

Biologie moléculaire

"Happiness can be found, even in the darkest of times, if one only remembers to turn on the light." — Albus Dumbledore



PLAN

- I) Principes généraux de l'expression d'un gène : Transcription Traduction

- II) Expression génique et régulation chez les procaryotes

I) Principes généraux de l'expression d'un gène : Transcription Traduction

Gène → information

L'expression des gènes correspond à un transfert d'information génétique

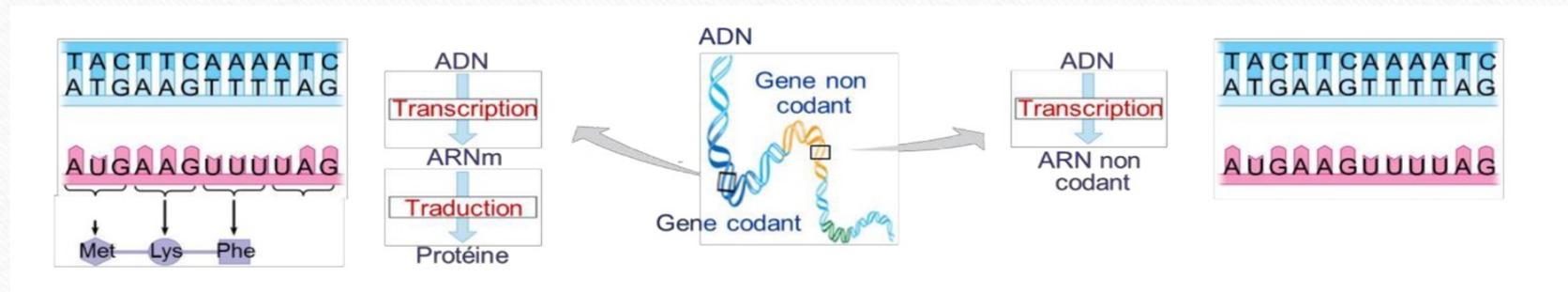
enchaînement linéaire de nucléotides formant une séquence d'ADN délimitée
par un signal de début "START" et par un signal de fin "STOP"

Gènes codants → synthèse
d'une protéine.

