



Tutorat 2024-2025



**FORMATION EN SOINS INFIRMIERS
PREFMS CHU DE TOULOUSE
Rédaction 2023-2024**

Semestre 1

**UEC 3
Biologie fondamentale**

Biologie moléculaire : Structure et fonction des acides nucléiques (ADN, ARN)

Ce cours vous est proposé bénévolement par le Tutorat Les Nuits Blanches qui en est sa propriété. Il n'a bénéficié d'aucune relecture par l'équipe pédagogique de la Licence Sciences pour la Santé et de l'IFSI. Il est ainsi un outil supplémentaire, qui ne subsiste pas aux contenus diffusés par la faculté et l'institut en soins infirmiers.

Introduction : Du gène à la protéine

La biologie moléculaire explore les processus fondamentaux reliant l'ADN aux protéines. La chaîne d'événements commence par la réplication de l'ADN, suivie par la transcription de l'ADN en ARN messager (ARNm), puis la traduction de cet ARNm en protéines fonctionnelles grâce à l'ARN de transfert (ARNt) et l'ARN ribosomique (ARNr).

Les étapes fondamentales sont les suivantes :

- **ADN → Transcription → ARNm → Traduction** (avec ARNt et ARNr) → **Protéine → Fonction biologique**

Vocabulaire clé

- **ARNr** : Acide ribonucléique ribosomique.
- **ARNt** : Acide ribonucléique de transfert.

Le code génétique

Le code génétique établit la relation entre la séquence du gène et la protéine correspondante. Il est universel et basé sur quatre bases azotées : A (adénine), T (thymine), C (cytosine), et G (guanine). Chaque groupe de trois bases forme un **codon** qui code un acide aminé spécifique. Le code génétique est à la fois :

- **Non chevauchant** : Une base ne peut pas faire partie de plusieurs codons.
- **Dégénéré** : Plusieurs triplets peuvent coder pour le même acide aminé.
- **Codons spécifiques** : UAG, UGA et UAA sont des codons stop, et le codon AUG, qui code la méthionine, est le codon initiateur.

I. Constituants des acides nucléiques : Bases azotées, nucléosides et nucléotides

Les acides nucléiques sont constitués de cinq éléments essentiels : carbone (C), hydrogène (H), oxygène (O), azote (N) et phosphore (P). La structure de base des acides nucléiques comprend un squelette sucre-phosphate, et quatre types de bases azotées.

- **Types de bases** :
 - **Bases puriques** : Adénine (A) et Guanine (G).
 - **Bases pyrimidiques** : Cytosine (C), Thymine (T), et Uracile (U) dans l'ARN.

Dans l'ARN, le sucre est un ribose, tandis que dans l'ADN, il s'agit d'un désoxyribose. Lorsque le nucléoside (base + sucre) est associé à un groupement phosphate, il forme un **nucléotide**.

Structure des nucléosides et nucléotides

- **ARN** : Ribose + Base = **Ribonucléoside** (ex : Uridine).
- **ADN** : Désoxyribose + Base = **Désoxynucléoside** (ex : dGuanosine).

Les nucléosides peuvent être associés à un ou plusieurs groupements phosphates pour former des nucléotides comme l'AMP (adénosine monophosphate), l'ADP (adénosine diphosphate) et l'ATP (adénosine triphosphate).

Rôle de l'ATP

L'**ATP** (adénosine triphosphate) est un nucléoside polyphosphate qui joue un rôle central en tant que donneur d'énergie universel dans les cellules.

II. ADN : Structure, réplication, réparation et variations

Structure de l'ADN

L'ADN est formé de deux brins orientés en double hélice, connectés par des liaisons hydrogène entre les bases azotées : A s'apparie avec T (2 liaisons hydrogène), et C avec G (3 liaisons hydrogène). La structure est maintenue par des **liaisons phosphodiester**s entre les nucléosides. La double hélice est enroulée en hélice droite dans les cellules humaines, avec un grand et un petit sillon.

Réplication de l'ADN

La réplication de l'ADN est **semi-conservative** : chaque brin sert de matrice pour synthétiser un nouveau brin. L'enzyme ADN hélicase ouvre la double hélice, et les protéines SSB empêchent la réformation de celle-ci. La synthèse se fait toujours dans le sens 5' vers 3'.

La réplication est plus complexe sur le brin retardé, où la synthèse est discontinue, formant des fragments d'Okazaki.

