

Séance d'anticipation



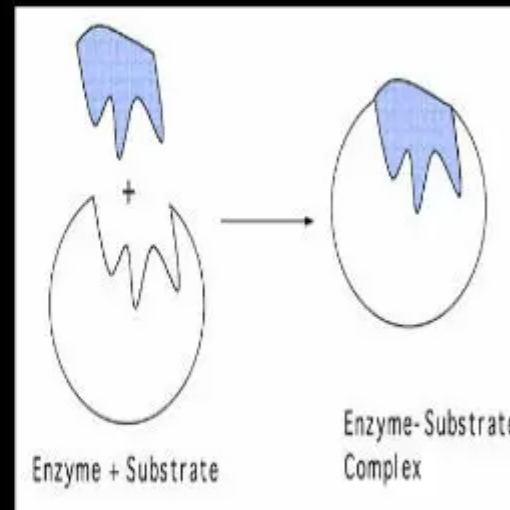
BIOCHIMIE

ENZYMOTOLOOO

ENZYME



EXPECTATION



REALITY

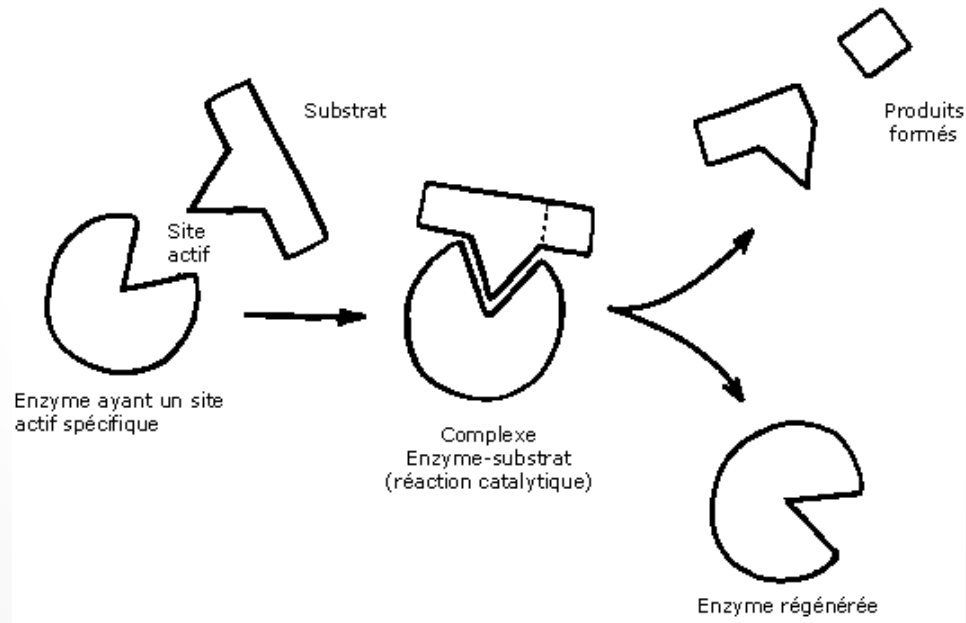
Définitions

Enzymes :

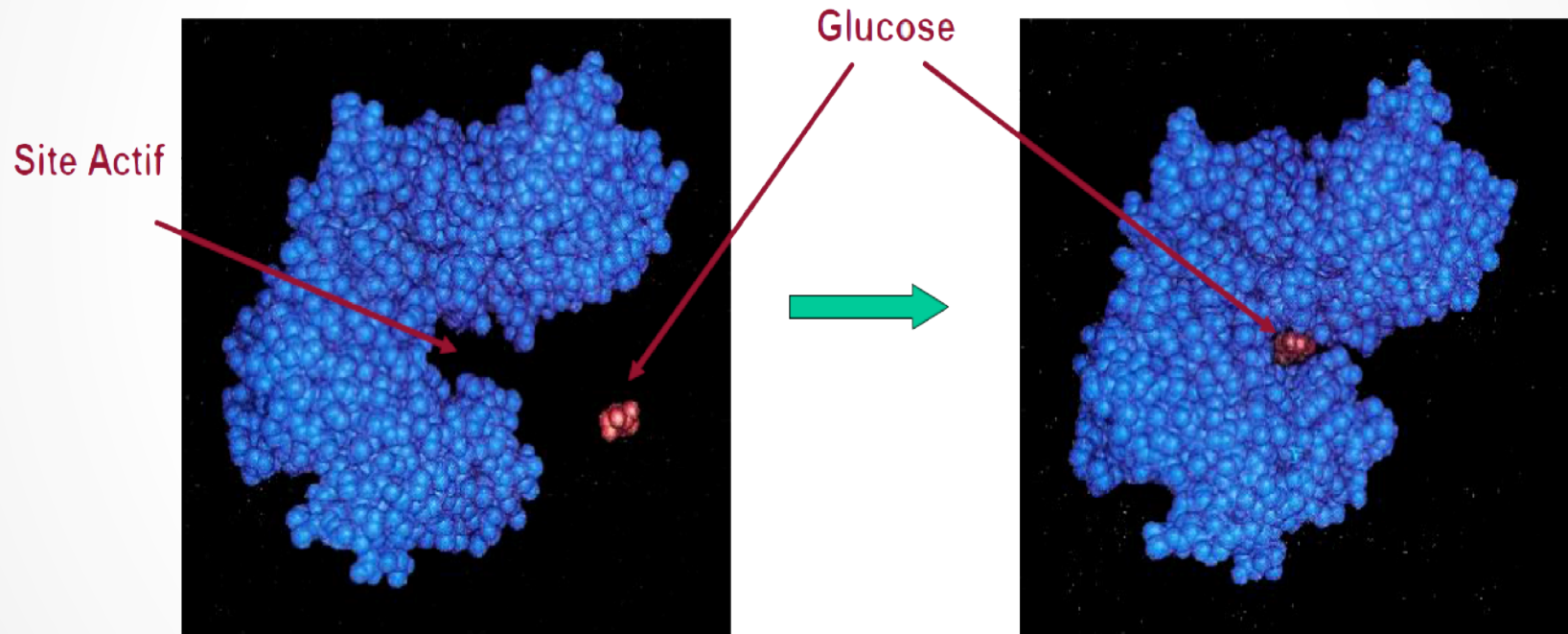
- **protéines** servant de **catalyseurs biologiques**
- présentes dans **tous les compartiments cellulaires**
- Leur synthèse est **déterminée génétiquement**

Définitions

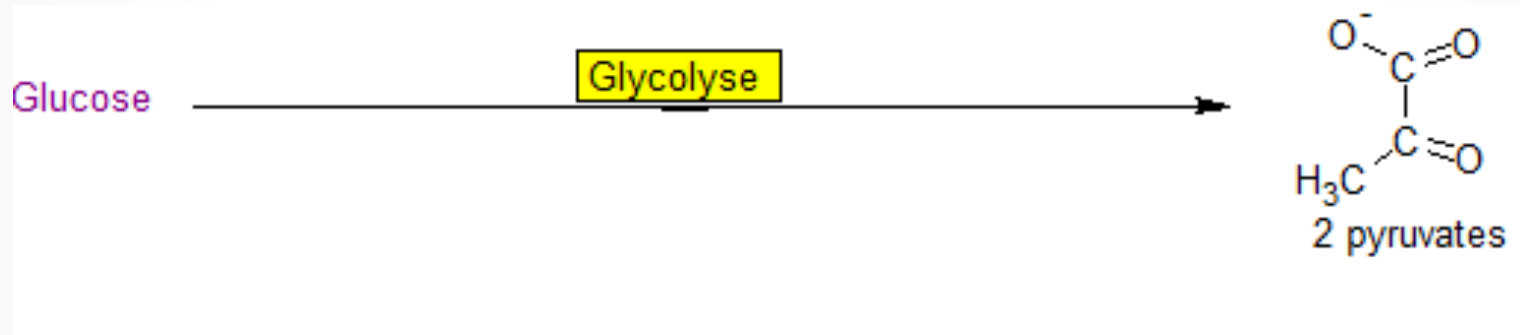
- **Substrat** : molécule entrant en réaction pour être **transformée** grâce à l'action d'une enzyme
- **Produit** : molécule **produite** au cours d'une réaction catalysée par une enzyme



Exemple d'enzyme : hexokinase



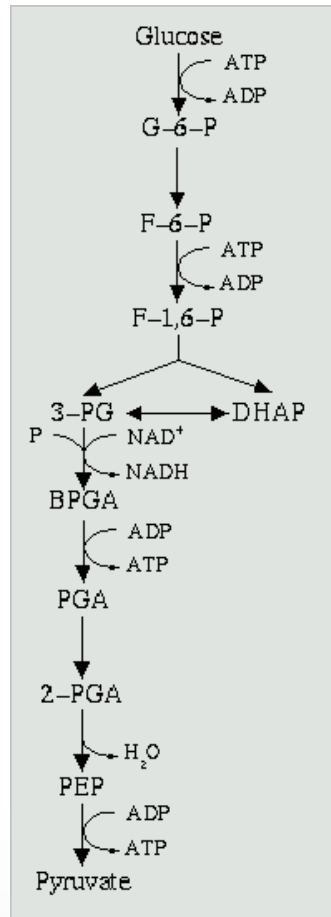
Dégradation du glucose



Hors de l'organisme, la réaction pourrait se faire en
une seule fois

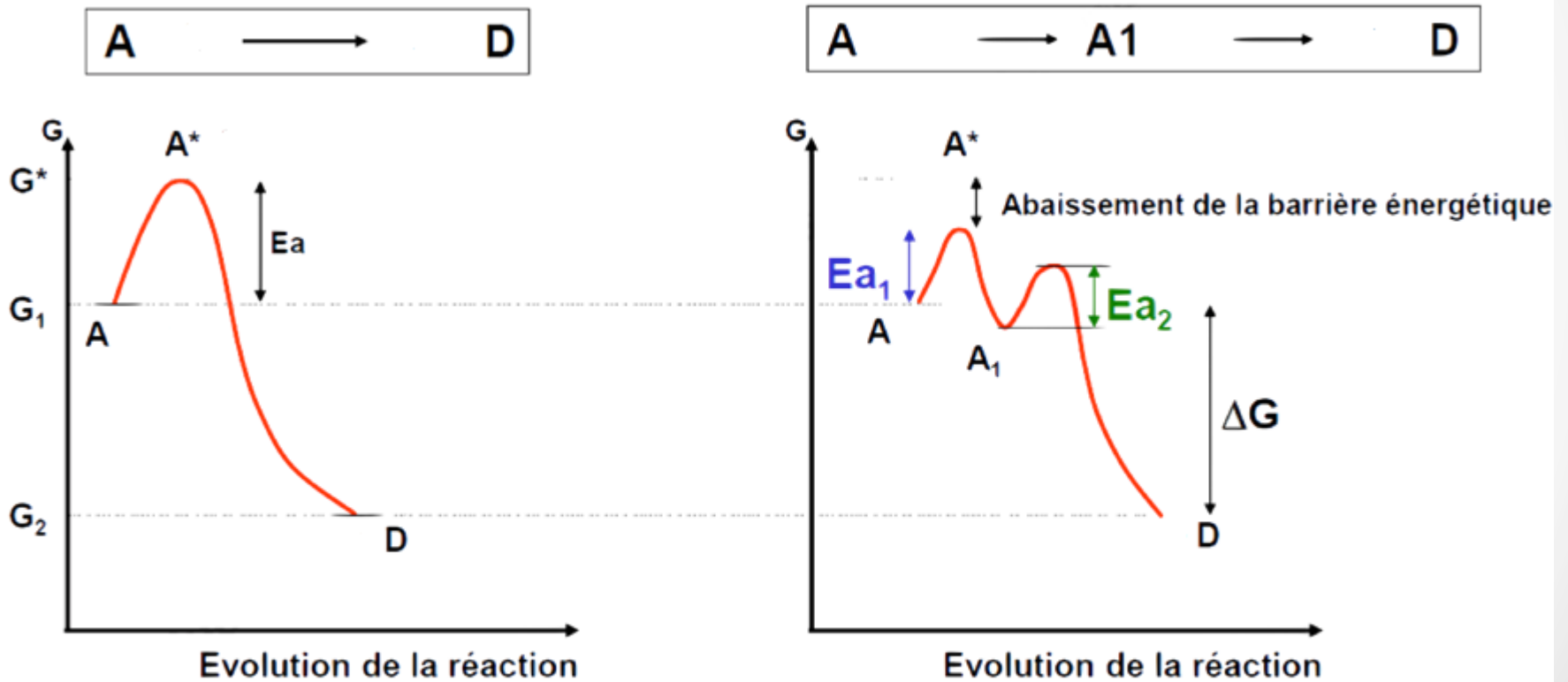
Dégradation du glucose

Dans l'organisme → **Voie métabolique** : pas de réactions isolées → **Découplage réactionnel**



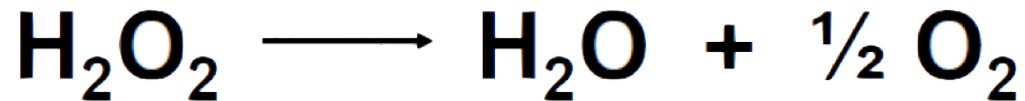
Bioénergétique de la catalyse enzymatique