Gènes non codants → ARN divers

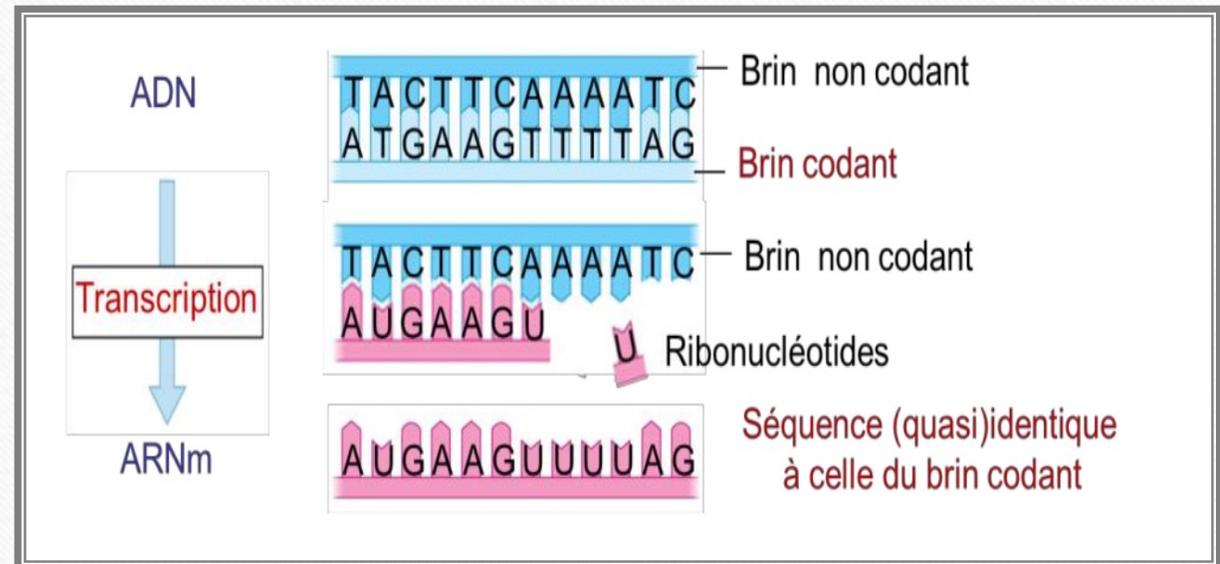
étape de transcription

étape de transcription
+ étape de traduction

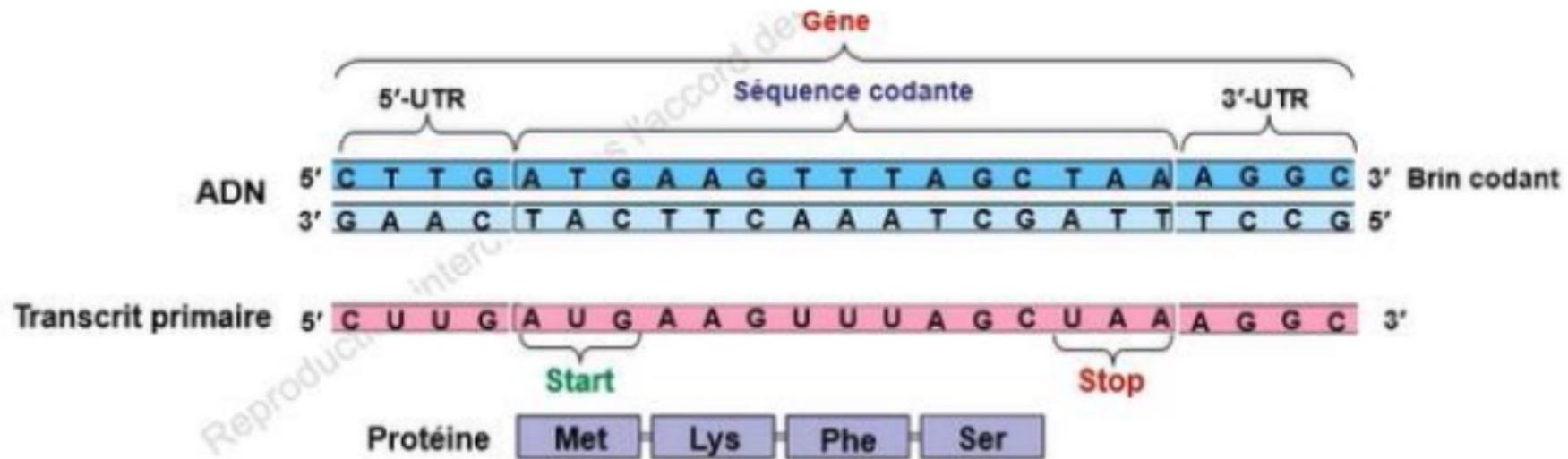


A. La transcription

- La transcription d'un gène va reposer sur le **principe de complémentarité des bases**
- Elle fait intervenir une **ARN polymérase** : une enzyme capable de synthétiser une molécule d'ARN à partir d'ADN.
- La transcription d'un gène codant va produire un **ARN messenger**

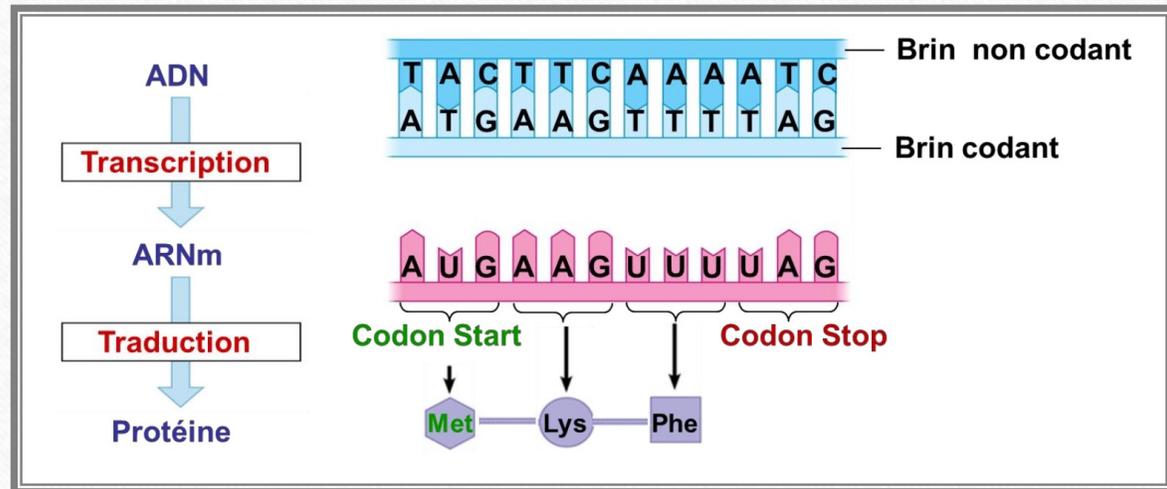


A. La transcription



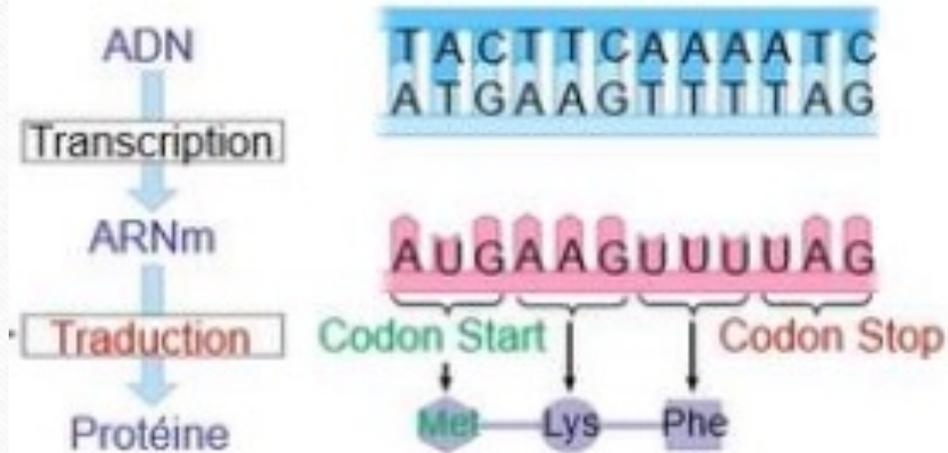
B. La traduction

- Conversion de la séquence codante de l'ARN messenger en une **séquence d'acides aminés** → protéine
 - Au sein du ribosome depuis le codon Start d'initiation de la traduction jusqu'au codon Stop.



Comment ça marche ?

Le **code génétique** indique à quel acide aminé correspond chaque codon de l'ARNm
(3 nucléotides codent un acide aminé)



		Second Letter				
		T	C	A	G	
First Letter	T	TTT } Phe TTC } TTA } Leu TTG }	TCT } TCC } Ser TCA } TCG }	TAT } Tyr TAC } TAA } Stop TAG } Stop	TGT } Cys TGC } TGA } Stop TGG } Trp	T C A G
	C	CTT } CTC } Leu CTA } CTG }	CCT } CCC } Pro CCA } CCG }	CAT } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGT } CGC } Arg CGA } CGG }	T C A G
	A	ATT } ATC } Ile ATA } ATG } Met	ACT } ACC } Thr ACA } ACG }	AAT } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGT } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	T C A G
	G	GTT } GTC } Val GTA } GTG }	GCT } GCC } Ala GCA } GCG }	GAT } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGT } GGC } Gly GGA } GGG }	T C A G

Le code génétique possède 4 caractéristiques majeures

Quasi-universel : La plupart des espèces vivantes utilisent la même correspondance entre codons et acides aminés

