

# 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

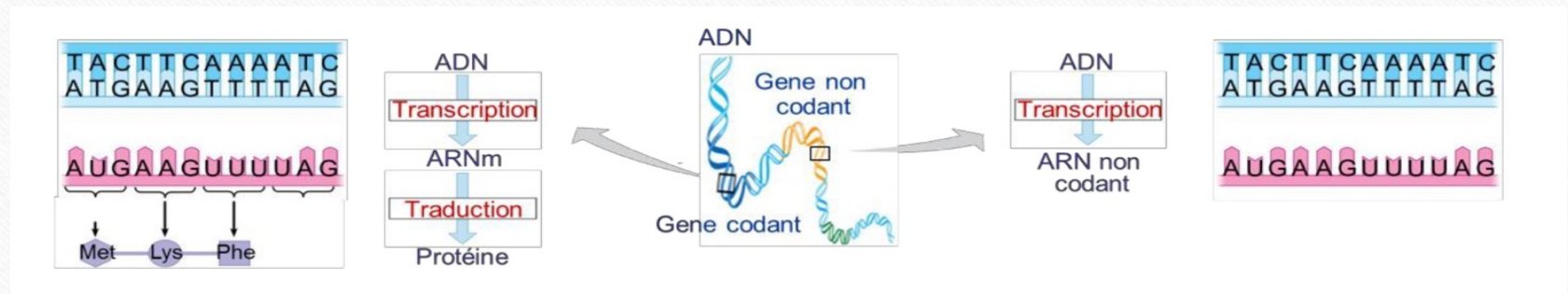
enchaînement linéaire de nucléotides formant une séquence d'ADN délimitée  
par un signal de début "START" et par un signal de fin "STOP"

Gènes codants → synthèse  
d'une protéine.

