

LA BIOENERGETIQUE

Dr Kerbi

Faculté de Médecine Annaba

2019-2020



Généralités

La bioenergetique est la science qui traite l'origine et le devenir de l'énergie dans l'organisme vivant

La bioénergétique étudie l'approvisionnement, l'utilisation et les transferts d'énergie dans la cellule.

L'homme et l'animal sont des hétérotrophes :
Utilisent l'énergie chimique élaborée par les
autotrophes (les végétaux)

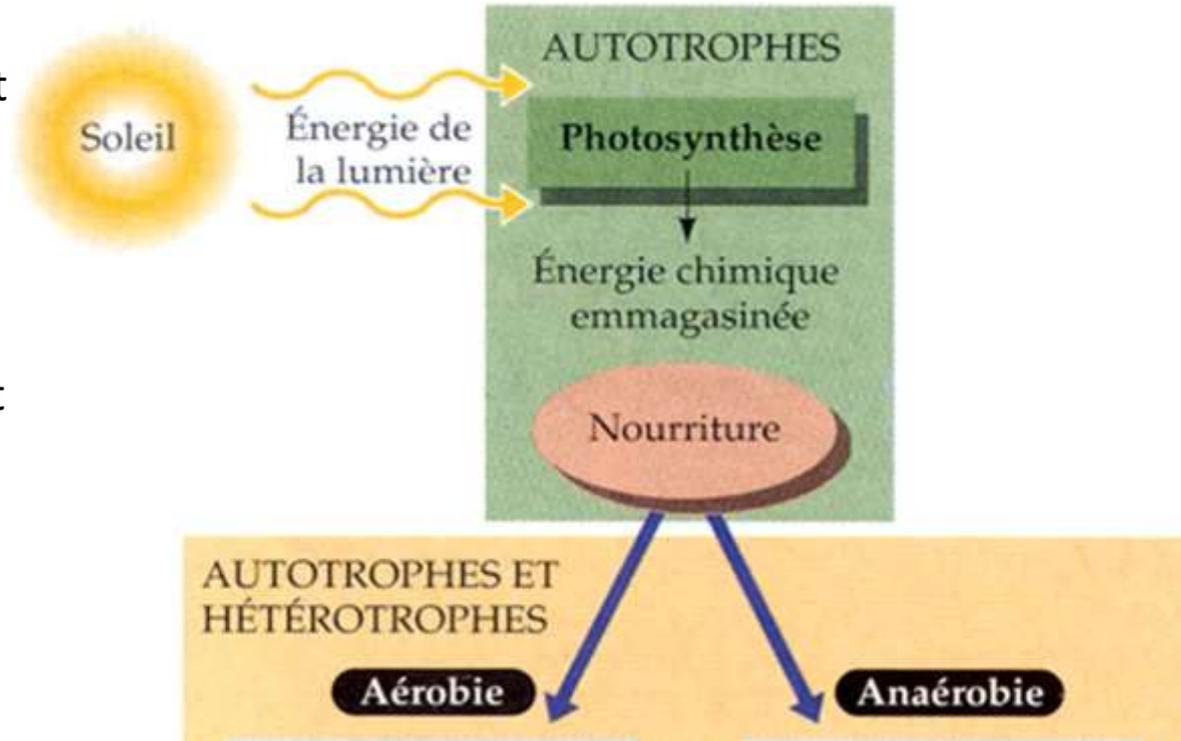
L' énergie de la lumière du soleil maintient la vie sur terre.



De l'énergie solaire pour vivre

Dans la photosynthèse, les organismes autotrophes utilisent l'énergie de la lumière pour synthétiser les composés alimentaires.

Les organismes hétérotrophes et autotrophes métabolisent ces composés de l'alimentation par oxydation complète ou non, qui libère de l'énergie libre.