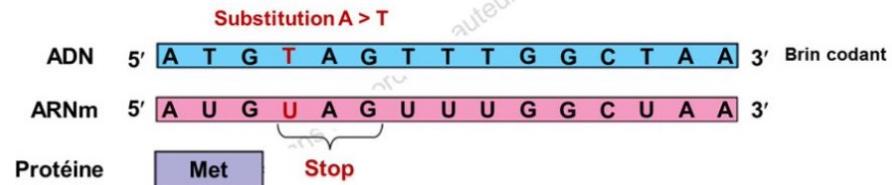
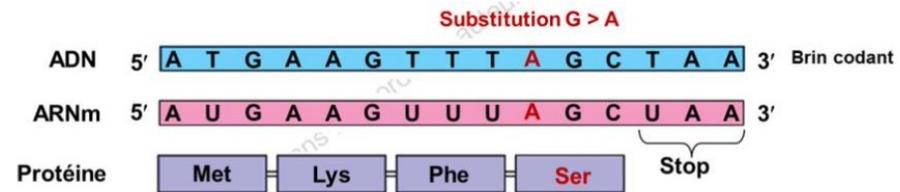
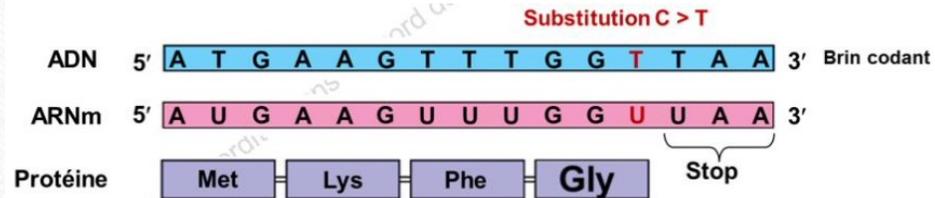
Non-chevauchant : chaque nucléotide de l'ARNm ne peut appartenir qu'à un seul codon

Non-ambigu : Un codon donné correspond toujours au même acide aminé

Dégénéré : la majorité des acides aminés sont spécifiés par plusieurs codons différents

