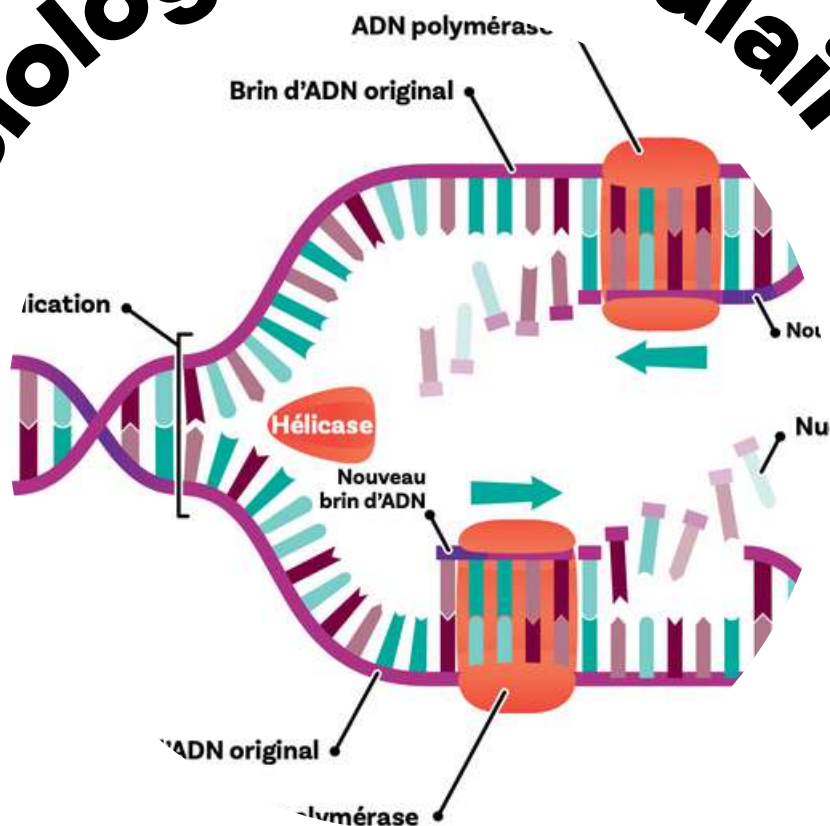


Biologie Moléculaire



SCIENCES DE LA VIE



Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



Etudier



Visiter Biologie Maroc pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



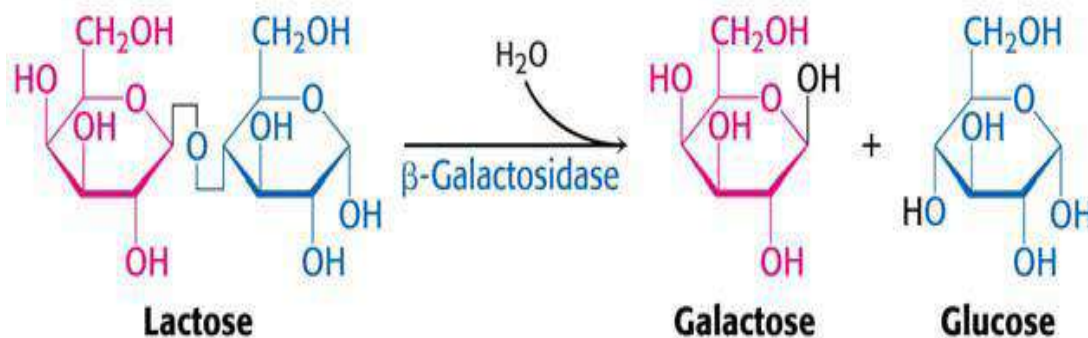
Emploi



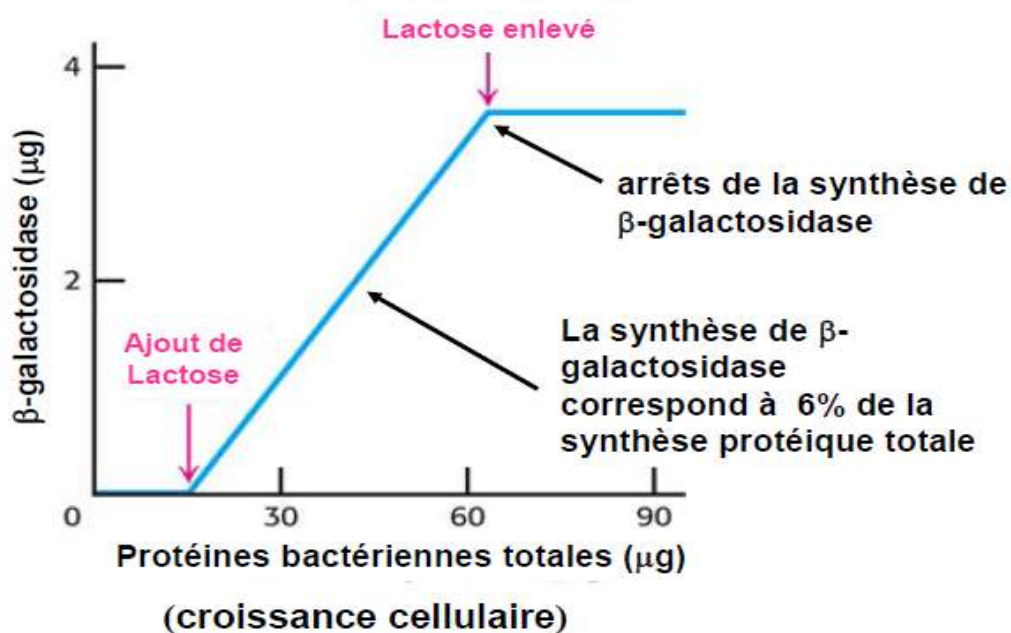
- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

Régulation de l'activité génétique Cas de l'opéron lactose chez *Escherichia coli*

L'opéron lactose est un exemple classique de la régulation dynamique de l'expression de gènes. Il a été montré que la bactérie *E. coli* utilise le glucose s'il est disponible, mais peut métaboliser d'autres sucres comme le lactose si le glucose est absent. Les enzymes exigées, comme la ***β-galactosidase***, pour métaboliser le lactose sont seulement synthétisées si le glucose est épuisé et le lactose est disponible.



L'addition de lactose au milieu de culture d'*E. coli* mène à une grande augmentation de la synthèse de β -galactosidase (6% de la synthèse protéique totale). L'enlèvement du lactose provoque un arrêt immédiat de la synthèse de β -galactosidase (voir figure).