Objectifs:

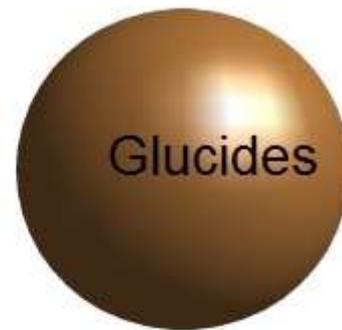
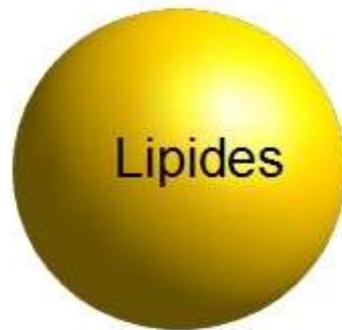
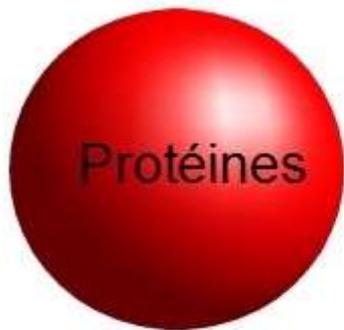
- connaître et évaluer le métabolisme de base
- évaluer l'apport énergétique journalier
- définir la ration alimentaire

Cette energie est chimique et elle est contenue dans les matieres organiques:

Sucres ,proteines et matieres grasses

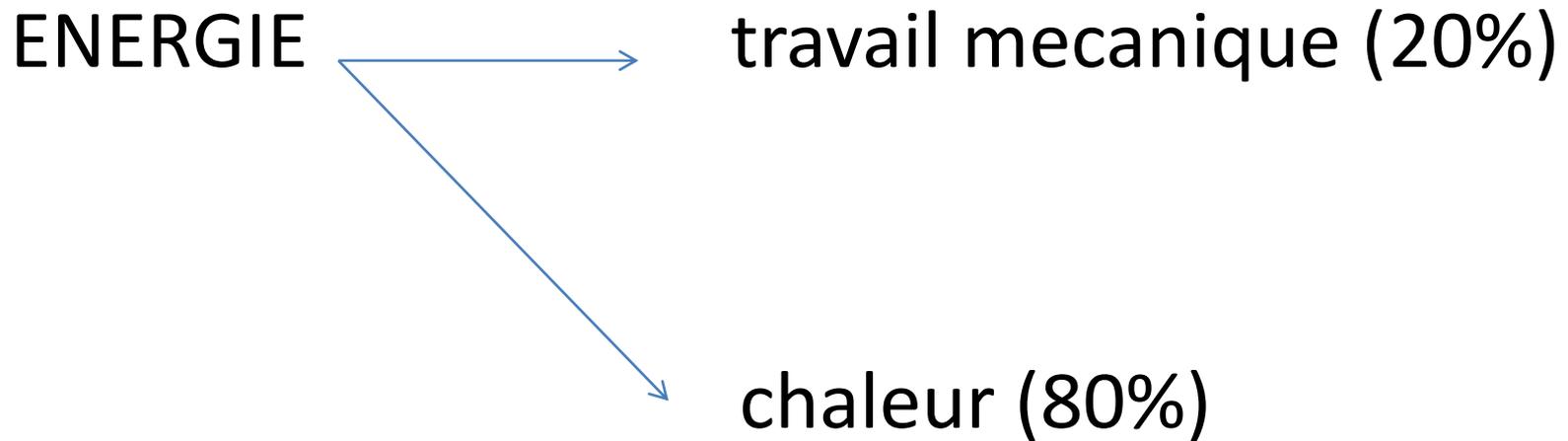
----Elle peut etre stoquee sous forme d'ATP,ADP, ou CP

----ou bien utilisee pour un travail mecanique



Principes de la thermodynamique

Toute transformation d'énergie fait apparaître une part d'énergie thermique



La quantité totale d'énergie reste constante et elle apparaît sous forme d'énergie :

