

# Glucides et lipides, des sources d'énergie pour l'organisme

Publié le 29.01.02 Par Gilles Furelaud

Les cellules du corps humain ont besoin d'énergie pour remplir leurs fonctions. Cette énergie est apportée par la dégradation de molécules organiques. Ce document propose un tour d'horizon rapide des rôles énergétiques des molécules glucidiques et lipidiques dans l'organisme humain, en s'intéressant en particulier à leurs interrelations.

Vous trouverez des explications plus détaillées et des animations dans le dossier **Bmédia** relatif au métabolisme.

## 1. Du glucose à l'ATP

Toutes les cellules du corps humain sont capables d'utiliser le glucose pour produire un intermédiaire énergétique : la molécule d'ATP (adénosine triphosphate). Cette molécule est utilisée dans de nombreux processus cellulaires. Certaines cellules ont un besoin impératif de glucose comme source d'énergie : c'est le cas en particulier des cellules nerveuses.

La transfert de l'énergie chimique du glucose en énergie chimique sous forme d'ATP se réalise en plusieurs étapes : la glycolyse, puis le cycle de Krebs et la chaîne respiratoire au sein des mitochondries.

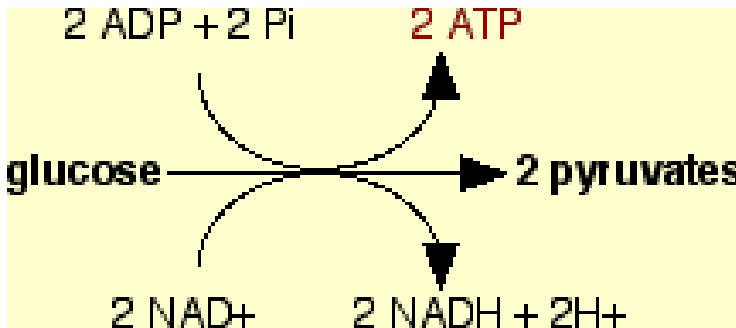


Figure 1 - La voie de la glycolyse

Auteur(s)/Autrice(s) : Gilles Furelaud Licence : Pas de licence spécifique (droits par défaut)

De manière très schématique, la glycolyse permet la dégradation de glucose en pyruvate. Cette dégradation permet la production de deux ATP et de deux NADH, H<sup>+</sup>.

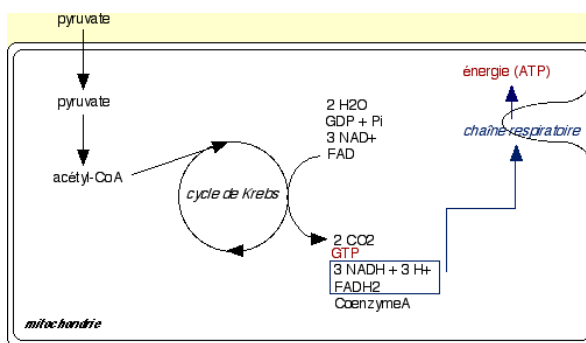


Figure 2 - Les réactions mitochondriales

Auteur(s)/Autrice(s) : Gilles Furelaud Licence : Pas de licence spécifique (droits par défaut)

Dans le cas le plus général les pyruvates formés sont ensuite dégradés lors du cycle de Krebs, au sein des mitochondries (dans certains cas les pyruvates permettent la réalisation d'une fermentation, qui régénère les NAD<sup>+</sup> indispensables au fonctionnement de la glycolyse). Ceci

s'accompagne de la formation, transitoire, de molécules d'acétyl-coenzyme A (acétyl-CoA). La dégradation complète du pyruvate permet donc, grâce à la chaîne respiratoire, la formation d'ATP.

En conclusion, la glycolyse, le cycle de Krebs et la chaîne respiratoire permettent le transfert de l'énergie chimique contenue dans le glucose en énergie chimique contenue dans l'ATP.

## 2. Des lipides à l'ATP

La dégradation des acides gras, contenus dans certains lipides, permet aussi aux cellules de produire de l'ATP. Cette dégradation se réalise dans la mitochondrie, selon un ensemble de réactions regroupées sous le terme d'hélice de Lynen (ou  $\beta$ -oxydation des acides gras).