C'est quoi un Opéron?

Un opéron est un groupe de gènes qui participent de façon très ordonnée à la réalisation d'une fonction. L'opéron bactérien peut contenir un ou plusieurs gènes et une protéine régulatrice qui peut agir sur plusieurs opérons. Ainsi, un seul gène régulateur contrôle la synthèse des enzymes de trois opérons distincts impliqués dans la synthèse de l'arginine.

2

Les gènes de l'opéron lactose

Le métabolisme du lactose chez les bactéries nécessite trois enzymes : la β -galactosidase qui coupe le lactose en deux sucres simples constituants, le glucose et le galactose ; la β -galactoside perméase, protéine de transport qui est responsable de l'entrée et de la concentration du lactose dans la cellule, et la thiogalactoside acétyltransférase qui est soumise au contrôle coordonné des deux premières enzymes. Ces enzymes sont codées par les trois gènes suivants:

Gène lac Z : qui code pour la β -galactosidase

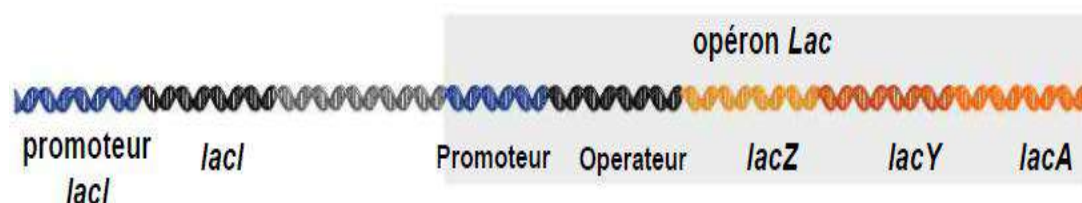
Gène lac Y : qui code pour la perméase à β -galactoside

