

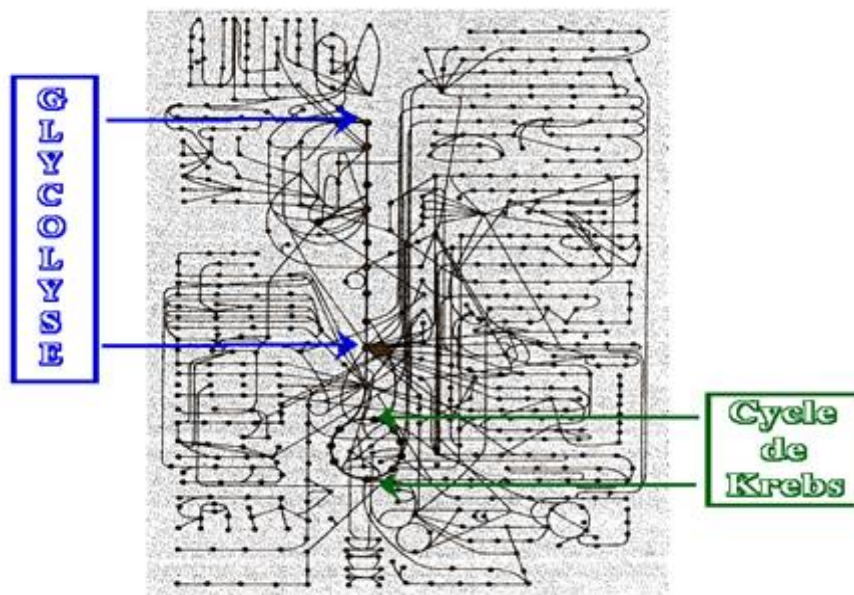
I. INTERRELATIONS ENTRE LES DIFFERENTS METABOLISMES

1- Généralités :

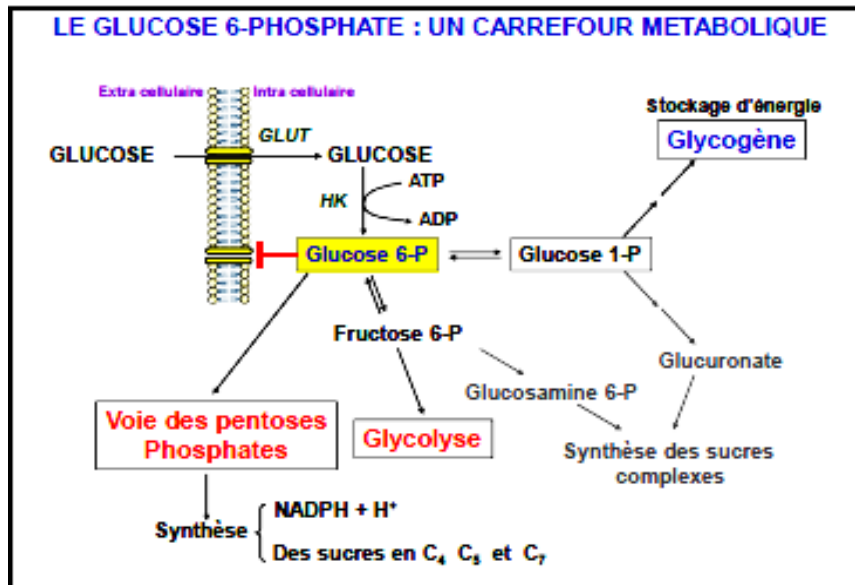
- ✚ Le **métabolisme** : est l'ensemble des réactions chimiques qui se déroulent au sein d'un être vivant pour lui permettre notamment de se maintenir en vie, de se reproduire, de se développer et de répondre aux stimuli de son environnement. Certaines de ces réactions chimiques se déroulent en dehors des cellules de l'organisme, comme la digestion ou le transport de substances entre cellules. Cependant, la plupart de ces réactions a lieu dans les cellules elles-mêmes et constitue le *métabolisme intermédiaire*.
- ✚ **voie métabolique** : Ensemble de réactions métaboliques successives aboutissant à la production d'un composé biologique ayant une fonction indispensable pour l'organisme qui les réalise. Elle est constituée de plusieurs réactions catalysées par des enzymes diverses. Chacune de ces enzymes peut éventuellement participer à plusieurs voies métaboliques. Lorsque le métabolisme d'un composé implique un très grand nombre d'étapes, et plusieurs carrefours métaboliques, la synthèse totale constitue un ensemble de voies métaboliques successives. Dans l'ensemble des réactions constituant le métabolisme, on distingue :
- ✚ **Catabolisme** : Le catabolisme est l'ensemble des processus métaboliques de dégradation des biomolécules. Cela comprend par exemple la dégradation et l'oxydation des nutriments. Le catabolisme a pour fonction de fournir l'énergie et les constituants élémentaires indispensables au métabolisme de la cellule.
- ✚ **Anabolisme** : L'anabolisme comprend l'ensemble des voies métaboliques qui utilisent l'énergie (ATP) et le pouvoir réducteur (NADH) produits par le catabolisme pour synthétiser des biomolécules complexes. De manière générale, les molécules complexes qui contribuent aux structures cellulaires sont construites étape par étape à partir de précurseurs bien plus petits et plus simples.
- ✚ **Carrefour métabolique** : est une molécule qui peut être le substrat de plusieurs enzymes appartenant à des voies métaboliques différentes.
Les intermédiaires métaboliques à partir desquels on peut entrer dans des voies métaboliques différentes sont les carrefours métaboliques.
Toute voie métabolique commence par un substrat initial qui est un carrefour métabolique, un nutriment ou un aliment.
Toute voie métabolique s'achève par un produit final qui est un carrefour métabolique ou un produit sécrété par la cellule.
- ✚ **Les nutriments** : Englobe tout ce qui est nutritif, c'est-à-dire dont « l'ingestion est nécessaire pour la survie, la bonne santé et la croissance ».
Il existe de nombreux nutriments différents, divisés en deux catégories : les macronutriments (glucides, lipides, protéines et eau) et les micronutriments (vitamines et minéraux).