---thermique

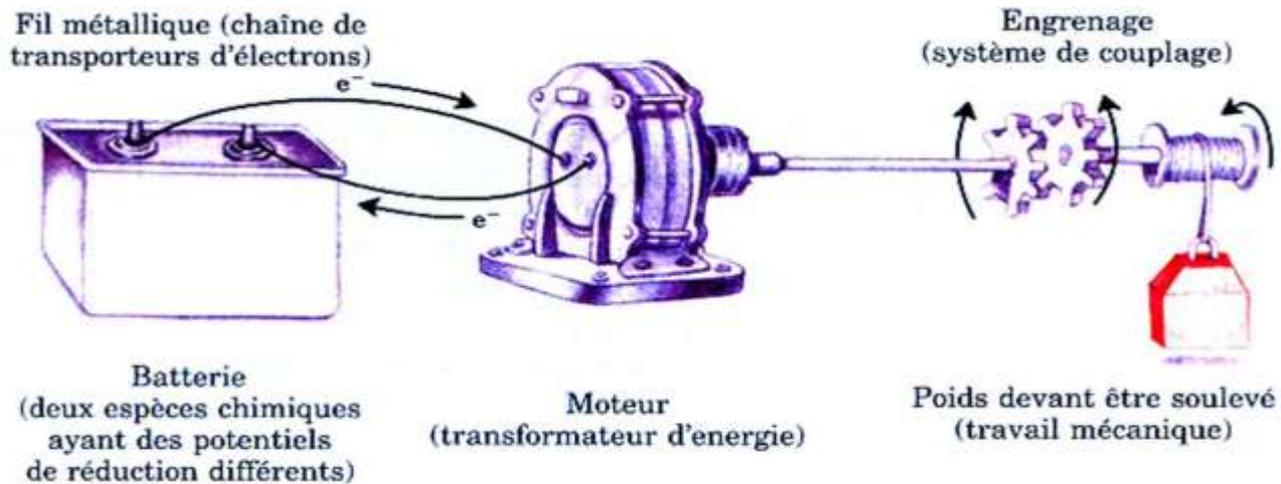
---mécanique

---électrique

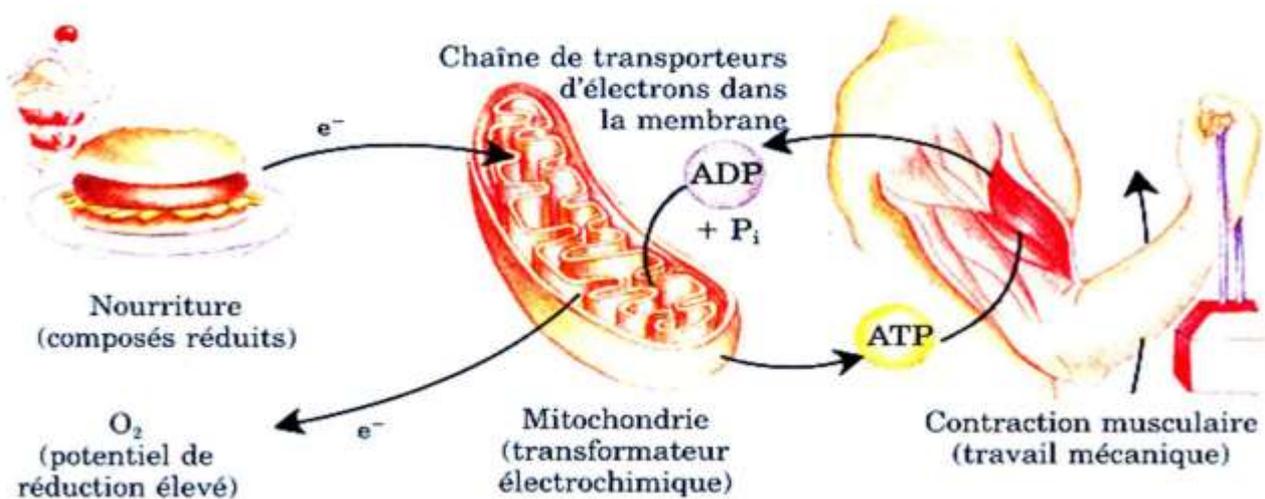
---chimique

---osmotique

---lumineuse



(a)



La mesure de la dépense énergétique

La mesure de la dépense énergétique

L'unité de mesure de l'énergie est la CALORIE

1 KiloCalorie: est la quantité d'énergie qui permet d'élever la température de 1Kg d'eau de 1°C

1 Kcal = 4,185 Kjoule

La mesure de la dépense énergétique

LA CALORIMETRIE

C'est une évaluation globale du fonctionnement d'un organisme vivant

Elle consiste à mesurer la quantité d'énergie utilisée par cet organisme .