étape de transcription  
+ étape de traduction

Gènes non codants → ARN divers

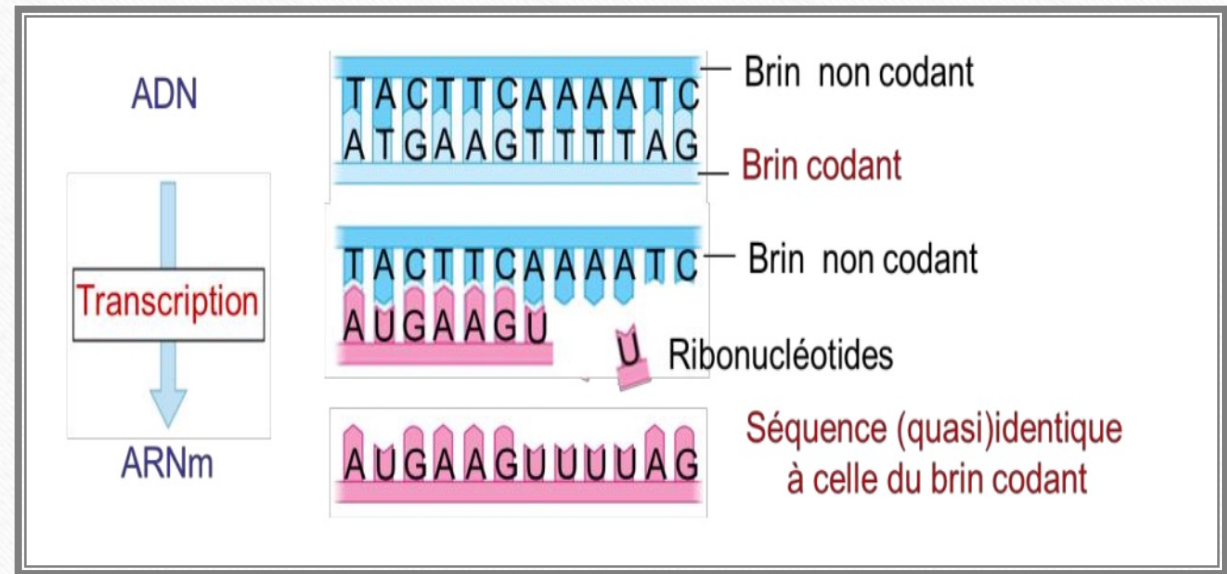
étape de transcription



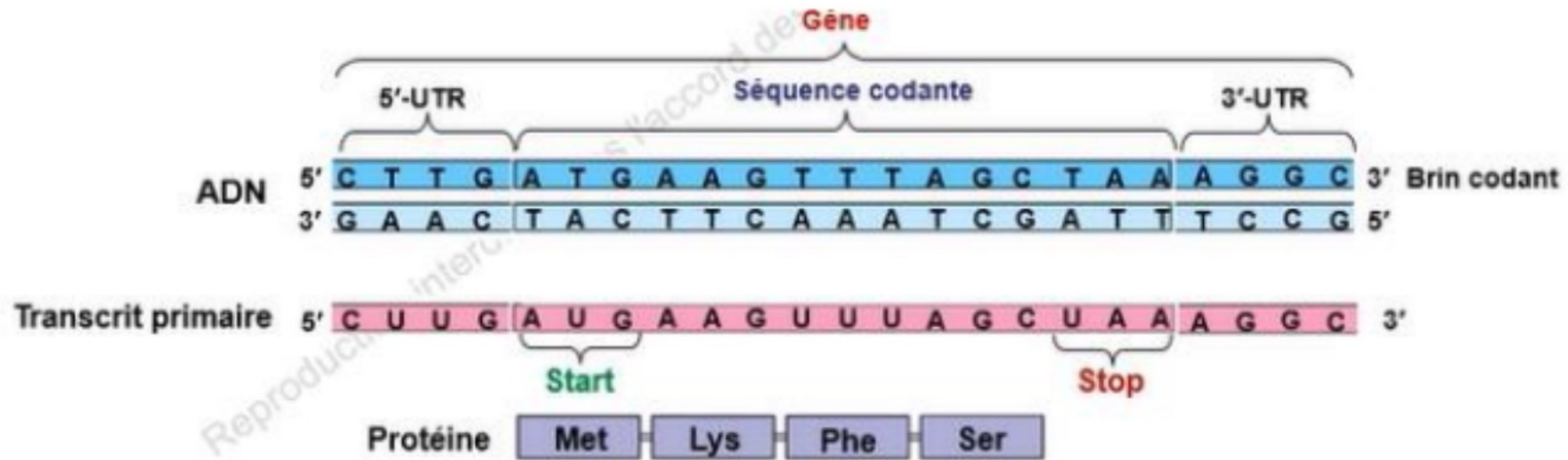


## A. La transcription

- 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 messager



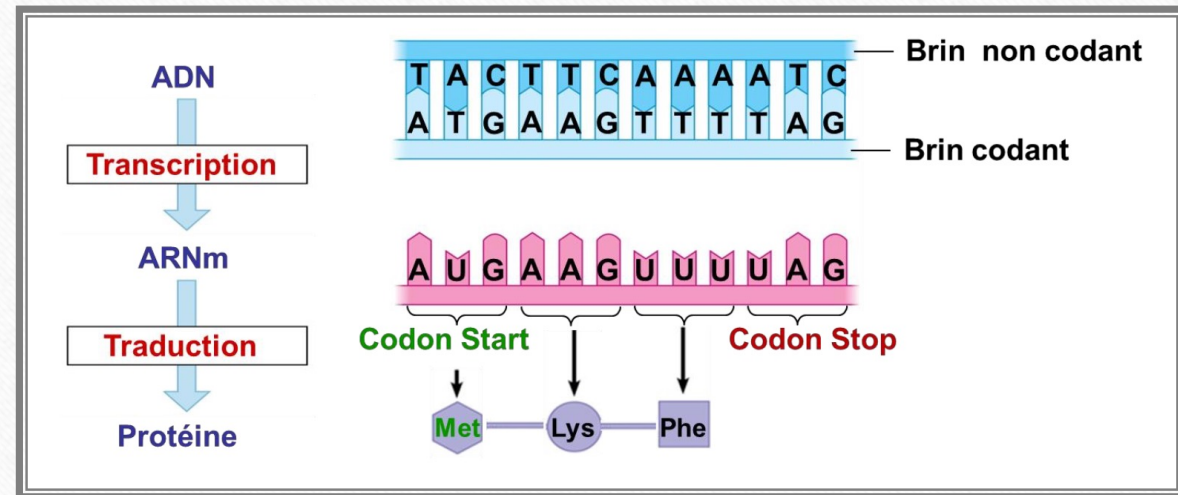
## A. La transcription





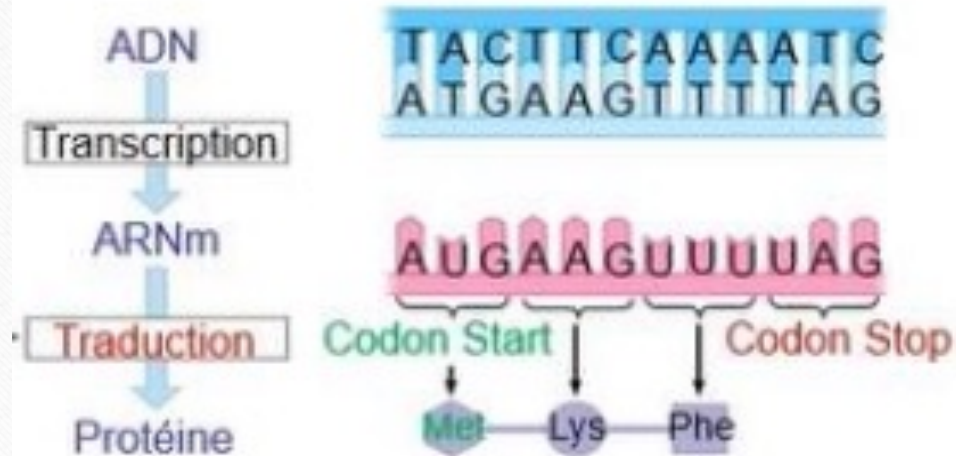
## B. La traduction

- 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				Third 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	
	C	CTT } CTC } Leu CTA } CTG }	CCT } CCC } Pro CCA } CCG }	CAT } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGT } CGC } Arg CGA } CGG }	
	A	ATT } ATC } Ile ATA } ATG } Met	ACT } ACC } Thr ACA } ACG }	AAT } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGT } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	
