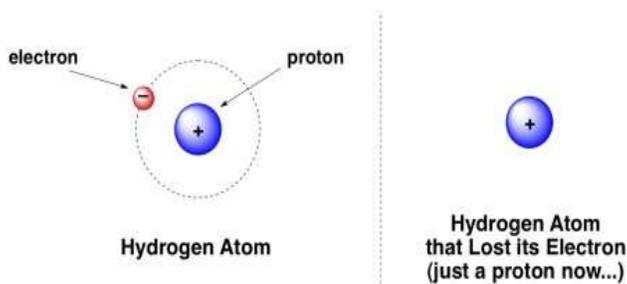


L'ÉNERGIE : LES ALIMENTS

1) L'énergie : du soleil aux aliments

La grande majorité de l'**énergie** dont nous disposons sur terre provient du **soleil**. Celui-ci est le **siège de réactions nucléaires** qui produisent de l'énergie dont une partie nous arrive sous forme de **lumière**. Cette **énergie solaire** est absorbée par la **chlorophylle** des plantes. C'est là qu'elle excite l'**électron** de l'**atome d'hydrogène** constitutif de la matière vivante.

➤ Le proton H^+ et son électron :



Définitions

- **Proton** = ion H^+ = atome d'hydrogène qui a perdu son électron
- **Acide** :
 - donneur de proton
 - Ex: $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$,
 - Ex: acide lactique $\rightarrow H^+ + \text{lactate}$
($CH_3-CHOH-COOH \rightarrow H^+ + CH_3-CHOH-COO^-$)
 - d'autant plus fort qu'il cède facilement des protons
- **Acidose**: augmentation $[H^+]$

Le **proton hydrogène (H^+)** est un atome fondamental aussi bien pour le physiologiste que pour le physicien atomiste, le chimiste ou le biologiste. C'est l'atome le plus simple de la table des éléments. Il est formé d'un noyau contenant un **proton** autour duquel tourne un **électron**. Comme nous l'avons suggéré, cet électron est l'objet d'un phénomène bien particulier se produisant dans les végétaux. Les **radiations solaires l'excitent**, lui conférant ainsi un **excès d'énergie (photolyse de l'eau)**. Cet **excès d'énergie**, l'**électron va l'emmener partout** où le hasard le conduira, et notamment - pour ce qui nous concerne - dans nos **muscles**.

Arrivé dans nos cellules, le **proton H^+** va être **courtisé** pour son **électron** et l'énergie qui lui est associée. **C'est ce couple que notre organisme va chercher à retrouver via la suite des transformations chimiques** qu'il va faire subir aux **aliments**. Pour nous, comme pour tous les animaux, l'**électron de l'hydrogène** est le **dépositaire** de l'**énergie**.

Tout irait pour le mieux si l'**atome d'hydrogène** n'était qu'un **vecteur énergétique sans autre incidence** pour notre organisme. En fait, nous verrons que cet ion est **responsable de l'acidité** qui accompagne la transformation d'énergie. Mais n'anticipons pas. Contentons-nous pour l'instant d'apprécier tout ce que l'hydrogène et son électron nous permettent de faire.

Grâce à l'énergie de l'électron, l'organisme humain va pouvoir assurer :

- La synthèse de molécules complexes à partir de molécules simples (anabolisme des protéines à partir d'acides aminés par exemple).
- La production d'énergie thermique pour maintenir l'organisme à température ambiante.
- La production d'énergie mécanique à usage soit interne (travail du cœur, des poumons, de l'appareil digestif) soit externe (tonus musculaire, activité physique).

Bref, grâce à l'électron excité par le soleil, notre organisme va pouvoir assurer le maintien de sa structure et de sa capacité d'action.

2) Les aliments

Les aliments que nous mangeons peuvent être décomposés en de nombreux substrats. Si l'on excepte les vitamines, minéraux et autres oligo-éléments qui n'interviennent pas directement dans l'apport énergétique, les aliments sont dégradés dans l'intestin en trois grandes catégories :

- Les glucides ou sucres
- Les lipides ou graisses
- Les protéines

Ces substrats se distinguent notamment par leurs propriétés énergétiques. Glucides et lipides sont les deux sources énergétiques privilégiées pour l'exercice. Pourtant, si les réserves de l'organisme en graisses s'élèvent à plus de 70 000 kcal (kilocalories), la totalité des glucides ne peuvent en fournir que moins de 2000 kcal.

A la lecture des chiffres, nous nous rendons compte que la principale source d'énergie est stockée dans l'organisme sous forme de lipides. Or le substrat privilégié des cellules musculaires est le glucose. Pourquoi ? Tout est question de vitesse...

2.1 Les glucides (sucres) :

Que nous utilisons les termes de glucose, sucres, glucide, hydrate de carbone ou glycogène nous parlons de la même chose à savoir des éléments chimiques qui ont la structure de base $C_n(H_2O)_n$; à savoir un élément carbone, deux hydrogènes et un oxygène.

➤ Transformation chimique :

Les **glucides** sont présents dans la **sève des plantes** comme dans le **sang des animaux**. Ils jouent un **rôle fondamental** dans le **métabolisme** de tout le vivant. Après leur **ingestion**, ils sont **transformés** en **glucose**. Ce dernier est transporté par le sang vers toutes les cellules.

