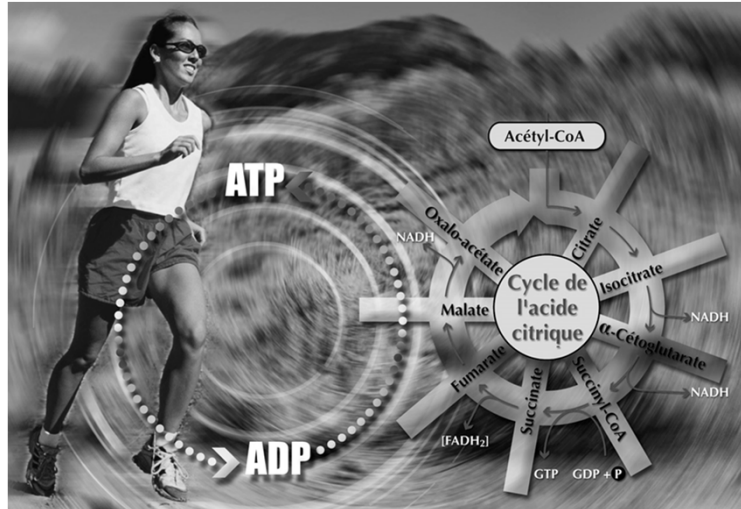


Bioénergétique de l'exercice musculaire



Nathalie BOISSEAU

Bibliographie Principale

- **Physiologie du sport : Bases physiologiques des activités physiques et sportives**
Monod, Vandewalle et Flandrois, Masson Abrégé, 2009
- **Physiologie de l'exercice musculaire**, Millet et Lepers, Ed Ellipses, 2005
- **Physiologie du sport et de l'exercice . Version Traduite du Costill, Wilmore, Kenney, et Collectif . De Boeck 2009.**
- **Anatomie, physiologie, biomécanique en STAPS.** Delamarche et coll. 2002, Masson.
- **Mc Ardle, Katch F., Katch V. Physiologie de l'activité Physique, énergie, nutrition et performance, 4ème édition, Editions Maloine, 2001**

Bibliographie Principale

- **Anatomie et Physiologie Humaines**, E. Marieb, Ed. Pearson, 2005.
- **Atlas de poche de Physiologie**, S. Sibernagl et A. Despopoulos, Ed. Flammarion, coll. Medecine-Sciences, 2001
- **Physiologie: En bref**, R.F. Schmidt, Ed. De Boeck Université, 2ème édition, 1999.
- **Biochimie illustrée**. Campbell et Smith, Ed. Maloine, 2002.
- **Nutrition et Bioénergétique du Sportif**, N. Boisseau, Editions Masson , 2005.
- **Biochimie des activités Physiques et sportives**. Poortmans et Boisseau, De Boeck, 2009.

Plan du cours

- 1. Introduction: Quelques définitions**
- 2. Thermodynamique**
notion de travail et rendement
- 3. Apports nutritionnels et Energie**
Glucides, lipides, protéines, énergie des aliments,
dépendances énergétiques, notion de balance énergétique
- 4. De l'alimentation à l'énergétique musculaire**
- 5. La consommation de l'oxygène**
- 6. L'activité musculaire**

I. Introduction: quelques définitions

1. Physiologie

La physiologie: Science étudiant les phénomènes physiques et chimiques subis par les organismes vivants au cours de leur vie.

La physiologie étudie des activités basiques comme la nutrition, la reproduction, la croissance, le métabolisme énergétique et la respiration.

1. Physiologie

La **physiologie** étudie également les interactions d'un organisme et de son environnement.

La physiologie est une discipline voisine de l'**histologie** et de l'**anatomie**.

