

I – Introduction

♥ **Bioénergétique** : description du transfert et de l'utilisation de l'énergie libre dans les organismes vivants.

♥ **Energie libre** : énergie de liaison atomique métabolisable par les êtres vivants.

♥ **Métabolisme énergétique** :

→ oxydo-réduction en milieu liquide avec fabrication d'ATP (phosphorylation oxydative).

→ Dégradation de l'ATP et utilisation de l'énergie des liaisons phosphates.

✿ Définition du métabolisme énergétique :

Métabolisme : transformations chimiques effectuées par l'organisme pour produire ou utiliser de l'énergie (réactions orientées par des enzymes).

- **Catabolisme** : **production d'énergie** = **oxydation** de molécules organiques complexes pour former de l'ATP.
- **Anabolisme** : **utilisation de l'énergie** = **réduction** de molécules organiques simples pour structurer l'organisme.

✿ Oxydation biologique et combustion :

→ **Point commun** : oxydation et combustion sont l'association d'une molécule avec de l'oxygène.

→ **Différences** :

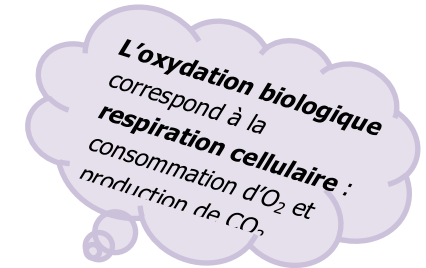
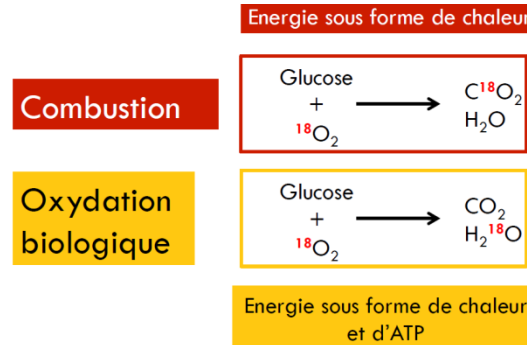
- La **combustion** se produit dans un **foyer**
- L'**oxydation biologique** se produit dans l'**eau** chez les êtres vivants.

Exemple du glucose :

- **Combustion** : l'oxygène se retrouve sur le CO_2
- **Oxydation biologique** : l'oxygène se retrouve dans la molécule d'eau

Nucléoline

Le tutorat est gratuit. Tout reproduction ou vente est interdite.



(Voir bioch pour le processus)

II – Calorimétrie directe

A – Mesure de l'énergie libre des nutriments

Combustion dans la bombe calorimétrique de Berthelot :

1 gramme de glucide = 4,1 Kcal
1 gramme de lipide = 9,3 Kcal
1 gramme de protide = 5,6 Kcal

Oxydation dans l'organisme :

1 gramme de glucide = 4 kcal
1 gramme de lipide = 9 kcal
1 gramme de protide = 4 kcal

→ Dans l'organisme, le catabolisme des protides s'arrête à l'urée (EL=1,5 kcal/g). Ce déchet n'est pas forcément toxique, mais est à éliminer de l'organisme car non utilisable dans le métabolisme énergétique.

B – Mesure de la production calorifique de l'organisme

a) Mesure de la production de chaleur (calorimétrie directe) et métabolisme

On place un patient dans une cuve complètement isolante et on mesure la quantité d'O₂ consommée.

♥ **Métabolisme de base** : production de chaleur minimale, en position couchée, à distance d'un repas et en situation de neutralité thermique.

→ x 4 lors d'une exposition au froid

♥ **Activité mécanique** : production de chaleur secondaire au travail mécanique des muscles striés squelettiques.

→ x 20 lors d'un exercice musculaire soutenu

♥ **Activité dynamique spécifique des aliments** : production de chaleur secondaire à la synthèse de molécules de stockage d'énergie libre (triglycérides, glycogène).

b) Rendement énergétique

$$\text{Rendement} = \frac{\text{Energie libre transformée en travail}}{\text{Energie libre consommée}} < 1$$

Le rendement de toutes les transformations d'énergie dans l'organisme est **toujours inférieur à 1** car **la production de chaleur est inéluctable** dès qu'il y a un travail.

> Rendement de la contraction musculaire :

☀ **25 à 30%** d'énergie libre transformée en **travail mécanique**

☀ 70 à 75% d'énergie libre dissipée sous forme de chaleur

> Rendement de la phosphorylation oxydative :

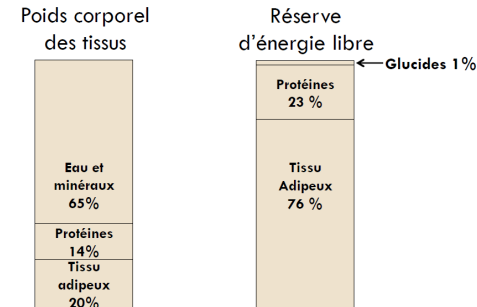
☀ **40%** d'énergie libre stockée dans l'**ATP**

☀ 60% d'énergie libre dissipée sous forme de chaleur

Rendement du moteur diesel 40 à 45 %

C – Principe du bilan énergétique

✿ Capital énergétique de l'organisme :



♣ Le **tissu adipeux** est la forme de **réserve énergétique majoritaire**.