	G	GTT } GTC } Val GTA } GTG }	GCT } GCC } Ala GCA } GCG }	GAT } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGT } GGC } Gly GGA } GGG }	



## 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

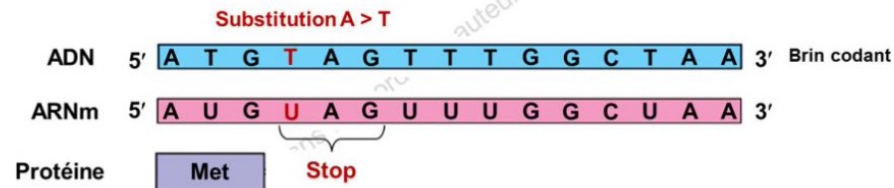
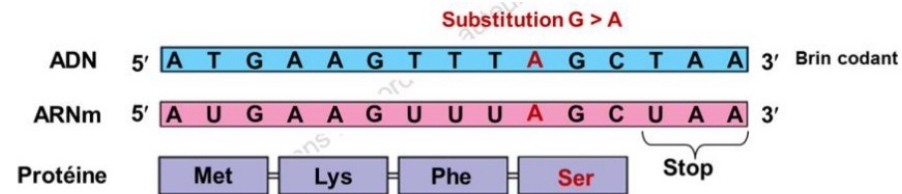
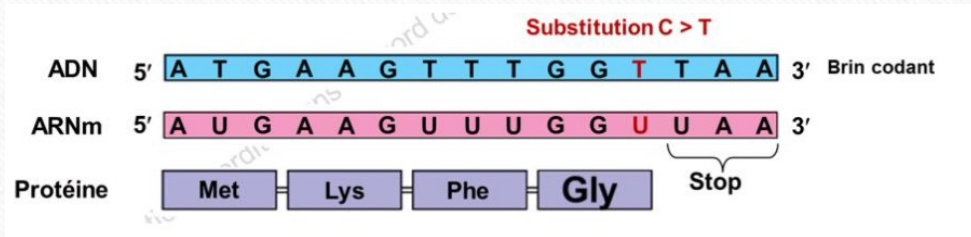
**Non-ambigu** : Un codon donné correspond toujours au même acide aminé

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



# Mutations du code génétique

## Les substitutions



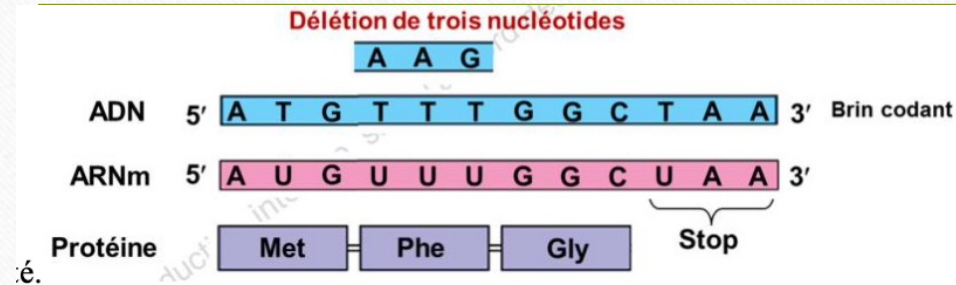
Mutation synonyme

Mutation faux-sens

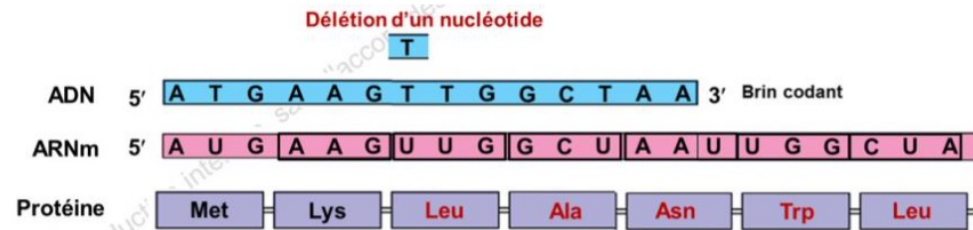
Mutation non-sens

# 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<sub>m</sub>
- Les ARN<sub>t</sub> (ARN de transfert) (assurent la correspondance entre les codons de l'ARN messager et les acides aminés).
- Les aminoacyl-ARN<sub>t</sub> synthétases - proofreading activity
- Les ribosomes