- Notion de **découplage énergétique**



$$E_a = E_{a_1} + E_{a_2}$$

Définitions



Sans catalyseur → $E_a = 18$ Kcal/mole

Platine colloïdal → $E_a = 12$ Kcal/mole

Catalase → $E_a = 2$ Kcal/mole

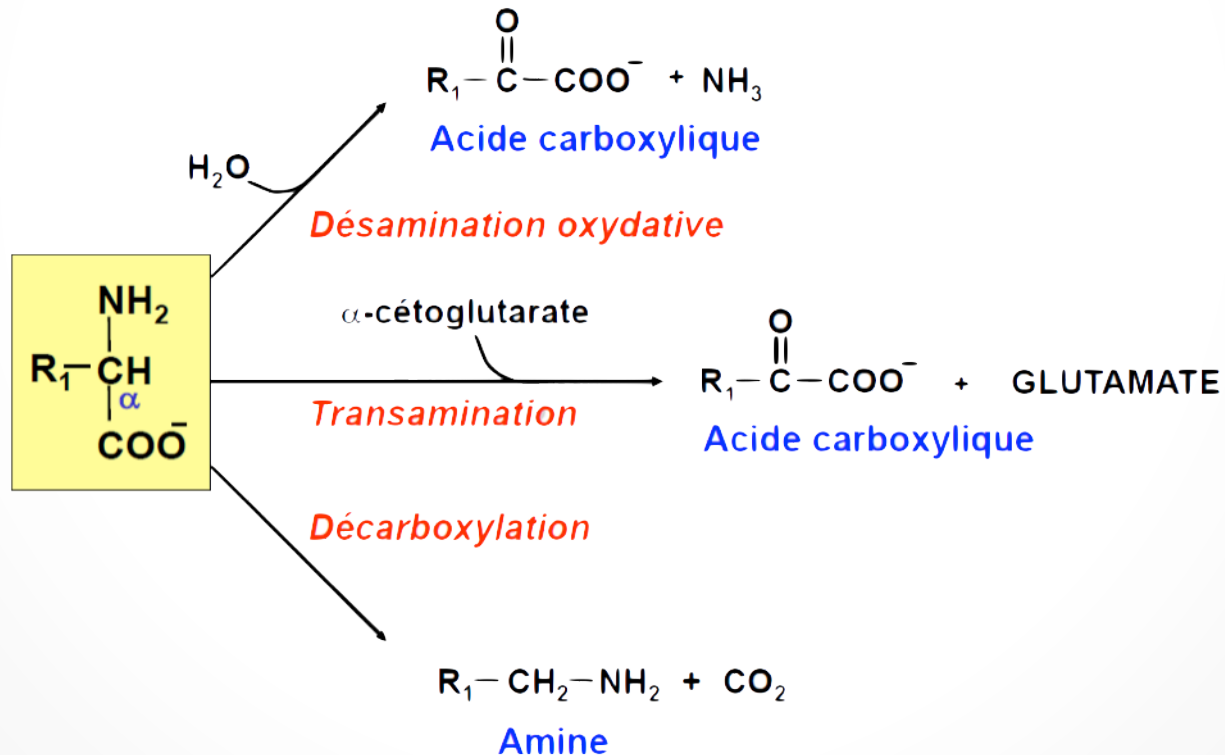
Règles de la catalyse

1. Un catalyseur **ne provoque jamais** la réaction chimique
2. Un catalyseur **ne rend jamais possible** une réaction thermodynamiquement impossible
3. Un catalyseur **augmente la vitesse** de la réaction
4. Un catalyseur se retrouve **toujours intact** en fin de réaction
5. Un catalyseur agit **à faible concentration**
6. Pour une réaction réversible, le catalyseur **ne modifie pas l'équilibre**, il permet de l'atteindre plus rapidement



Spécificité des enzymes

- 1) Spécificité **absolue** de réaction : une enzyme ne catalyse qu'un seul type de réaction

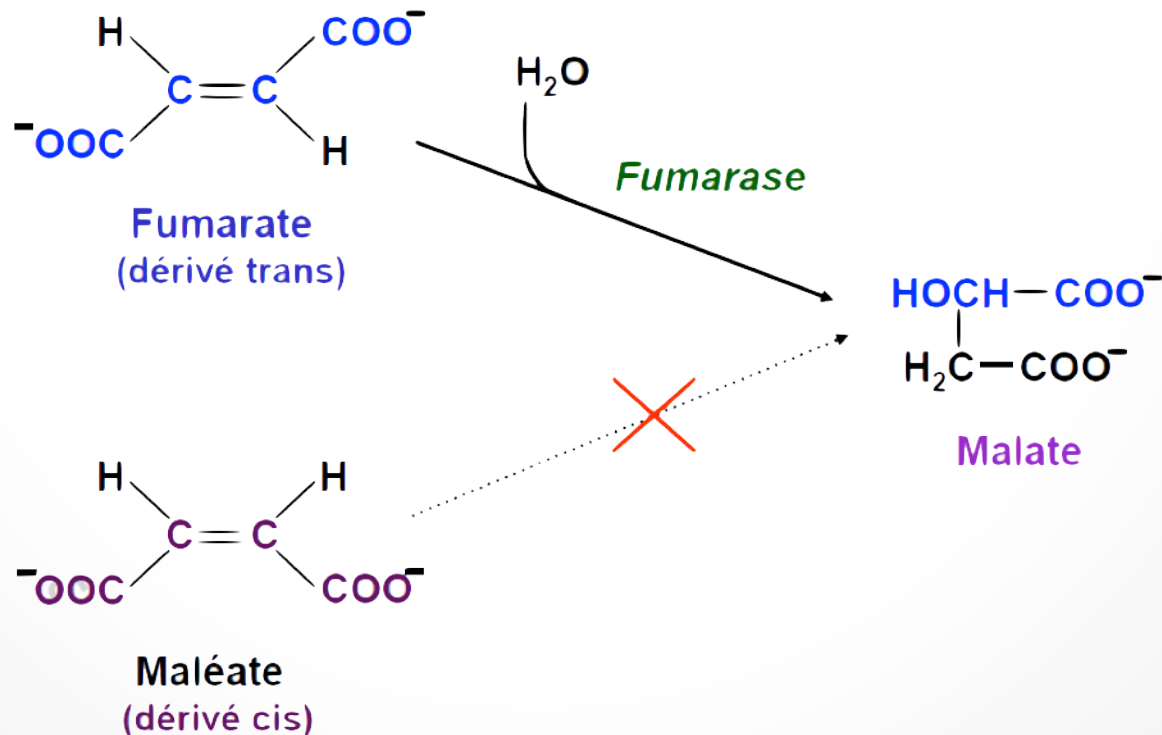


Spécificité des enzymes

2) Spécificité de substrat :

a) Spécificité absolue :

1 - Vis à vis d'un seul isomère

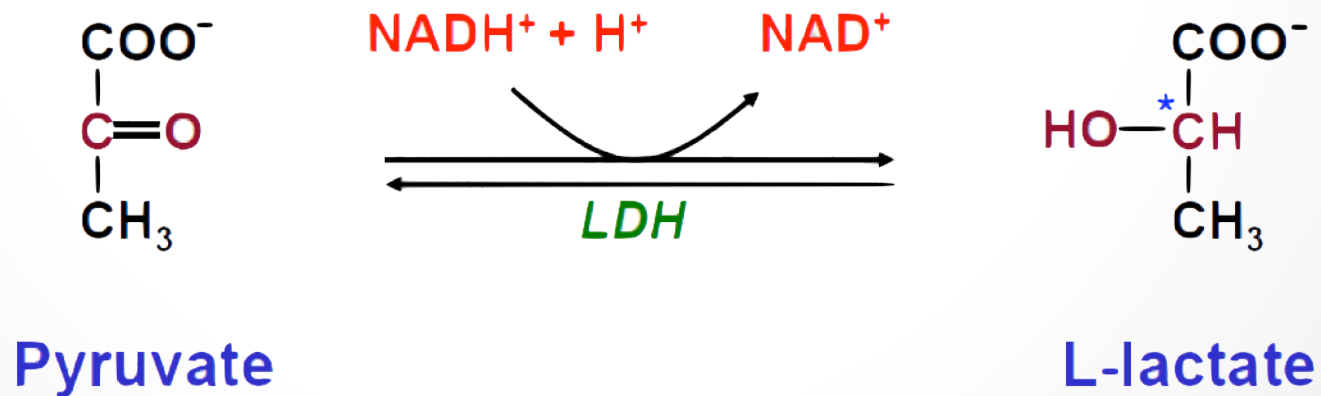


Spécificité des enzymes

2) Spécificité de substrat :

a) Spécificité absolue :

2 - Vis à vis d'une seule forme optiquement active



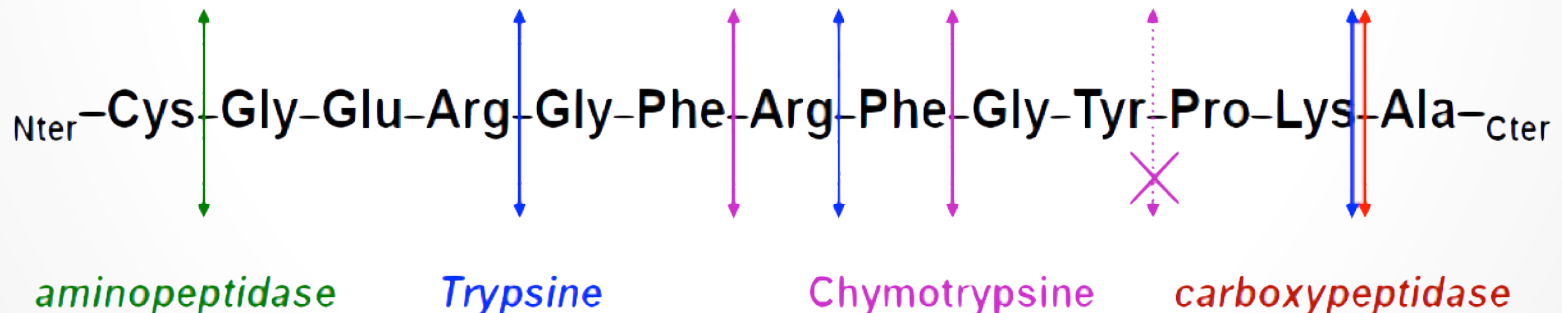
Spécificité des enzymes

2) Spécificité de substrat :

b) Spécificité relative:

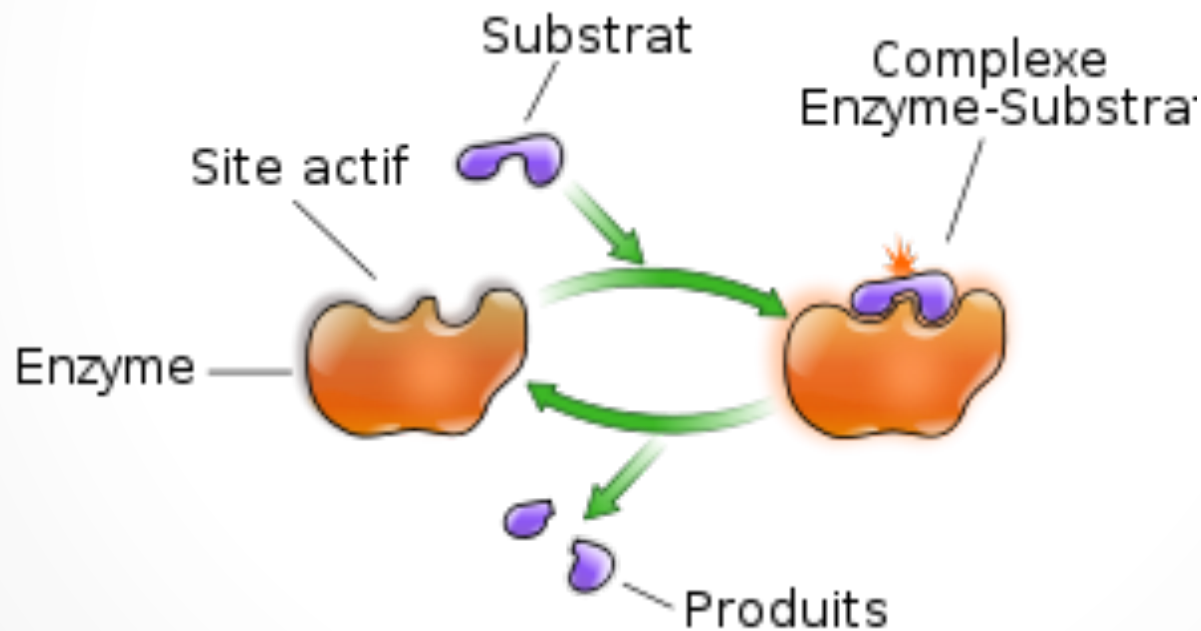
→ Spécificité de liaison :

Chymotrypsine : hydrolyse la liaison peptidique coté C-ter des **Phe** et **Trp** et **Tyr**



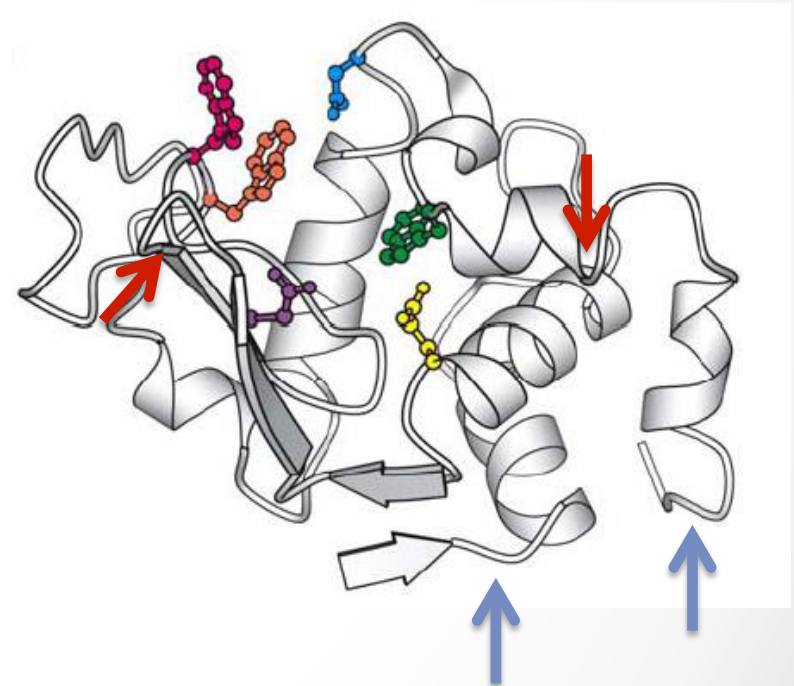
Structure des enzymes

- L'activité de catalyse est assurée par le site actif



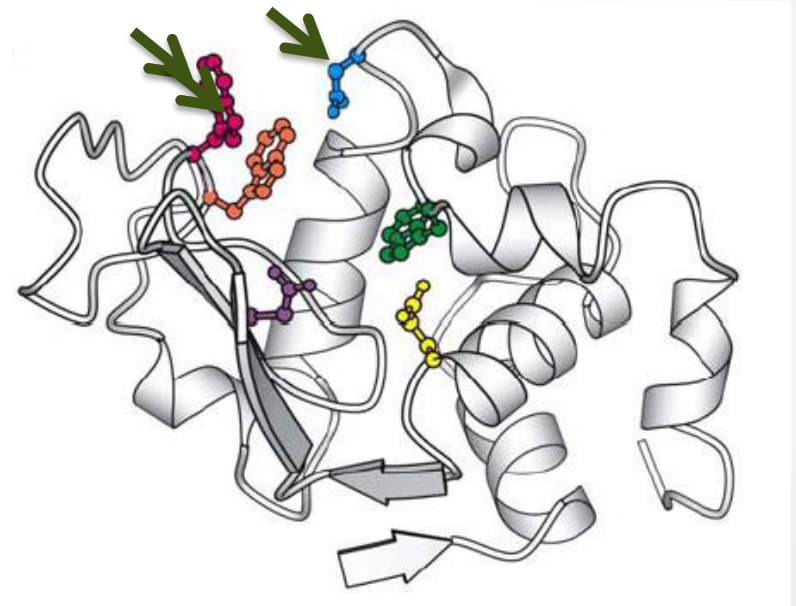
Structure des enzymes

- 4 types d'acides aminés :
 - Indifférents : nombre variable d'aa n'intervenant pas dans la réaction enzymatique, localisés aux extrémités de la séquence polypeptidique
 - De conformation : aa n'intervenant pas dans la réaction enzymatique, stabilisant l'enzyme sous sa forme réactionnelle