Soit par la mesure de :

- la quantité d'énergie apportée par les aliments
- la quantité d'O₂ consommée par l'utilisation de l'énergie contenue dans les aliments
- des produits thermiques ou chimiques issues de cette utilisation

La calorimétrie indirecte

Deux méthodes utilisables en pratique clinique :

_la thermochimie alimentaire

_la thermochimie respiratoire

LE PRINCIPE: l'énergie chimique contenue dans les aliments nécessite la consommation d'O₂ et aboutit à la production de CO₂

1) La thermochimie alimentaire:

L'énergie utilisée par l'organisme est estimée à partir du calcul de l'énergie apportée par la ration alimentaire :

c'est la méthode des ingesta

Oubien la mesure des produits terminaux de leur combustion CO_2 et Uree excrétée :

c'est la méthode des egesta

La methode des ingesta

C'est estimer la quantite d'energie utilisee à partir de la quantite d'energie apportee par l'alimentation et chaque aliment a sa valeur calorique

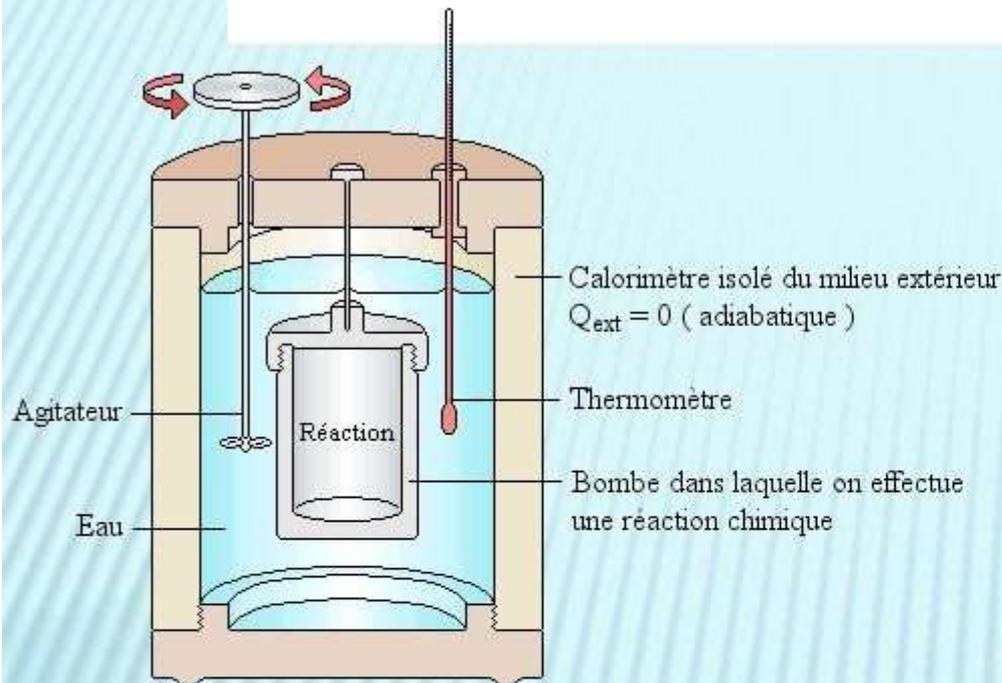
La valeur calorique et utilisation des aliments:

La valeur calorique theorique

Dans la bombe calorimetrique de Berthlot en presenced'O₂ à haute pression la combustion complete de :

