

# *ONCE UPON A TUT* *PRÉSENTE LA* **BIOCHIMIE**



---

CONCEPTS GÉNÉRAUX DU MÉTABOLISME ÉNERGÉTIQUE

# INTRODUCTION DÉFINITIONS

---

- Reçoit de l'énergie **chimique** de l'extérieur → le corps va la **transformer** en une autre forme d'énergie chimique / mécanique / électrique
- **Métabolisme:** flux de **matière** dans l'organisme auquel **correspond ce flux d'énergie**
- **Métabolisme énergétique:** ensemble des **réactions chimiques** catalysées par des **enzymes** au sein des cellules
  - → La capacité métabolique dépend du **capital enzymatique**

# INTRODUCTION

## DÉFINITIONS

- Deux composantes:
  - **Catabolisme: dégradation** des molécules **complexes** pour pouvoir en extraire l'énergie
  - **Anabolisme: biosynthèse** ou **formation des molécules complexes** en utilisant l'énergie libérée par le catabolisme

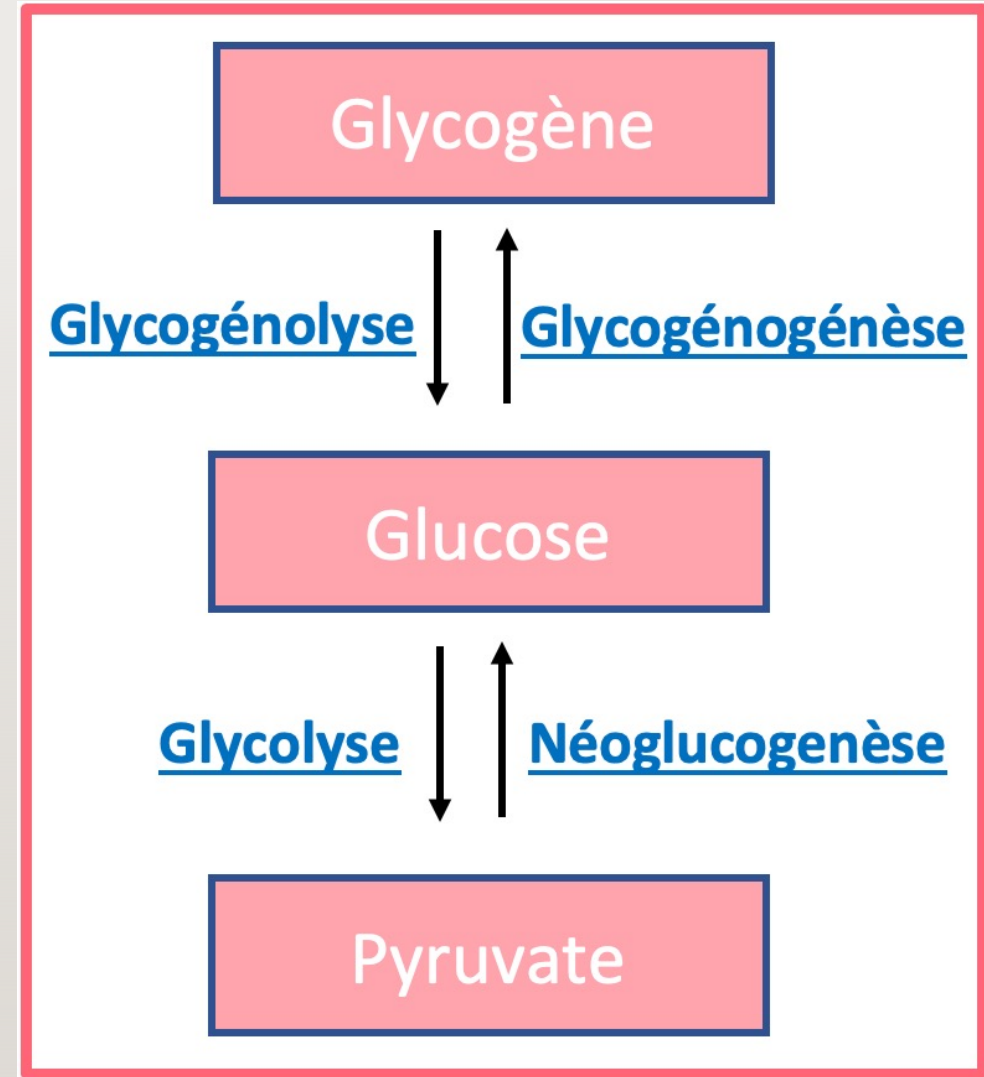
	CATABOLISME	ANABOLISME
OBJECTIFS	Production d'énergie (utilise les réserves)	Synthèse (reconstitue les réserves)
Types de réactions	Oxydations (donneur d'électrons)	Réductions (besoin d'électrons)
Bilan énergétique	Production	Consommation
Matériel de départ	Molécules haut PM Complexes, variables	Molécules simples Peu nombreuses
Matériel d'arrivée	Molécules simples Peu nombreuses	Molécules haut PM Complexes, variables
Coenzymes / Énergie	ADP → ATP FAD → FADH <sub>2</sub> NAD <sup>+</sup> → NADH	ATP → ADP / AMP NADPH → NADP <sup>+</sup>