Gène lac A : qui code pour la thiogalactoside acétyltransférase

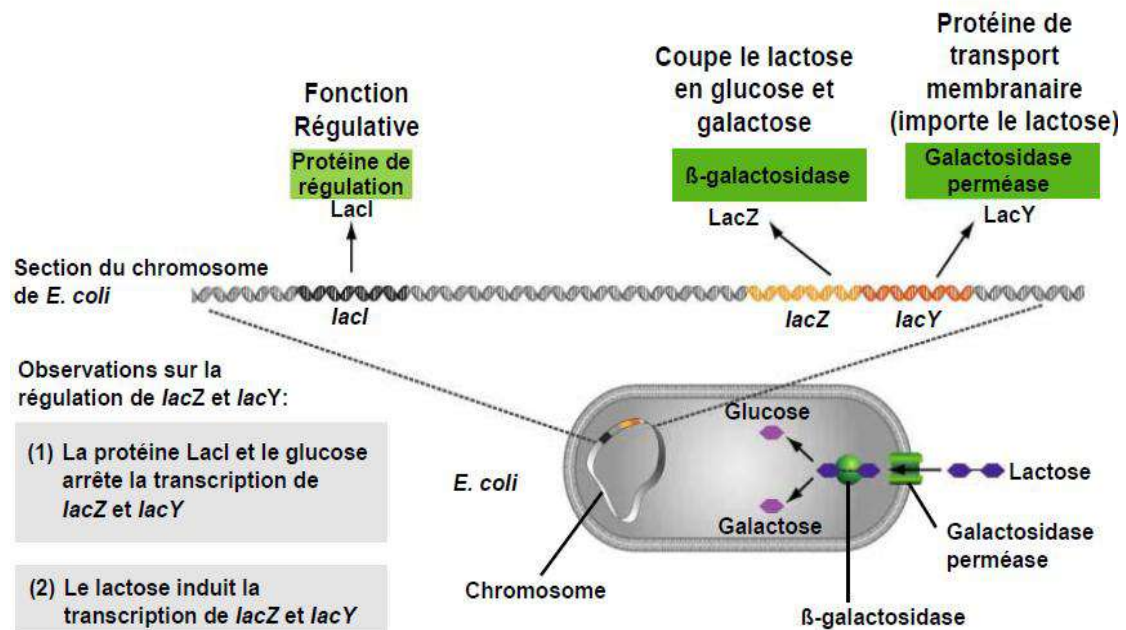
Ces trois gènes, dits gènes de structure, sont transcrits sur le même ARNm (ARNm polycistronique)

Le fonctionnement de ces trois gènes est soumis au contrôle d'un gène de régulation (**lac I**), du Promoteur (**P**) et de l'Opérateur (**Op**).

Le promoteur (P), situé près de gènes Z, Y et A est un site où se fixe l'ARN polymérase et d'où elle part pour transcrire les gènes Z, Y et A.



Le gène régulateur (*lacI*) produit une protéine allostérique qui agit comme répresseur, elle se fixe sur le site désigné *opérateur* Op, situé entre le *promoteur* et le gène Z, bloquant ainsi le passage de l'ARN polymérase et donc réprimant la transcription.



