

LICENCE 3 - MASTER - CAPES - CAPET - AGRÉGATION

COURS  
LMD



René CACAN

# Régulation métabolique

*Gènes, enzymes, hormones et nutriments*

ellipses

BL506

Collection Parcours LMD – Sciences de la vie et de la Terre

Sous la direction de Joseph Segarra

054021

③

# Régulation métabolique

## Gènes, enzymes, hormones et nutriments



René Cacan

Professeur de biochimie

à l'université des Sciences et Technologie de Lille I

ellipses

Avant-propos.....	9
<b>PARTIE 1</b>	
<b>L'organisation des voies métaboliques</b>	
<b>— Étude au niveau moléculaire ..... 11</b>	
Chapitre 1. Le métabolisme est l'ensemble des réactions cataboliques et anaboliques .....	13
1. Le métabolisme intermédiaire .....	13
2. Le métabolisme du glycogène .....	14
3. Le métabolisme du glucose .....	16
4. Le métabolisme des acides gras .....	19
5. Le cycle de Krebs .....	24
6. Les signaux métaboliques .....	26
Chapitre 2. Organisation thermodynamique des voies métaboliques .....	35
1. Enthalpie libre et évolution des réactions .....	35
2. Variations d'enthalpie libre au cours de la glycolyse et de la gluconéogenèse .....	41
3. Variations d'enthalpie libre au cours du cycle de Krebs .....	49
Chapitre 3. Voies métaboliques et compartimentation cellulaire .....	55
1. Organisation du métabolisme du glycogène .....	55
2. Organisation du métabolisme des acides gras .....	58
3. Organisation du métabolisme du glucose .....	61
Chapitre 4. Organisation spatiale des enzymes .....	67
1. Les enzymes non associées .....	67
2. Les complexes multienzymatiques .....	70

**PARTIE 2****Régulation des activités enzymatiques****— Étude au niveau cellulaire.....83****Chapitre 5. Régulation par le nombre d'enzymes .....85**

1. La vitesse d'une réaction enzymatique dépend de la quantité d'enzymes .....85
2. Régulation de la transcription .....89
3. Régulation de la traduction .....95
4. Contrôle de la dégradation des protéines.....99

**Chapitre 6. Les isoenzymes et la régulation des flux métaboliques.....111**

1. Caractéristiques des isoenzymes de l'hexokinase .....111
2. Phosphorylation/déphosphorylation du glucose dans le foie .....114
3. Phosphorylation du glucose par l'hexokinase I  
dans les tissus gluco-dépendants .....119

**Chapitre 7. Enzymes allostériques et régulation métabolique.....123**

1. Propriétés des enzymes allostériques .....123
2. La régulation allostérique de la glycolyse .....134
3. La pyruvate carboxylase : contrôle allostérique  
d'une réaction anaplerotique et de la gluconéogenèse .....138

**Chapitre 8. Régulation par modifications covalentes .....141**

1. Principes généraux.....141
2. Régulation par phosphorylation.....143
3. Régulation par nucléotidylation.....148
4. Régulation par ADP-ribosylation.....153
5. Régulation par addition de N-acétyl glucosamine (O-GlcNAcylation).....158

**Chapitre 9. L'acétylCoA carboxylase :  
un modèle d'étude de la régulation métabolique .....165**

1. Les isoformes de l'acétylCoA carboxylase.....165
2. La régulation transcriptionnelle .....167
3. La régulation allostérique et par modification covalente .....170
4. La régulation par polymérisation.....173

**PARTIE 3****Mode d'action des hormones — Étude au niveau tissulaire..... 177****Chapitre 10. Les voies de signalisation cellulaires.....179**

1. Les signaux métaboliques extracellulaires.....179
2. Mécanismes de transduction du signal  
des hormones à récepteurs membranaires.....182
3. La transduction du signal des hormones à récepteurs nucléaires .....199