Mutations du code génétique

Les substitutions



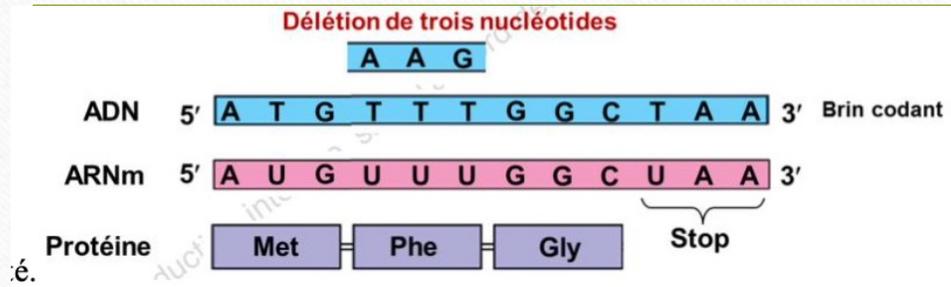
Mutation synonyme

Mutation faux-sens

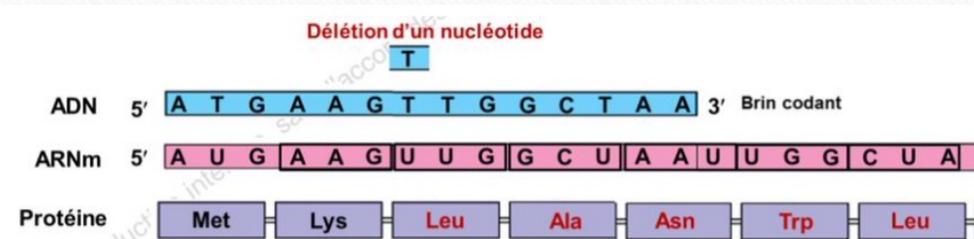
Mutation non-sens

Mutations du code génétique

Insertions/deletions



Non décalante – multiple de 3

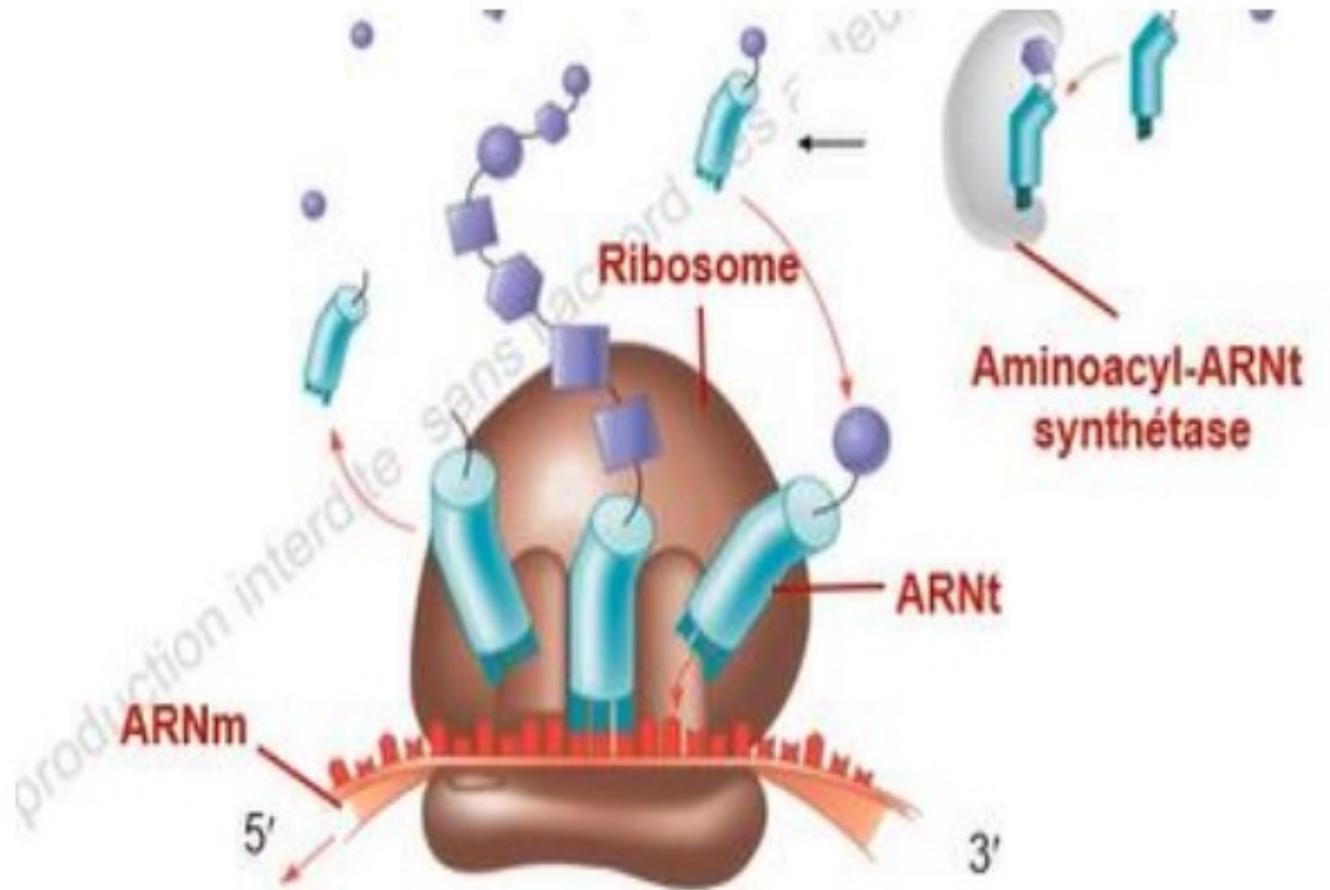


Décalante – non multiple de 3

Les acteurs de la traduction

(nos stars de Hollywood)

- L'ARN_m
- Les ARN_t (ARN de transfert) (assurent la correspondance entre les codons de l'ARN messager et les acides aminés).
- Les aminoacyl-ARN_t synthétases - proofreading activity
- Les ribosomes

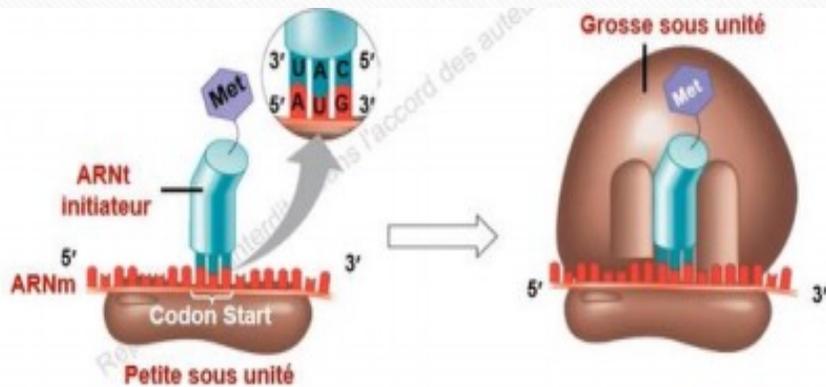


Et oui, presque une magie...

Étapes de la traduction

La phase d'initiation

Assemblage du ribosome complet sur l'ARNm au niveau du Codon Start AUG

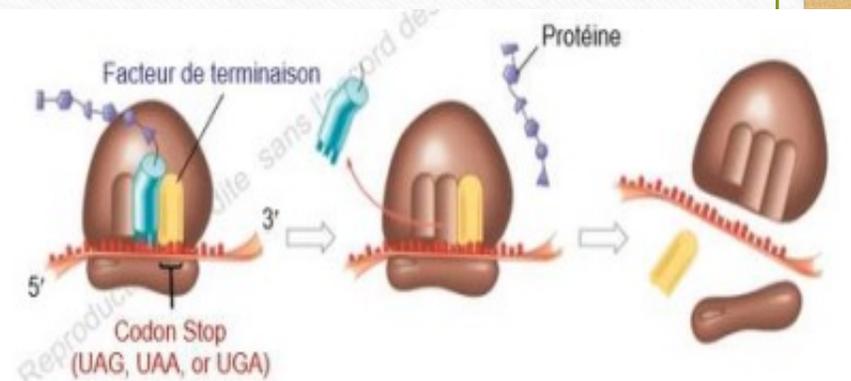


La phase d'élongation

Déplacement du ribosome sur l'ARNm de codon en codon selon le cadre de lecture jusqu'au Codon Stop. A chaque codon, un nouvel acide aminé apporté par un ARNt est incorporé au peptide en cours de synthèse par formation d'une liaison peptidique

La phase de terminaison

Fin de la traduction avec libération de la protéine complète



Time for QCM

A propos de la transcription :

- A. le brin codant sert de matrice
- B. les gènes codants ont uniquement une étape de transcription
- C. La transcription consiste à retranscrire la séquence d'ADN en désoxyribonucléotides
- D. à la fin de la transcription on a un ARNm
- E. toutes les propositions sont fausses

Time for QCM

A propos de la transcription :

- A. le brin codant sert de matrice
- B. les gènes codants ont uniquement une étape de transcription
- C. La transcription consiste à retranscrire la séquence d'ADN en désoxyribonucléotides
- D. à la fin de la transcription on a un ARNm
- E. toutes les propositions sont fausses

Time for QCM

A propos de la transcription :

- A. le brin codant sert de matrice → le brin non codant
- B. les gènes codants ont uniquement une étape de transcription → non codant
- C. La transcription consiste à retranscrire la séquence d'ADN en désoxyribonucléotides → ribonucléotides
- D. à la fin de la transcription on a un ARNm

Time for QCM

A propos de la traduction :

- A. elle débute au niveau du codon START et s'achève au niveau du codon STOP
- B. le code génétique est dit non ambigu, càd chaque nucléotide de l'ARNm ne peut appartenir qu'à un seul codon
- C. le codon STOP code pour le dernier acide aminé
- D. Elle traduit l'ADN en un enchainement d'acides aminés, qui va donner une protéine
- E. Toutes les propositions sont fausses

Time for QCM

A propos de la traduction :

- A. elle débute au niveau du codon START et s'achève au niveau du codon STOP
- B. le code génétique est dit non ambigu, càd chaque nucléotide de l'ARNm ne peut appartenir qu'à un seul codon
- C. le codon STOP code pour le dernier acide aminé
- D. Elle traduit l'ADN en un enchainement d'acides aminés, qui va donner une protéine.
- E. Toutes les propositions sont fausses

