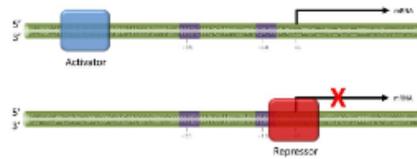


# Chapitre4 : Régulation de l'expression des gènes



Dr.SAADI WIAM

# Table des matières



<b>Objectifs</b>	3
<b>I - Teste d'entrée</b>	4
<b>II - Généralités</b>	5
1. L'expression d'un gène .....	5
2. La régulation génétique .....	5
3. Exercice : La régulation de l'expression des gène .....	5
<b>III - Régulation de l'expression des gènes chez les procaryotes</b>	6
1. Principes de la régulation génique .....	6
2. Exercice : La découverte de la régulation des gènes .....	6
3. Rappel: organisation des gènes bactériens .....	6
4. Les différents niveaux de régulation génétique chez les bactéries .....	7
5. Exercice : Niveaux de régulation génétique .....	8
6. Opéron inductible et opéron répressible .....	8
6.1. Régulation de l'opéron lactose chez <i>E. coli</i> .....	8
6.2. Régulation de l'opéron Tryptophane chez <i>E. coli</i> .....	10
7. Exercice .....	12
8. Exercice : L'opéron tryptophane .....	12
<b>IV - Test de sortie</b>	13

# Objectifs

A l'issu de ce cours, vous serez capable de :

- Citer les différents niveaux de régulation.
- Décrire les mécanismes de régulation de l'expression des gènes chez les procaryotes.
- Montrer l'intérêt de la régulation de l'expression des gènes.
- Différencier entre opérons inductibles et répressibles.



# Généralités



L'expression d'un gène	5
La régulation génétique	5
Exercice : La régulation de l'expression des gène	5

## 1. L'expression d'un gène

### Définition

Elle désigne le processus biochimique par lequel l'information héréditaire stockée dans un gène est lue pour aboutir à la fabrication de molécules qui auront un rôle actif dans le fonctionnement cellulaire, comme les protéines ou les ARN .

## 2. La régulation génétique

### Définition

Un moyen pour la cellule de développer des mécanismes qui lui permettent d'activer les gènes qui codent pour des protéines nécessaires et de les réprimer au moment où ils deviennent inutiles.

La régulation de l'expression des gènes passe avant tout par la régulation de la transcription et de l'expression des ARNm , qui aboutit à réguler la production et la nature des protéines.

Elle est assurée de plusieurs façons :

-*Régulation quantitative* :

- Modulation du niveau de transcription d'un gène
- Régulation de l'accumulation des ARNm

-*Régulation qualitative* :

- Structure des ARNm

## 3. Exercice : La régulation de l'expression des gène

La régulation de l'expression des gènes est un moyen pour la cellule de répondre aux conditions changeantes de l'environnement

- Vrai
- Faux





- Les gènes bactériens sont arrangés sous forme d'opérons, qui sont régulés de façon coordonnée.
- Un opéron est composé d'un ensemble de gènes sous le contrôle d'un système régulateur unique.
- Les gènes sont transcrits à partir d'une région régulatrice commune, sous la forme d'un ARNm polycistronique qui sera traduit en protéines différentes.
- Cet opéron est contrôlé par une protéine de régulation : Répresseur ou activateur

#### 4. Les différents niveaux de régulation génétique chez les bactéries

1. *Le contrôle transcriptionnel*: accélérer ou ralentir la transcription d'un ARNm .
2. *Le contrôle post-transcriptionnel*: L'ARNm peut être décomposé avant la traduction.
3. *Le contrôle post-traductionnel*: la protéine peut être décomposée ou modifiée chimiquement pour contrôler la vitesse à laquelle elle devient active.

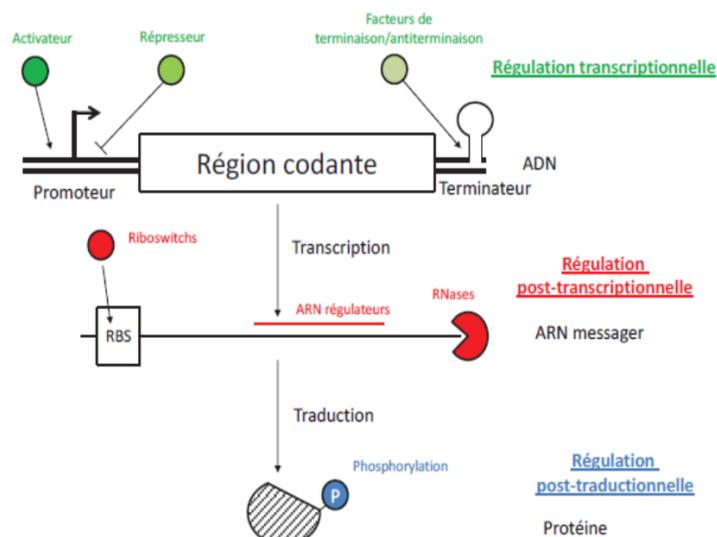


Figure 9



1. Les gènes de structure
2. Un ou plusieurs gènes régulateurs codants des protéines régulatrices : répresseurs ou activateurs.
3. Des éléments de contrôle présents dans la séquence d'ADN : promoteur, opérateur et terminateur.