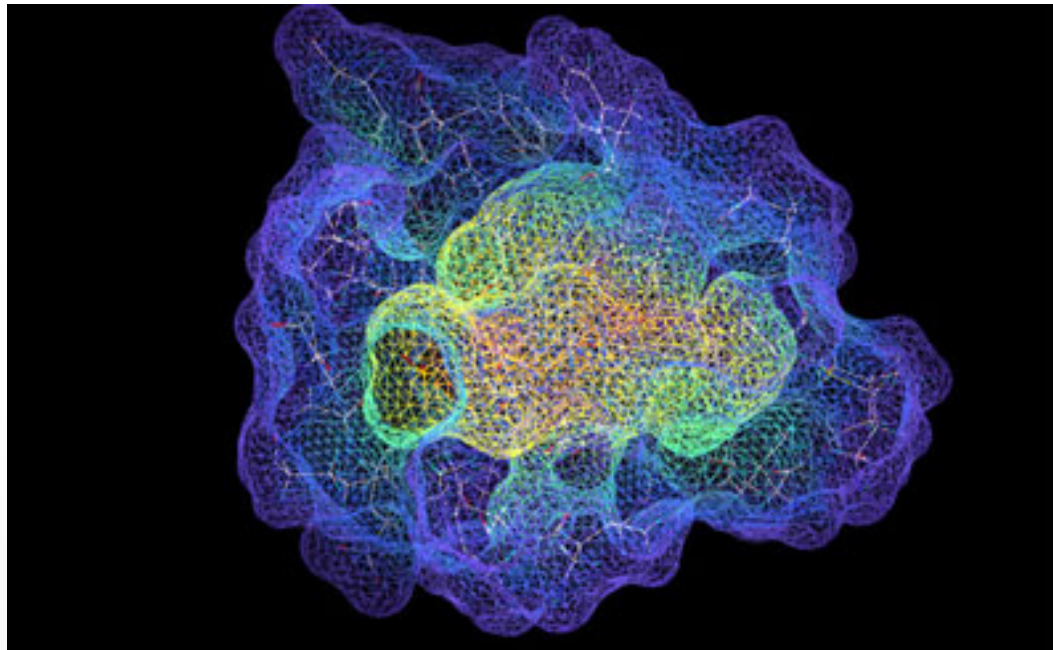
Structure des enzymes

- 4 types d'acides aminés :
 - **Auxiliaires:** aa proches du site actif, **N'INTERAGISSENT PAS AVEC LE SUBSTRAT → Rôle dans le fonctionnement de l'enzyme et la flexibilité du SA**
 - **De contact :** une dizaine d'aa (polaires) pas forcément proches dans la séquence protéique, interagissant avec le substrat

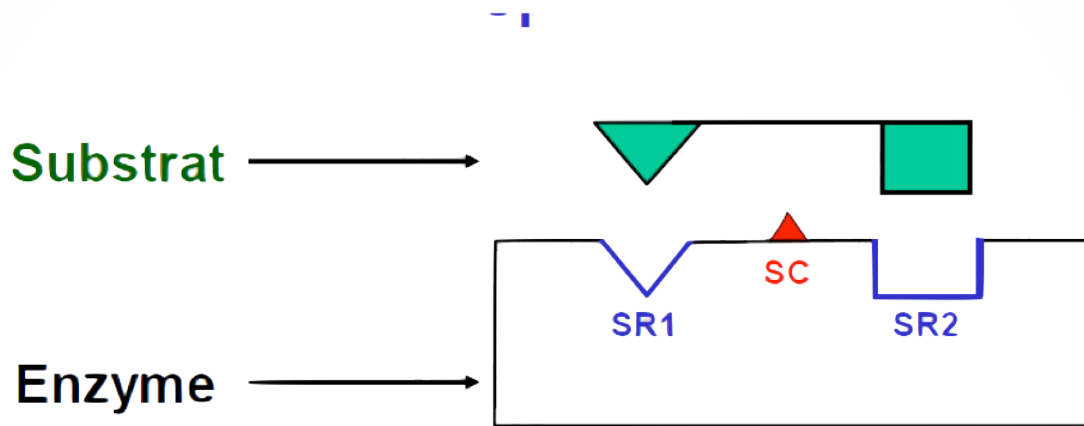


Site actif

- Crevasse en périphérie de l'enzyme formée par les chaînes latérales des aa de contact
- Le SA occupe une faible part du volume total de l'enzyme (10 aa)



Site actif

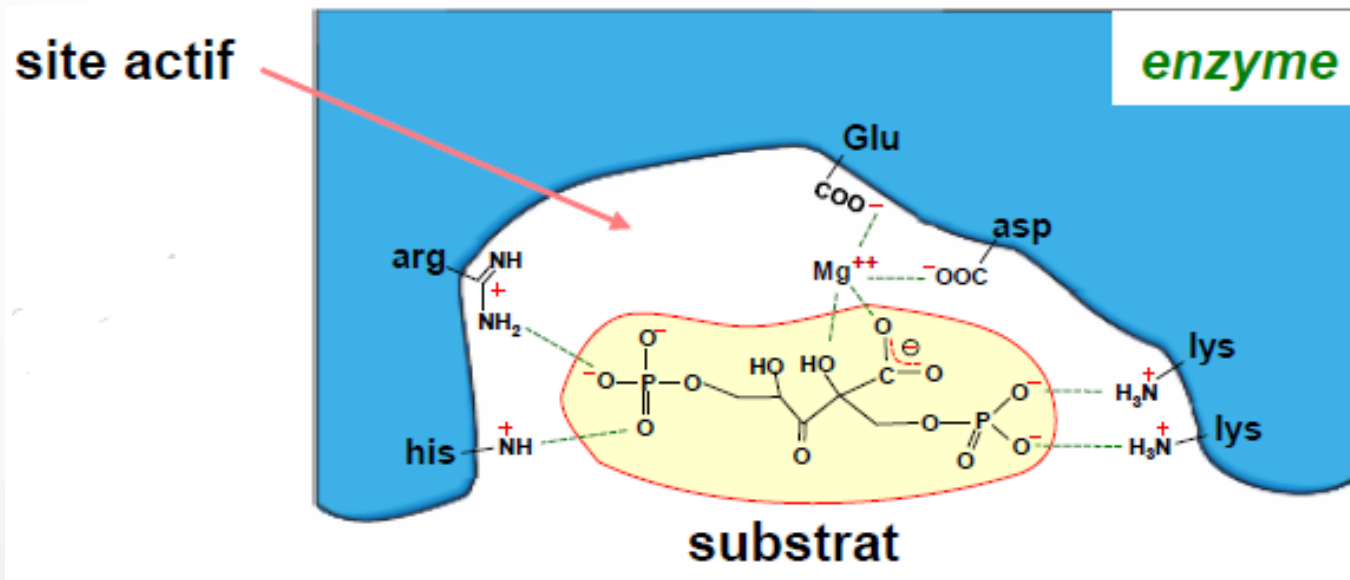


SITE ACTIF = SITE DE FIXATION + SITE CATALYTIQUE
SC : Site catalytique

- Interactions non covalentes (faible niveau énergétique)

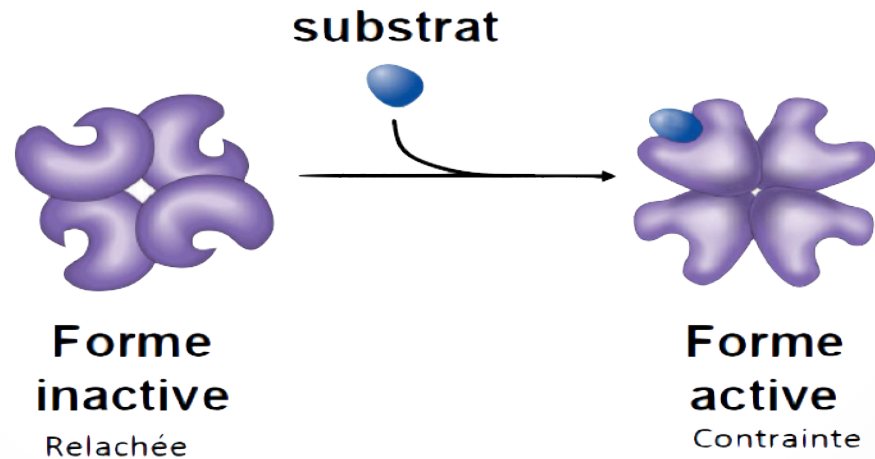
Site actif

- Association très spécifique
- Nécessite une forme adaptée du substrat pour s'intégrer dans le SA
- Etat de transition: permis par les acides aminés auxiliaires



Théorie de l'ajustement induit

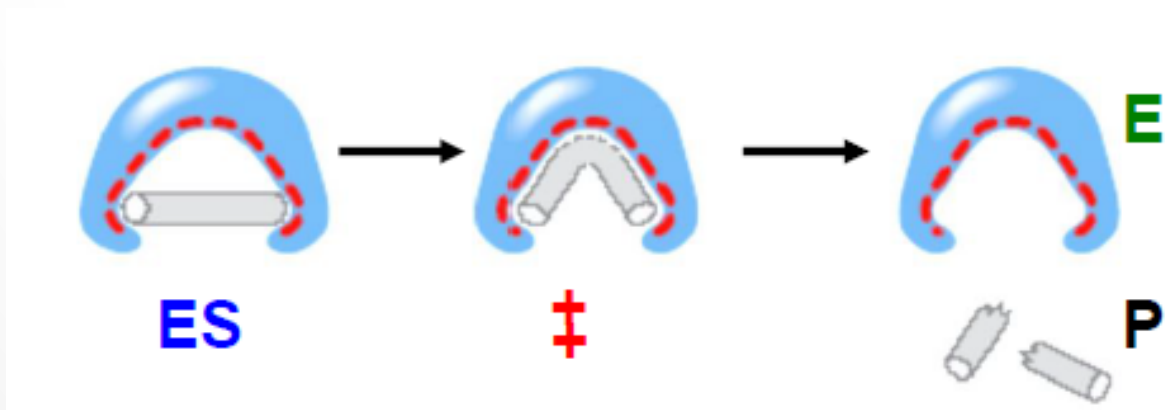
- Enzyme existe sous 2 formes :
 - Forme R (réactive)
 - Forme T (tendue = inactive)



Théorie de l'ajustement induit

Forme T : n'exprime pas le SA

- Augmentation du substrat → Génération du SA
- Augmentation du niveau énergétique → Association pour former le complexe E-S