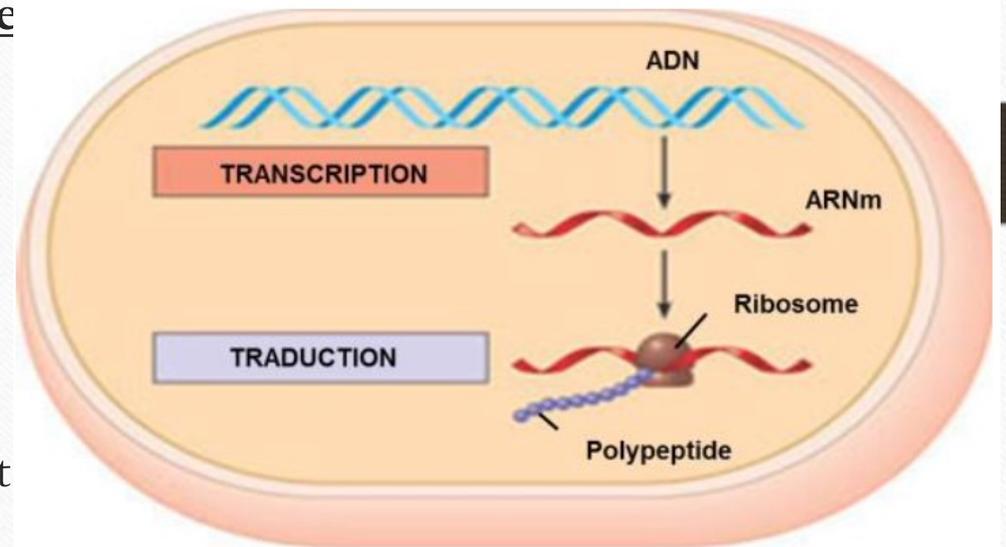
Time for QCM

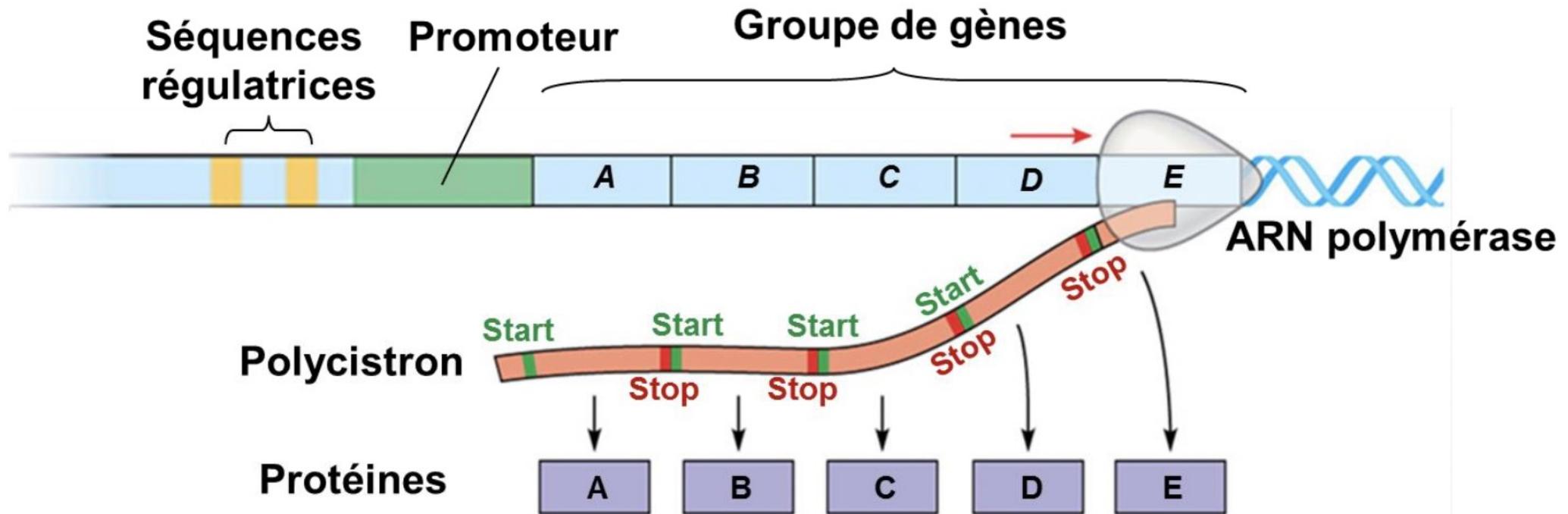
A propos de la traduction :

- A. elle débute au niveau du codon **START** et s'achève au niveau du codon **STOP**
- B. le code génétique est dit **non-ambigu**, càd chaque nucléotide de l'ARNm ne peut appartenir qu'à un seul codon → **non chevauchant**
Non-ambigu = un codon donné correspond toujours au même acide aminé
- C. le codon **STOP** code pour le dernier acide aminé → **ne code pour aucun AA**
- D. Elle traduit l'**ADN** en un enchainement d'acides aminés, qui va donner une protéine → **l'ARNm**
- E. Toutes les propositions sont fausses

II) Expression génique et régulation chez les procaryotes

- En absence de noyau, la transcription et la traduction se font de manière simultanée
- Les gènes procaryotes sont organisés en opérons
- Unique et long **ARNm (polycistron)** immédiatement mature
- L'intérêt est de pouvoir activer ou réprimer simultanément l'expression de gènes impliqués dans une même fonction





Opérons



Jean-François Troll-Face.fr

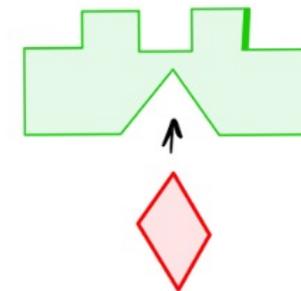
Ça ressemble à quoi un opéron ??