#### Définition : Opérateur

Une région de l'ADN sur laquelle se fixe un répresseur pour contrôler l'expression d'un gène ou d'un groupe de gènes.

#### Définition : Promoteur

Une région d'ADN en amont du site d'initiation de la transcription sur laquelle l'ARN polymérase peut se lier.

#### Définition : Termineur

Une région d'ADN qui marque la fin de la transcription

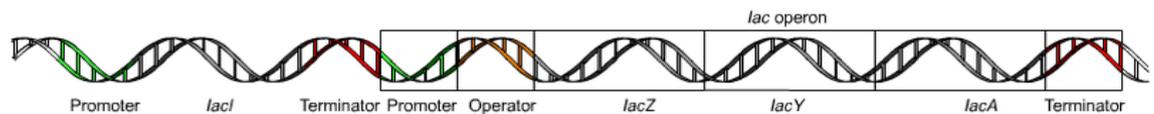


Figure 10 : Structure de l'opéron lac

Le gène *lacZ* code l'enzyme  $\beta$ -galactosidase, qui hydrolyse le lactose (en galactose et glucose)

Le gène *lacY* code la galactosidase perméase, une protéine de transport pour le lactose.

Le gène *lacA* code la thiogalactoside acétyltransférase.

Le gène *lacI* (gène adjacent n'appartenant pas à l'opéron) code un répresseur qui bloque la transcription de l'opéron lactose.

### 6.1.2. En présence de lactose et absence de glucose

En absence du glucose et la présence du lactose, l'allolactose ( $\beta$ -D-galactopyranosyl-(1-6)- $\beta$ -glucopyranose), une molécule inductrice synthétisée à partir du lactose ( $\beta$ , 1-4) par une réaction de transglycosylation se fixe sur le répresseur et l'inactive de sorte qu'il ne puisse plus se fixer à la séquence de l'opérateur et permettant donc à l'ARN polymérase de progresser et d'entamer la transcription et par la suite la production des enzymes chargées de métabolisme du lactose.

Donc: Le lactose agit comme inducteur des enzymes chargées de son métabolisme

### 6.1.3. En présence de glucose et de lactose

Un système supplémentaire de contrôle s'ajoute au système répresseur-opérateur. Ce système existe car les cellules possèdent des enzymes spécifiques qui favorisent l'absorption du glucose et son

métabolisme. Si le lactose et le glucose sont présents simultanément, la synthèse de la  $\beta$ -galactosidase n'est pas induite tant que le glucose n'a pas été épuisé. Ainsi, la cellule économise sa machinerie métabolique.

La présence du glucose va entraîner la diminution de concentration de l'AMPc donc pas de fixation de l'AMPc à la protéine CAP et par voie de conséquence pas de fixation de l'ARN polymérase donc pas d'expression de l'opéron lactose.

Après l'épuisement du glucose, la bactérie se trouve privée d'une source d'énergie, elle accumule l'AMPc qui va se lier à la protéine CAP formant le complexe CAP-AMPc qui va se fixer sur le promoteur permettant ainsi la transcription de l'ARN polymérase et la production des enzymes chargées.

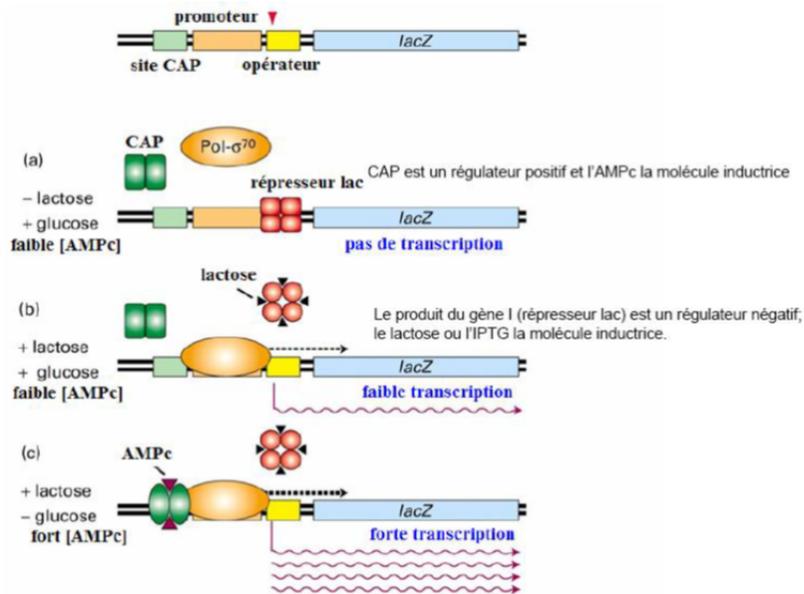


Figure 11

## 6.2. Régulation de l'opéron Tryptophane chez E. coli

Le tryptophane est un acide aminé qui est :

