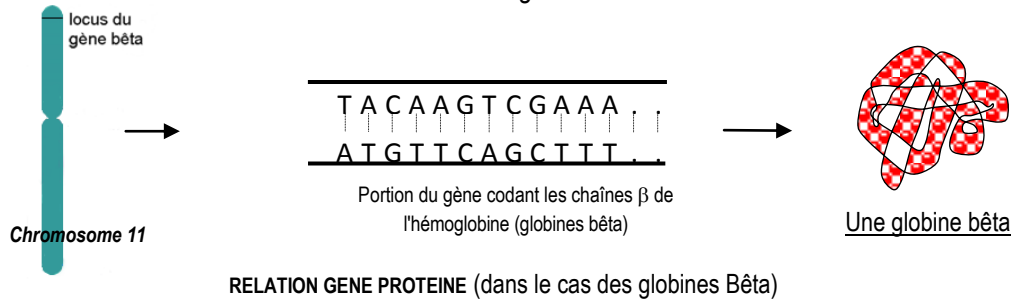
**Remarque<sup>2</sup>** : Cette forme résulte d'interactions entre les différents acides aminés et avec le milieu aqueux. **Pour plus d'informations lire Bordas p 62.**

### UNE MOLECULE D'HEMOGLOBINE



## I- LA RELATION GENE PROTEINE

On a montré qu'il existe un lien direct entre gènes et protéines. De façon générale, la **séquence de nucléotides d'un gène**, est une information qui code **l'assemblage des acides aminés d'un polypeptide**. Ainsi le gène des globines bêta détermine la séquence d'acides aminés des deux chaînes bêta de la molécule d'hémoglobine.



Il en découle que la **mutation d'une portion d'ADN codant**, peut entraîner la **modification de la séquence peptidique codée**. On a étudié à ce sujet, le cas de la mutation du gène **Xpc**, un des gènes Xp, impliqués dans la réparation de l'ADN lésé (par les UV par exemple). Les protéines codées par les différents gènes Xp, sont des **enzymes** actives dans la recherche et la réparation des lésions de l'ADN (voir Bilan 7 et TP7).

Les individus atteints de **Xéoderma pigmentosum**, possèdent, au moins pour un des gènes Xp, des allèles mutés qui codent des **protéines de réparation pas ou peu fonctionnelles**. Ces mutations délétères empêchent une réparation efficace de l'ADN lésé ce qui accroît considérablement le risque de développer un cancer de la peau en cas d'exposition au UV.

**Lorsqu'un gène s'exprime, il détermine donc la synthèse d'une séquence d'acides aminés.** L'expression de l'information génétique se fait en deux étapes essentielles, la **transcription** dans le noyau et la **traduction**, dans le cytoplasme.

## II-LA TRANSCRIPTION DE L'ADN EN ARN DANS LE NOYAU

La **synthèse des protéines** a lieu dans le **cytoplasme** alors que les gènes qui codent ces protéines sont localisés **dans le noyau** (chez les eucaryotes= cellules dont l'ADN est enfermé dans un noyau). Un **intermédiaire** entre l'ADN et les protéines est donc dispensable. C'est une molécule chimiquement proche de l'ADN appelée **ARN**, qui est **synthétisée dans le noyau** puis, après quelques modifications, **exportée dans le cytoplasme** pour y être **traduite en polypeptide** (séquence d'acides aminés).

Cette synthèse est catalysée par une enzyme, **l'ARN polymérase**:

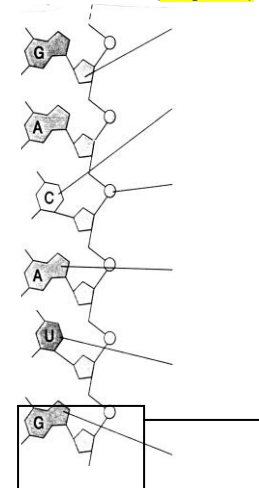
-Elle désenroule et écarte les brins complémentaires de la molécule d'ADN **au niveau du gène exprimé**,

-Un des brins, appelé **brin transcrit** sert de **matrice** pour la synthèse de la molécule d'ARN. Des **nucléotides libres, précurseurs** de l'ARN sont assemblés entre eux, par **complémentarité** avec les nucléotides du brin transcrit de l'ADN.

De ce fait, l'ARN synthétisé est **identique au brin non transcrit** (à l'uracile près qui remplace la thymine) c'est donc une véritable **copie de l'information contenue dans le gène**.

**Plusieurs** ARN polymérases se succèdent sur le **même gène**, ce qui permet la synthèse d'un grand nombre de molécules d'ARN (**Voir doc.4 p 55**). Cet ARN est qualifié **d'ARN messenger** (en réalité **pré-messenger** voir TP9), il est de la même longueur que le gène.