Remarque : L'eau, les vitamines et les minéraux ne fournissent pas de calories.

Carte métabolique de la cellule



- Le schéma ci-dessus illustre l'interdépendance des voies métaboliques.
- Toute cellule est le siège de milliers de réactions biochimiques.
- Cet ensemble de réactions s'appelle le métabolisme.
- Les réactions forment un réseau de voies très ramifiées le long desquelles les molécules, que l'on appelle des métabolites, sont transformées.
- Chaque point est un métabolite : une molécule biologique synthétisée lors d'une réaction biochimique précise.
- Les traits qui relient les points sont les réactions biochimiques, chacune catalysée par une enzyme spécifique de la réaction.
- On remarque que chaque métabolite est issu d'un précurseur mais est également le précurseur d'un autre métabolite.
- Une série de réactions biochimiques s'appelle une voie métabolique, par exemple :
 - La glycolyse : voie de dégradation du glucose-6-phosphate en pyruvate. Ce dernier est un véritable "carrefour métabolique".
 - Le cycle de Krebs : le métabolite de départ et d'arrivée de ce cycle, l'oxaloacétate, a pour précurseur le dernier métabolite de la glycolyse, le pyruvate.



2- Le métabolisme énergétique :

Regroupe l'ensemble des réactions qui s'accompagnent (au sein d'une cellule) de la **production d'énergie chimique** utilisable par la cellule.

Ces réactions sont toutes des réactions d'oxydoréduction au cours desquelles une source d'énergie (substance nutritive) est oxydée.

Ces oxydations cataboliques conduisent d'une part à la **production de coenzymes réduits** (qui devront être réoxydés pour assurer la pérennité du système) et d'autre part à la **production D'ATP** (molécule servant de forme de transport d'énergie dans toutes les cellules vivantes).

Les substrats et les organes métabolisme énergétique

a - Les substrats énergétiques : L'unité employée en nutrition est la kilocalorie (1 kcal = 1000 calories) ou le kilojoule (kJ) sachant que 1 kcal = 4,18 kJ.