Synthèse et / ou dégradation pour maintenir un équilibre dynamique stable

# INTRODUCTION

## DÉFINITIONS

- Les réactions du métabolisme sont **interconnectées** et vont constituer une **carte métabolique** composée de **voies métaboliques**
  - **Voies métaboliques**: suites ordonnées de **réactions chimiques** catalysées par des **enzymes**, accompagnées par des **échanges énergétiques** et soumises à **régulations** (endocrinien ou nerveux) où chaque intermédiaire va être un **métabolite**





# INTRODUCTION DÉFINITIONS

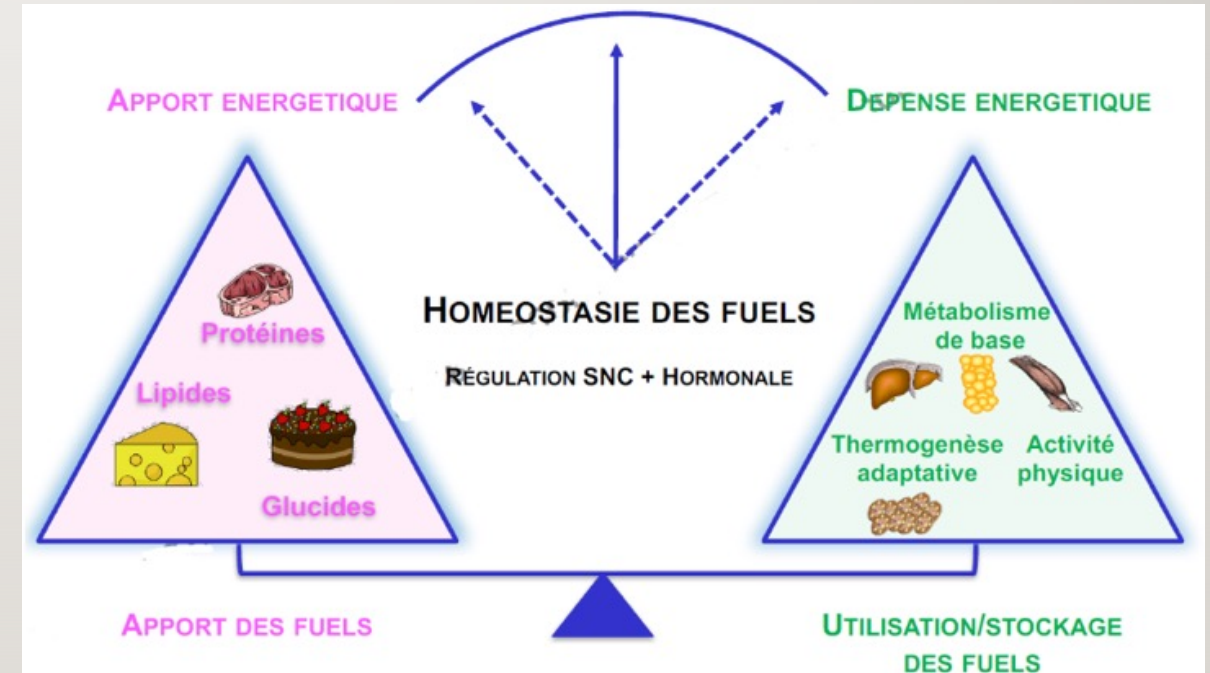
---

- **Carrefours métaboliques:** molécules communes à **plusieurs voies**
  - Exemple: G 6-P, Pyruvate, Acétyl-CoA
- **Cycles métaboliques:** voie métabolique où la molécule **initiale** se retrouve **disponible à la fin pour refaire un cycle**
  - Exemple: cycle du citrate
- Certaines voies vont être **spécifiques** à des cellules ou tissus

# INTRODUCTION

## HOMÉOSTASIE MÉTABOLIQUE ET ÉNERGÉTIQUE

- **Homéostasie:** état **physiologique** où les concentrations des métabolites sont **maintenues constantes** pour des besoins énergétiques par des **mécanismes de régulation** (neuronale et hormonale).
- → Les voies métaboliques vont répondre à cette homéostasie



# INTRODUCTION

## HOMÉOSTASIE MÉTABOLIQUE ET ÉNERGÉTIQUE

---

3 types de métabolisme

- De **base** (repos)
  - **Post-prandial** (après l'alimentation)
  - De **l'exercice**
- 
- Les dépenses sont en **équilibre dynamique** avec des apports énergétiques (alimentation). Cet équilibre varie selon **l'âge**, le **sexe** ou le **cycle nycthémérale**