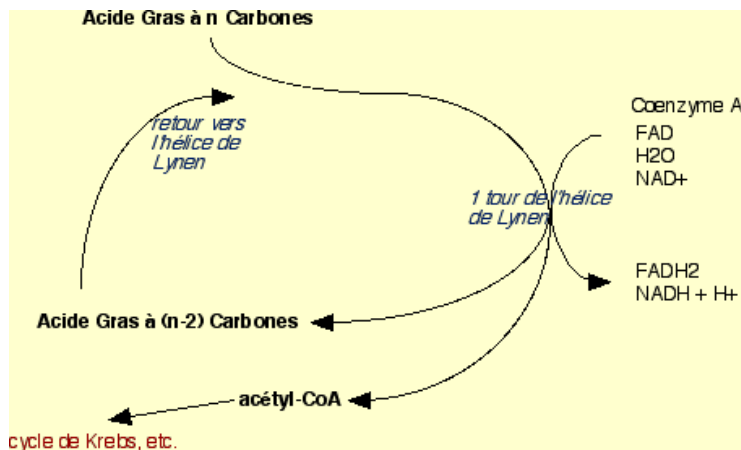


Figure 3 - Hélice de Lynen

Auteur(s)/Autrice(s) : Gilles Furelaud Licence : Pas de licence spécifique (droits par défaut)

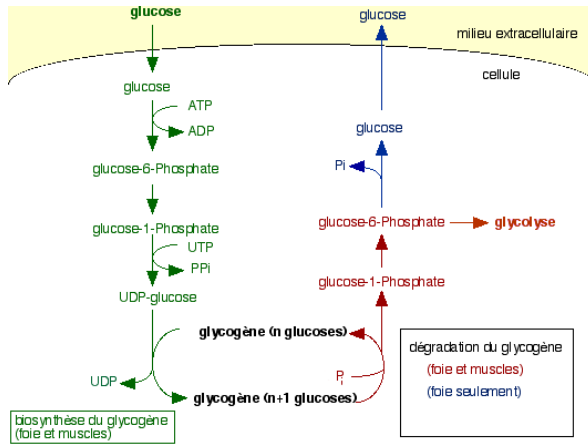
À chaque « tour » de l'hélice de Lynen, l'acide gras « perd » deux carbones, sous la forme d'une molécule d'acétyl-CoA. Cette molécule d'acétyl-CoA entre alors dans le cycle de Krebs, ce qui permet la production d'ATP.

## 3. Le stockage des glucides

Les glucides sont une source d'énergie importante pour les cellules de l'organisme, aussi bien animal que végétal. Mais, alors que les besoins des cellules sont continus, l'apport de glucides est discontinu : pendant la journée (avec la réalisation de la photosynthèse) chez la majorité des végétaux, après les repas chez les animaux. La constitution de réserves de glucides, sous forme de polymères (stockage important dans la cellule sans modification significative du potentiel osmotique), permet de disposer de glucides à tout moment. Ces réserves de glucides sont essentiellement constituées de polymères de glucose : glycogène chez les animaux, et amidon chez la majorité des végétaux. Chez certains végétaux, il peut s'agir d'un polymère du fructose, l'inuline, s'accumulant dans les vacuoles sous forme de cristaux.

Chez l'Homme, le glycogène est synthétisé dans les hépatocytes et les cellules musculaires. Seul le glycogène hépatique peut être ensuite redistribué aux autres cellules de l'organisme. Le glycogène peut ainsi représenter à lui seul 10 % du poids du foie, et 1 % du poids des muscles. Cette macromolécule peut être composée de plus de 50 000 molécules de glucose. Les glucoses sont associés en une chaîne principale, d'où partent de nombreuses ramifications serrées.

La synthèse et la dégradation du glycogène font intervenir de nombreuses réactions, dont les principales sont présentées dans la figure ci-dessous.



**Figure 4 - Voies de synthèse et de dégradation du glycogène**

Auteur(s)/Autrice(s) : Gilles Furelaud  
 Licence : Pas de licence spécifique (droits par défaut)

Seul le glucose peut sortir de la cellule. Or les cellules musculaires ne possèdent pas l'enzyme permettant de catalyser la transformation du glucose-6-phosphate en glucose. Ainsi les réserves musculaires ne peuvent pas être mises à disposition d'autres cellules de l'organisme.

## 4. Le stockage des lipides

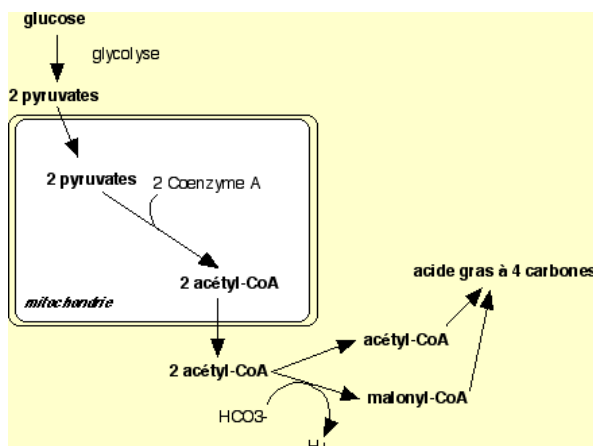
Les lipides sont essentiellement stockés sous forme de triglycérides dans la vacuole des adipocytes. L'ensemble de ces cellules forme le tissu adipeux, communément appelé « la graisse ».