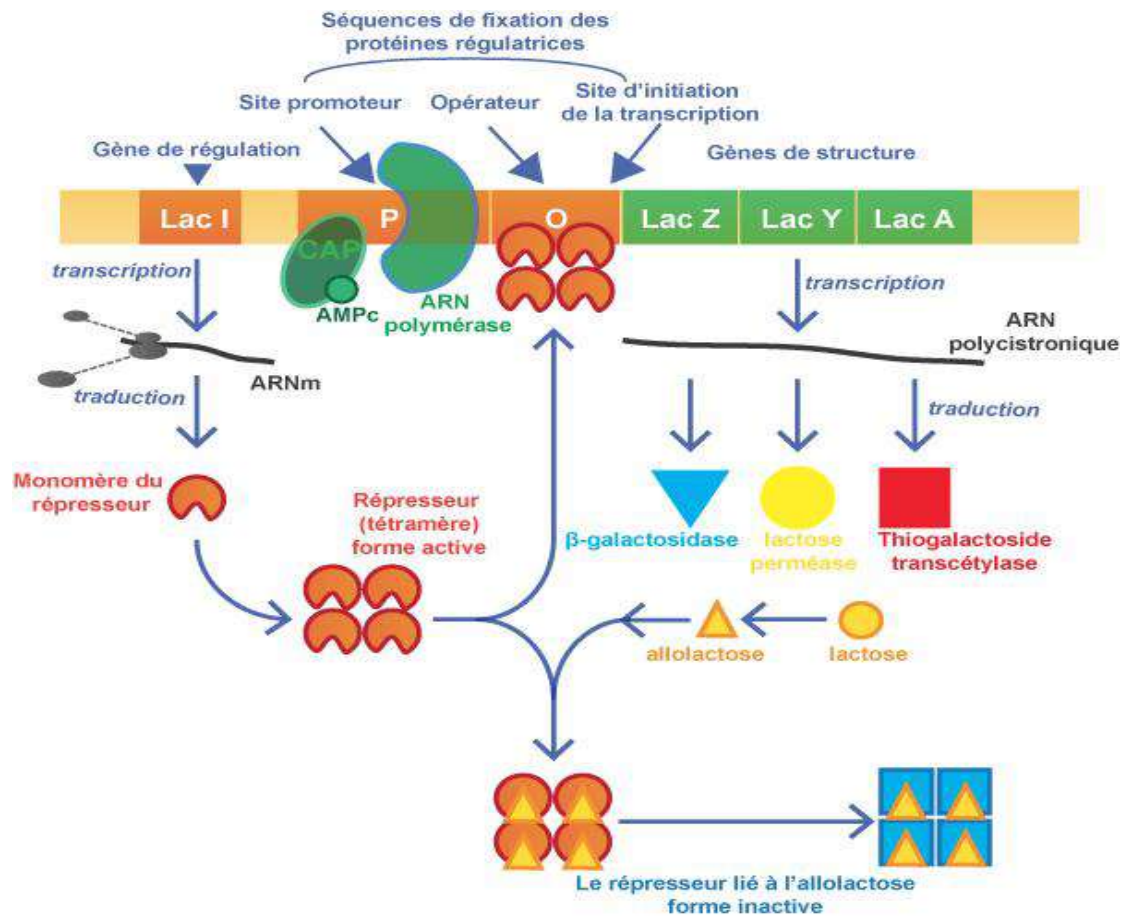
L'existence des opérateurs a été confirmée par l'obtention de mutations qui empêchent la protéine régulatrice de se fixer spécifiquement sur cette séquence d'ADN. Ainsi, chez les mutants O^C qui synthétisent la β -galactosidase de façon constitutive, le répresseur ne pouvant plus se fixer sur l'opérateur.