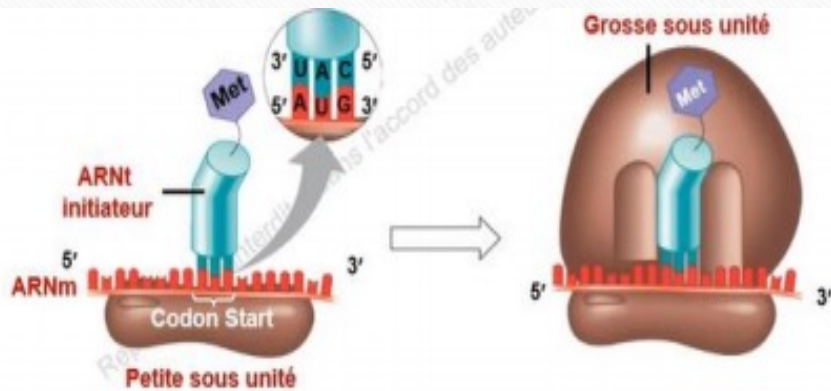


Et oui, presque une magie...

# Étapes de la traduction

## La phase d'initiation

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

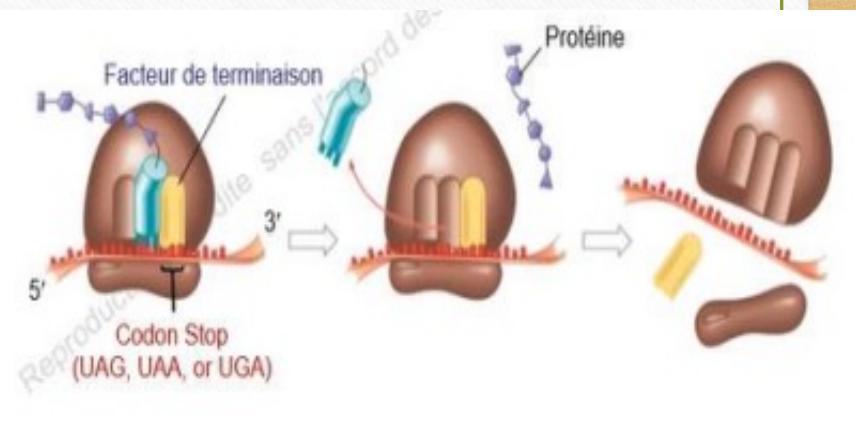


## La phase d'élongation

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

---

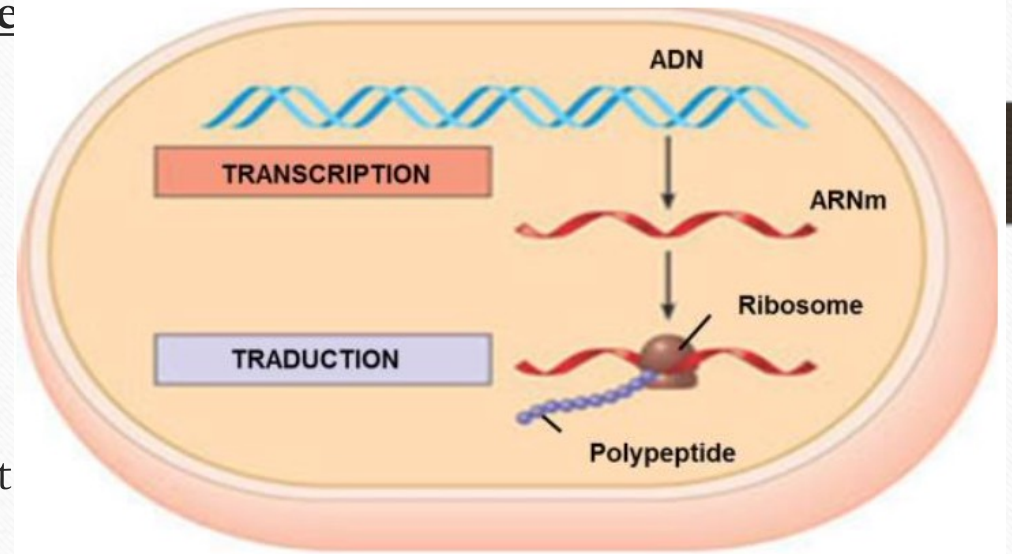
A propos de la traduction :