<b>Chapitre 11. Maintien de la glycémie et hormones couplées à l'AMPc ....</b>	<b>207</b>
1. Les hormones couplées à la production intracellulaire d'AMPc.....	207
2. La production du second messager .....	210
3. La stimulation et redistribution de la PKA .....	211
4. Les effets métaboliques .....	213
5. Les effets membranaires (l'exemple du transport des acides aminés).....	218
6. Les effets transcriptionnels.....	218
<b>Chapitre 12. Effets hyperglycémisants des hormones couplées à la voie inositol triphosphate-diacylglycérol.....</b>	<b>223</b>
1. Les hormones hypertensives couplées à la production intracellulaire d'inositol triphosphate.....	223
2. La voie des phospho-inositides .....	225
3. Mécanisme d'action de l'inositol triphosphate.....	227
4. Mécanisme d'action du diacylglycérol.....	235
<b>Chapitre 13. Insuline : mode d'action et effets métaboliques .....</b>	<b>247</b>
1. Structure et biosynthèse de l'insuline .....	247
2. Effets métaboliques.....	251
3. L'activation du récepteur de l'insuline .....	252
4. Les effets membranaires : la stimulation du transport de glucose.....	254
5. Les effets phospho-déphospho : mise en réserve des glucides et des lipides et anabolisme protéique .....	261
6. Les effets transcriptionnels.....	266
7. Les effets de l'insuline sur le métabolisme des phospho-oligosaccharides : vers de nouvelles voies de signalisation .....	270
8. Le contrôle négatif du signal insulinique .....	273
<b>Chapitre 14. Effets métaboliques des glucocorticoïdes .....</b>	<b>277</b>
1. Les hormones stéroïdes et les glucocorticoïdes.....	277
2. Les effets physiologiques du cortisol .....	282
3. Mode d'action du cortisol.....	285

## **PARTIE 4**

### **Régulation des flux métaboliques corporels**

#### **— Étude au niveau de l'organisme.....**

<b>Chapitre 15. Régulation des flux métaboliques interorganes par les nutriments et les hormones.....</b>	<b>299</b>
1. Les cycles interorganes.....	299
2. La distribution des nutriments au cours de la période postprandiale .....	307
3. L'utilisation séquentielle des réserves énergétiques lors du jeûne.....	308
4. Coopération entre hormones et nutriments dans la régulation transcriptionnelle des flux métaboliques.....	312

<b>Chapitre 16. L'AMPK et le contrôle de l'homéostasie énergétique corporelle.....</b>	<b>327</b>
1. Structure et régulation de l'AMP-activated protein kinase .....	327
2. Rôle de l'AMPK dans le contrôle de l'homéostasie énergétique.....	330
3. L'AMPK et la régulation hypothalamique de la prise alimentaire.....	341
<b>Bibliographie.....</b>	<b>345</b>
<b>Index.....</b>	<b>353</b>

# PARCOURS LMD

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

## Régulation métabolique

Le métabolisme est l'ensemble des réactions chimiques et des transferts d'énergie qui se déroulent de manière continue dans les cellules ou les organismes vivants. L'étude de la régulation du métabolisme permet de connaître les mécanismes par lesquels les voies métaboliques s'adaptent aux conditions imposées par l'environnement ou par l'activité physiologique de l'organisme. Cet ouvrage distingue quatre niveaux de régulation :

- Le niveau moléculaire permettant de définir les réactions chimiques clés sur lesquelles s'exercent les mécanismes de régulation.
- Le niveau cellulaire abordant les processus de contrôle de l'activité enzymatique par les signaux métaboliques.
- Le niveau tissulaire présentant l'action des hormones sur la modification des activités enzymatiques à l'origine d'une réponse physiologique adaptée.
- L'organisme entier au niveau duquel les signaux hormonaux et nutritionnels coordonnent la circulation entre organes de certains intermédiaires métaboliques.

Ce livre s'attache ainsi à mettre en évidence le réseau formé par les différents processus de régulation (génique, enzymatique, hormonale).

L'ouvrage, abondamment illustré, s'adresse aux étudiants des filières biologiques et médicales (Licence et Master). Le choix d'exemples classiques complétés par de nombreuses données actualisées en fait un ouvrage de synthèse qui intéressera particulièrement les étudiants préparant les concours de recrutement des enseignants : CAPES de SVT, agrégation SV-STU, CAPEF et agrégation de BGB.

*Professeur de Biochimie à l'Université des Sciences et Technologie de Lille I, spécialisé dans l'étude du métabolisme, René Cacan a dirigé un groupe de recherches sur la régulation de la biosynthèse des glycoprotéines.*