--- glucides, lipides → H₂O, CO₂, chaleur
--- proteines → H₂O, CO₂, chaleur + Urée

Le calorimètre de BERTHELOT



La bombe calorimétrique est un récipient métallique, fermant hermétiquement et dans lequel on provoque la combustion complète d'un corps chimique dans l'oxygène sous pression (explosion). La combustion est déclenchée au moyen d'un courant électrique intense et instantané. La bombe est installée dans un seau calorimétrique rempli d'eau, lui-même placé dans une enceinte adiabatique . Un système d'agitation permet de rendre homogène la température de l'eau dans le seau.

Donc:

La quantité de chaleur produite par la combustion totale des aliments est appelé:

Valeur calorique théorique

1 g de glucide	→	4,1 Kcal (17,2 kj)
1 g de lipide	→	9,3 Kcal (38,9Kj)
1 g de protides	→	5,7 Kcal (23,9 Kj)

La valeur calorique réelle

Dans l'organisme la valeur énergétique réelle n'est pas la même que celle observée au niveau de la bombe de Berthlot.

DU FAIT de l'absorption intestinale incomplète des aliments , d'une part.

Le coefficient d'utilisation digestive est de :

0,82

Et d'autre part:

La dégradation des protéines in vivo est incomplète avec un déchet azoté (urée) qui emprisonne 0,86 Kcal

1 g de glucide → 4 Kcal (16,7 kj)

1 g de lipide → 9 Kcal (37,7 Kj)

1 g de protides → 4 Kcal (16,7 Kj)

La methode des egesta

C'est l'estimation de la quantité d'énergie utilisée à partir de la mesure des déchets dans l'air expiré, les matières fécales et les urines

NB; inapplicable en pratique clinique

2) La thermochimie respiratoire

L'énergie utilisée par l'organisme est estimée à partir de la mesure de la consommation d'O₂

Donc, pour calculer la dépense d'énergie il faut connaître la nature exacte des aliments qui sont « brûlés ».

L'équivalent respiratoire précis de l'oxygène

C'est la valeur calorique de 1 litre d'O₂ lorsqu'il sert à brûler spécifiquement un aliment P, L ou, G

1L d'O₂ brûlant les glucides correspond à une dépense de 5,20 calorie

1L d'O₂ brûlant les lipides correspond à une dépense de 4,80 calorie

1L d'O₂ brûlant les protéines correspond à une dépense de 4,68 calorie

L'équivalent respiratoire approché de l'oxygène

Pour une alimentation équilibrée en G L P , c'est la valeur calorique de 1L d'O₂ lorsqu'il sert à brûler ce mélange alimentaire

1L d'O₂ Moyen ou approché : 4,85 calories

C'est la référence pratique utilisée en clinique

La calorimétrie directe

C'est la mesure des dépenses énergétiques par
La mesure de la quantité de chaleur produite
Dans **la chambre calorimétrique**