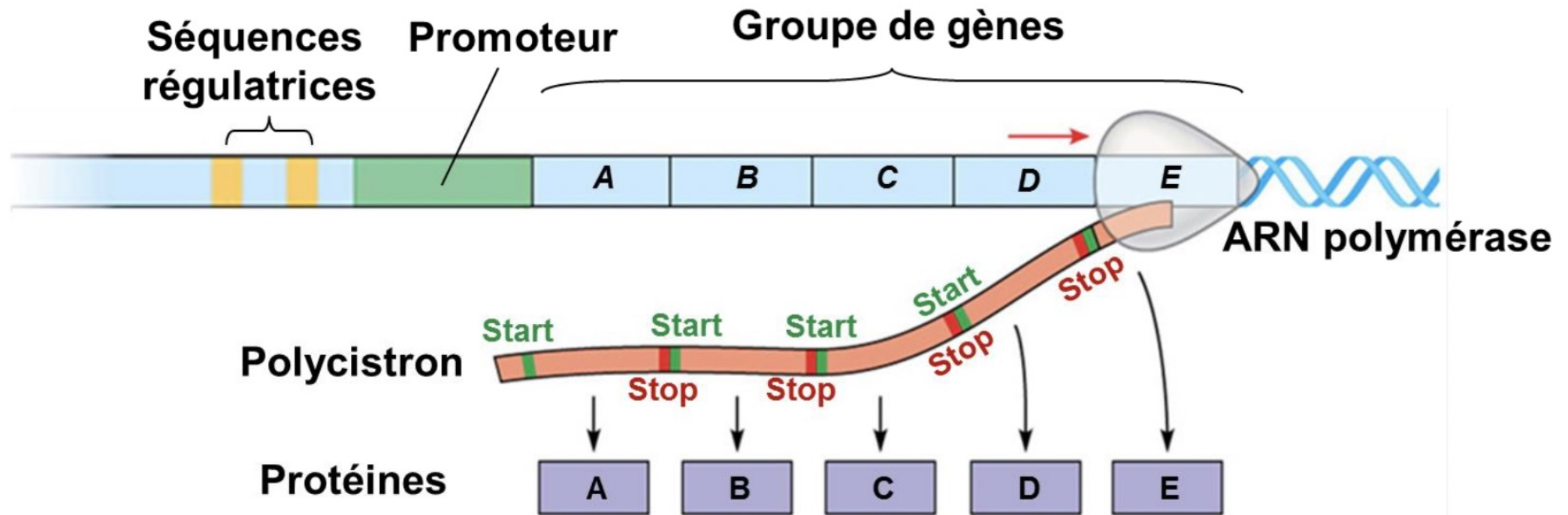
- A. elle débute au niveau du codon START et s'achève au niveau du codon STOP
- B. le code génétique est dit **non-ambigu**, càd chaque nucléotide de l'ARNm ne peut appartenir qu'à un seul codon → **non chevauchant**  
**Non-ambigu = un codon donné correspond toujours au même acide aminé**
- C. le codon 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



Just for Troll : P © Troll-Face.fr

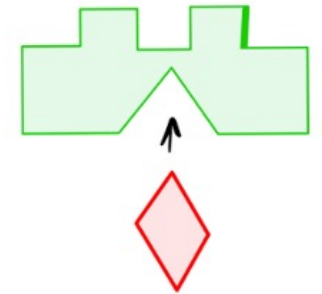
## Ça ressemble à quoi un opéron ??



### 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



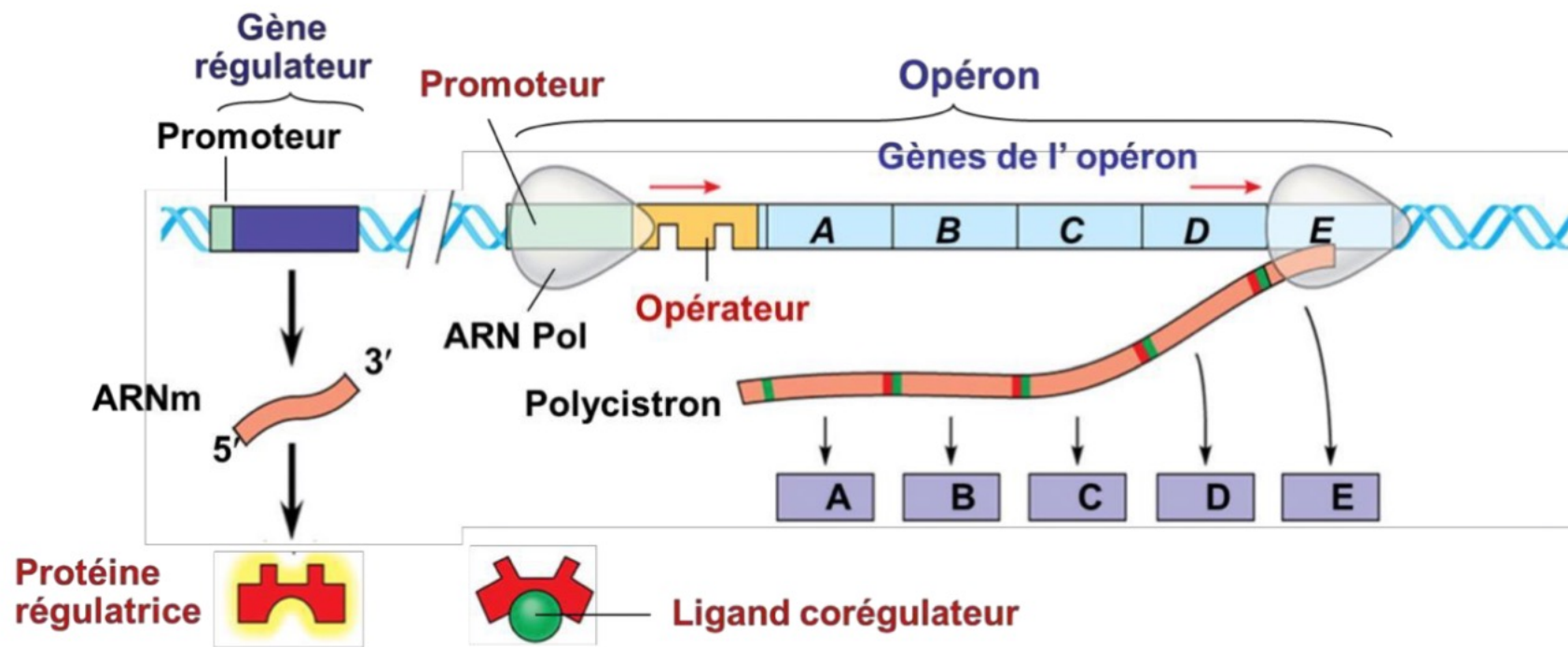
**Protéine TRANSrégulatrice** → le gène qui code pour cette protéine se trouve en amont