# INTRODUCTION

## HOMÉOSTASIE MÉTABOLIQUE ET ÉNERGÉTIQUE

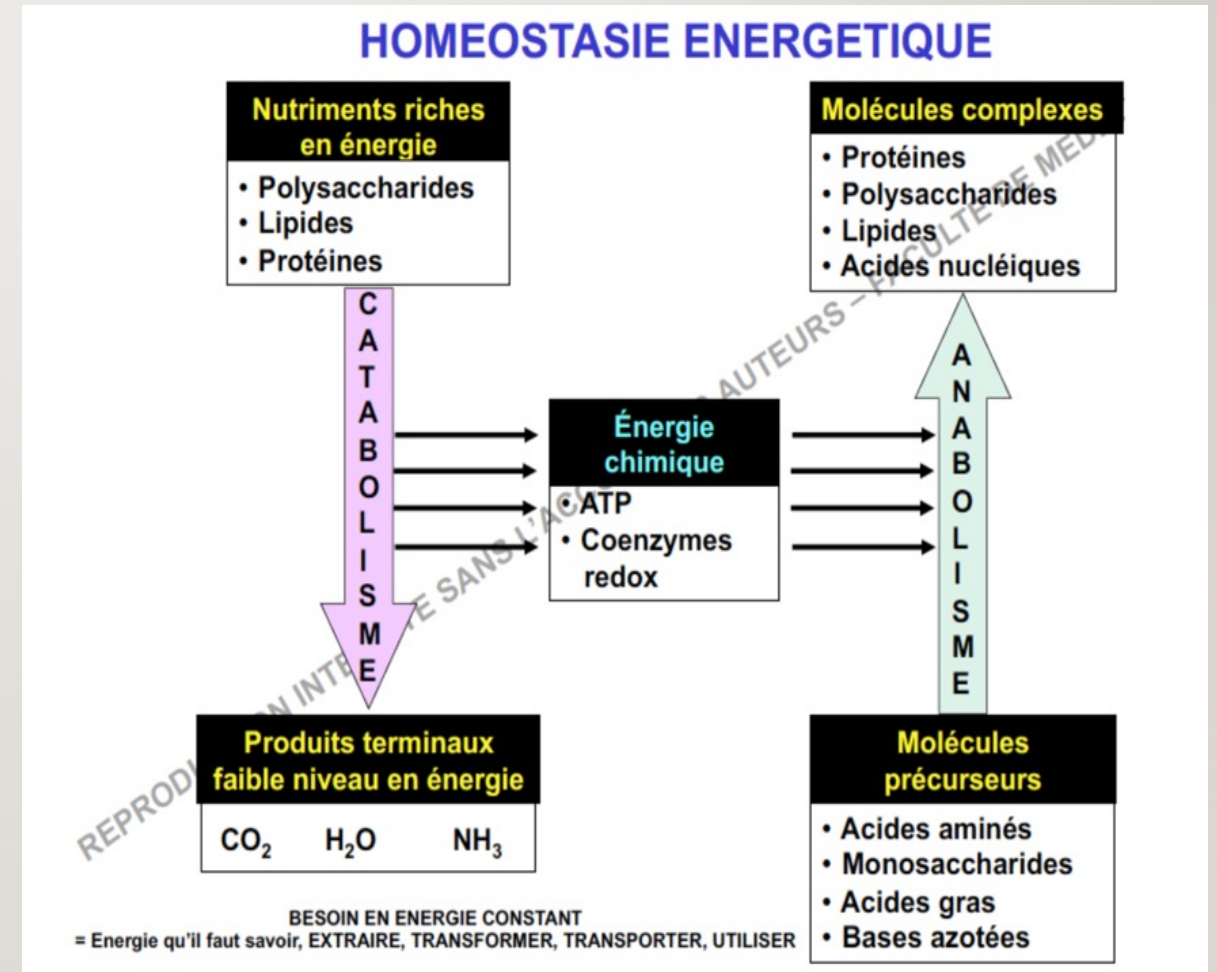
---

- Énergie totale consommée à 60% par le **cerveau**, les **reins**, le **foie** et le **cœur**
- Or, ne représentent que 5,5% du poids corporel
- Organes importants du métabolisme



## CONCEPTS GÉNÉRAUX DU MÉTABOLISME BIOÉNERGÉTIQUE

- Répondre à des **besoins énergétiques constants**
- Extraire / transformer / transporter l'énergie



# CONCEPTS GÉNÉRAUX DU MÉTABOLISME BIOÉNERGÉTIQUE

---

- **Couplage énergétique:** une réaction **thermodynamiquement défavorable** peut être rendue possible par **couplage** à une réaction **thermodynamiquement favorable**
- 3 réactions possibles:
  - **Endergonique** → non spontanée
  - **A l'équilibre**
  - **Exergonique** → spontanée

# CONCEPTS GÉNÉRAUX DU MÉTABOLISME

## DIFFÉRENTES RÉACTIONS

DIFFÉRENTES RÉACTIONS	DESCRIPTION
Oxydo-réduction	Composante essentielle des voies métaboliques On donne ou enlève <b>1 électron</b> selon le sens de la réaction <i>Enzyme : oxydo-réductases</i>
Ligation	<b>Formation de liaisons</b> en utilisant l'énergie libre produite par <b>clivage d'ATP</b> <i>Enzyme : ligases</i>
Isomérisation	<b>Réarrangement d'atomes</b> au sein d'une molécule Ne consomme que <b>très peu d'énergie</b> <i>Enzyme : isomérase</i>
Transfert de groupe	<b>Transfert</b> d'un groupement chimique <i>Enzyme : transférase</i>
Hydrolyse	<b>Clivage</b> de liaisons par addition d' <b>H<sub>2</sub>O</b> <i>Enzyme : hydrolase</i>
Coupure	Réactions de <b>cassure de liaisons</b> covalentes formant des <b> doubles liaisons ou molécules cycliques</b> <i>Enzyme : lyases</i>