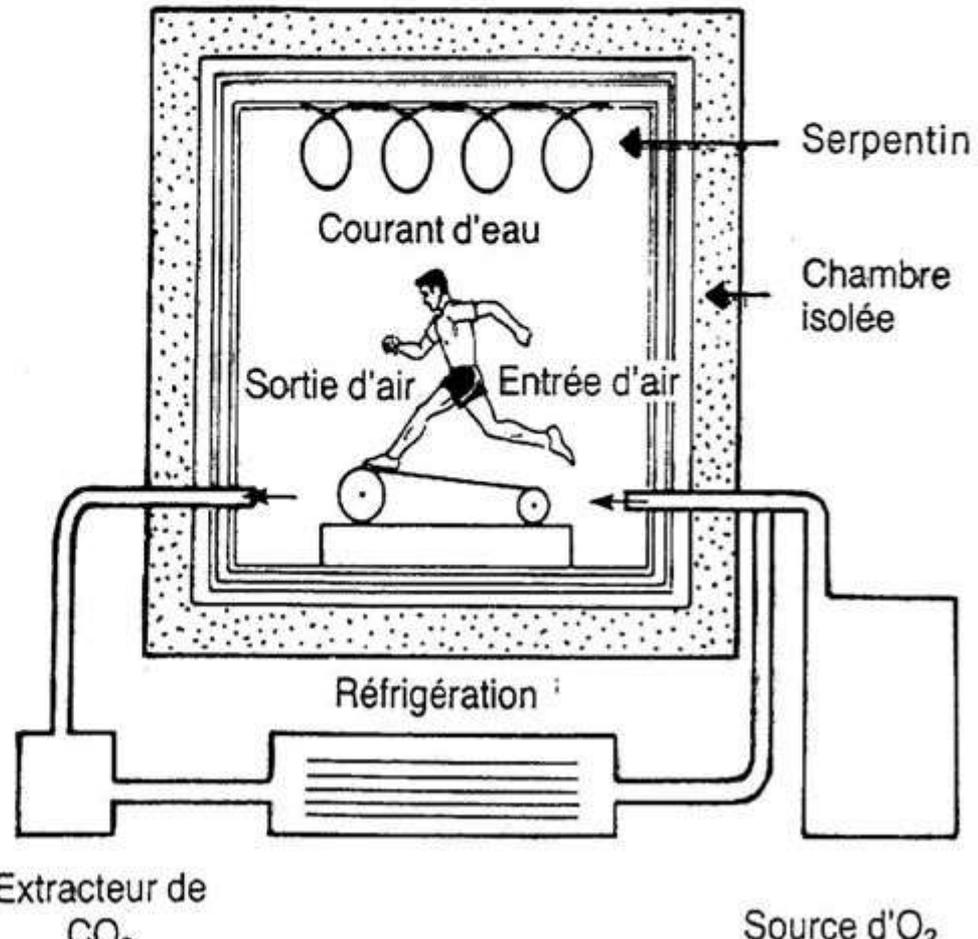
C'est une enceinte d'isolation thermique :

- de l'air renouvelé qui circule
- À la sortie la vapeur d'eau se dépose sur la ponce sulfurique (bocal 1)
- Le CO₂ se dépose sur de la soude (bocal2)
- L'H₂O résultante de cette réaction se dépose sur la ponce sulfurique (bocal 3)