Régulation de l'opéron lactose

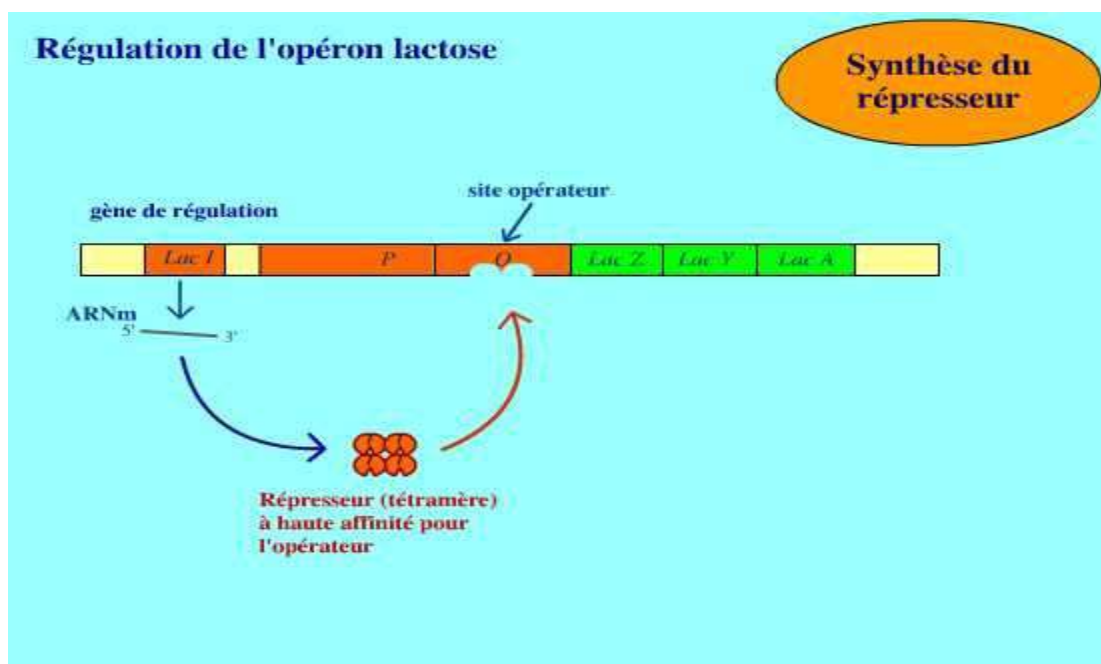
La cellule n'a pas un besoin continu des enzymes qui métabolisent le lactose. Ce besoin survient lorsque le lactose arrive dans la cellule. C'est le lactose qui sert alors d'inducteur ou d'*effecteur*, c'est-à-dire de petite molécule ou métabolite qui se combine avec la protéine régulatrice qui est le *répresseur* de l'opéron pour l'inactiver (dans d'autres cas pour l'activer) en changeant sa structure tertiaire. Ce changement annule la complémentarité qui fut à l'origine de l'association entre l'opérateur et le répresseur, et ce dernier se détache de l'opérateur. La voie étant devenue libre, l'ARN polymérase transcrit les gènes Z, Y et A et produit un ARNm polycistronique.

Lorsque les enzymes produites auront métabolisé le lactose, le *répresseur* en l'absence de l'inducteur se combinera de nouveau avec l'opérateur, réprimant de nouveau l'opéron.

L'opéron lac répond donc à la définition du système inductible, c'est-à-dire dans lequel les enzymes ne sont produites que lorsque leur substrat est présent.



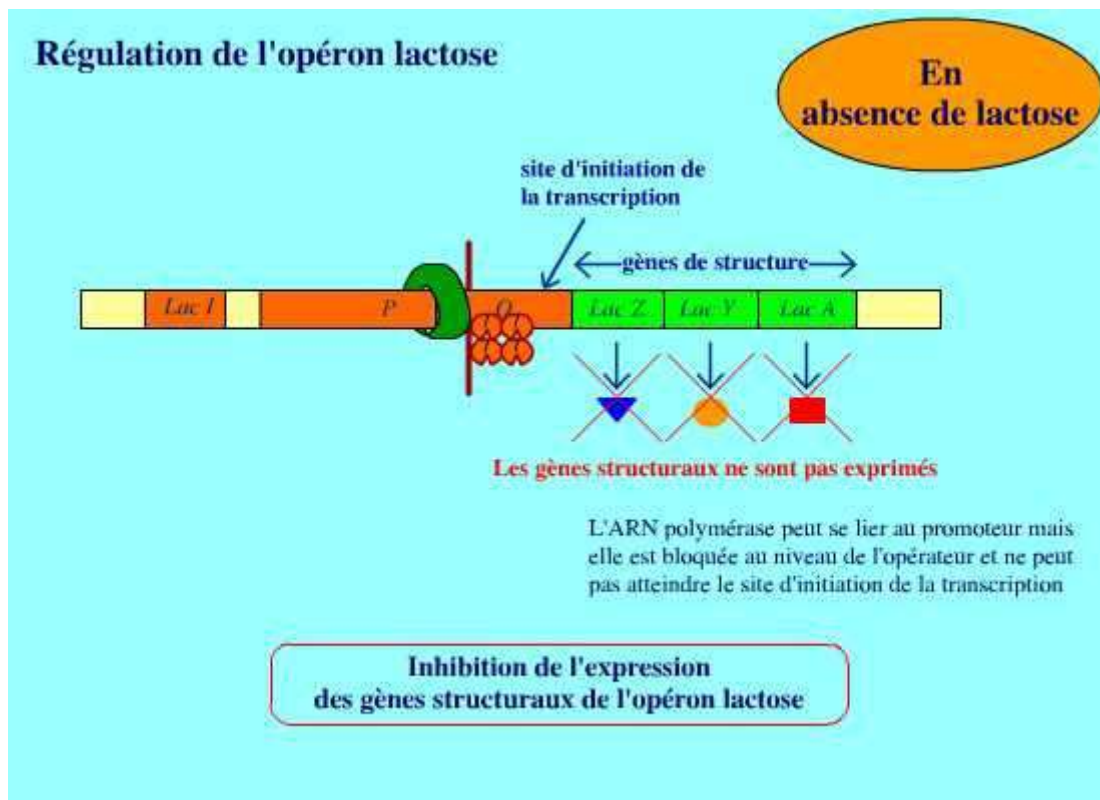
Le gène régulateur (*lacI*) encode une protéine qui inhibe l'expression des gènes de l'opéron lactose par transactivation en se liant spécifiquement sur l'ADN au niveau de l'opérateur. L'expression de ce **répresseur** est **constitutive**, c'est à dire qu'il est exprimé quelque soient les conditions de croissance de la bactérie. Par contre, son affinité pour l'opérateur sera modifiée en présence de lactose.