2. Nutrition

La **nutrition** peut recouvrir deux sens:

- Ensemble des processus biologiques d'assimilation et de désassimilation (décomposition et rejet de certaines molécules) des aliments qui s'effectuent dans un organisme, lui assurant sa conservation et son développement, le maintien de sa température constante (chez les homéothermes), le fonctionnement normal de ses organes, et couvrant ses besoins énergétiques.
- Apport d'aliments à l'organisme dans son ensemble

2. Nutrition (2)

Elle englobe donc toutes les fonctions physiologiques nécessaires à l'utilisation des nutriments pour:

- la croissance
- l'entretien
- le fonctionnement de l'organisme



3. Bioénergétique

Traite de l'origine et du devenir de l'énergie dans la matière vivante

VIE = transformation d'énergie grâce à des échanges de matière avec l'environnement

Homme



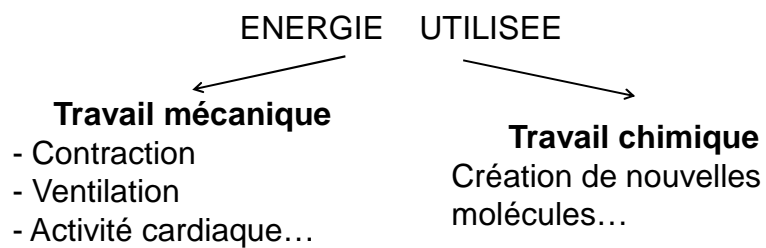
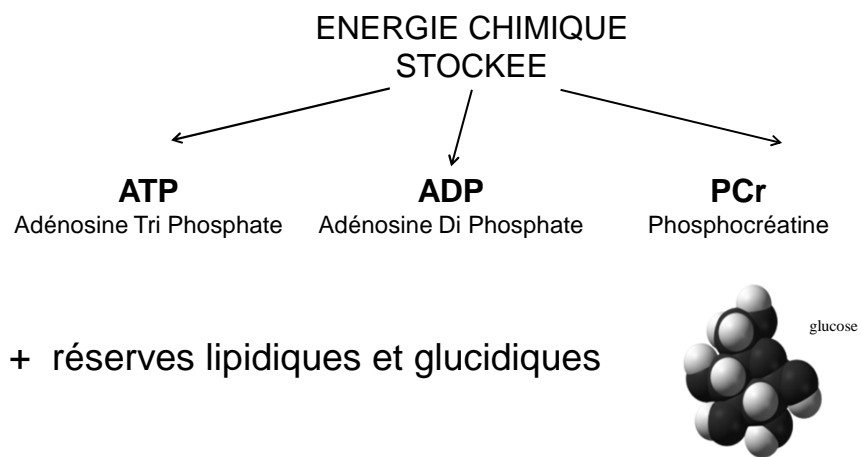
Animal



HETEROTROPHES

L'**hétérotrophie** est la nécessité pour un organisme vivant de se nourrir de constituants organiques préexistants.

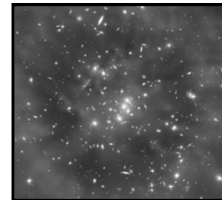
3. Bioénergétique (2)



3. Bioénergétique (4)

La matière

La matière renvoie à la substance qui forme l'univers. Elle se présente sous forme gazeuse, liquide ou solide. Est matière tout ce qui occupe un volume et possède une masse.



3. Bioénergétique (5)

L'énergie

L'énergie n'occupe pas de volume, n'a pas de masse et ne se mesure que par ses effets sur la matière. L'énergie est la capacité à produire du travail ou d'imprimer un mouvement à la matière.

Donc, tous les êtres vivants sont composés de matière et ont besoin d'énergie pour croître et fonctionner.

3. Bioénergétique (6)

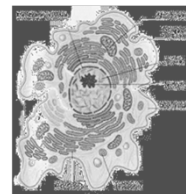
La finalité des grandes fonctions circulatoire, respiratoire, digestive ou rénale, est d'assurer les échanges d'énergie et de matière, en maintenant **l'homéostasie du milieu intérieur**.



3. Bioénergétique (7)

Homéostasie

Maintien de grandeurs physico-chimiques régulées malgré les perturbations internes ou externes.