Réparation et mutations

L'ADN peut subir des mutations, soit de manière exogène (par exemple à cause des rayons UV), soit endogène (radicaux libres, erreurs de réplication). Les mutations peuvent être silencieuses ou altérer la fonction d'une protéine.

III. ARN : Structure et transcription

Types d'ARN

- **ARNm** : Porte l'information génétique pour la synthèse des protéines.
- **ARNt et ARNr** : Participent à la traduction des protéines.
- **Autres ARN** : ARN interférents, etc.

Structure de l'ARN

Contrairement à l'ADN, l'ARN est généralement monocaténaire (simple brin), avec l'uracile (U) remplaçant la thymine (T). Il possède une séquence codante entourée de régions non codantes en 5' (coiffe) et en 3' (queue poly-A).

Transcription de l'ADN en ARN

La transcription ne copie qu'une portion de l'ADN en ARN messager, et se fait par l'enzyme ARN polymérase. L'ARNm précurseur subit ensuite des modifications, incluant l'ajout d'une coiffe en 5', d'une queue poly-A en 3', et l'élimination des introns par épissage.

IV. Traduction des ARNm et biosynthèse des protéines

Synthèse des protéines

La traduction est le processus par lequel les ribosomes synthétisent des protéines en lisant la séquence codante de l'ARNm. Les ribosomes sont constitués de deux sous-unités : une petite, pour le site de lecture, et une grande, pour le site catalytique.

Fonctionnement du ribosome

Les ARNt jouent un rôle clé en transportant les acides aminés et en les associant aux codons complémentaires de l'ARNm grâce à leurs anticodons. La traduction se déroule dans le sens 5' vers 3'. Une fois la traduction terminée, la protéine subit des modifications post-traductionnelles pour devenir pleinement fonctionnelle.

Fiche résumé :

Du gène à la protéine

La biologie moléculaire traite des processus fondamentaux qui relient l'ADN à la formation des protéines. Ce processus suit un flux d'information linéaire :

1. **Réplication de l'ADN** : copie fidèle du matériel génétique.
2. **Transcription** : conversion de l'ADN en ARN messager (ARNm).
3. **Traduction** : l'ARNm est traduit en une séquence d'acides aminés pour former une protéine fonctionnelle.

Le code génétique

Le code génétique est universel et décrit la correspondance entre la séquence d'ADN et les protéines :

- Les protéines sont constituées d'acides aminés, codés par des triplets de bases (codons) sur l'ARNm.
- Il existe 64 codons possibles, dont 3 codons stop (UAG, UGA, UAA) qui signalent la fin de la traduction et un codon initiateur (AUG) qui code la méthionine.
- Ce code est **non chevauchant** et **dégénéré** (plusieurs codons peuvent coder un même acide aminé).

Structure des acides nucléiques

Les acides nucléiques (ADN et ARN) sont constitués d'une alternance de **sucre-phosphate** et de bases azotées (A, T, C, G pour l'ADN ; A, U, C, G pour l'ARN).

- L'ADN est une **double hélice** avec des liaisons hydrogène reliant les bases : **A** s'apparie avec **T** (2 liaisons), **C**s'apparie avec **G** (3 liaisons).
- L'ARN est généralement **simple brin**, avec l'uracile remplaçant la thymine.

Réplication de l'ADN

La réplication est **semi-conservative** : chaque brin parental sert de modèle pour la synthèse d'un nouveau brin. L'enzyme **ADN hélicase** sépare les brins, et la **primase** permet la synthèse continue sur le brin direct. Le brin retardé est synthétisé par fragments d'Okazaki, qui sont ensuite reliés.

Réparation de l'ADN

Les mutations peuvent survenir par exposition aux rayons UV ou par des erreurs endogènes. Les systèmes de réparation détectent et corrigent les erreurs avant qu'elles n'affectent la fonction des protéines.

Transcription de l'ARNm

La transcription convertit une portion d'ADN en ARN messenger. L'enzyme **ARN polymérase** transcrit l'ADN en ARN. Chez les eucaryotes, l'ARNm subit une maturation avec l'ajout d'une coiffe en 5', d'une queue poly-A en 3' et l'élimination des introns par épissage.

Traduction des ARNm en protéines

Le **ribosome**, composé de deux sous-unités, lit l'ARNm et associe les acides aminés grâce à l'ARN de transfert (ARNt). La synthèse de la protéine se fait dans le sens 5' → 3', et se termine par la libération de la chaîne polypeptidique après reconnaissance du codon stop.