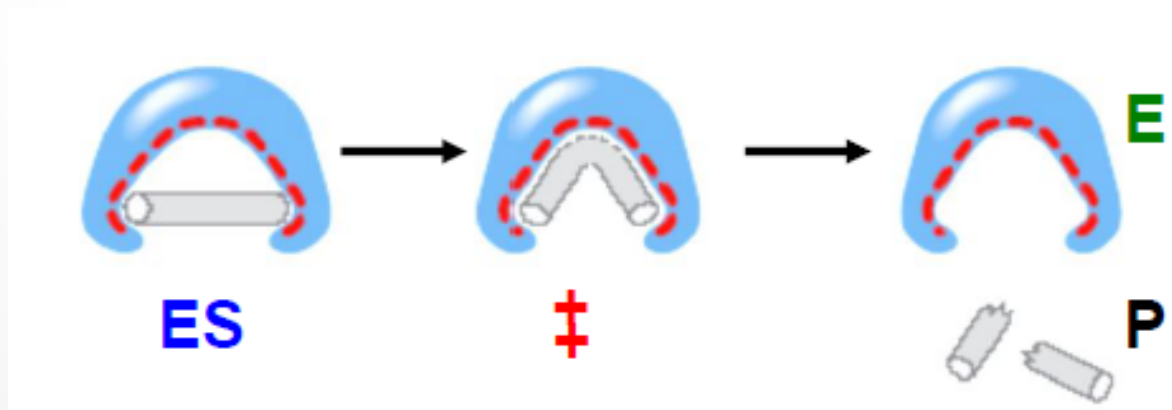


Théorie de l'ajustement induit

Forme R : exprime le SA

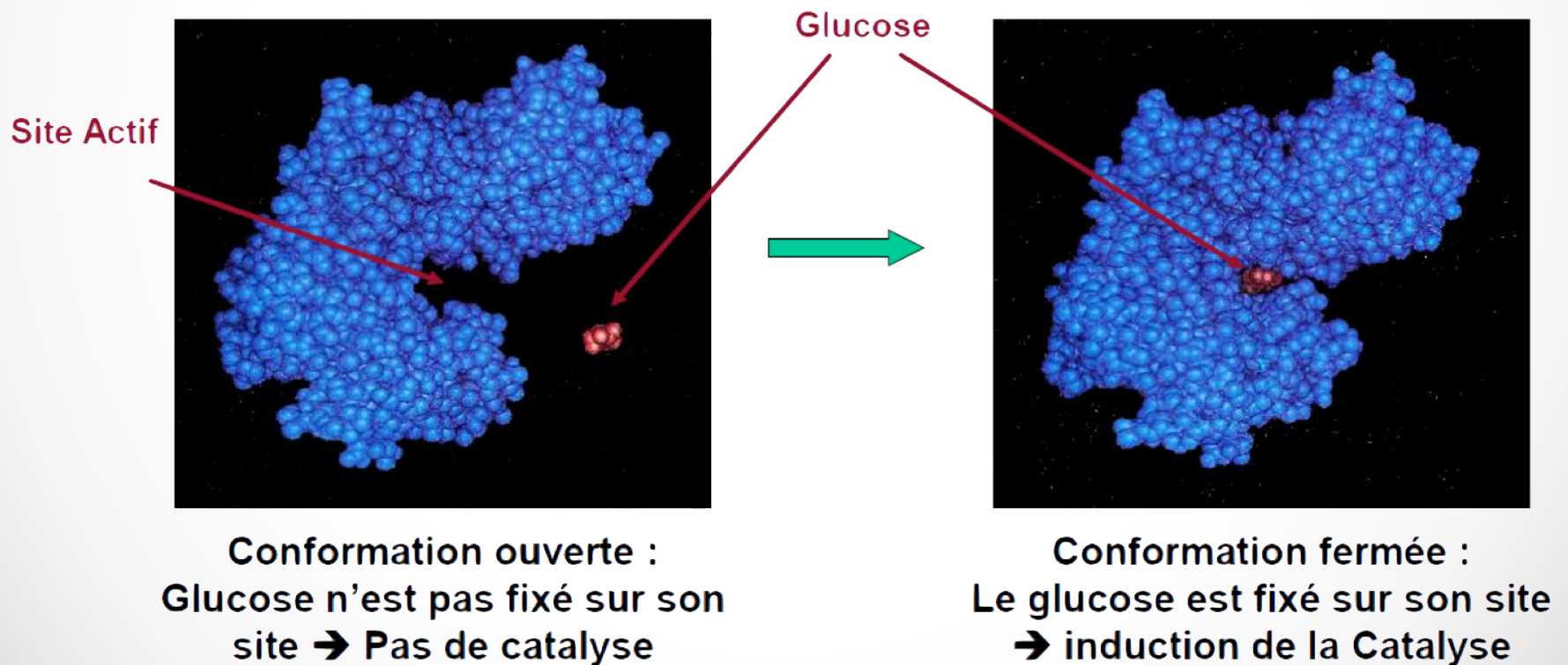
→ Atteinte de l'état de transition = E et S sous forme **contrainte**

→ Permet la réalisation de la réaction



Exemple: l'hexokinase

La fixation du glucose → **modifications conformationnelles** nécessaires au déclenchement de la catalyse



RESUME

- Enzyme + substrat au repos
- Rencontre et formation du complexe E-S
- Les AA auxiliaires modifient la protéine
- Enzyme + substrat = forme contrainte, atteinte de l'Etat de Transition
- Produits formés plus adaptés à l'enzyme : relargage

Cofacteurs

- Certaines enzymes ne sont actives qu'en présence d'un cofacteur → HOLOENZYMES
- HOLOENZYME = APOENZYME + COFACTEUR
- Cofacteurs : entités NON PROTEIQUES
 - Ions métalliques (cations divalents) : Ca^{2+} , Mg^{2+} , ...
 - Coenzymes : NAD^+ , FAD , ...

Coenzymes

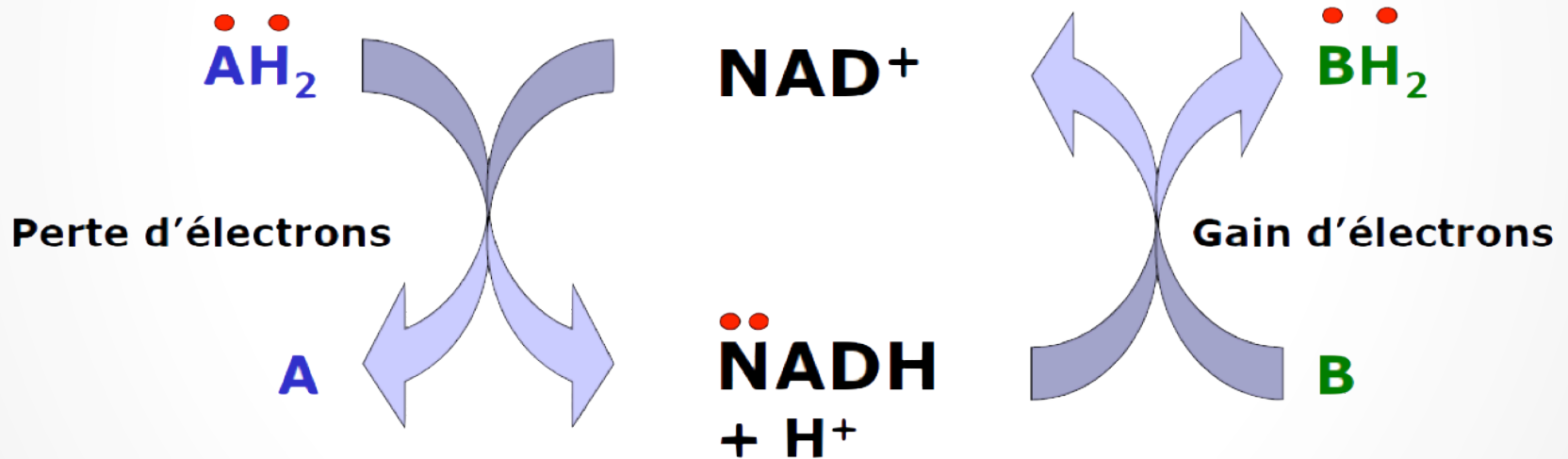
2 types de coenzymes :

- Stœchiométriques : libres (liaisons faibles, électrostatiques avec l'enzyme) → NAD⁺, CoA, NADP⁺
 - Catalytiques : associés à l'enzyme (liaisons fortes, covalentes) → FAD, TPP
- Ne se dissocient jamais de l'apoenzyme (maturation post-traductionnelle)

Coenzymes

- Les coenzymes sont des molécules biologiques synthétisées à base de vitamines → Fournies par l'alimentation
- ATTENTION : C'est l'apoenzyme qui reconnaît spécifiquement les cofacteurs dont elle a besoin (et non l'inverse)

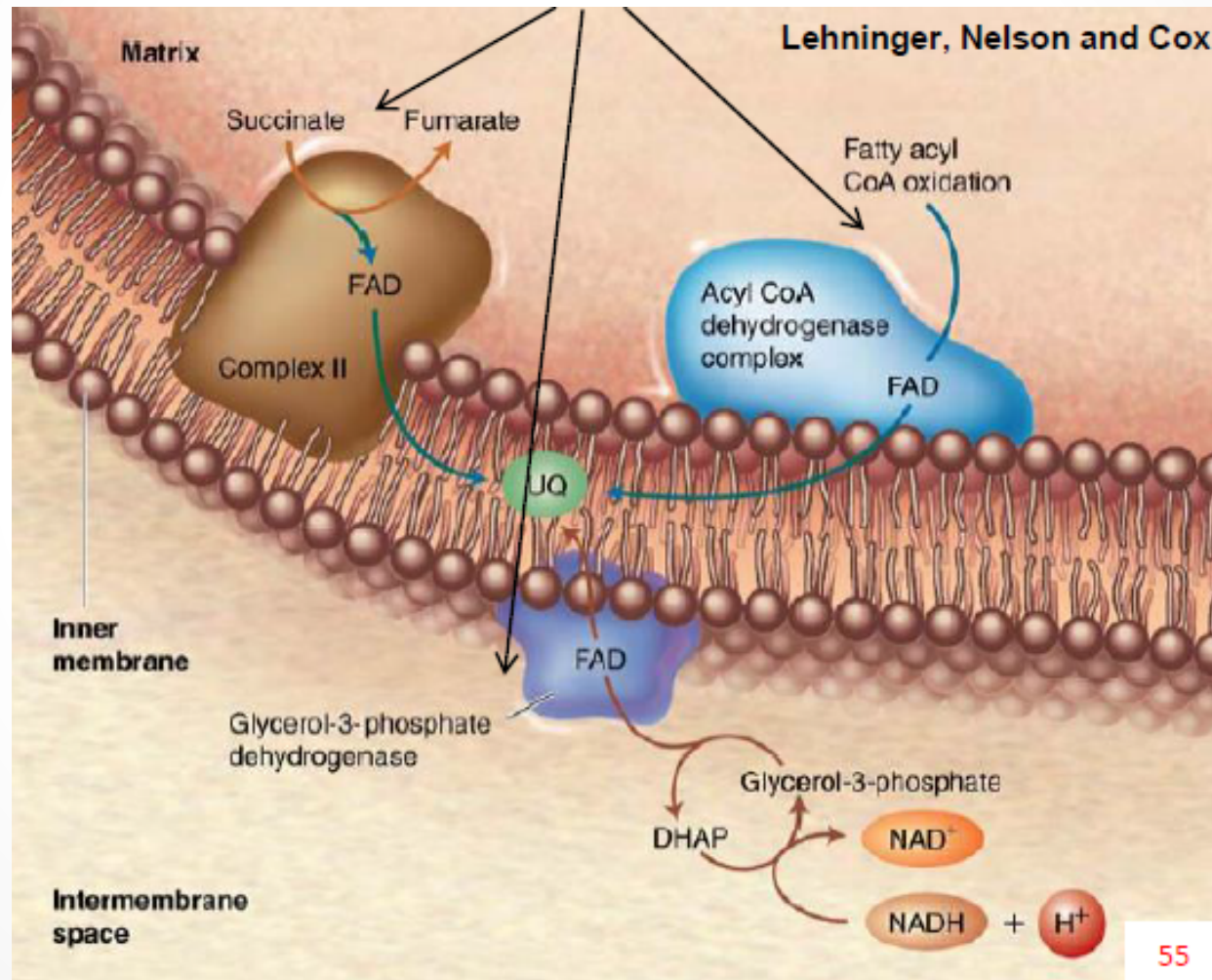
Coenzymes d'oxydo-réduction (NAD, FAD)



AH₂ est oxydé
NAD⁺ est réduit

B est réduit
NADH + H⁺ est oxydé

Un coenzyme catalytique: Le FAD

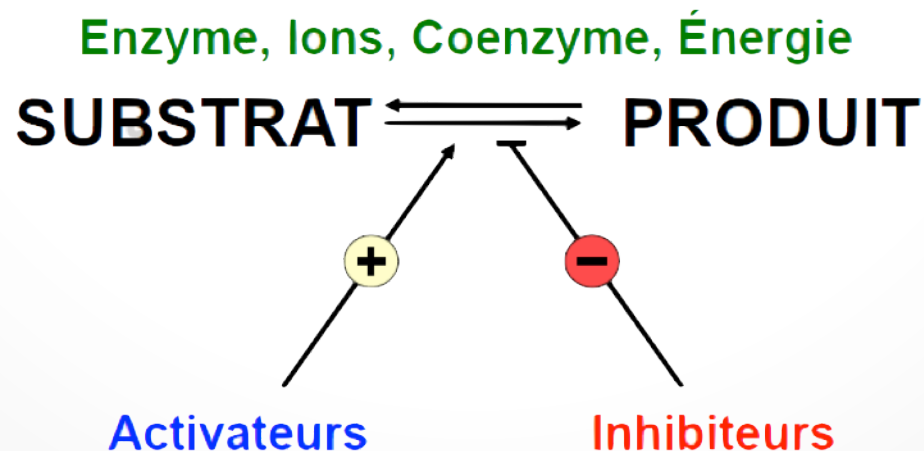


Les effecteurs de l'activité enzymatique

Effecteurs : Ligands se fixant sur les enzymes et modifiant la vitesse de réaction

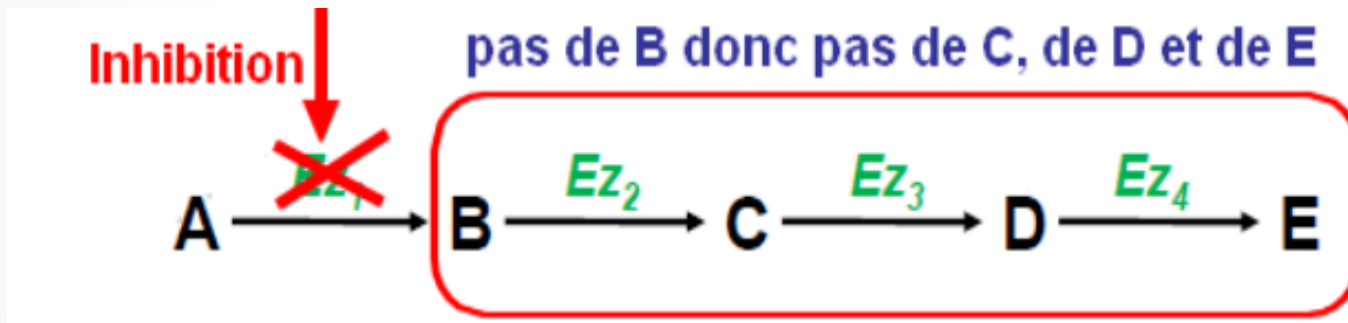
→ Soit ils l'accélèrent : **ACTIVATEURS**

→ Soit ils la diminuent : **INHIBITEURS**



Les effecteurs de l'activité enzymatique

En régulant l'enzyme on peut réguler la voie métabolique



La régulation doit se faire le + en amont possible de la voie métabolique sur une réaction irréversible ($|\Delta G|$ élevé)