# CONCEPTS GÉNÉRAUX DU MÉTABOLISME

## MOLÉCULES CLÉS

---

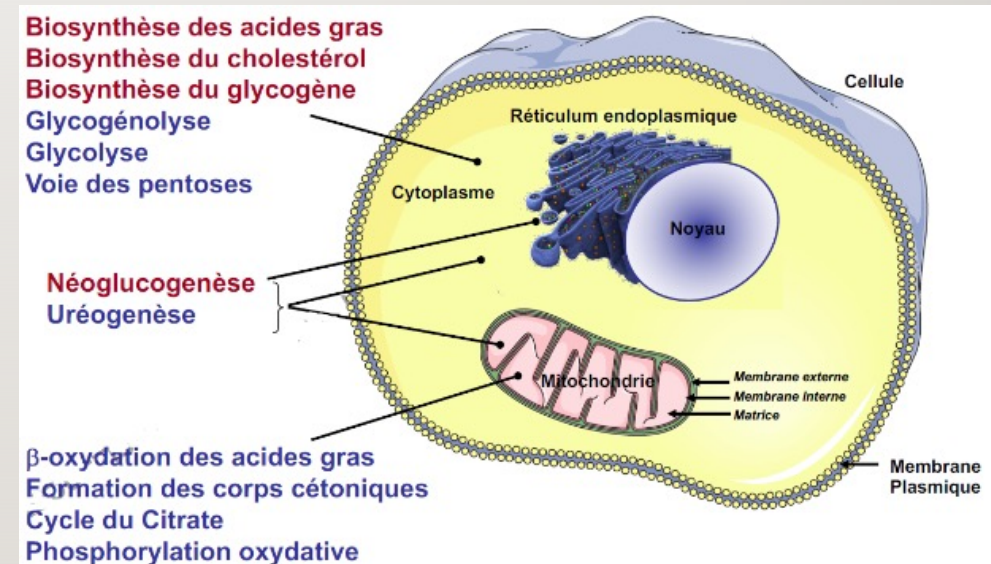
- **ATP :**
  - Source **universelle** d'énergie
  - Est généré par l'**oxydation de substrats métaboliques** au niveau de la **CRM** dans la mitochondrie
- **NADP<sup>+</sup> / NADPH + H<sup>+</sup> :**
  - Cofacteur essentiel des réactions **anaboliques** (biosynthèse AG / cholestérol).
  - Intervient dans des réactions de **réduction** de substrats
- **NAD<sup>+</sup> / NADH + H<sup>+</sup> :**
  - Cofacteur essentiel des réactions **cataboliques** (dégradations)
  - Intervient dans des réactions **d'oxydation**