1. Produit à partir de l'acide chorismique.
2. Nécessaire à la synthèse des protéines.
3. Peu fréquent dans les protéines.
4. Régulation à différents niveaux: Activation/répression de la transcription. Atténuation de la transcription.

### 6.2.1. Organisation de l'opéron Trp d'E. coli

L'opéron tryptophane est constitué des éléments suivants :

1. Cinq gènes de structure : *trpA*, *trpB*, *trpC*, *trpD*, *trpE* qui sont des gènes qui permettent de transformer le chorismate en tryptophane.

2. Un gène régulateur *trpR* codant pour un apo-répresseur.
3. Des éléments de contrôle : représentés par le promoteur et le l'opérateur.

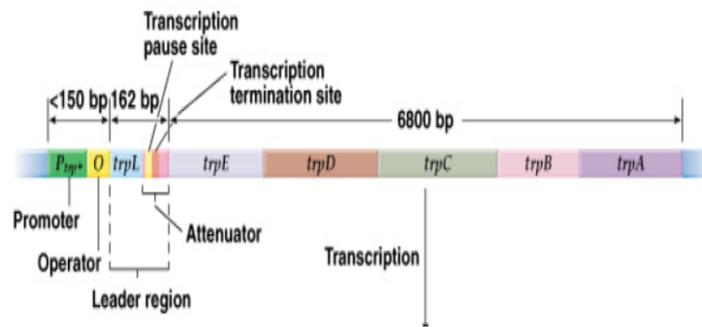


Figure 12

### 6.2.2. En absence de tryptophane

La synthèse de l'ARNm de l'opéron est contrôlée par un répresseur qui bloque la transcription lorsqu'il est lié par le tryptophane (co-répresseur). En absence de tryptophane l'ARN polymérase se fixe sur le promoteur permettant la transcription des gènes de structure ainsi leur traduction aboutissant à la production de tryptophane.

### 6.2.3. En présence de tryptophane

Le tryptophane se lie au répresseur modifiant ainsi sa conformation ce qui lui permet de se fixer sur l'opérateur et d'empêcher la fixation de l'ARN polymérase et donc la transcription

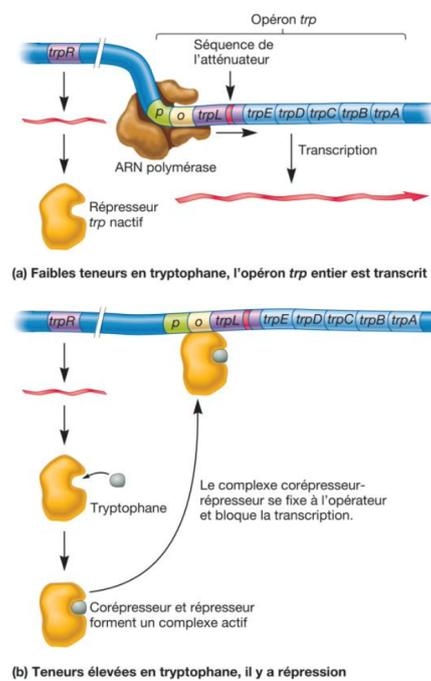


Figure 13

## 7. Exercice

A propos de la régulation de l'opéron lactose, quelles proportions sont vraies?

- En présence simultanée de glucose et de galactose l'opéron est inactif
- Pour que l'opéron soit activé il faut que le répresseur soit lié à l'opérateur
- Pour que l'opéron soit activé il faut que la protéine CAP soit liée à l'AMPc

## 8. Exercice : L'opéron tryptophane

L'opéron tryptophane est inductible

- Vrai
- Faux

# Test de sortie

IV

## Objectifs

Vérifier si l'apprenant a bien acquis les compétences visées par le cours.

Exercice : Histoire de la biologie moléculaire

---

Qui a déterminé la structure à double hélice de l'ADN ?

Exercice : La biologie moléculaire

---

La biologie moléculaire est une discipline consacrée à l'étude des protéines.

- Faux
- Vrai

Exercice : Origine de réplication

---

L'origine de réplication (aussi appelée « ori ») est une séquence unique d'ADN permettant  
de la réplication.