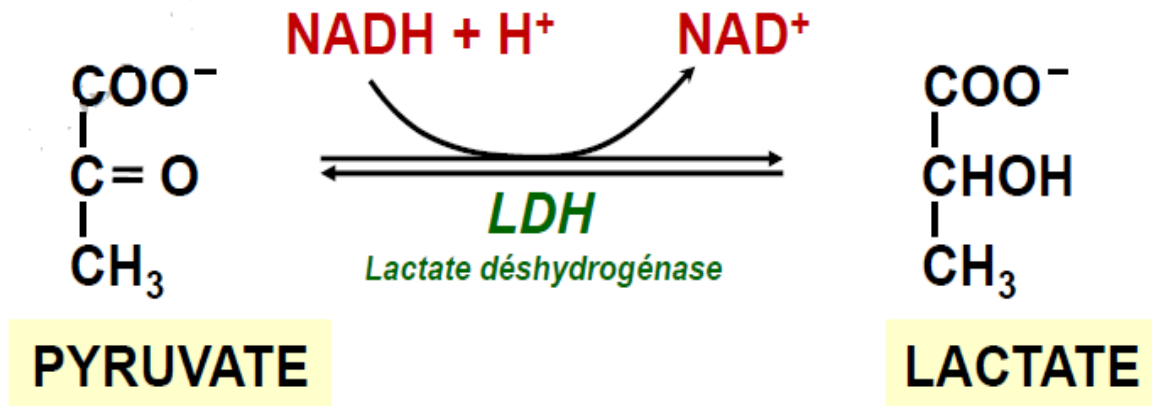
Régulation en fonction de la concentration

- Pour favoriser la voie métabolique on va **augmenter** la quantité d'enzyme (déterminée génétiquement)
- Pour la réprimer, on **dégrade** les enzymes surnuméraires

Régulation en fonction de la localisation

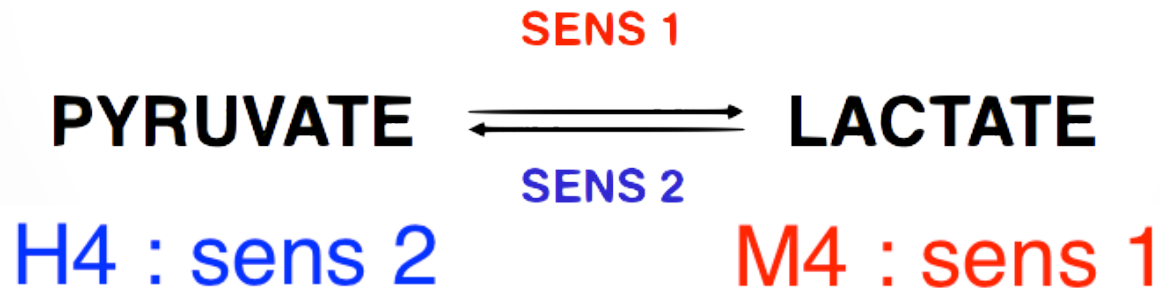
- Certaines enzymes auront des fonctions différentes **selon leur localisation**
- **Isoenzymes:** Enzymes qui catalysent les mêmes réactions mais avec des propriétés cinétiques différentes

Ex: LDH



Ex: LDH

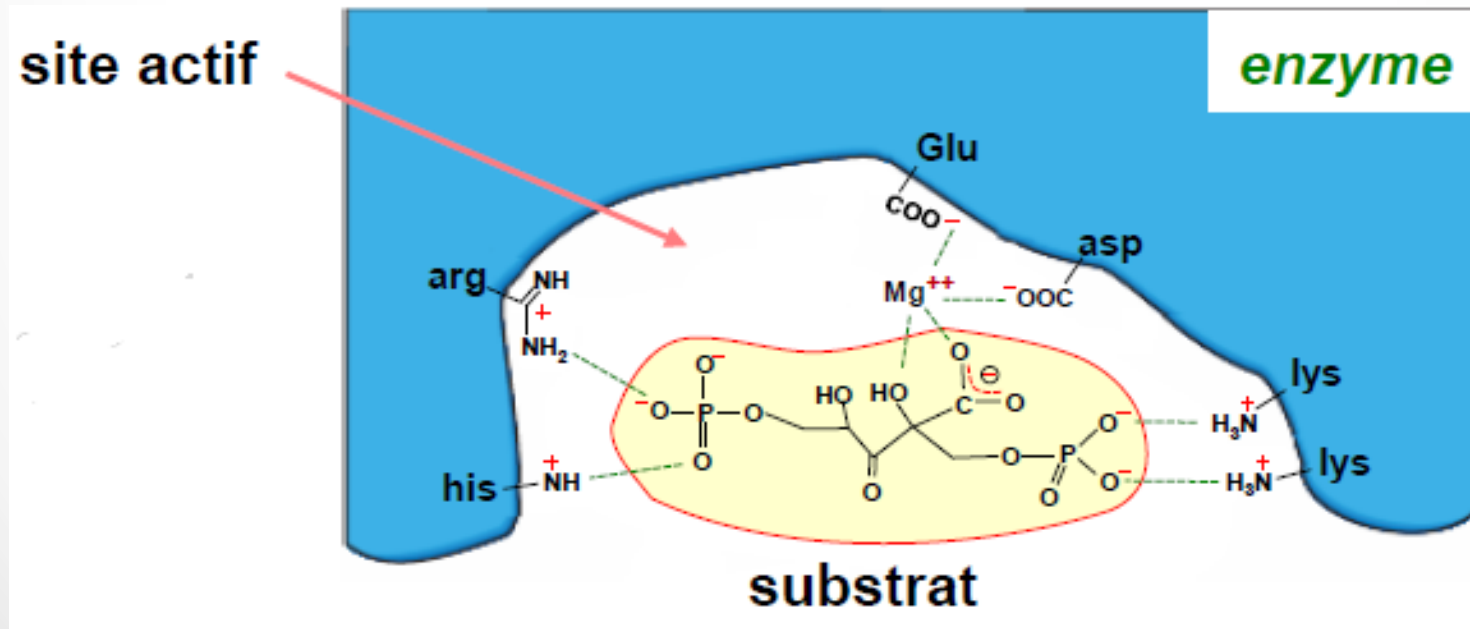
- Enzyme oligomérique composée de 4 sous-unités
- 2 isoformes :
 - H4 : Coeur
 - M4 : Muscle



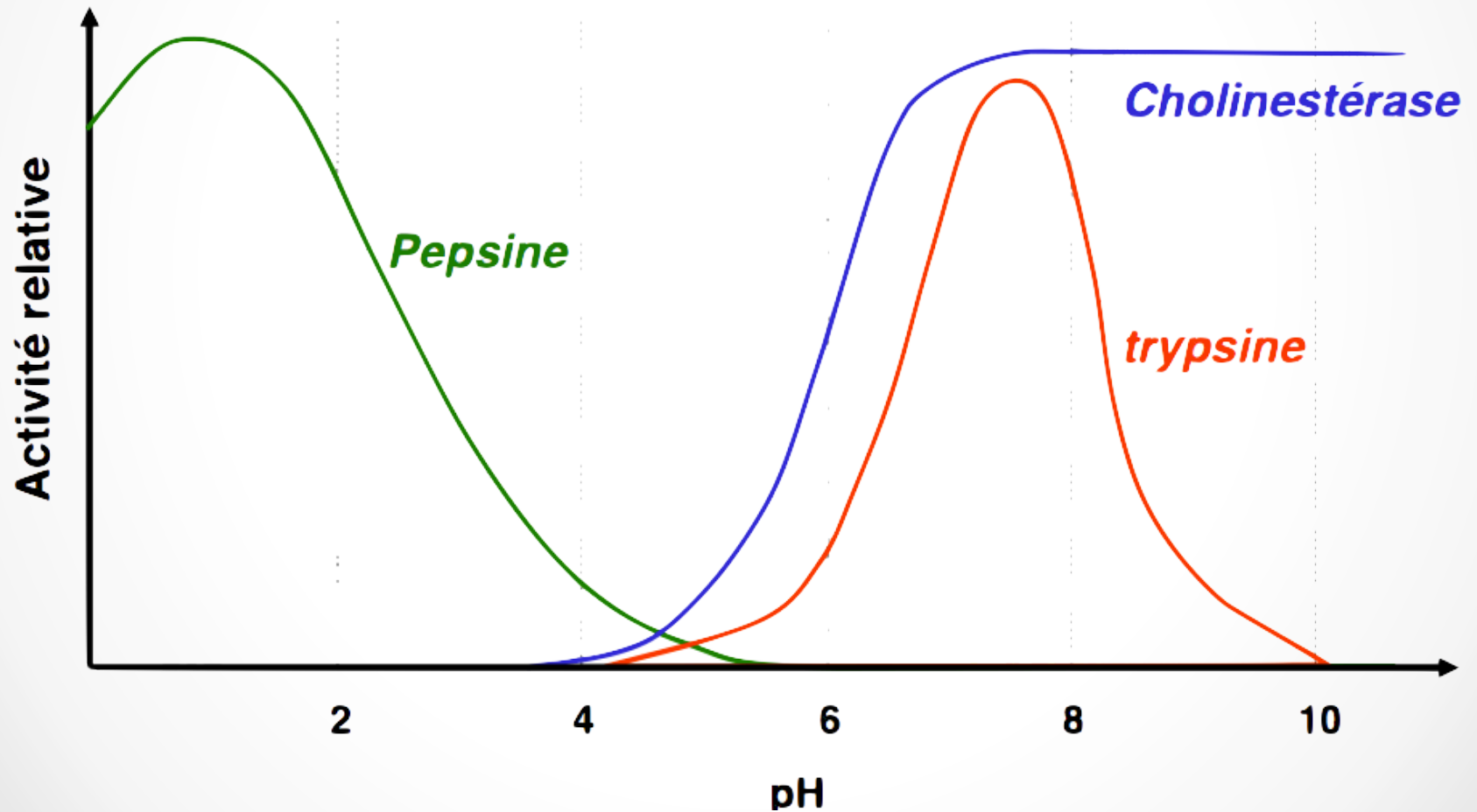
Régulation en fonction de l'environnement

Le pH :

Le pH modifie l'**ionisation** des groupements des chaînes latérales des AA du site actif



Régulation en fonction de l'environnement

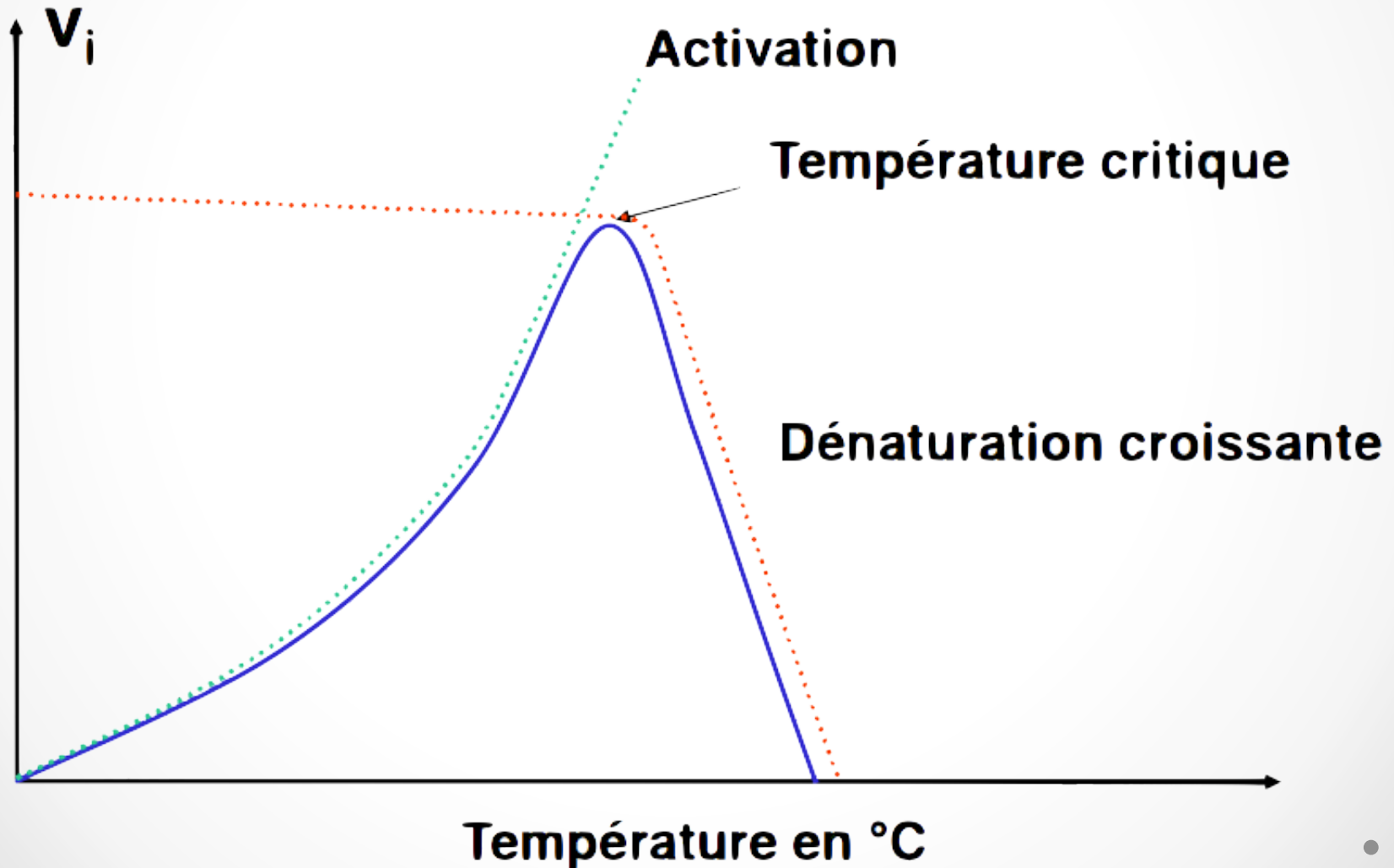


Régulation en fonction de l'environnement

La température :

