

1. Introduction au métabolisme

1.1 Définition et rôle

- Métabolisme = ensemble des réactions chimiques cellulaires
- Homéostasie énergétique, synthèse/dégradation de molécules

1.2 Approche physico-chimique

- Concepts thermodynamiques appliqués aux réactions biologiques
 - Énergie libre, enthalpie, entropie
-

2. Principes thermodynamiques des réactions métaboliques

2.1 Énergie libre (ΔG)

- ΔG° , $\Delta G'$, influence des conditions cellulaires
- Réactions spontanées ($\Delta G < 0$)

2.2 Enthalpie (ΔH) et entropie (ΔS)

- Projection de $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
- Réactions exothermiques/endothérmiques

2.3 Couplage des réactions

- Hydrolyse de l'ATP comme « moteur » du métabolisme
 - Principe du couplage irréversible
-

3. Cinétique des réactions enzymatiques

3.1 Modèle de Michaelis–Menten

- Vitesse initiale, V_{\max} , K_m
- Signification physiologique

3.2 Régulation enzymatique

- Effet allostérique, inhibition, activation
 - Influence de la concentration des substrats
-

4. Transports physico-chimiques membranaires

4.1 Gradients de concentration et potentiel chimique

- Diffusion simple vs facilitée

4.2 Transport actif et couplage électrochimique

- Pompes ioniques (Na^+/K^+ -ATPase, H^+ -ATPase)
 - Gradients utilisés pour transporter d'autres molécules
-

5. Flux métabolique, bilan et réseau

5.1 Schémas globaux

- Voies cataboliques et anaboliques
- Coenzyme (NAD^+/NADH , $\text{NADP}^+/\text{NADPH}$, FAD)

5.2 Analyse des flux

- Bilan massique et énergie
- Points de régulation clés

5.3 Techniques de traçage

- Utilisation des isotopes (ex. ^{13}C)
 - Fluxomique
-

6. Exemples de voies métaboliques clés

- Glycolyse : dégradation du glucose en pyruvate + énergie
 - Cycle de Krebs : oxydation du pyruvate et production de NADH
 - Chaîne respiratoire et phosphorylation oxydative
 - Force proton-motrice, synthèse d'ATP
 - Photosynthèse (chez les végétaux) : phase claire (photophosphorylation) et assimilation du carbone
-

7. Intégration métabolique et régulation adaptative

7.1 Réponse aux changements environnementaux

- Jeûne, alimentation, hypoxie, température
- Modulation hormonale (insuline, glucagon, adrénaline)

7.2 Pathologies métaboliques

- Diabète, obésité, maladie mitochondriale
 - Perturbation de la bioénergétique
-

8. Approche expérimentale et modélisation

- Techniques bioénergétiques (calorimétrie, spectrophotométrie)
 - Modélisation mathématique des réseaux métaboliques
 - Bioinformatique et métabolomique
-

9. Conclusion

- Métabolisme = phénomène régi par lois physico-chimiques
- Rôle central de l'énergie libre, flux, régulation
- Importance pour la santé, la biotechnologie, la recherche fondamentale