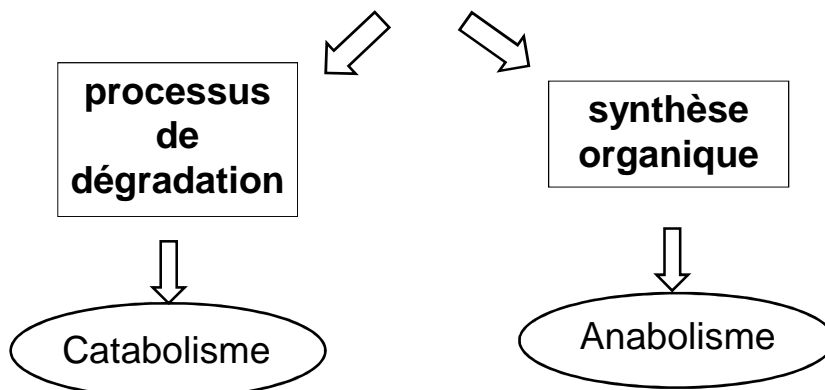
3. Bioénergétique (8)

Métabolisme

C'est l'ensemble des transformations moléculaires et énergétiques qui se déroulent de manière ininterrompue dans la cellule ou l'organisme vivant. C'est un processus ordonné, qui fait intervenir des processus de dégradation (catabolisme) et de synthèse organique (anabolisme).

Métabolisme

Ensemble des transformations moléculaires et des transferts d'énergie



Catabolisme

Processus d'élimination d'une substance dans un organisme, grâce à l'intervention des enzymes

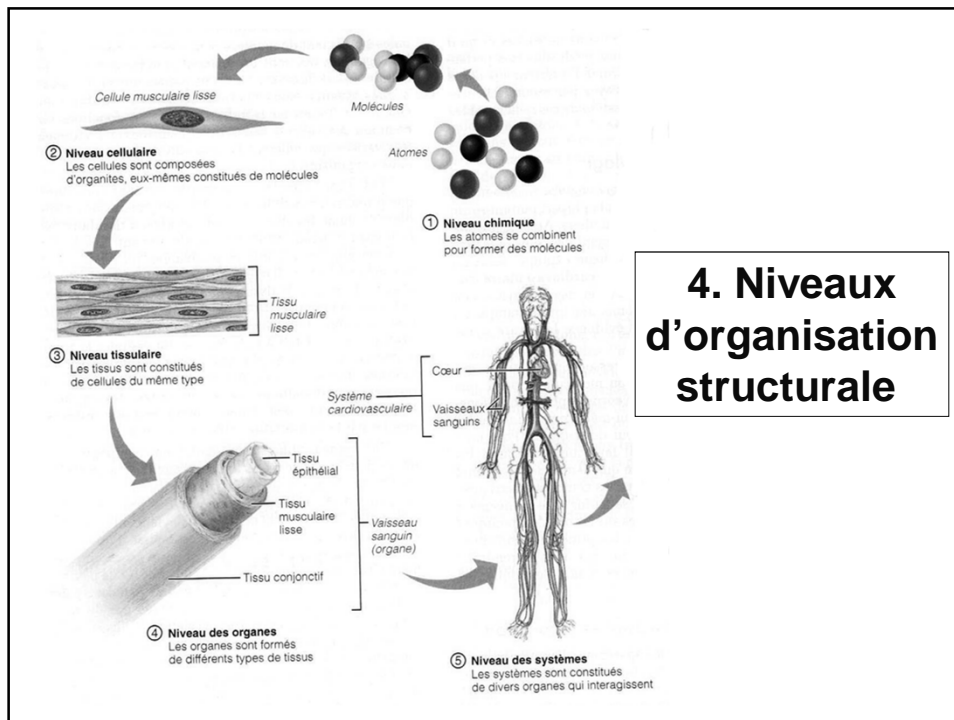
Dégradation de grosses molécules en plus petites
=> libération d'énergie.