Ensemble de gènes

Promoteur → Séquence régulatrice reconnue par ARN polymérase pour commencer la transcription (souvent séquence appelée TATA box)

Opérateur → Fixation possible par une protéine régulatrice



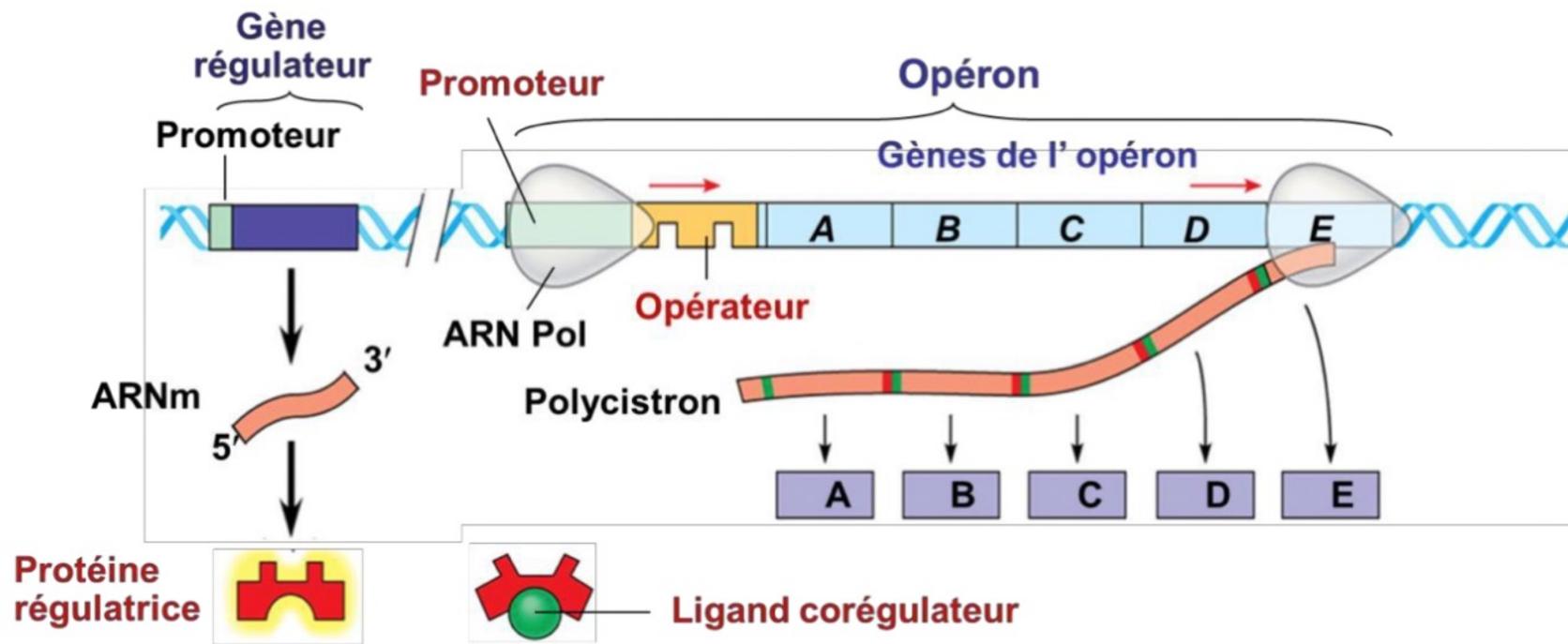
Protéine TRANSrégulatrice → le gène qui code pour cette protéine se trouve en amont

⇒ On parle de régulation en **CIS**, quand la régulation se trouve proche de l'opéron (c'est le cas du promoteur et de l'opérateur)

⇒ Et en **TRANS**, quand à l'inverse la régulation se fait en amont

Ligand → molécule qui modifie la conformation de la protéine régulatrice et donc l'expression de l'opéron

⇒ Le promoteur et l'opérateur **font partie de l'opéron**



Types d'opérons

Opérons dits répressibles

- Voies anaboliques
- s'exprime de façon « constitutive »
- s'exprime quand il n'y a pas de ligand

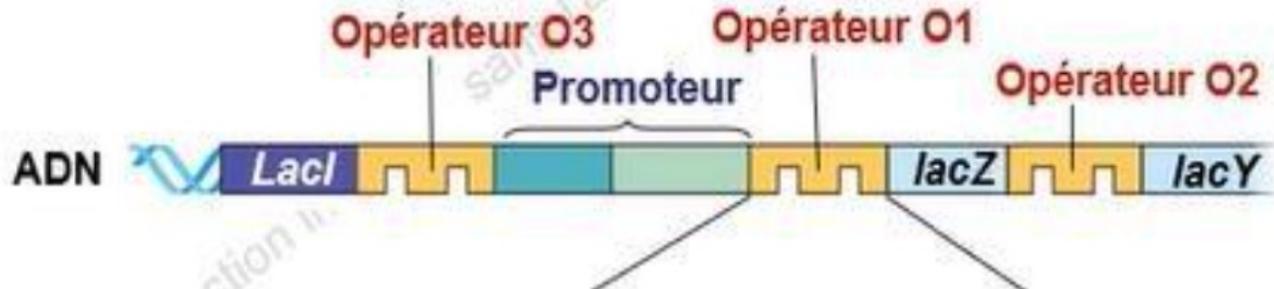
Ex. la **synthèse du tryptophane**, rôle de ligand. S'il n'y a pas de tryptophane ça veut dire qu'on a besoin d'en synthétiser