- Hausse température = agitation moléculaire, **l'état de transition est plus facilement atteint**
- Au delà d'un certain seuil, les **liaison non covalentes stabilisants la structure 3D sont rompues** (=dénaturation)

Régulation en fonction de l'environnement

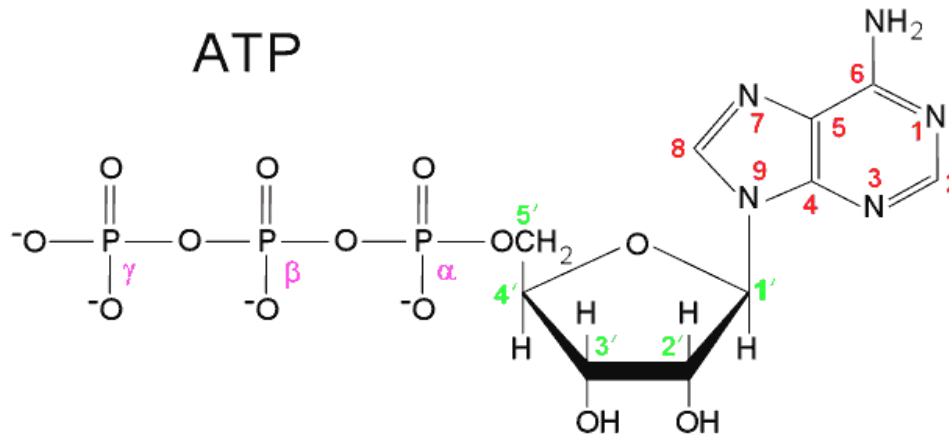


Régulation des enzymes

- De manière covalente par Phosphorylation

ATP

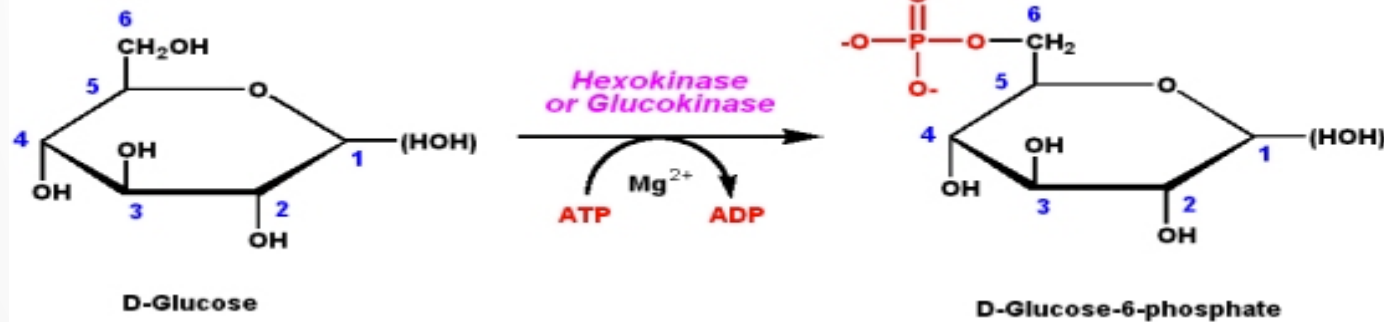
- ATP = Forme universelle de stockage de l'NRJ



- Présent dans **toutes les cellules** de tous les êtres vivants.
- C'est **l'unique fournisseur** d'énergie !

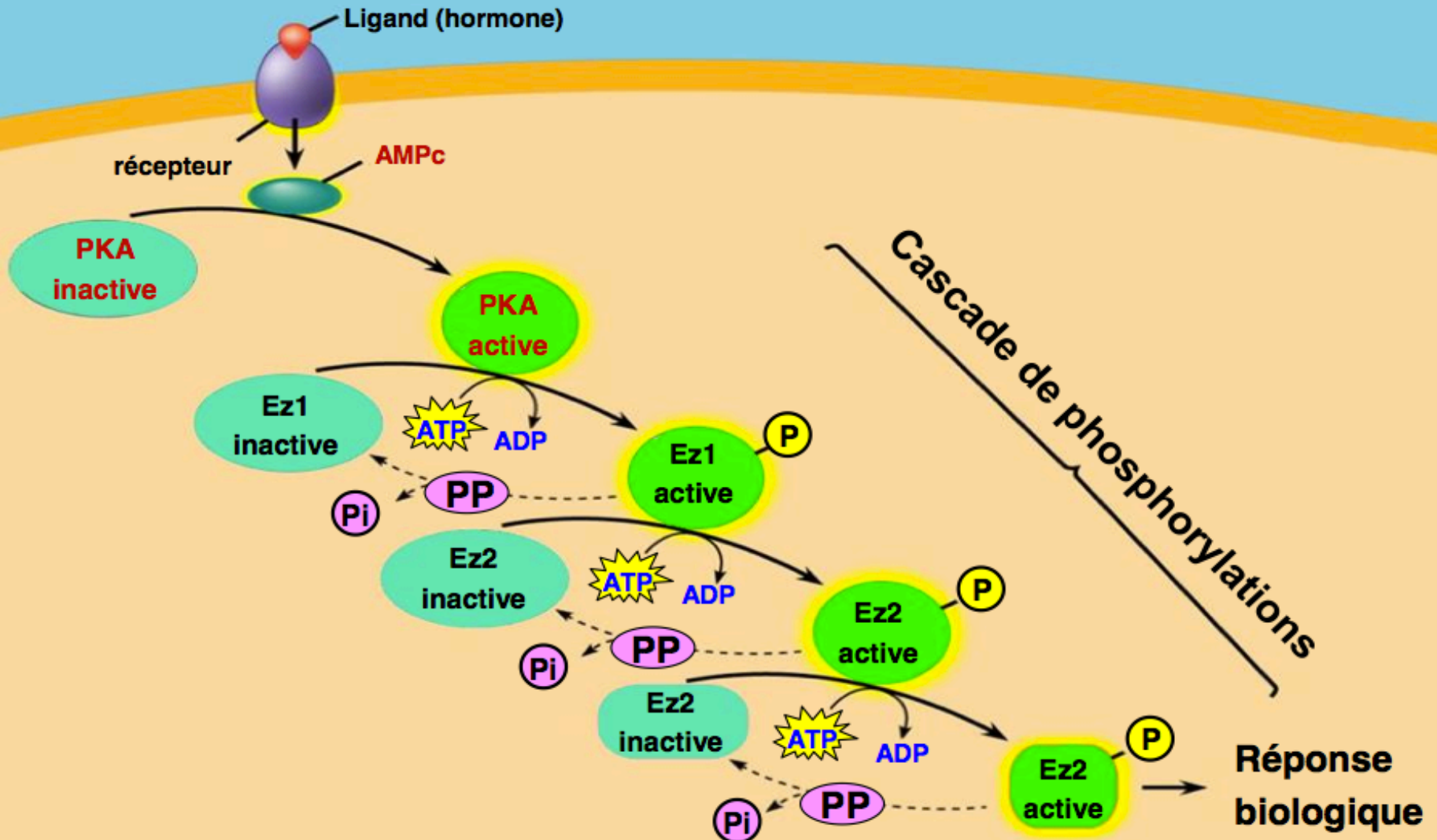
Régulation covalente

- Phosphorylation = transfert d'un Phosphate
- Sur résidus : Sér, Thr et Tyr
- Enzymes de types **kinases** = spécificité absolue (reconnait substrat)



- Enzymes de types **phosphatases** enlèvent le Phosphate (spécificité plus large, reconnait grp)

Cascade de phosphorylation



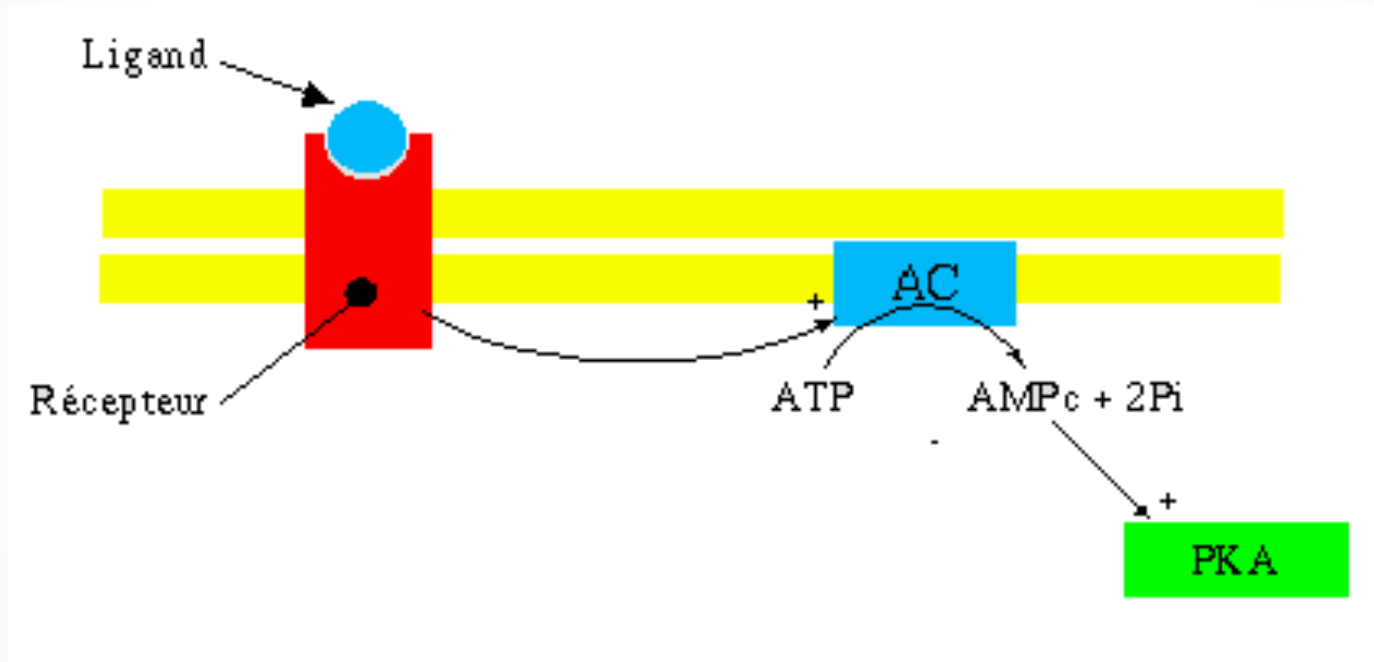
Cascade de phosphorylation

2 objectifs:

- Sélectivité de la réponse parfaitement adaptée au messenger primaire
- Phénomène d'amplification: Un messenger active 10^3 enzymes