→Régulation négative de la transcription.

En absence de lactose, le répresseur est sous sa forme active. Il va se lier spécifiquement au niveau de l'opérateur de l'opéron lactose bloquant l'accès de l'ARN polymérase au site d'initiation de la transcription. Ainsi, il y a régulation négative de la transcription des gènes de l'opéron lactose. Les enzymes nécessaires au métabolisme du lactose ne sont pas synthétisées car inutiles en absence de lactose.

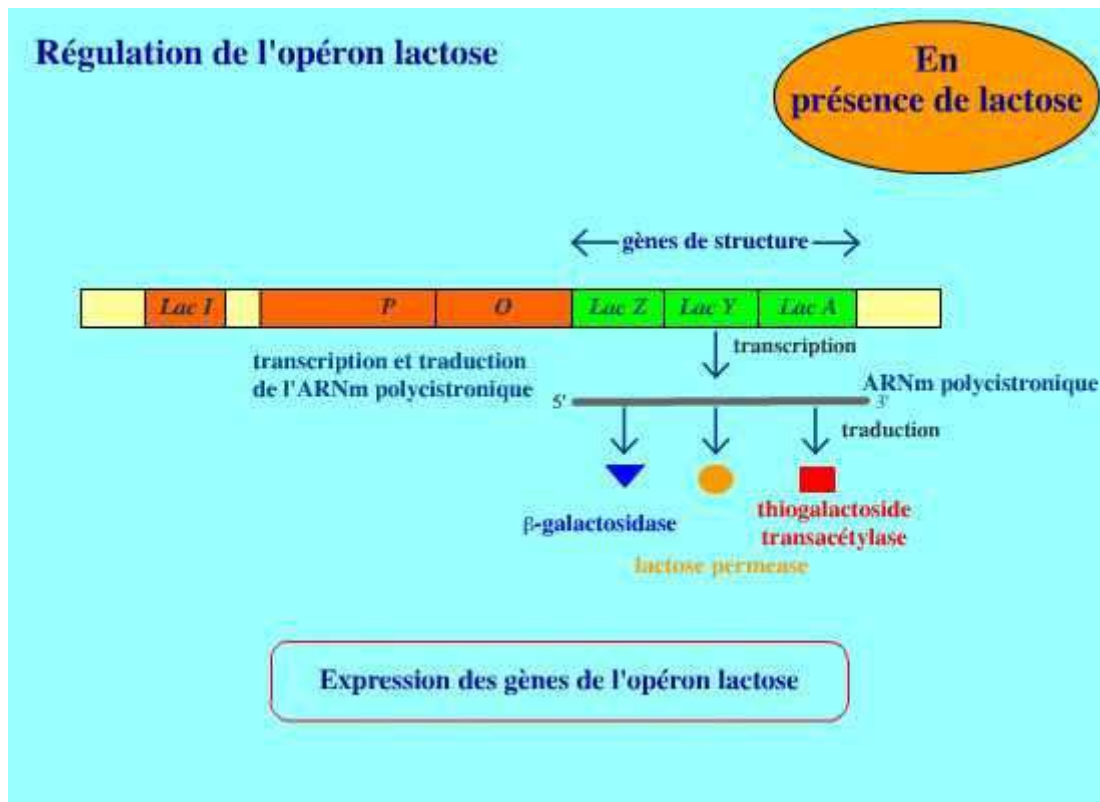
5



→Levée de l'inhibition de la transcription.

En présence de lactose, c'est l'**allolactose**, un isomère du lactose, qui va jouer le rôle d'inducteur