Opérons dits inductibles

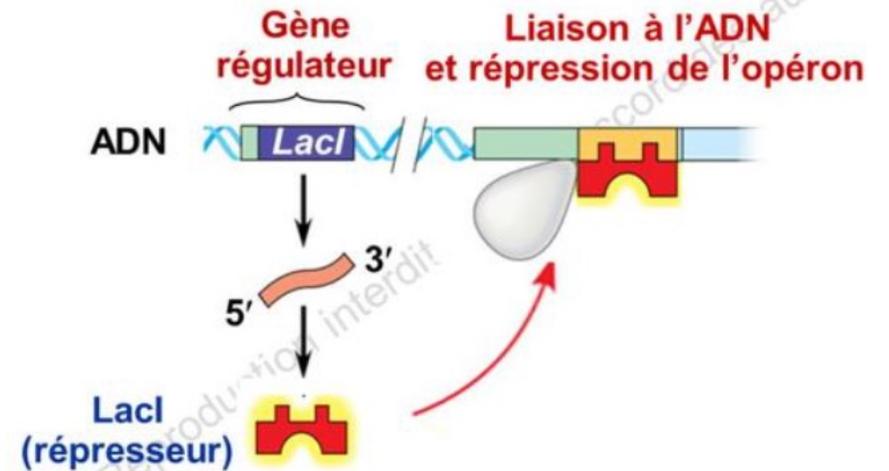
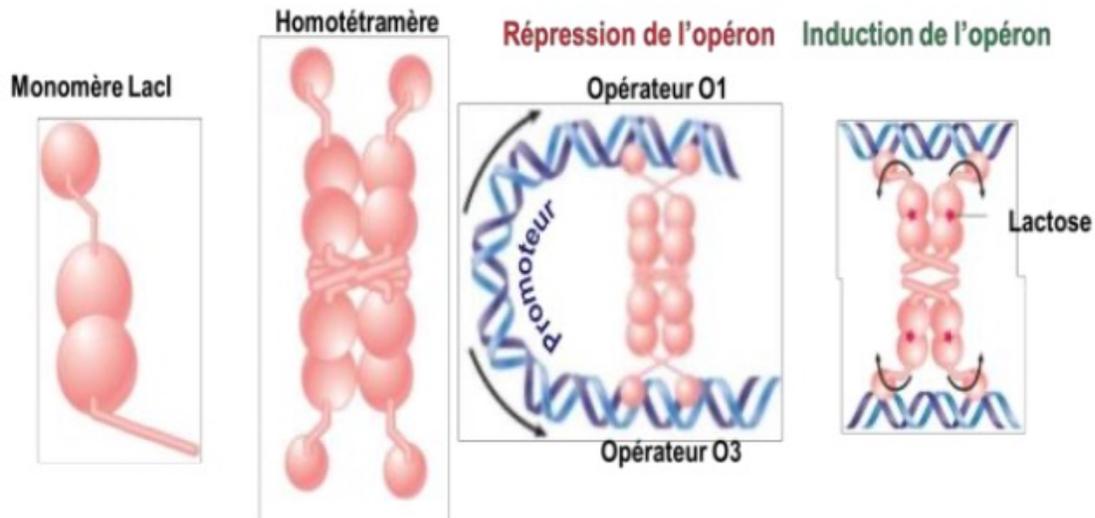
- Voies cataboliques
- peut être réprimé de façon « constitutive »
- s'exprime quand il y a le ligand

Ex. la **dégradation du lactose**, le lactose joue le rôle de ligand. S'il y a du lactose ça veut dire qu'on a besoin de le dégrader

Exemple d'opéron dit inductible : le lactose



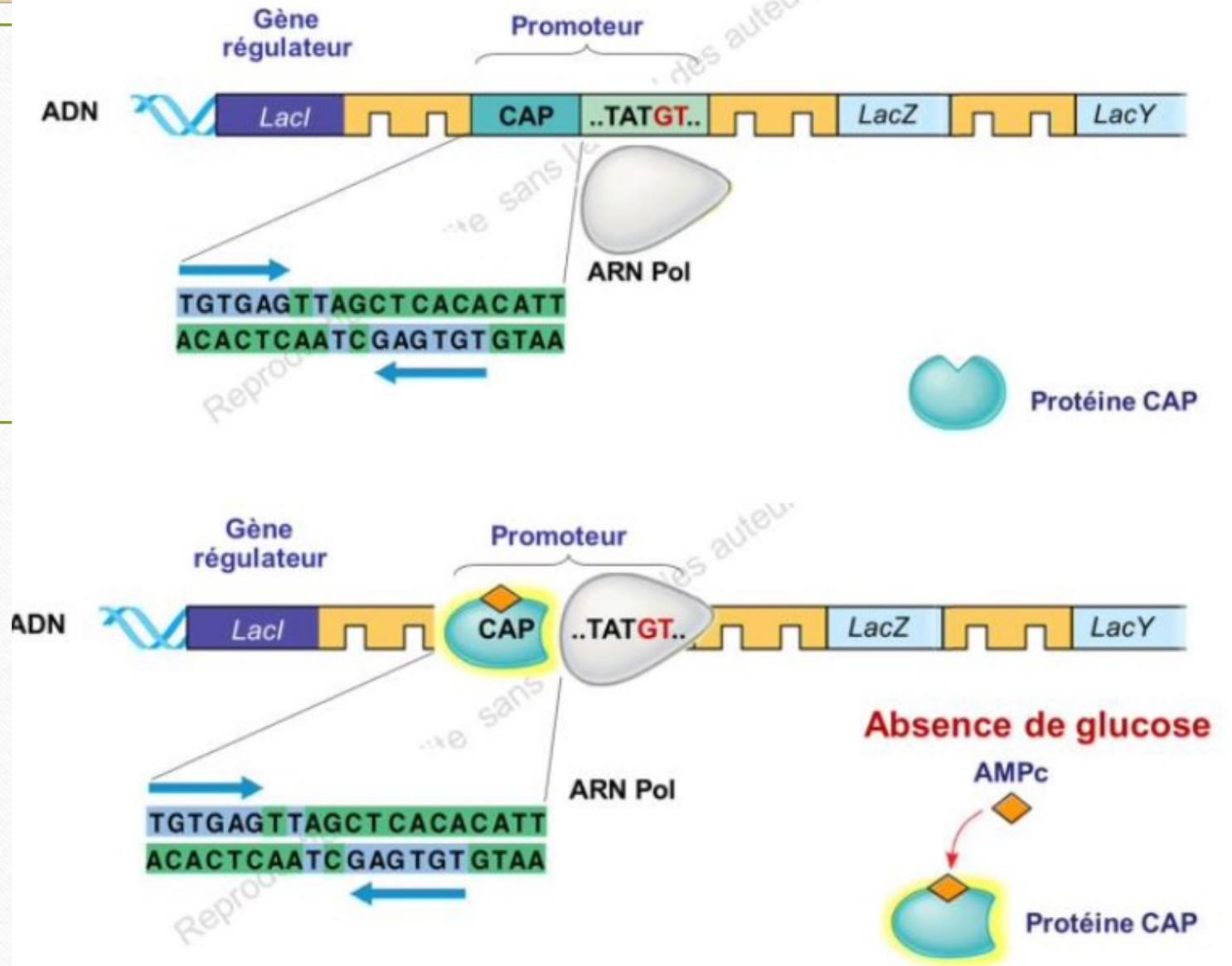
3 gènes x régulation commune
gène *Lac I* code pour protéine régulatrice *LacI* – répresseur