Au **repos**, il est notamment **capté** par le **foie** et les **muscles** où il est transformé en une molécule plus complexe ; le **glycogène**. Le glycogène est en fait une suite de glucoses mis bout à bout, un train composé de wagons-glucose. C'est principalement sous cette forme que le glucose est stocké par l'organisme.

Dès que le besoin s'en fait sentir, le **glycogène** est **retransformé** en **glucose**. Nous verrons dans les chapitres suivants que la suite de réactions qu'il subit constitue la colonne vertébrale sur laquelle viennent se greffer les autres transformations énergétiques. Cette suite de réactions est appelée **glycolyse** (lyse = destruction).

2.2 Les lipides :

Outre leur **rôle** de **combustibles**, les **lipides** occupent une place de choix comme **matériaux de base** des **membranes cellulaires**. Par ailleurs, ils sont d'excellents **isolants électrique, mécanique** et **thermique**. Parmi la variété des lipides, seuls les **triglycérides** servent véritablement l'**énergie musculaire**. Ils forment, en termes quantitatifs, la **réserve d'énergie la plus importante** de l'organisme. Ils sont stockés à l'intérieur des cellules sous forme de gouttelettes.

➤ Transformation chimique :

La première partie de la **transformation d'un triglycéride** est effectuée par une suite de réactions appelée **lipolyse**. Elle aboutit à la formation d'une molécule de **glycérol** et de **trois molécules d'acides gras libres** (AGL). Les **acides gras** devenus **libres** sont **diffusés** dans le **sang** et transportés à tous les sites du corps ; en particulier dans les **fibres musculaires**.

A l'intérieur du muscle, les **AGL** pénètrent dans les centrales énergétiques des cellules : les **mitochondries**. Ils y sont **détruits** par une suite de réactions appelées **bêta-oxydation**. Ce procédé nécessite de nombreuses étapes. Il ne peut se faire qu'en **présence d'oxygène** et, paradoxalement, il **réclame de l'énergie**. Pour utiliser l'énergie des acides gras, l'organisme doit donc **fournir de l'énergie** et **utiliser de l'oxygène**. Les conséquences sont doubles :

- La **vitesse** de formation d'énergie à partir des graisses est **très lente**. Voilà pourquoi la réserve d'énergie la plus importante de l'organisme est aussi la plus difficile à utiliser.
- L'**utilisation** des **graisses** impose une **consommation d'oxygène supérieure** à celle requise pour les **glucides**. Pour indication, la **différence de rendement** est de l'ordre de **10%**.

Toutefois, si nous raisonnons en valeur absolue, les **lipides** sont **beaucoup plus énergétiques** que les **hydrates de carbone**. La dégradation d'une **molécule** de **triglycéride** libère **13 fois plus d'énergie** que celle d'une **molécule** de **glucose** ! Rapporté à un gramme de substrat, les **lipides** apportent **9 kcal** contre **4 kcal** aux **glucides** et aux **protides**.

En dépit de leur spécificité, les **dégradations** respectives des **glucides** et des **lipides** ne sont **pas indépendantes**. A un certain niveau de leur dégradation, le **glycérol** et les **triglycérides rejoignent la glycolyse**. La transformation complète des lipides utilise donc partiellement la voie des glucides. La conséquence directe est que **l'utilisation des lipides nécessite la dégradation concomitante des glucides (les lipides brûlent au feu des glucides)**. Si par manque de glucides, la glycolyse se ralentissait, la lipolyse devrait suivre la cadence imposée.

2.3 Les protéines :

Les **protéines** sont les **briques** de nos **corps**, les éléments sur lesquels repose notre fragile édifice. Ces protéines sont, elles aussi, les édifices de briques appelées **acides aminés(AA)**. C'est de ces acides aminés dont nous allons parler plus spécifiquement.

Si les **protéines** sont réservées avant tout à la **construction** et la **restauration** de l'**organisme**, les **acides aminés** qui les composent **peuvent entrer** pour près de **10%** dans la **couverture énergétique de l'exercice**. Pour cela, ils doivent subir quelques modifications.

➤ Transformation chimique :

Certains **acides aminés** peuvent être **convertis** en **glucose** ou **transformés** en **métabolites** - comme le **pyruvate** ou l'**acétyl-coA** s'**intégrant** à la **voie des glucides**. Nous retrouvons une nouvelle fois le **rôle central** joué par la **filière des glucides**.

Au cours de ces réactions, de l'**azote** est **libéré**. Une partie est employée pour **former** de nouveaux **acides aminés**. L'autre partie est **convertie** en **urée** ; métabolite que nous excrétons à travers les **urines**. Cette transformation demande de l'**énergie**. Le résultat est que l'**utilisation** des **acides aminés** pour l'**exercice** n'est **pas très rentable**. Alors que la **dégradation** du **glucose** par un **litre d'oxygène** permet d'apporter une **énergie** de **5,05 kcal** à l'organisme, elle n'en tire que **4,69 kcal** en dégradant les **lipides** et **4,46 kcal** en s'afférant sur les **protéines**.