en se liant au répresseur pour l'inactiver. Cette liaison entraîne un changement conformationnel du répresseur qui perd alors son affinité pour l'opérateur.

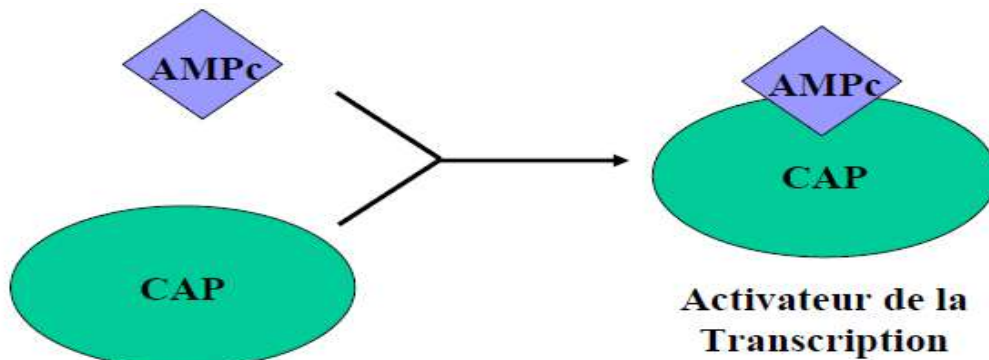
Le site opérateur étant libéré, l'ARN polymérase peut atteindre le site d'initiation de la transcription et synthétiser l'ARNm polycistronique. La production des enzymes nécessaires au métabolisme du lactose est donc dépendante de la présence du substrat. On estime qu'en présence du lactose, la transcription de l'opéron est environ multipliée par 1000 fois.



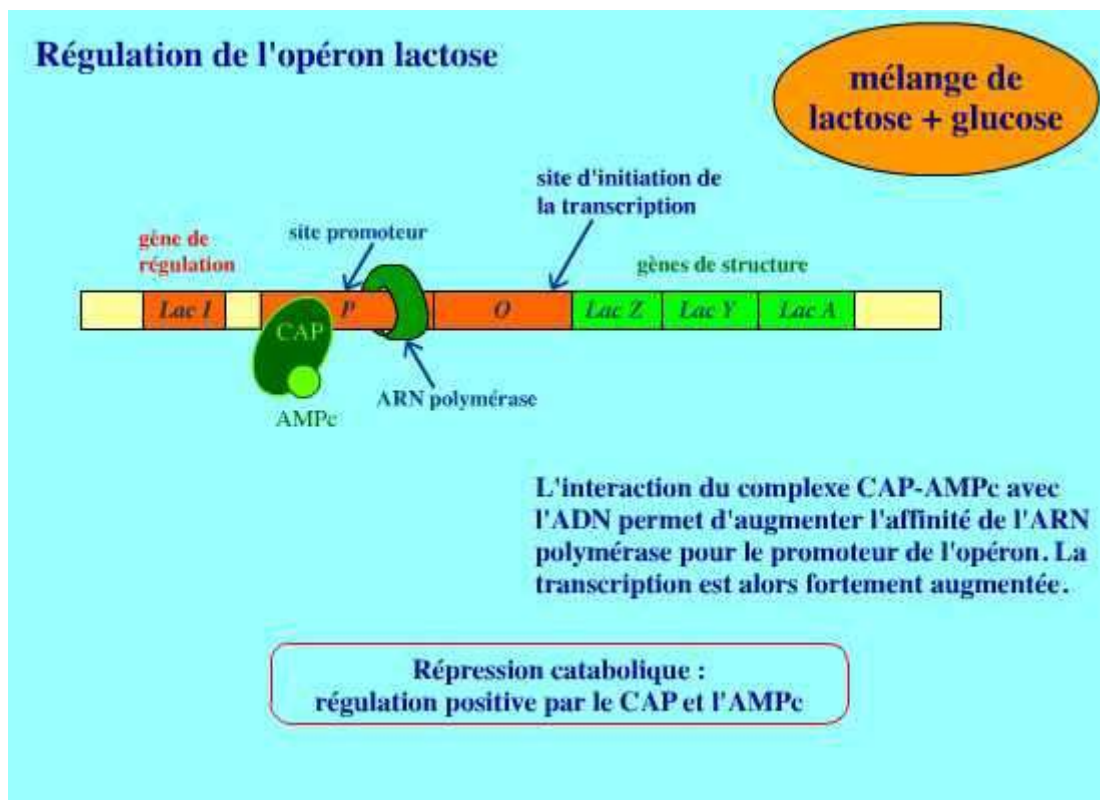
→ Répression catabolique, régulation positive.