⇒ 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

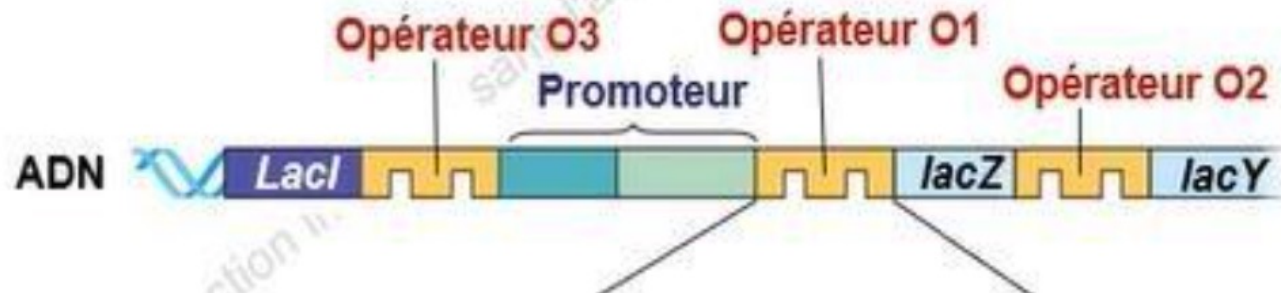
Ex. la **synthèse du tryptophane**, rôle de ligand. S'il n'y a pas de tryptophane ça veut dire qu'on a besoin d'en synthétiser

## Opérons dits inductibles

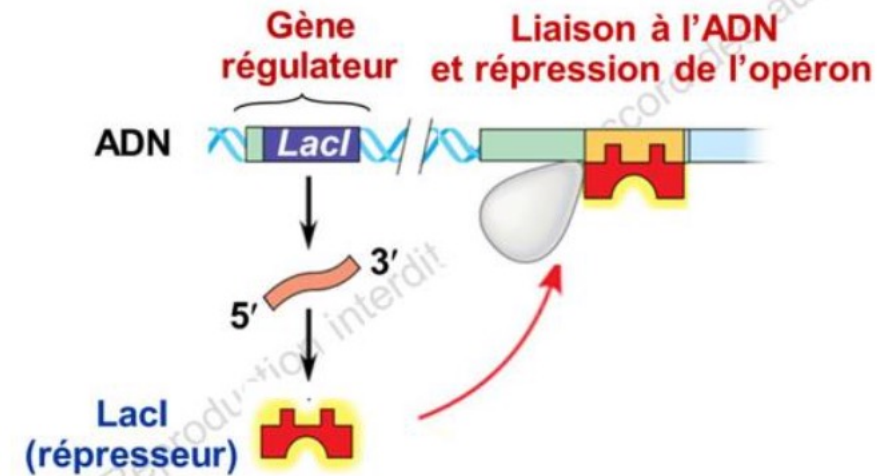
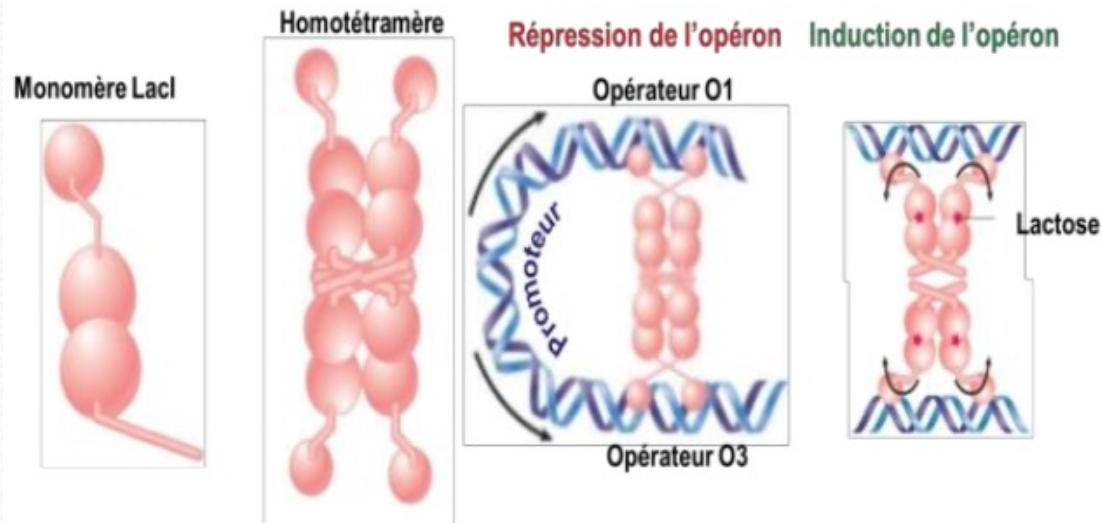
- Voies cataboliques
- peut être réprimé de façon « constitutive »
- s'exprime quand il y a le ligand

