

1 Sujet 1

1.1 Exercice 1 : Mutation dans le promoteur du gène régulateur

Des chercheurs ont découvert une mutation dans la région du promoteur du gène *araC* (régulateur de l'opéron arabinose) qui augmente son activité transcriptionnelle. Ces mutants sont appelés *araCQ* et produisent une quantité accrue de la protéine AraC.

1. Expliquez pourquoi une transcription accrue du gène *araC* peut rendre plus difficile l'induction de l'opéron arabinose.
2. En supposant que ces mutants soient cultivés en présence d'arabinose, décrivez l'effet potentiel sur la croissance bactérienne et justifiez.

Solution :

1. Une production accrue de la protéine AraC signifie une augmentation du complexe AraC en conformation répressive. Cela diminue la disponibilité d'AraC sous forme activatrice, réduisant l'induction de l'opéron.
2. La difficulté d'induire l'opéron entraîne une synthèse réduite des enzymes nécessaires pour métaboliser l'arabinose, ralentissant la croissance bactérienne.

1.2 Exercice 2 : Régulation par atténuation

L'opéron *trp* chez *E. coli* est régulé par un mécanisme d'atténuation qui dépend des niveaux de tryptophane.

1. Proposez un scénario où une mutation dans la région de l'atténuateur empêche la formation de la boucle de terminaison.
2. Précisez l'impact de cette mutation sur la transcription de l'opéron *trp* dans des milieux riches et pauvres en tryptophane.

Solution :

1. Une mutation empêchant la formation de la boucle de terminaison entraînera une transcription constitutive de l'opéron, indépendamment des niveaux de tryptophane.
2.
 - Milieu riche : Les enzymes de biosynthèse du tryptophane seront produites inutilement, gaspillant des ressources.
 - Milieu pauvre : L'opéron sera pleinement transcrit, ce qui est avantageux.

1.3 Exercice 3 : Régulation par les protéines de liaison à l'ADN

Une mutation dans la région codante de la protéine CRP (Catabolite Repressor Protein) modifie son domaine de liaison à l'AMPc, empêchant la formation du complexe CRP-AMPc.

1. Expliquez les conséquences de cette mutation sur la régulation de l'opéron lac.

2. Comment cela affecterait-il la croissance bactérienne en présence de lactose comme seule source de carbone ?

Solution :

1. Sans le complexe CRP-AMPc, la transcription de l'opéron lac sera réduite, même en l'absence de glucose, car CRP est un activateur nécessaire.
2. La bactérie ne pourra pas utiliser efficacement le lactose comme source d'énergie, ce qui ralentira sa croissance.

1.4 Exercice 4 : Régulation par QS

Une souche bactérienne produit une quantité réduite d'auto-inducteur (AI) en raison d'une mutation dans le gène codant pour une enzyme clé dans la synthèse de l'AI.

1. Expliquez l'impact de cette mutation sur l'activation des gènes dépendants du QS dans une culture dense.
2. Proposez une expérience pour tester si la réduction d'AI peut être compensée en ajoutant un AI exogène.

Solution :

1. La réduction d'AI entraîne une activation réduite ou retardée des gènes dépendants du quorum sensing (QS), impactant des processus comme la bioluminescence ou la formation de biofilm.
2. Cultivez la souche mutante avec un AI exogène ajouté à différentes concentrations. Mesurez l'expression des gènes dépendants par RT-qPCR ou bioluminescence.

1.5 Exercice 5 : Régulation post-transcriptionnelle

Une mutation dans le gène *rpoS*, codant pour le facteur sigma de la phase stationnaire, entraîne une dégradation rapide de son ARNm.

1. Expliquez comment cette mutation affecte la survie bactérienne en conditions de stress.
2. Proposez une hypothèse pour un mécanisme compensatoire permettant à la bactérie de survivre malgré cette mutation.

Solution :

1. Une dégradation rapide de l'ARNm de *rpoS* réduit les niveaux de facteur sigma, entraînant une incapacité à induire les gènes de réponse au stress, ce qui diminue la survie.
2. La bactérie pourrait compenser via des mutations activant d'autres régulateurs de stress ou des voies métaboliques alternatives.

2 Sujet 2

2.1 Exercice 1 : Atténuation dans l'opéron *trp*

Dans l'opéron *trp*, le leader peptide contient plusieurs codons pour le tryptophane. Décrivez comment une faible disponibilité en tryptophane influence la structure secondaire de l'ARNm leader et son impact sur la transcription de l'opéron.

Solution :

- Une faible disponibilité en tryptophane ralentit la traduction du leader peptide, car le ribosome pausera sur les codons de tryptophane.
- Cette pause permet à la région 2 de l'ARNm leader de s'apparier à la région 3, formant une boucle anti-terminatrice.
- La boucle anti-terminatrice empêche la formation de la boucle terminatrice entre les régions 3 et 4. Ainsi, la transcription se poursuit, permettant l'expression des gènes nécessaires à la biosynthèse du tryptophane.

2.2 Exercice 2 : Régulation par la protéine CAP dans l'opéron *lac*

Expliquez comment la disponibilité de glucose influence l'activité de la protéine CAP et la transcription de l'opéron *lac*.

Solution :

- En présence de glucose, le niveau d'AMPc est faible, ce qui réduit la formation du complexe CAP-AMPc.
- CAP ne peut pas se lier au promoteur de l'opéron *lac*, ce qui limite la transcription, même si le lactose est présent.
- En l'absence de glucose, l'AMPc augmente, formant un complexe avec CAP. Ce complexe se lie au promoteur, facilitant le recrutement de l'ARN polymérase et activant la transcription de l'opéron *lac*.

2.3 Exercice 3 : Mutation dans le répresseur de l'opéron *trp*

Un étudiant a isolé une souche bactérienne avec une mutation dans le gène du répresseur de l'opéron *trp*, rendant ce dernier incapable de se lier au tryptophane. Que se passe-t-il avec l'expression de l'opéron *trp* dans cette souche ? Expliquez.

Solution :

- Si le répresseur ne peut pas se lier au tryptophane, il reste inactif et ne peut pas se fixer à l'opérateur.
- L'opéron *trp* sera exprimé en continu, indépendamment de la disponibilité du tryptophane.
- Cela mène à une perte de régulation négative, causant une expression constitutive des enzymes impliquées dans la biosynthèse du tryptophane, même en conditions d'excès.