Lorsque les bactéries disposent, en même temps, dans leur milieu du glucose et de lactose, la situation sera ainsi:

Le répresseur de l'opéron lactose est inactivé par l'allolactose, le site opérateur de l'opéron est donc libre et les gènes pourraient être transcrits. Or, tant que du glucose est présent, la bactérie va le métaboliser préférentiellement : elle n'a donc pas besoin des enzymes nécessaires au métabolisme du lactose. Ceci implique l'existence d'un autre mécanisme de régulation que l'on appelle la **répression catabolique**: le glucose réprime la transcription de l'opéron lactose. Ce n'est que lorsque la concentration en glucose diminue que le métabolisme du lactose devient nécessaire. Un signal de carence alimentaire est alors déclenché sous forme d'une augmentation du taux d'**AMPc** (Adénosine Mono Phosphate cyclique, qui agit en tant que régulateur). Cet **AMPc** forme un complexe avec la protéine **CAP** (pour Catabolite gene Activator Protein).



Ce complexe se lie à l'ADN en amont du site de fixation de l'ARN polymérase. L'interaction du complexe **CAP-AMPC** va agir comme un inducteur et augmenter l'affinité de l'ARN polymérase pour le promoteur de l'opéron. Cette régulation positive peut permettre **d'augmenter d'un facteur 50 la transcription** de l'opéron lactose. On comprend alors qu'en présence de glucose, il n'y a pas de complexes CAP-AMPC disponibles : le niveau de transcription de l'opéron lactose est donc très faible



Conclusion:

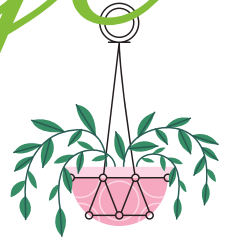
L'induction de l'opéron lactose nécessite deux conditions, il faut que le lactose soit présent, dans le milieu des bactéries, et que le glucose soit absent.

La transcription de l'opéron lactose est donc sous le contrôle de deux protéines régulatrices :

- la protéine (répresseur) transcrite par le gène régulateur **lac I** qui se fixe au niveau de l'opérateur en absence de lactose et bloque l'ARN polymérase. Il s'agit d'une **régulation négative** (les enzymes nécessaires au métabolisme du lactose ne sont pas synthétisées),

- la protéine CAP, qui forme un complexe avec l'AMPc, se lie à l'ADN en amont du site de fixation de l'ARN polymérase. Ce complexe **CAP-AMPc** va agir comme un **inducteur** et permettre d'augmenter l'affinité de l'ARN polymérase pour le promoteur. C'est une **régulation positive**.

Bon courage



LIENS UTILES 🙌

Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