♣ L'eau et les minéraux **ne constituent pas une réserve énergétique** malgré leur proportion en

✿ Calcul du bilan énergétique :

Apport énergétique = dépense énergétique → poids **stable**

Apport énergétique > dépense énergétique → **prise** de poids

Apport énergétique < dépense énergétique → **perte** de poids

III – Calorimétrie respiratoire

A – Principe

On **mesure** la **consommation en O₂** d'un individu, et on en **déduit** sa **consommation énergétique**.

a) Coefficient thermique de l'oxygène

Il y a un **rapport direct** entre la consommation d'oxygène d'un individu et sa production de chaleur.

Si on consomme **1L d'oxygène**, on produit **4,82 kcal**.

b) Mesure du rendement musculaire

☑ On **mesure** la **consommation d'oxygène au repos et à l'effort** (spiromètre)

☑ On **calcule** la **consommation d'O₂ spécifiquement liée à l'effort**
= valeur mesurée à l'effort – valeur mesurée au repos

☑ On **calcule** l'énergie consommée à l'aide du coefficient thermique de l'oxygène

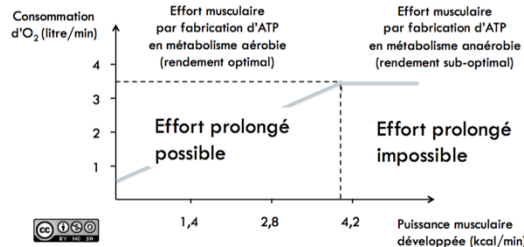
☑ On **mesure** l'énergie mécanique développée (tapis roulant)

$$\frac{\text{Energie mécanique (kcal)}}{\text{Énergie consommée (kcal)}} = \text{Rendement de la contraction musculaire}$$

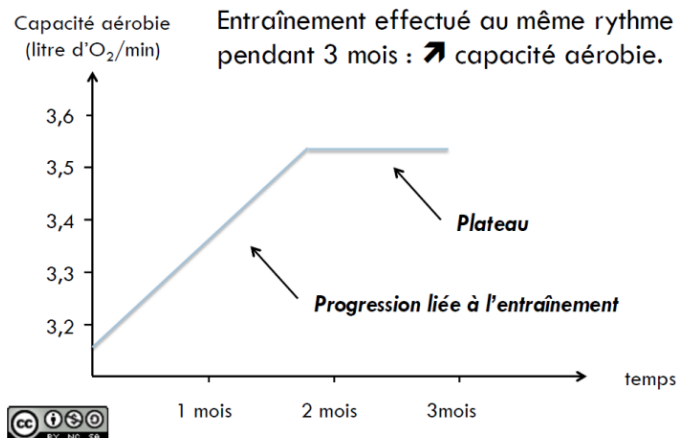
B – Entraînement des athlètes

a) Consommation d'oxygène et puissance musculaire

La consommation d'O₂ maximale est mesurée pour évaluer la capacité aérobie.



b) Effet de l'entraînement sur la capacité aérobie



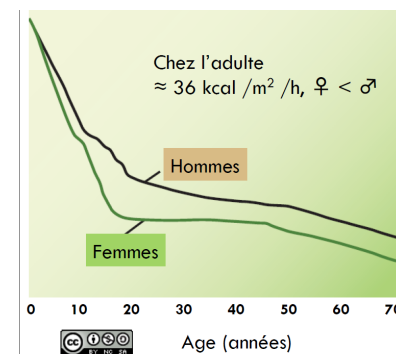
C – Rééducation cardiovasculaire

La **consommation d'oxygène** est directement proportionnelle au **débit cardiaque**.

Après un infarctus, le VES diminue, donc le débit et la consommation en O₂ aussi.

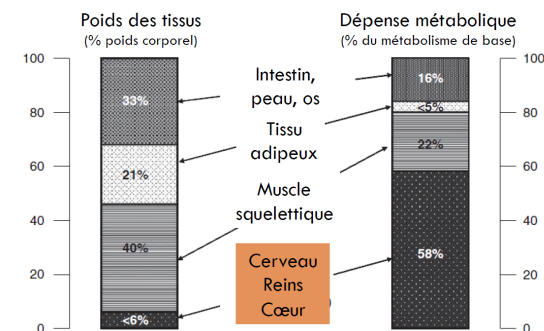
La rééducation cardiovasculaire permet de rétablir des valeurs normales : pour une même consommation en O₂, la fréquence cardiaque est plus faible parce qu'on a réussi à augmenter le VES.

IV – Métabolisme de base = dépense énergétique inéluctable



Les **enfants** ont un métabolisme basal **très élevé**
Le métabolisme basal ♂ > ♀
Le métabolisme basal **diminue progressivement** avec l'âge

Dépense métabolique par rapport au poids relatif des tissus :



On remarque une **disproportion** entre la dépense métabolique de certains organes par rapport à leur poids !

V – Normalisation des paramètres physiologiques

La **surface corporelle** est le paramètre que l'on utilise pour comparer les métabolismes de base. *Il y a moins de différence inter-espèce.*

→ Le paramètre anthropométrique idéal serait la **masse de tissu actif** mais il est difficile à mesurer en pratique.

→ La surface corporelle se calcule à partir de la taille et du poids :

Individu adulte standard :

- Taille : 1,60 m
- Poids : 70 kg
- Surface corporelle : 1,73 m²

Valeur indexée :

Pour comparer des grandeurs physiologiques entre individus de corpulence différente, il faut indexer ces valeurs avec un paramètre anthropométrique

→ large utilisation de la surface corporelle

Exemple du débit cardiaque

Débit cardiaque : 5 litres /min

Index cardiaque : 3,5 litres /min/m²

Débit de filtration glomérulaire

1,73 m² est la surface corporelle d'un adulte « standard »

Débit de filtration rénale : 120 ml/min/1,73m²