Dans l'organisme humain, ces réserves sont bien plus importantes en quantité que les réserves de glycogène. Le taux de graisse corporelle (rapport entre la masse de graisse et la masse du corps) varie, chez l'individu sain, et notamment selon l'âge, de 10 à 25 % chez l'homme et de 20 à 35 % chez la femme (source).

## 5. Du glucose aux lipides

Les acides gras entrent dans la composition des lipides participant à la formation des membranes biologiques.

Les cellules humaines sont capables de synthétiser des acides gras à partir du glucose (cependant certains acides gras ne sont pas synthétisables, ils sont dits essentiels et doivent être fournis par l'alimentation). Ceci permet aussi un stockage de réserves énergétiques par l'organisme sous forme de lipides, en plus grande quantité que les glucides (voir plus haut).



**Figure 5 - Synthèse d'acides gras à partir du glucose**

Auteur(s)/Autrice(s) : Gilles Furelaud  
 Licence : Pas de licence spécifique (droits par défaut)

Cette synthèse nécessite un passage par la mitochondrie. Le schéma ci-contre présente, de façon simplifiée, le début de cette voie de biosynthèse.

L'acide gras en formation est allongé, par ajouts successifs de deux carbones, grâce à des

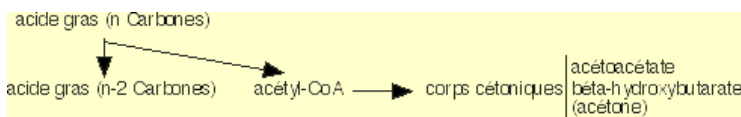
## 6. Des lipides aux corps cétoniques

Le cerveau est un organe essentiel du corps humain qui ne peut utiliser, comme source d'énergie, que des molécules bien particulières.

Dans les conditions physiologiques normales, la principale source d'énergie du cerveau est le glucose, provenant du glucose ingéré ou des réserves de glucose de l'organisme, présentes sous forme de glycogène hépatique. Le glucose, qui passe facilement la barrière hémato-encéphalique, est transformé dans les cellules cérébrales en acétyl-coA qui permet la formation d'ATP dans les mitochondries.

Néanmoins, les réserves de glucides sont limitées.

En cas de jeûne, de restriction calorique, de grossesse ou d'exercice physique prolongé, le cerveau, bien qu'incapable d'utiliser les acides gras comme source d'énergie, peut utiliser une autre catégorie de molécules issue des importantes réserves de graisse : les corps cétoniques.



**Figure 6 - Synthèse des corps cétoniques**

Auteur(s)/Autrice(s) : Gilles Furelaud Licence : Pas de licence spécifique (droits par défaut)

Les corps cétoniques sont synthétisés dans les mitochondries du tissu hépatique, à partir des acides gras provenant de la lipolyse du tissu adipeux (ou des acides aminés cétogènes comme la leucine), c'est la cétogenèse. Il s'agit du  $\beta$ -hydroxybutyrate (BHB) et de l'acétoacétate (AcAc), qui peuvent fournir au cerveau jusqu'à 60 % de ses besoins énergétiques.

Une grande partie de l'acétyl-coA produit par la dégradation des acides gras et du glucose est oxydée dans le cycle de Krebs. En cas de jeûne le glucose vient à manquer, il y a déséquilibre entre la dégradation des acides gras et celle des glucides. L'oxaloacétate produit par le cycle de Krebs est alors utilisé pour former du glucose (néoglucogénèse) et n'est plus disponible pour une condensation avec l'acétyl-coA. Ce dernier, excédentaire, va subir une transformation en dérivés cétoniques (voir l'[animation sur le site RNBio](#)).

L'alimentation énergétique du cerveau utilise en premier lieu les réserves glucidiques puis, une fois qu'elles sont épuisées, un « carburant alternatif » issu des réserves lipidiques, ce qui permet, en cas de jeûne, d'épargner les protéines musculaires. L'utilisation du lactate par le cerveau, comme source d'énergie, reste controversée.

## 7. Pour aller plus loin

Corps cétoniques : hydroxybutyrate et acétoacétate

### CRÉDITS

#### AUTEUR(S)/AUTRICE(S) ET MISE EN LIGNE

Gilles Furelaud

Professeur agrégé de SVT. Il a été le responsable éditorial du site Planet-Vie de 2001 à 2004.

#### LICENCE DU TEXTE DE L'ARTICLE