# CONCEPTS GÉNÉRAUX DU MÉTABOLISME

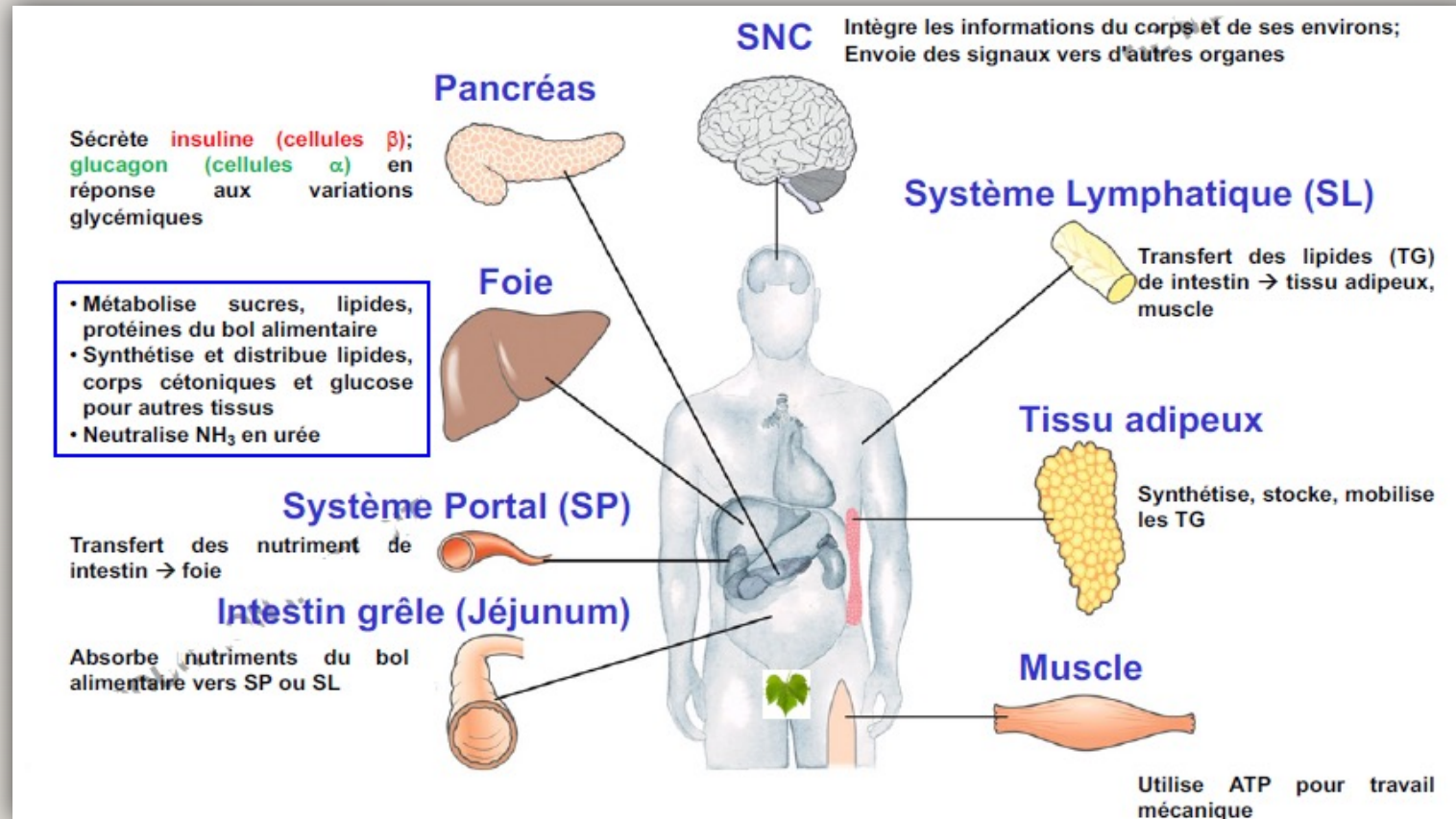
## COMPARTIMENTATIONS TISSULAIRE ET CELLULAIRE

- Le métabolisme est dépendant de:
  - **Disponibilité en oxygène** → mitochondrie que en aérobie
  - **Compartmentation** cellulaire et tissulaire
- Les voies de biosynthèse et de dégradation sont **quasiment toujours distinctes** et vont souvent avoir des **localisations différentes** dans la cellule



# CONCEPTS GÉNÉRAUX DU MÉTABOLISME

## PRINCIPAUX ORGANES DU MÉTABOLISME



# CONCEPTS GÉNÉRAUX DU MÉTABOLISME

## PRINCIPAUX ORGANES DU MÉTABOLISME

---

- **FOIE** :
  - **Métabolise** les sucres, lipides et protéines
  - **Régule la glycémie** en **captant** et **distribuant** les molécules de glucose aux autres tissus qui en ont besoin → maintien de **l'homéostasie glucidique**
  - Neutralise l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) en urée
  - Seul organe capable de **synthétiser les corps cétoniques** (ne les utilise pas pour lui-même)
  - Principal tissu du métabolisme, il **s'adapte aux différentes situations** et va **redistribuer** aux autres tissus les molécules qui vont être utiles à leur fonctionnement
  - Est capable de **stocker du glycogène**, mais, ne l'utilise pas pour son propre fonctionnement (organe donneur)



# CONCEPTS GÉNÉRAUX DU MÉTABOLISME

## PRINCIPAUX ORGANES DU MÉTABOLISME

---

- **MUSCLE:**

- Peut **stocker du glycogène**, mais, contrairement au foie, il va utiliser ses réserves **pour assurer son propre fonctionnement** (organe égoïste)
- Il **ne participe pas** au maintien de l'homéostasie glucidique et à la **régulation de la glycémie**



# CONCEPTS GÉNÉRAUX DU MÉTABOLISME

## PRINCIPAUX ORGANES DU MÉTABOLISME

---

- **TISSU ADIPEUX:**

- Capable de **synthétiser** les acides gras (AG) et surtout de les **stocker** sous forme de triglycérides (TG)