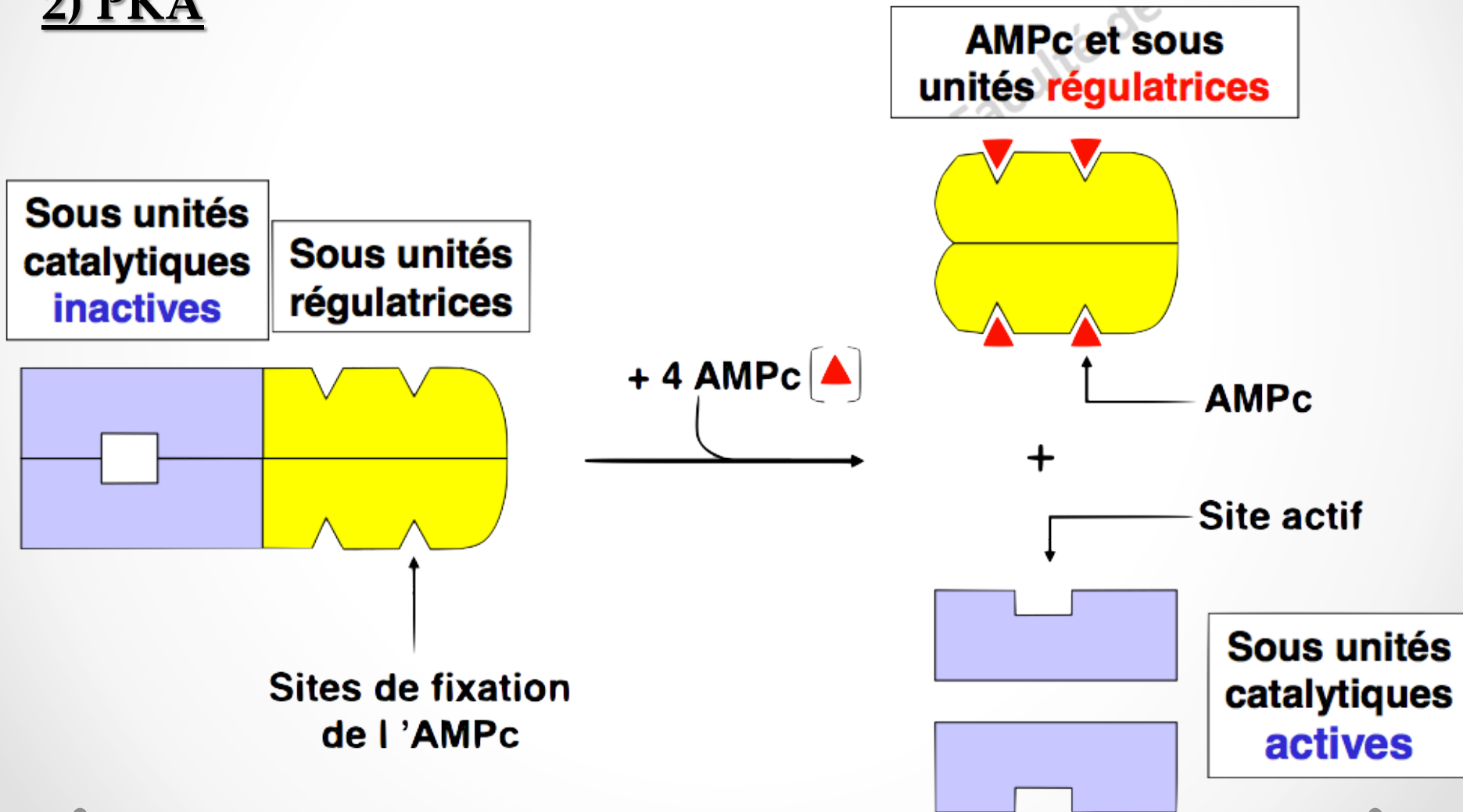
Acteurs principaux

1) Adenylate cyclase

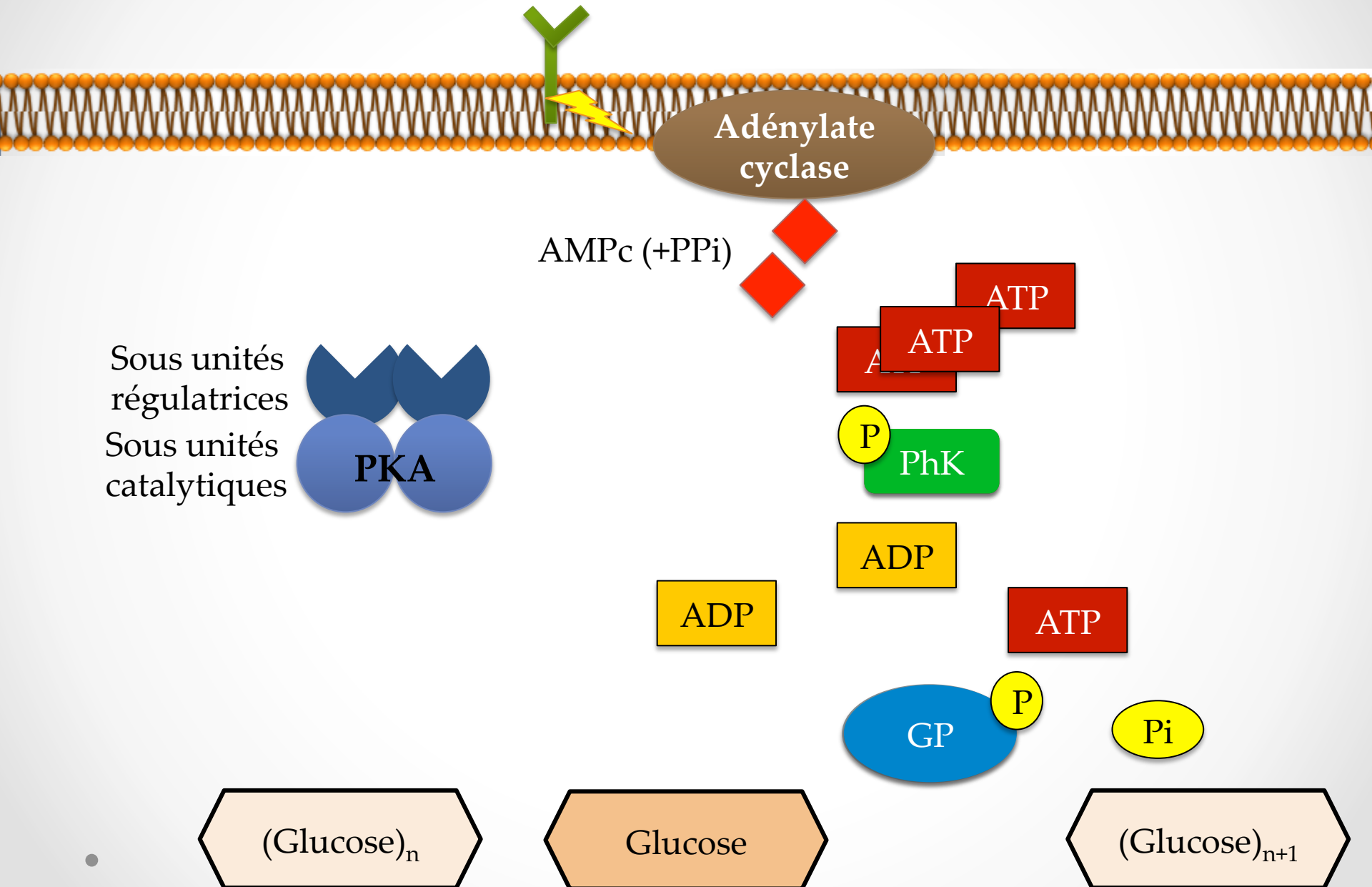


Acteurs principaux

2) PKA



Premier messager (glucagon, adrénaline)



Allostérie

Définition : variations de conformation de certaines protéines en réponse à la fixation d'un substrat ou d'un effecteur

- Acquisition de propriétés particulières (modifications de l'activité de l'enzyme)
- S'explique par la mise en place d'effets coopératifs
- La protéine doit être sous forme oligomérique (++)

Enzymes allostériques

Ces enzymes fonctionnent via l'action

- D'un site actif, responsable de la réaction
- D'un site régulateur, différent du site actif et permettant des interactions RÉVERSIBLES avec un métabolite régulateur (= effecteur)

Les effecteurs ne participent pas à la catalyse !

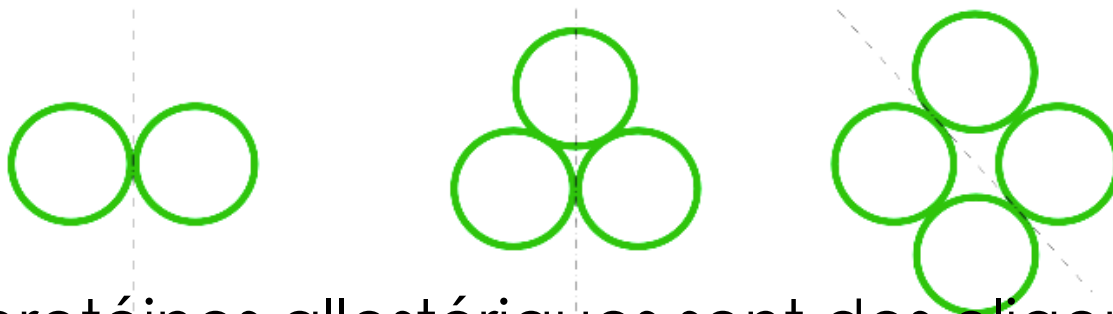
Ils conduisent à des changements de conformation au niveau du site actif ce qui provoque

- Une augmentation (activateur) : de l'activité enzymatique
- Une diminution (inhibiteur) de l'activité enzymatique



Enzymes allostériques

Protéines complexes qui possèdent plusieurs sous-unités organisées de façon à présenter un axe de symétrie



Les protéines allostériques sont des oligomères où les protomères occupent une disposition équivalente → symétrie

Les protomères sont des sous unités d'enzymes allostériques

Allostérie

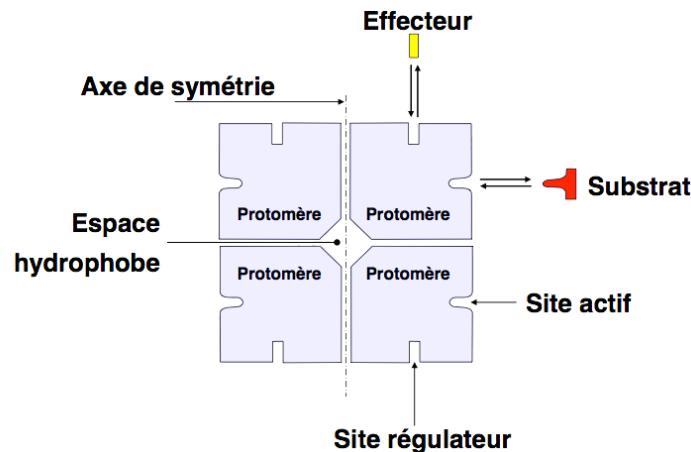
Propriétés d'une protéine allostérique

- Structure quaternaire
- Variation de conformation dépend du taux d'occupation des sites régulateurs
- Ces protéines exercent un rôle essentiel dans la régulation du métabolisme

Enzymes allostériques

Chaque protomère possède

- Un site actif (fixation du substrat)
- Un site régulateur (fixation du modulateur)



→ Liaison réversible, non covalente d'un effecteur appelé modulateur allostérique. Cette fixation induit un changement de conformation

Allostérie

Les effecteurs allostériques sont des ligands dont le site de fixation est différent du site actif

L'effecteur peut-être :

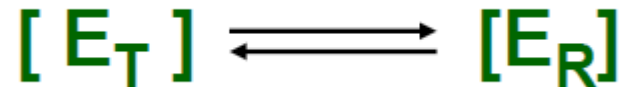
- Une molécule de substrat différente de celle qui participe à la réaction enzymatique, on parle d'effet allostérique homotrope
- Une molécule différente du substrat, on parle d'effet allostérique hétérotrope

Allostérie

- Effet allostérique homotrope

En présence de substrat

Si $[S]$ augmente \rightarrow augmente $[ErS]$ \rightarrow diminution $[Er]$
 \rightarrow transition allostérique de E_T vers E_R

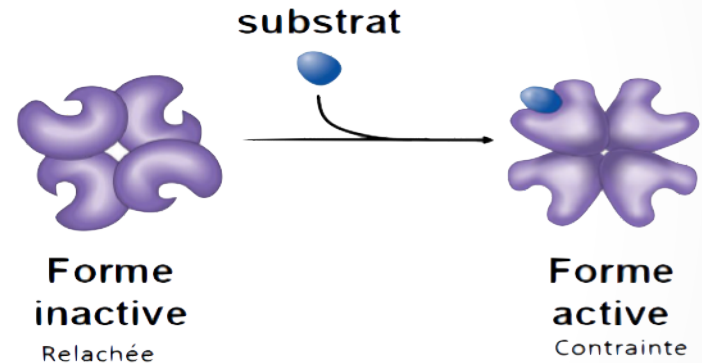


Le substrat joue un rôle d'effecteur homotrope positif !

Les effets allostériques homotropes présentent
TOUJOURS une coopérativité positive

Enzymes allostériques

La fixation d'une molécule de substrat sur un protomère favorise la fixation de substrats sur les autres protomères



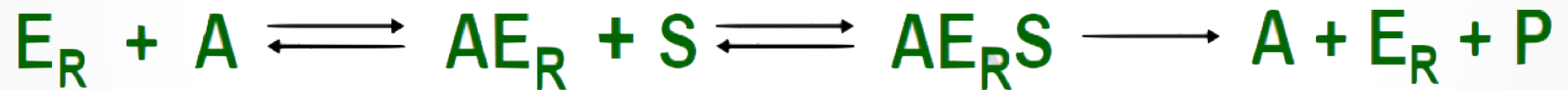
On dit qu'il y a coopérativité quand l'activité des autres protomères est augmentée suite à la fixation d'un substrat sur un protomère

Enzymes allostériques

- Effet allostérique hétérotrope

En présence de substrat et effecteur positif (A)

Présence de A → augmente [A_{E_R}] → diminution [E_R] → transition allostérique de E_t vers E_r → Effet hétérotrope positif



En présence de substrat et effecteur négatif (I)

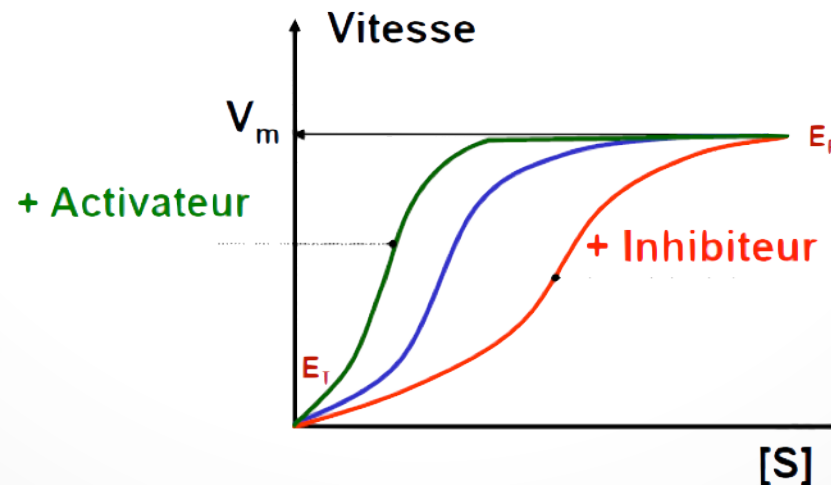
Présence de I → augmente [E_tI] → diminution [E_t] → transition allostérique de E_r vers E_t → Effet hétérotrope négatif

Enzymes allostériques

Effet allostérique hétérotrope

Les effets hétérotropes sont

- Coopératifs (positifs) ou
- Anti-coopératifs (négatifs/inhibiteurs)



Enzymes allostériques

- La désensibilisation
 - ➔ Perte de la sensibilité de l'enzyme aux effecteurs allostériques !
- Seul le site allostérique est détruit
- Perte du phénomène de coopérativité entre les protomères

QCM 1

- A) Une enzyme peut provoquer la réaction chimique
- B) Une enzyme se retrouve intacte à la fin de la réaction
- C) Une même enzyme peut catalyser plusieurs types de réactions différentes
- D) La phosphatase et la lipase possèdent une spécificité absolue de substrat
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 1

- A) Une enzyme peut provoquer la réaction chimique
- B) Une enzyme se retrouve intacte à la fin de la réaction
- C) Une même enzyme peut catalyser plusieurs types de réactions différentes
- D) La phosphatase et la lipase possèdent une spécificité absolue de substrat
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 1

- A) Une enzyme peut provoquer la réaction chimique
- B) Une enzyme se retrouve intacte à la fin de la réaction
- C) Une même enzyme peut catalyser plusieurs types de réactions différentes
- D) La phosphatase et la lipase possèdent une spécificité absolue de substrat
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 1

- A) Une enzyme peut provoquer la réaction chimique
- B) Une enzyme se retrouve intacte à la fin de la réaction
- C) Une même enzyme peut catalyser plusieurs types de réactions différentes
- D) La phosphatase et la lipase possèdent une spécificité absolue de substrat
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 1

- A) Une enzyme peut provoquer la réaction chimique
- B) Une enzyme se retrouve intacte à la fin de la réaction
- C) Une même enzyme peut catalyser plusieurs types de réactions différentes
- D) La phosphatase et la lipase possèdent une spécificité absolue de substrat
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 1