Les glucides : 4 kilocalories (16,72 kjoule)/gramme.

Les lipides : 9 kilocalories (37,62 kjoule)/ gramme.

Les protéines : 4 kilocalories (16,72 kjoule)/gramme. Ces dernières ne participent à la couverture énergétique que dans certaines circonstances, leur rôle prioritaire est d'apporter de l'azote.

Les substrats énergétiques sont apportés par l'alimentation. On distingue 3 états en fonction du temps qui sépare de la dernière prise alimentaire :

- **la période post prandiale** : elle correspond aux 8 heures qui suivent la prise alimentaire,
- **la période post absorptive** : 12 heures de jeûne (le matin à jeûn)
- **le jeûne** au-delà de 16 heures.

⇒ Rôle et utilisation des substrats énergétiques

Les substrats énergétiques ont un double rôle : Satisfaire les besoins immédiats d'ATP par leur oxydation dans le cycle de Krebs. Tous les substrats peuvent être oxydés le choix préférentiel des substrats va dépendre de l'état métabolique et hormonal :

- les acides gras sont oxydés plutôt quand leur niveau est élevé dans le sang (période post absorptive et jeûne, exercice physique),
- les glucides sont oxydés en période post prandiale par les tissus insulino-dépendants et en permanence par les tissus non insulino-dépendants (cerveau, éléments figurés du sang),
- les protéines sont oxydées en cas d'afflux important (foie en période post prandiale).
- reconstituer les réserves de glycogène et de protéines.

⇒ Substrats énergétiques circulants

Substrats ayant un rôle dans le métabolisme glucidique.

- **Glucose** venant de l'alimentation, de la glycogénolyse ou de la néoglucogenèse hépatique et/ou rénale,
- **Lactate** venant du métabolisme du glycogène dans le muscle et du glucose dans les hématies, peut être directement oxydé dans le rein et le cœur ou converti en glucose dans le foie et le rein,
- **Pyruvate** : intermédiaire clé du métabolisme du glucose,
- **Glycérol** libéré à partir des triglycérides adipocytaires peut être converti en glucose ou en TG dans le foie.

Les lipides

- **Acides gras** (liés à l'albumine),
- **Corps cétoniques** formés par le foie à partir des AG lors du jeûne prolongé, peuvent être oxydés au niveau du cerveau, du rein et du muscle,
- **Les triglycérides** transportés soit par les chylomicrons formés dans l'intestin en période post prandiale, soit par les VLDL produits au niveau du foie.

Les protéines

- Circulent sous forme d'acides aminés.