Les réactions de catabolisme sont des **oxydations** (ou des déshydrogénations) et elles sont thermodynamiquement favorables, c'est-à-dire qu'elles sont exoénergétiques (cédant de l'énergie, produisant de l'énergie)

Anabolisme

Processus permettant à la cellule de synthétiser les substances indispensables à sa vie et à sa fonction

Synthèse à partir des matériaux que la cellule a absorbés du milieu extérieur et de l'énergie dégagée par le catabolisme ou provenant de l'extérieur



4. Niveaux d'organisation structurale

2. Thermodynamique

-travail et rendement-

Thermodynamique vue comme science des grands systèmes en équilibre et non comme science de la chaleur (qui est la 2ème définition)

1^{er} principe de la thermodynamique

Conservation de l'énergie: L'énergie totale d'un système isolé reste constante. Les événements qui s'y produisent ne se traduisent que par des transformations de certaines formes d'énergie en d'autres formes d'énergie. L'énergie est en quantité invariable dans la nature. Elle ne peut que se transmettre d'un système à un autre. On ne crée pas l'énergie, on la transforme.

Lavoisier :

« Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme ».

2^{ème} principe de la thermodynamique

= dégradation de l'énergie

Ce principe est souvent interprété comme une « mesure du désordre » et à l'impossibilité du passage du « désordre » à l'« ordre » sans intervention extérieure.

= Entropie

elle peut être interprétée comme la mesure du degré de désordre d'un système au niveau microscopique



La fonte de glaçons est un exemple d'augmentation d'entropie comme une augmentation du désordre dans les molécules d'eau

2^{ème} principe de la thermodynamique (2)

REACTION EXERGONIQUE

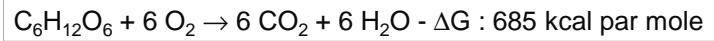
Si une réaction chimique s'effectue d'elle-même sans intervention extérieure et que l'énergie est libérée spontanément (ex: hydrolyse de l'ATP).

REACTION ENDERGONIQUE

Si une réaction chimique ne peut s'effectuer sans fourniture additionnelle d'énergie

Exemple:

Processus exergonique (et exothermique) de la respiration cellulaire à partir d'une molécule de glucose



Energie libre pour:



- (1) TRAVAIL MECANIQUE : Contraction musculaire
- (2) TRAVAIL CHIMIQUE : Biosynthèse de molécules cellulaires
- (3) TRAVAIL DE TRANSPORT : Déplacement des substances chimiques dans les liquides intra- et extracellulaires

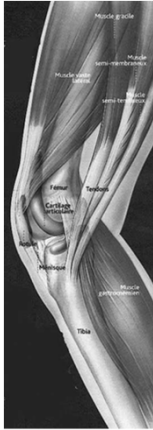
« Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme »

Lavoisier

Energie ———→ Travail mécanique (20-30%)
 ↓
 Chaleur (70-80%)



Notion de travail et de rendement



Travail (J) = Force x déplacement

si ce travail est exprimé par seconde: $1 \text{ J.s}^{-1} = 1 \text{ Watt}$

Contraction musculaire:

Besoin en ATP

mais perte d'énergie sous forme de chaleur!

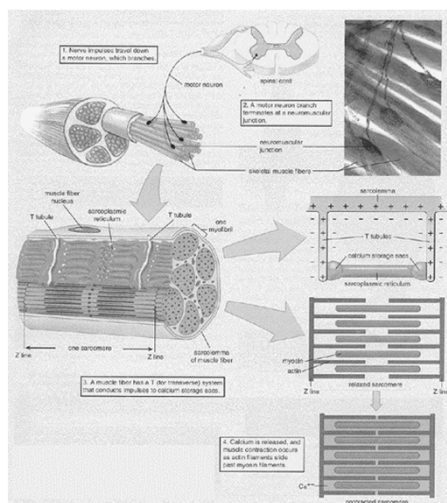
L'énergie chimique (ATP renouvelé) provient en très grande partie **des aliments dégradés.**

Rendement mécanique:

= Énergie mécanique (watts)/ énergie dépensée

Le rendement net est défini par:

Le travail réalisé (W) / la dépense énergétique totale - la dépense de repos



- Le rendement net est de l'ordre de 20-25% pour des exercices réalisés à des puissances < à 50% de la puissance maximale

- Il diminue d'autant plus que l'énergie à l'exercice provient du métabolisme anaérobie

- Il tend vers 0 pour des activités statiques et = 0 lors du frisson