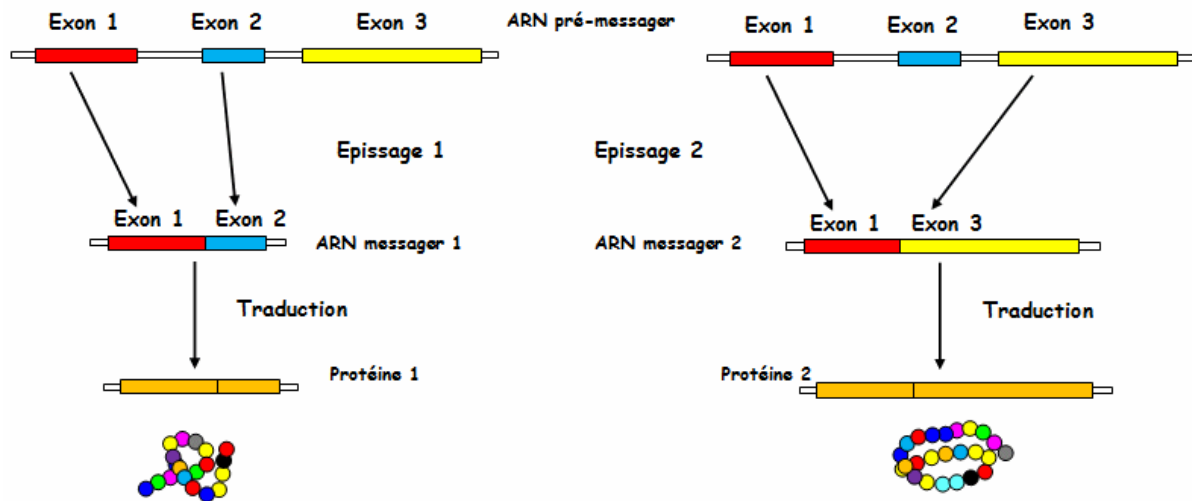
### STRUCTURE DE LA MOLECULE D'ARN (à légénder)



Des expériences (*exercice 10 p 70 Bordas*) montrent que l'**ARN messager** (ARN exporté pour la traduction) est toujours **plus court** que le gène qui a été transcrit. En effet, après la traduction, les ARN pré-messagers subissent une **maturation** : certains fragments du gène, les **introns**, sont **éliminés**, les autres, les **exons**, sont **raccordés** pour former l'**ARN messager**. On parle d'**épissage**.

Très souvent, l'ARN pré-messager d'un gène, peut subir des maturations différentes, ou **épissage alternatif**. En effet, un plus ou moins grand nombre d'exons peut être conservé (schéma).

Ce mécanisme, conduit à des ARNm différents donnant naissance à des protéines différentes. Il accroît la diversité des protéines produites par un organisme, à partir d'un nombre réduit de gènes.



#### L'ÉPISSAGE ALTERNATIF :

D'après le dossier « Les mécanismes de l'évolution » [http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/evolution/evol/traits\\_2.html](http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/evolution/evol/traits_2.html)

Les **ARN messagers**, quittent le noyau après leur maturation, par les **poros nucléaires** pour gagner le cytoplasme, ils ont une **durée de vie limitée**, variant de quelques minutes à quelques heures, le temps de la traduction.

### III- LA TRADUCTION DE L'ARN MESSAGER EN POLYPEPTIDE DANS LE CYTOPLASME

Dans le cytoplasme, lorsque la **séquence de nucléotides de l'ARNm** est traduite en **séquence d'acides aminés**, un **polypeptide est synthétisé**. Cette synthèse est réalisée au niveau des **ribosomes**.

*L'ARN est une séquence nucléotidique, la protéine une séquence peptidique, quelle est la correspondance entre les deux ?*

#### 1-Le code génétique :

Il assure la correspondance **entre l'ARN messager et la protéine** :

-Un **triplet** de nucléotides **sur la molécule d'ARNm** est un **codon**. Il spécifie un des **20 acides aminés** existants ou un **signal de fin de traduction (=codon stop)**.

-Ce code génétique est dit **redondant** car plusieurs codons, désignent le même acide aminé (il existe  $4^3$  possibilités pour associer trois par trois, 4 nucléotides différents –AUGC–). Il existe donc **64 codons différents** pour coder les **20 acides aminés** spécifiés)

-La traduction de l'ARN messager **début** au **codon initiateur AUG** (qui correspond à l'acide aminé **méthionine**) et **s'arrête** au **codon stop -UGA, UAG, UAA-**

#### 2-Les étapes de la traduction :

**a-Initiation de la traduction** : un **ribosome** se fixe au début d'un ARNm et commence à traduire la séquence à partir du codon initiateur.

**b-Elongation de la protéine** : le ribosome **se déplace de codon en codon** et **assemble les acides aminés** dans l'ordre imposé par la séquence des nucléotides de l'ARNm. Le polypeptide s'allonge.

**c- Terminaison de la traduction** : un codon stop sur l'ARNm, détermine la **fin de l'élongation** du **nouveau polypeptide**<sup>3</sup>.

On a vu que plusieurs ARNm sont produits à partir du même gène, de plus chacun est traduit par plusieurs ribosomes qui se succèdent sur le même ARNm. Cela permet de produire rapidement les grandes quantités de protéines, indispensables au métabolisme cellulaire. (La longévité des protéines va de quelques minutes à quelques semaines, leur dégradation permanente est assurée par des enzymes).

*Remarque*<sup>3</sup> : La **méthionine** correspondant au **codon initiateur** est ensuite **éliminée** de la **protéine qui se replie alors dans l'espace pour acquérir sa structure spatiale spécifique**.

**Réaliser un schéma bilan sur une page entière : Un seul schéma représentant l'ensemble de la cellule (utilisation possible du 1<sup>er</sup> schéma p 65 –du gène à la protéine, plusieurs étapes- en améliorant sa précision à l'aide des mots clés du bilan-)**