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

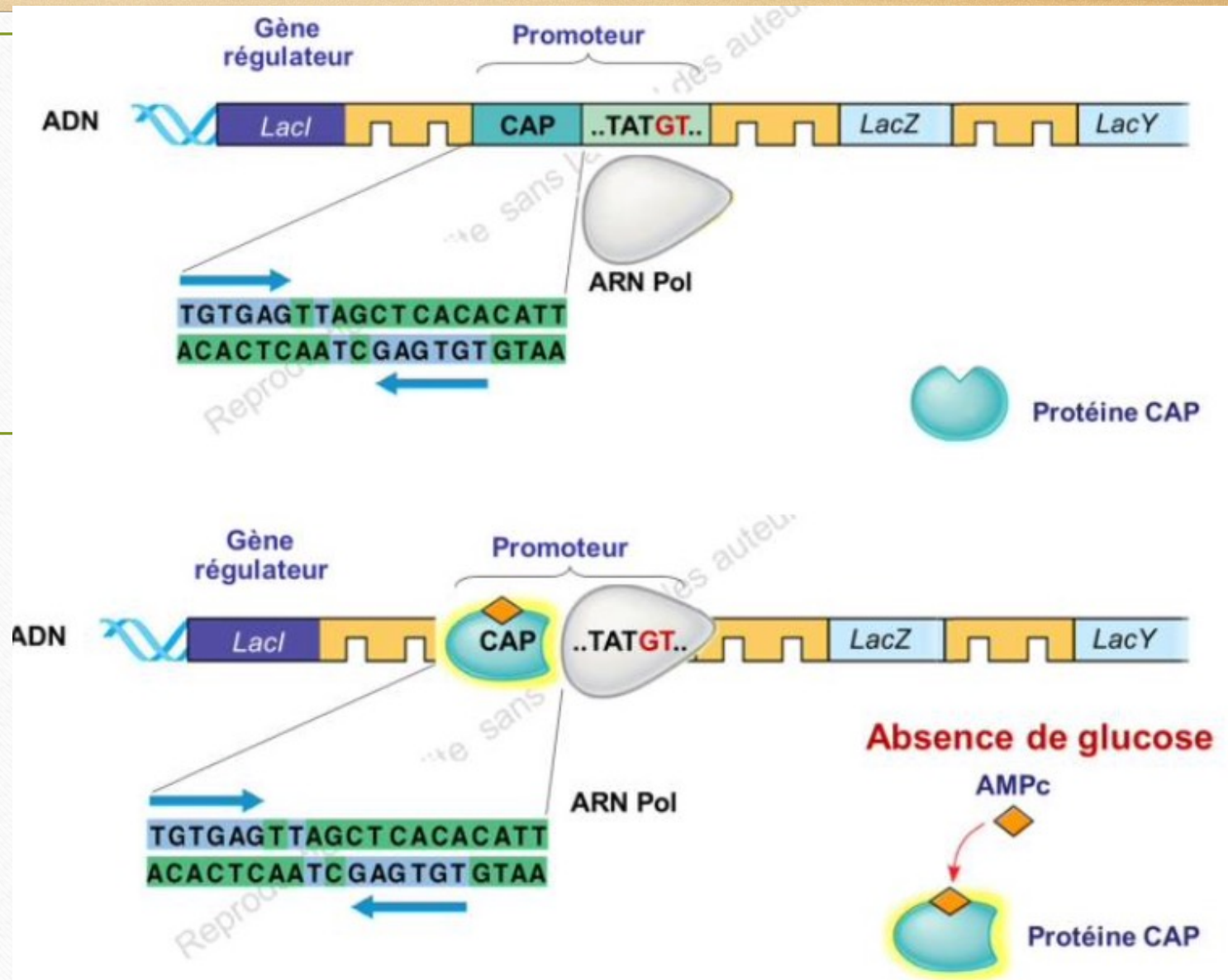




# Influence du glucose

Séquence **CAP** – en amont de la TATA box

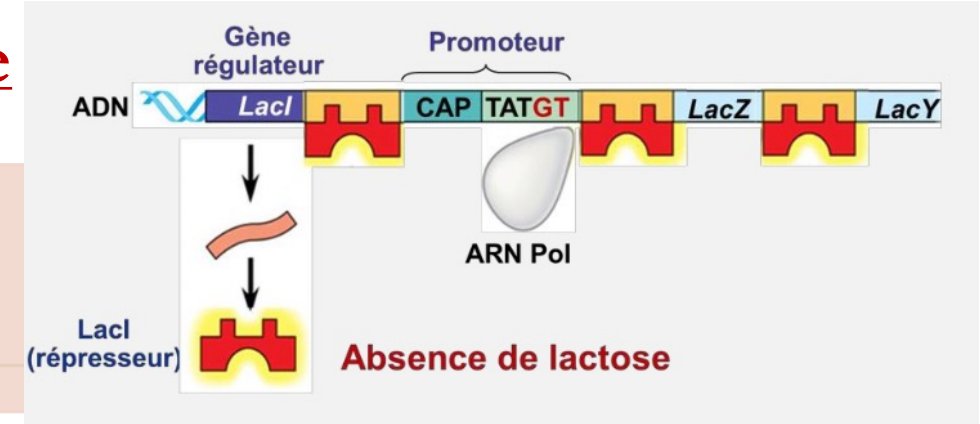
**Protéine CAP** : facteur transrégulateur activateur de l'opéron  
domaine de liaison pour l'**AMPc**, dont la présence est inversement proportionnelle au glucose