- A) Une enzyme peut provoquer la réaction chimique
- B) Une enzyme se retrouve intacte à la fin de la réaction
- C) Une même enzyme peut catalyser plusieurs types de réactions différentes
- D) La phosphatase et la lipase possèdent une spécificité absolue de substrat
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



QCM 2

- A) Le site catalytique est constitué du site de reconnaissance et du site actif
- B) Le site actif occupe un volume important de l'enzyme
- C) La forme R est la forme réactive
- D) L'enzyme et le substrat se lient via des interactions spécifiques et de haut niveau énergétique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 2

- A) Le site catalytique est constitué du site de reconnaissance et du site actif
- B) Le site actif occupe un volume important de l'enzyme
- C) La forme R est la forme réactive
- D) L'enzyme et le substrat se lient via des interactions spécifiques et de haut niveau énergétique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 2

- A) Le site catalytique est constitué du site de reconnaissance et du site actif
- B) Le site actif occupe un volume important de l'enzyme
- C) La forme R est la forme réactive
- D) L'enzyme et le substrat se lient via des interactions spécifiques et de haut niveau énergétique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 2

- A) Le site catalytique est constitué du site de reconnaissance et du site actif
- B) Le site actif occupe un volume important de l'enzyme
- C) La forme R est la forme réactive
- D) L'enzyme et le substrat se lient via des interactions spécifiques et de haut niveau énergétique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 2

- A) Le site catalytique est constitué du site de reconnaissance et du site actif
- B) Le site actif occupe un volume important de l'enzyme
- C) La forme R est la forme réactive
- D) L'enzyme et le substrat se lient via des interactions spécifiques et de haut niveau énergétique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 2

- A) Le site catalytique est constitué du site de reconnaissance et du site actif
- B) Le site actif occupe un volume important de l'enzyme
- C) La forme R est la forme réactive
- D) L'enzyme et le substrat se lient via des interactions spécifiques et de haut niveau énergétique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 3

- A) Les acides aminés indifférents sont localisés aux extrémités de la séquence polypeptidique
- B) Les acides aminés de conformation permettent la flexibilité du site actif
- C) Les acides aminés auxiliaires n'interviennent pas dans la réaction enzymatique
- D) Les acides aminés de contact sont fréquemment polaires et chargés
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 3

- A) Les acides aminés indifférents sont localisés aux extrémités de la séquence polypeptidique
- B) Les acides aminés de conformation permettent la flexibilité du site actif
- C) Les acides aminés auxiliaires n'interviennent pas dans la réaction enzymatique
- D) Les acides aminés de contact sont fréquemment polaires et chargés
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 3

A) Les acides aminés indifférents sont localisés aux extrémités de la séquence polypeptidique

B) Les acides aminés de conformation permettent la flexibilité du site actif

C) Les acides aminés auxiliaires n'interviennent pas dans la réaction enzymatique

D) Les acides aminés de contact sont fréquemment polaires et chargés

E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 3

A) Les acides aminés indifférents sont localisés aux extrémités de la séquence polypeptidique

B) Les acides aminés de conformation permettent la flexibilité du site actif

C) Les acides aminés auxiliaires n'interviennent pas dans la réaction enzymatique

D) Les acides aminés de contact sont fréquemment polaires et chargés

E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 3

A) Les acides aminés indifférents sont localisés aux extrémités de la séquence polypeptidique

B) Les acides aminés de conformation permettent la flexibilité du site actif

C) Les acides aminés auxiliaires n'interviennent pas dans la réaction enzymatique

D) Les acides aminés de contact sont fréquemment polaires et chargés

E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 3

A) Les acides aminés indifférents sont localisés aux extrémités de la séquence polypeptidique

B) Les acides aminés de conformation permettent la flexibilité du site actif

C) Les acides aminés auxiliaires n'interviennent pas dans la réaction enzymatique

D) Les acides aminés de contact sont fréquemment polaires et chargés

E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 4

- A) Des isoenzymes catalysent des réactions chimiques différentes avec les mêmes caractéristiques cinétiques
- B) L'augmentation de la température peut permettre une meilleure activation de l'enzyme
- C) Le pH modifie l'ionisation des groupements des chaînes latérales des AA du site actif
- D) La phosphorylation est une régulation faisant appel à une liaison de type covalente
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 4

- A) Des isoenzymes catalysent des réactions chimiques différentes avec les mêmes caractéristiques cinétiques
- B) L'augmentation de la température peut permettre une meilleure activation de l'enzyme
- C) Le pH modifie l'ionisation des groupements des chaînes latérales des AA du site actif
- D) La phosphorylation est une régulation faisant appel à une liaison de type covalente
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 4

- A) Des isoenzymes catalysent des réactions chimiques différentes avec les mêmes caractéristiques cinétiques
- B) L'augmentation de la température peut permettre une meilleure activation de l'enzyme
- C) Le pH modifie l'ionisation des groupements des chaînes latérales des AA du site actif
- D) La phosphorylation est une régulation faisant appel à une liaison de type covalente
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 4

- A) Des isoenzymes catalysent des réactions chimiques différentes avec les mêmes caractéristiques cinétiques
- B) L'augmentation de la température peut permettre une meilleure activation de l'enzyme
- C) Le pH modifie l'ionisation des groupements des chaînes latérales des AA du site actif
- D) La phosphorylation est une régulation faisant appel à une liaison de type covalente
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 4

- A) Des isoenzymes catalysent des réactions chimiques différentes avec les mêmes caractéristiques cinétiques
- B) L'augmentation de la température peut permettre une meilleure activation de l'enzyme
- C) Le pH modifie l'ionisation des groupements des chaînes latérales des AA du site actif
- D) La phosphorylation est une régulation faisant appel à une liaison de type covalente
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 4

- A) Des isoenzymes catalysent des réactions chimiques différentes avec les mêmes caractéristiques cinétiques
- B) L'augmentation de la température peut permettre une meilleure activation de l'enzyme
- C) Le pH modifie l'ionisation des groupements des chaînes latérales des AA du site actif
- D) La phosphorylation est une régulation faisant appel à une liaison de type covalente
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



QCM 5

- A) Une apoenzyme est une holoenzyme liée à son cofacteur
- B) Les anions divalents sont des cofacteurs très utilisés
- C) Le NAD⁺ et le CoA sont des exemples de coenzymes stoechiométriques (qui font des liaisons faibles avec l'enzyme)
- D) Un coenzyme catalytique ne se dissocie jamais de l'apoenzyme
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 5

- A) Une apoenzyme est une holoenzyme liée à son cofacteur
- B) Les anions divalents sont des cofacteurs très utilisés
- C) Le NAD⁺ et le CoA sont des exemples de coenzymes stoechiométriques (qui font des liaisons faibles avec l'enzyme)
- D) Un coenzyme catalytique ne se dissocie jamais de l'apoenzyme
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 5

- A) Une apoenzyme est une holoenzyme liée à son cofacteur
- B) Les anions divalents sont des cofacteurs très utilisés
- C) Le NAD⁺ et le CoA sont des exemples de coenzymes stoechiométriques (qui font des liaisons faibles avec l'enzyme)
- D) Un coenzyme catalytique ne se dissocie jamais de l'apoenzyme
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 5

- A) Une apoenzyme est une holoenzyme liée à son cofacteur
- B) Les anions divalents sont des cofacteurs très utilisés
- C) Le NAD⁺ et le CoA sont des exemples de coenzymes stoechiométriques (qui font des liaisons faibles avec l'enzyme)
- D) Un coenzyme catalytique ne se dissocie jamais de l'apoenzyme
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 5

- A) Une apoenzyme est une holoenzyme liée à son cofacteur
- B) Les anions divalents sont des cofacteurs très utilisés
- C) Le NAD⁺ et le CoA sont des exemples de coenzymes stoechiométriques (qui font des liaisons faibles avec l'enzyme)
- D) Un coenzyme catalytique ne se dissocie jamais de l'apoenzyme
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 5

- A) Une apoenzyme est une holoenzyme liée à son cofacteur
- B) Les anions divalents sont des cofacteurs très utilisés
- C) Le NAD⁺ et le CoA sont des exemples de coenzymes stoechiométriques (qui font des liaisons faibles avec l'enzyme)
- D) Un coenzyme catalytique ne se dissocie jamais de l'apoenzyme
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 6

- A) Les kinases ont très souvent une spécificité assez large
- B) Les hormones sont des messagers primaires
- C) Lors d'une cascade de phosphorylation, un messenger active 1 enzyme, qui active à son tour 1 enzyme, ...
- D) L'ATP est un exemple de messenger secondaire
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 6

- A) Les kinases ont très souvent une spécificité assez large
- B) Les hormones sont des messagers primaires
- C) Lors d'une cascade de phosphorylation, un messenger active 1 enzyme, qui active à son tour 1 enzyme, ...
- D) L'ATP est un exemple de messenger secondaire
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 6

- A) Les kinases ont très souvent une spécificité assez large
- B) Les hormones sont des messagers primaires
- C) Lors d'une cascade de phosphorylation, un messenger active 1 enzyme, qui active à son tour 1 enzyme, ...
- D) L'ATP est un exemple de messenger secondaire
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 6

- A) Les kinases ont très souvent une spécificité assez large
- B) Les hormones sont des messagers primaires
- C) Lors d'une cascade de phosphorylation, un messenger active 1 enzyme, qui active à son tour 1 enzyme, ...
- D) L'ATP est un exemple de messenger secondaire
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 6

- A) Les kinases ont très souvent une spécificité assez large
- B) Les hormones sont des messagers primaires
- C) Lors d'une cascade de phosphorylation, un messenger active 1 enzyme, qui active à son tour 1 enzyme, ...
- D) L'ATP est un exemple de messenger secondaire
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



QCM 6

- A) Les kinases ont très souvent une spécificité assez large
- B) Les hormones sont des messagers primaires
- C) Lors d'une cascade de phosphorylation, un messenger active 1 enzyme, qui active à son tour 1 enzyme, ...
- D) L'ATP est un exemple de messenger secondaire
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 7

- A) Une enzyme allostérique constituée d'un protomère possède 2 sites différents
- B) Un protomère possède uniquement un site catalytique et un site de reconnaissance
- C) Les protomères sont alignés de sorte à présenter un axe de symétrie
- D) Les protomères sont les unités de base d'une enzyme allostérique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 7

- A) Une enzyme allostérique constituée d'un protomère possède 2 sites différents
- B) Un protomère possède uniquement un site catalytique et un site de reconnaissance
- C) Les protomères sont alignés de sorte à présenter un axe de symétrie
- D) Les protomères sont les unités de base d'une enzyme allostérique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 7

- A) Une enzyme allostérique constituée d'un protomère possède 2 sites différents
- B) Un protomère possède uniquement un site catalytique et un site de reconnaissance
- C) Les protomères sont alignés de sorte à présenter un axe de symétrie
- D) Les protomères sont les unités de base d'une enzyme allostérique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 7

- A) Une enzyme allostérique constituée d'un protomère possède 2 sites différents
- B) Un protomère possède uniquement un site catalytique et un site de reconnaissance
- C) Les protomères sont alignés de sorte à présenter un axe de symétrie
- D) Les protomères sont les unités de base d'une enzyme allostérique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 7

- A) Une enzyme allostérique constituée d'un protomère possède 2 sites différents
- B) Un protomère possède uniquement un site catalytique et un site de reconnaissance
- C) Les protomères sont alignés de sorte à présenter un axe de symétrie
- D) Les protomères sont les unités de base d'une enzyme allostérique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 7

- A) Une enzyme allostérique constituée d'un protomère possède 2 sites différents
- B) Un protomère possède uniquement un site catalytique et un site de reconnaissance
- C) Les protomères sont alignés de sorte à présenter un axe de symétrie
- D) Les protomères sont les unités de base d'une enzyme allostérique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 8

- A) Un effet hétérotrope est toujours activateur
- B) On parle d'effet hétérotrope quand le substrat se fixe sur le site actif de l'enzyme et modifie son activité
- C) Les effecteurs sont des ligands qui ne se fixent pas sur l'enzyme allostérique
- D) Il y a un équilibre dynamique entre les formes R (inactives) et T (actives) de l'enzyme
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 8

- A) Un effet hétérotrope est toujours activateur
- B) On parle d'effet hétérotrope quand le substrat se fixe sur le site actif de l'enzyme et modifie son activité
- C) Les effecteurs sont des ligands qui ne se fixent pas sur l'enzyme allostérique
- D) Il y a un équilibre dynamique entre les formes R (inactives) et T (actives) de l'enzyme
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 8

- A) Un effet hétérotrope est toujours activateur
- B) On parle d'effet hétérotrope quand le substrat se fixe sur le site actif de l'enzyme et modifie son activité
- C) Les effecteurs sont des ligands qui ne se fixent pas sur l'enzyme allostérique
- D) Il y a un équilibre dynamique entre les formes R (inactives) et T (actives) de l'enzyme
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 8

- A) Un effet hétérotrope est toujours activateur
- B) On parle d'effet hétérotrope quand le substrat se fixe sur le site actif de l'enzyme et modifie son activité
- C) Les effecteurs sont des ligands qui ne se fixent pas sur l'enzyme allostérique
- D) Il y a un équilibre dynamique entre les formes R (inactives) et T (actives) de l'enzyme
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 8

- A) Un effet hétérotrope est toujours activateur
- B) On parle d'effet hétérotrope quand le substrat se fixe sur le site actif de l'enzyme et modifie son activité
- C) Les effecteurs sont des ligands qui ne se fixent pas sur l'enzyme allostérique
- D) Il y a un équilibre dynamique entre les formes R (inactives) et T (actives) de l'enzyme
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 8

- A) Un effet hétérotrope est toujours activateur
- B) On parle d'effet hétérotrope quand le substrat se fixe sur le site actif de l'enzyme et modifie son activité
- C) Les effecteurs sont des ligands qui ne se fixent pas sur l'enzyme allostérique
- D) Il y a un équilibre dynamique entre les formes R (inactives) et T (actives) de l'enzyme
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

C'est fini !

MAIS NE PARTEZ PAS ! ON A UNE

SURPRISE!