# RÉGULATIONS ENZYMATIQUES

---

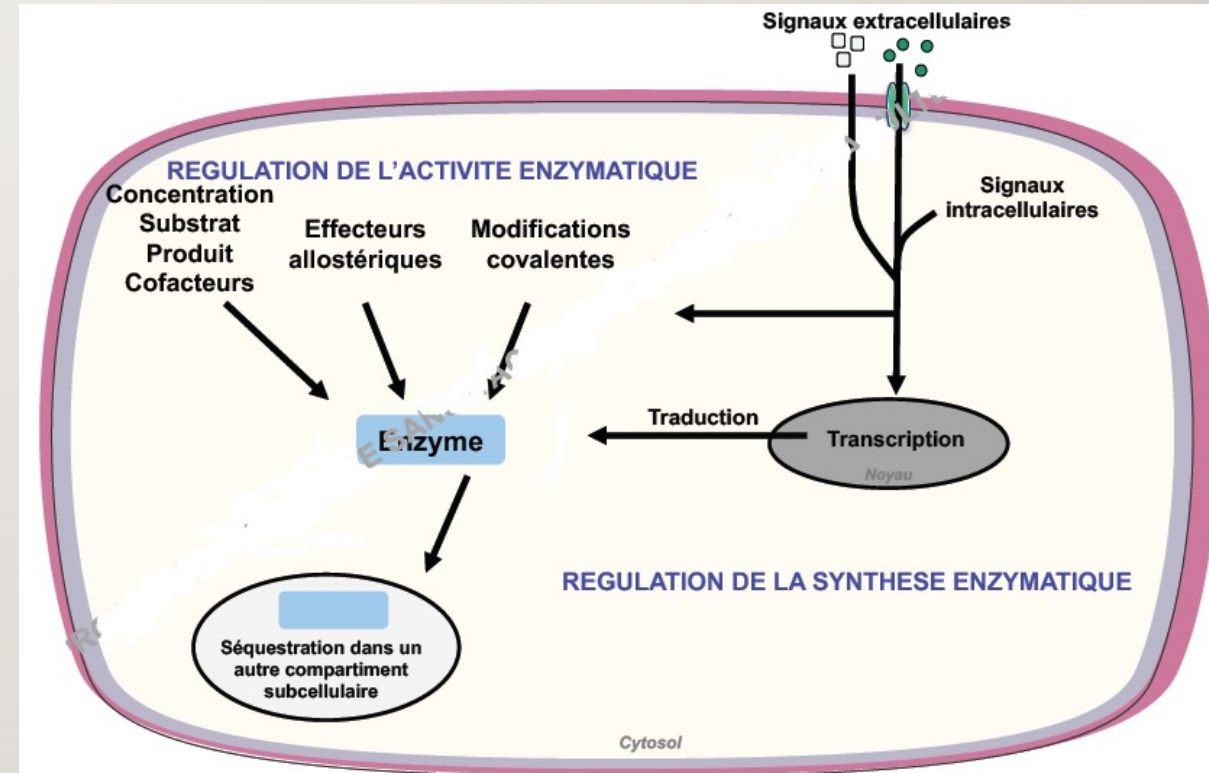
## 1) Enzymes **uniques**

## 2) **Complexes** enzymatiques (2 types):

- Soit formés par **plusieurs sous-unités** ou par des domaines multiples au sein d'une même protéine
  - Exemple: acide gras synthase (lipogénèse)
- Soit formés de **plusieurs enzymes** associées à la membrane ou d'enzymes solubles
  - Exemple: complexe protéique trifonctionnel ( $\beta$ -oxydation)

# RÉGULATIONS ENZYMATIQUES

- Les enzymes ont une **activité régulée**. Cette dernière peut se faire de différentes façons:
  - **Disponibilité** ou **concentration** en substrat / produits / co-facteur
  - **Effecteurs allostérique**
  - Par des **modifications covalentes** (*phosphorylation ++*)
  - Par **séquestration**
  - Au niveau de leur **synthèse**