# Etats transcriptionnels de l'opéron lactose

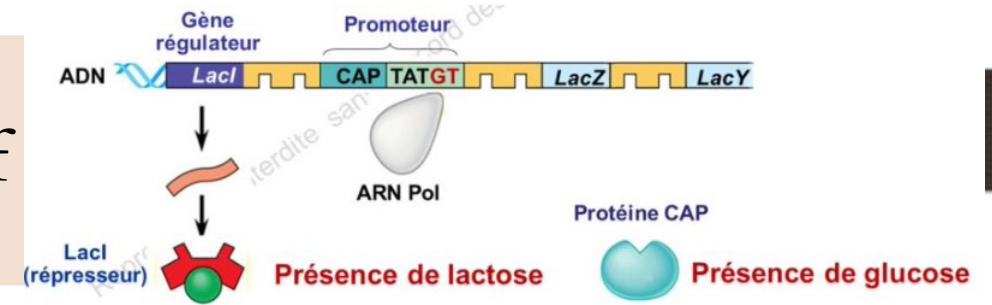
Absence de lactose

- État réprimé



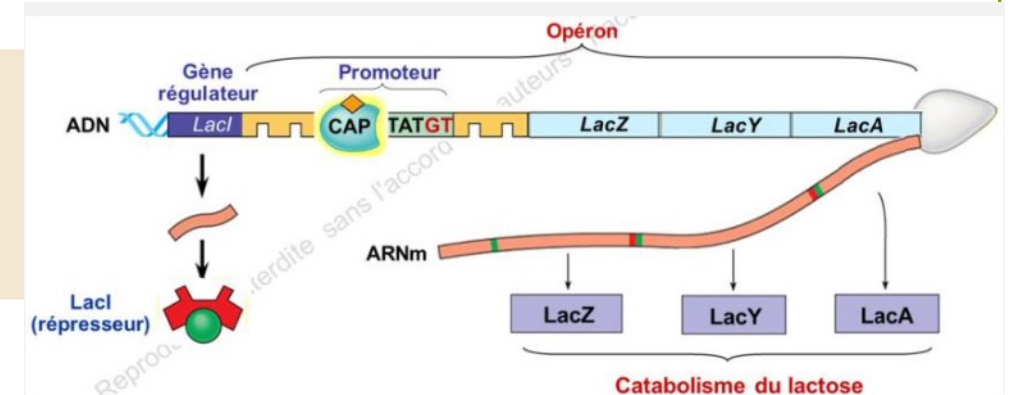
Présence de glucose et de lactose

- 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 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**. → **permissif**
- D. Les opérons dits inductibles sont notamment impliqués dans les voies cataboliques.
- E. La biomol best matière