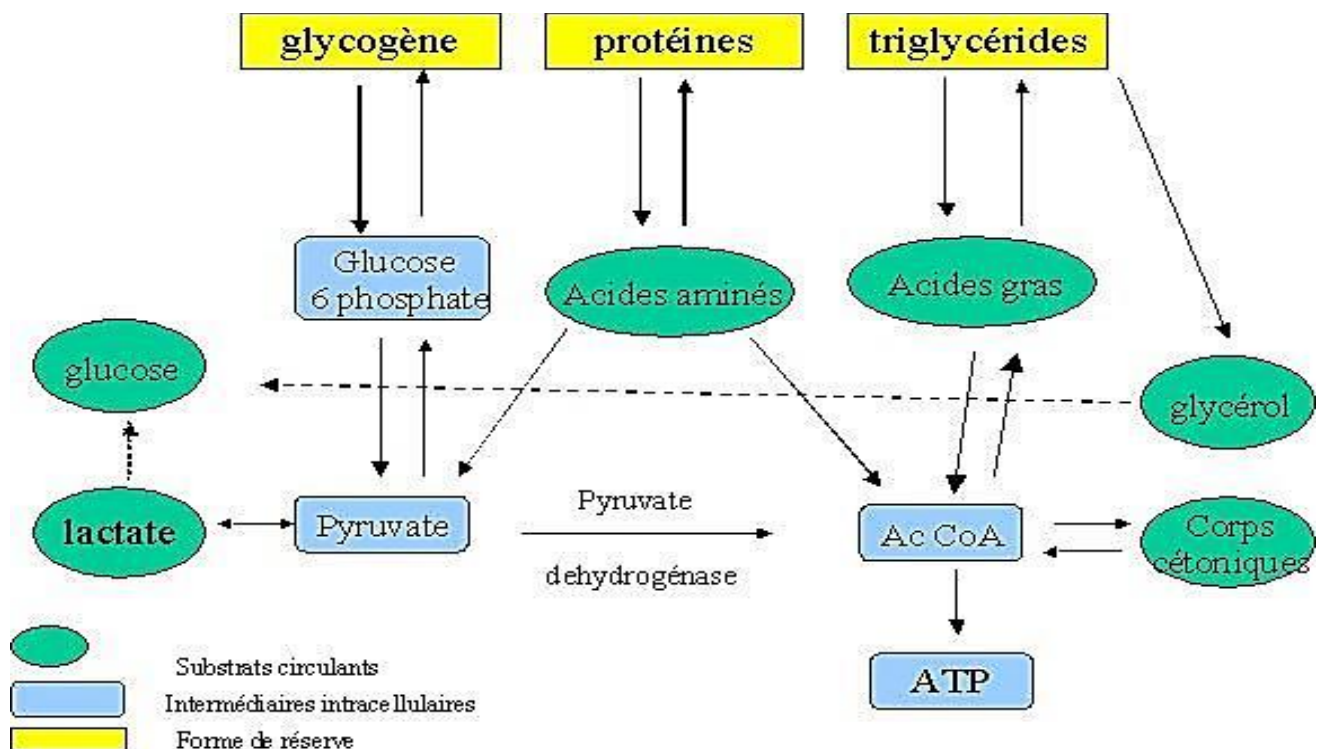


Figure 1 : Inter-conversion des substrats énergétiques

b - Les organes du métabolisme énergétique

⇒ Organes consommateurs

Cerveau

- 20 à 25 % de la production quotidienne d'ATP,
- n'a aucune forme de stockage de l'énergie,
- Source d'énergie
 - ne peut pas utiliser les AG,
 - seule source d'énergie en période postprandiale et postabsorptive le glucose (consomme environ 5 g de glucose par heure soit 120 g/jour),
 - peut utiliser les corps cétoniques,
 - l'insuline n'a pas d'effet sur le métabolisme énergétique du cerveau.

Muscle

- 20 à 80 % de la production énergétique de l'organisme
- Réserve de protéines.
- Réserve de glycogène pour son propre usage (le muscle ne produit pas de glucose).
- Source d'énergie hors le glycogène qu'il contient
 - Glucose plasmatique (en situation post-absorptive et en situation post-prandiale stimulée par l'insuline).
 - Acides gras libres circulant en situation post-prandiale, au cours du jeûne et au cours de l'exercice.

⇒ Organes de maintien

Ils permettent l'apport permanent de substrats aux différents organes par les interconversions.

Foie

- Réserve de glucose (glycogène) et en petite quantité de triglycérides.
- Peut produire du glucose à partir
 - du glycogène,
 - de précurseurs-glucoformateurs (acides aminés, glycérol, acide lactique) produits par d'autres organes.
- En cas d'excès d'apport de glucose, il stocke ce dernier sous forme de glycogène et éventuellement de triglycérides si les stocks de glycogène sont pleins.
- Source d'énergie pour le foie
 - Acides aminés pendant la période post prandiale.
 - Acides gras dans les autres circonstances.

Tissu adipeux

- Réserve de triglycérides
- Libère les acides gras lorsque l'insuline est basse
- Sources d'énergie
 - Glucose en présence d'insuline.
 - Acides gras dans les autres circonstances.

⇒ Organes excréteurs

Reins

- Excrète les résidus non volatiles :
 - azote sous forme d'urée.
 - acides sous forme de sels d'ammonium.
- Peut produire du glucose par la néoglucogénèse au cours du jeûne prolongé.

Poumons

- Éliminent le CO₂ et enrichissent le sang en oxygène.