# MOLÉCULES ÉNERGÉTIQUES

---

- **Glucides** ( $16,7 \text{ kJ/g} = 4 \text{ kcal/g}$ )
- **Lipides** ( $37,6 \text{ kJ/g} = 9 \text{ kcal/g}$ )
- **Protéines** ( $16,7 \text{ kJ/g} = 4 \text{ kcal/g}$ )



Garder un semblant  
de dignité devant  
les nouveaux P1

Se déguiser en  
poussin pendant la  
tut'entrée



# MOLÉCULES ÉNERGÉTIQUES

---

- Les **glucides** vont principalement **circuler** sous forme de:
  - **Glucose:** provient de: alimentation / néoglucogenèse / glycogénolyse
  - **Lactate:** provient du métabolisme **anaérobique** du glycogène dans le muscle ou du métabolisme du glucose dans les globules rouges. Converti en glucose dans le **foie** et oxydé dans le **cœur**
  - **Glycérol:** libéré à partir des triglycérides au niveau des **adipocytes**. Converti en glucose ou en triglycérides dans le **foie**

# MOLÉCULES ÉNERGÉTIQUES

---

- Les **lipides** vont principalement circuler sous forme de:
  - **Acides gras:** **hydrophobes**, circulent dans le sang liés à **l'albumine**
  - **Triglycérides:** transportés par des **lipoprotéines** (2 types):
    - **Chylomicrons** formés dans **l'intestin**
    - **VLDL** formés dans le **foie**
  - **Corps cétoniques:** formés dans le **foie** à partir des AG lors d'un **jeune prolongé**. Oxydés au niveau du **cerveau**, du **rein** et du **muscle**

# MOLÉCULES ÉNERGÉTIQUES

---

- Les **protéines** absorbées circulent sous forme **d'acides aminés**

# BIOCHLABEST

---

QCM



# QCM

---

- A propos du métabolisme énergétique, donnez la (les) bonne(s) réponse(s):
  - A) Le catabolisme correspond à la biosynthèse de molécules complexes en utilisant l'énergie libérée par l'anabolisme
  - B) L'équilibre dynamique entre dépense et apports énergétiques dépend fortement du cycle nycthéméral, de l'âge et du sexe
  - C) La capacité métabolique d'un sujet dépend de son capital enzymatique
  - D) Il existe principalement deux modes de régulation d'un enzyme: endocrinien (hormonal) et neuronal (signal nerveux)
  - E) Les réponses A,B,C et D sont fausses

# RÉPONSE: BCD

---

- A) Le **catabolisme** correspond à la biosynthèse de molécules complexes en utilisant l'énergie libérée par l'**anabolisme**
  - Faux, l'anabolisme correspond à la biosynthèse de molécules complexes en utilisant l'énergie libérée par le catabolisme
- B) L'équilibre dynamique entre dépense et apports énergétiques dépend fortement du cycle nyctéméral, de l'âge et du sexe
- C) La capacité métabolique d'un sujet dépend de son capital enzymatique
- D) Il existe principalement deux modes de régulation d'un enzyme: endocrinien (hormonal) et neuronal (signal nerveux)

# QCM

---

- A propos des organes du métabolisme, donnez la (les) bonne(s) réponse(s):
  - A) Le foie va utiliser ses réserves de glycogène pour assurer son propre fonctionnement
  - B) Le foie et le muscle vont être deux organes participant au maintien de l'homéostasie glucidique
  - C) Le foie est capable de neutraliser l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) en urée
  - D) Les triglycérides vont principalement être stockés au niveau du tissu adipeux
  - E) Les réponses A,B,C et D sont fausses

# CORRECTION: CD

---

- A) Le foie va utiliser ses réserves de glycogène pour **assurer son propre fonctionnement**
  - Faux, le foie stocke du glycogène mais va mobiliser ses réserves pour les redistribuer aux autres organes (pour leur bon fonctionnement)
- B) Le foie et le **muscle** vont être deux organes participant au maintien de l'homéostasie glucidique
  - Faux, seulement le foie va assurer ce rôle, le muscle n'y contribue pas du tout
- C) Le foie est capable de neutraliser l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) en urée
- D) Les triglycérides vont principalement être stockés au niveau du tissu adipeux