Influence du glucose

Séquence CAP – en amont de la TATA box

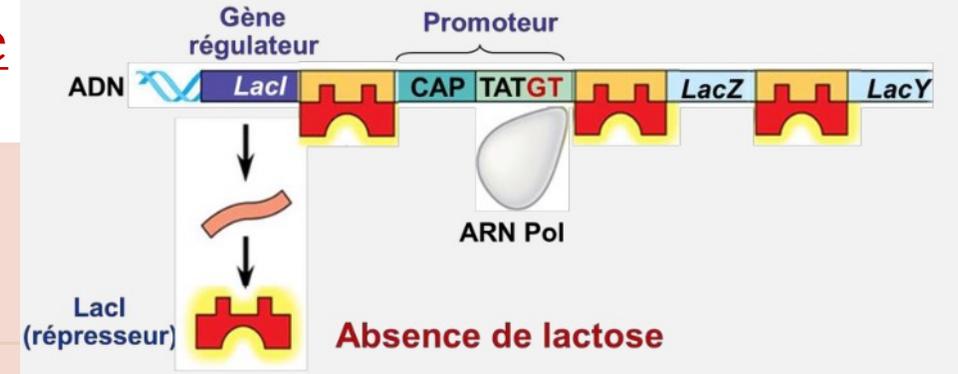
Protéine CAP : facteur transrégulateur activateur de l'operon
domaine de liaison pour l'AMPc, dont la présence est inversement proportionnelle au glucose



Etats transcriptionnels de l'opéron lactose

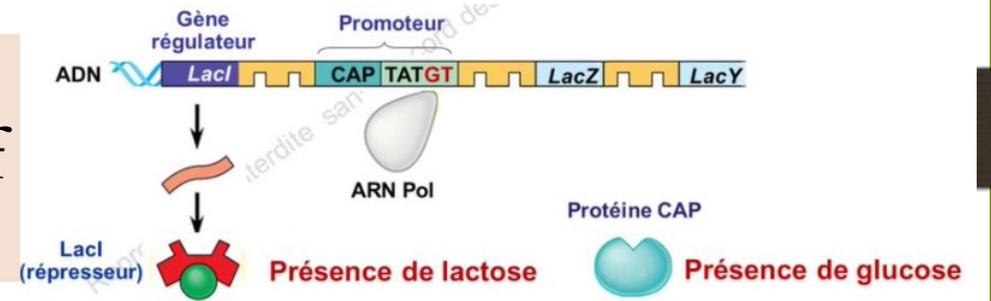
Absence de lactose

- État réprimé



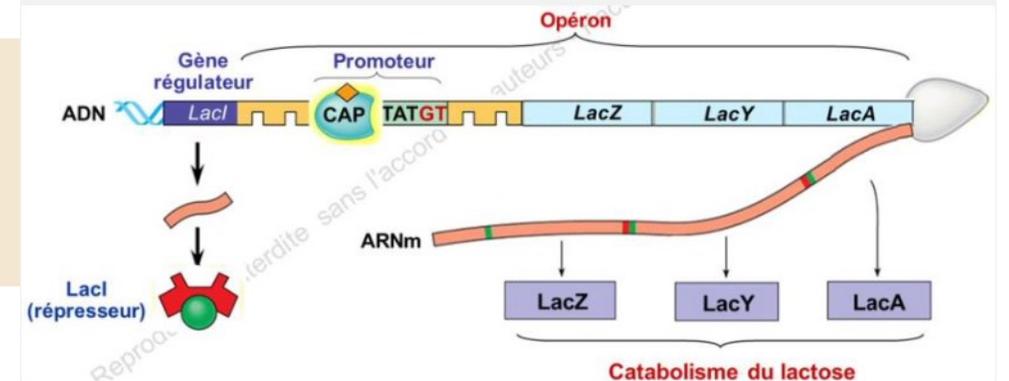
Présence de glucose et de lactose

- État permissif



Présence seul de lactose

- État activé



QCM timeeee

A propos de la régulation chez les procaryotes :

- A. Les gènes procaryotes sont réunis en opérons
- B. L'ARN messenger chez les procaryotes doit subir un processus de maturation
- C. l'ARN polymérase se positionne au niveau du promoteur
- D. L'opérateur le plus commun est la TATA box
- E. Toutes les propositions sont fausses

QCM timeeee

A propos de la régulation chez les procaryotes :

- A. Les gènes procaryotes sont réunis en opérons
- B. L'ARN messenger chez les procaryotes doit subir un processus de maturation.
- C. l'ARN polymérase se positionne au niveau du promoteur.
- D. L'opérateur le plus commun est la TATA box
- E. Toutes les propositions sont fausses

QCM timeeee

A propos de la régulation chez les procaryotes :

- A. Les gènes procaryotes sont réunis en opérons
- B. L'ARN messenger chez les procaryotes doit subir un processus de maturation. → **immédiatement mature**
- C. l'ARN polymérase se positionne au niveau du promoteur.
- D. L'~~opérateur~~ le plus commun est la TATA box → **le promoteur**
- E. Toutes les propositions sont fausses

QCM timeeee

A propos des opérons :

- A. Les opérons dits répressibles s'expriment lorsqu'il n'y a pas de ligand.
- B. Les opérons dits répressibles s'expriment lorsque le ligand est présent
- C. En présence du lactose et du glucose l'opéron lactose est dans un état activé
- D. Les opérons dits inductibles sont notamment impliqués dans les voies cataboliques.
- E. La biomol best matière

QCM timeeee

A propos des opérons :

- A. Les opérons dits répressibles s'expriment lorsqu'il n'y a pas de ligand.
- B. Les opérons dits répressibles s'expriment lorsque le ligand est présent.
- C. En présence de lactose et de glucose l'opéron lactose est dans un état activé
- D. Les opérons dits inductibles sont notamment impliqués dans les voies cataboliques.
- E. La biomol best matière

QCM timeee

A propos des opérons :

- A. Les opérons dits répressibles s'expriment lorsqu'il n'y a pas de ligand.
- B. Les opérons dits répressibles s'expriment lorsque le ligand est présent.
- C. En présence de lactose et de glucose l'opéron lactose est dans un état **activé**. → **permissif**
- D. Les opérons dits inductibles sont notamment impliqués dans les voies cataboliques.
- E. La biomol best matière