méthodes de mesure

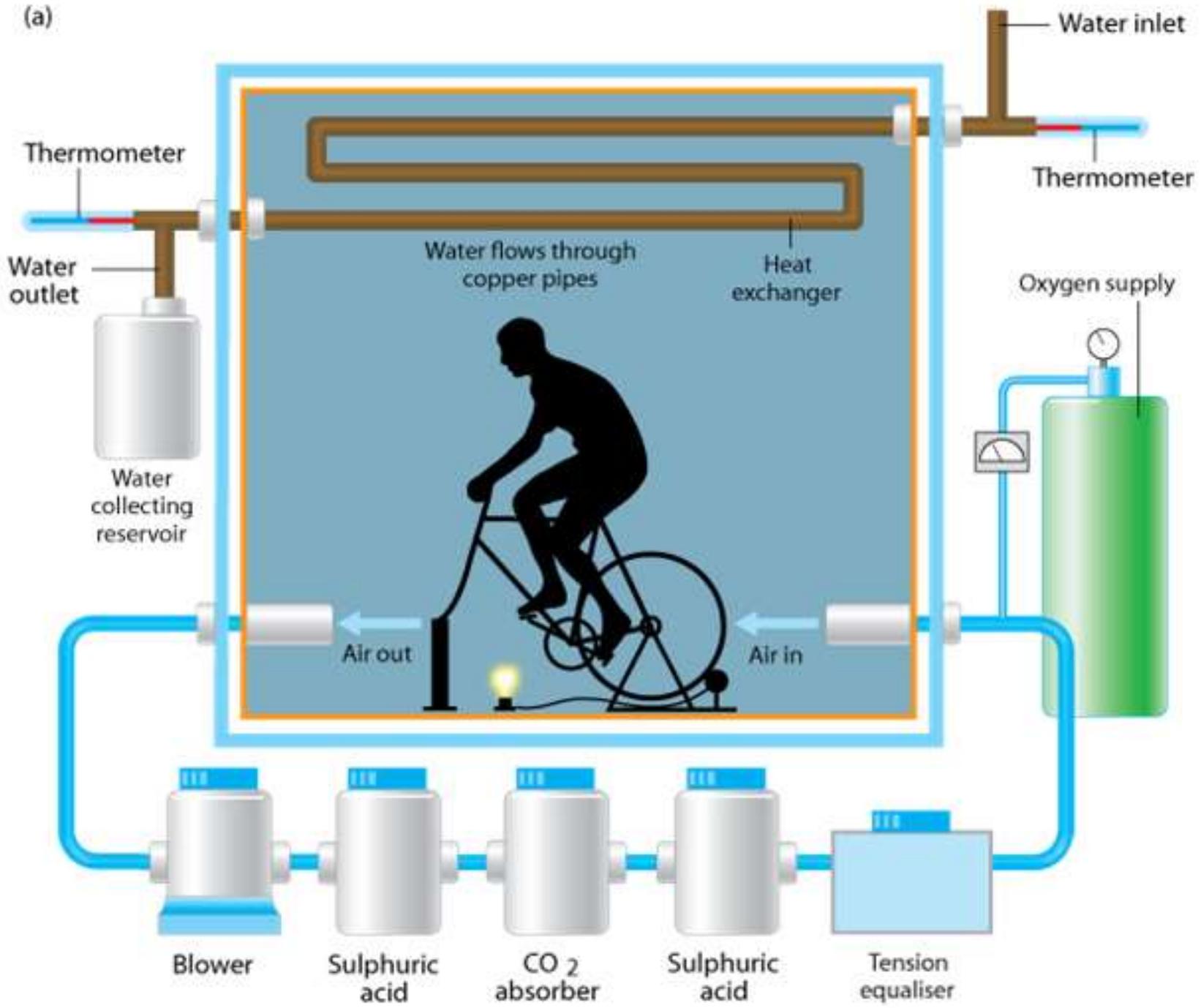
A. Calorimétrie directe

énergie libérée = chaleur



Mesure de la production
de chaleur
corporelle par

(a)



Un circuit d'air de refroidissement circule dans un tuyau à ailettes pour accroître la surface

Il évacue la chaleur dégagée par le sujet

La $T_2 > T_1$

À température constante ,le circuit d'eau évacue exactement la chaleur dépensée par le sujet et déposée sur le tuyau:

C'est la chaleur sensible

La chaleur sensible = $V (T_2 - T_1)$

La vapeur d'eau exhalée véhicule de la chaleur :

C'est la chaleur latente

1ml vapeur d'eau = 0,58 Cal

La chaleur latente = $V \cdot 0,58$

Pour la chaleur globale c'est la somme des chaleurs sensible et latente

Pour la dépense d'énergie totale il faut tenir compte de la forme d'énergie dissipée sous forme mécanique

20% chaleur

80% rendement musculaire

Le METABOLISME

C'est l'ensemble des transformations cliniques et biologiques qui s'accomplissent dans l'organisme et constituent l'acte de nutrition

On distingue :

- L'anabolisme
- Le catabolisme

- L'anabolisme(endothermique) : l'activite de construction et de synthese et d'entrtien de la matiere vivante
- Le catabolisme : c'est l'activite de destruction (combustion) des molecules organiques
- L'energie libere par le catabolisme est utilisee pour l'anabolisme et pour effectuer un travail

Depense energetique de fond et Metabolisme de Base

- La depense energetique de fond correspond à la quantite d'energgie utilisee chez un sujet à jeun ;eveille au repos ;place en neutralite thermique
- La depense energetique : de fond resulte des activite irreductibles comme :le travail cardiaque ,respiratoire ,le tonus musculaire ,les secretions ,l'activite cellulaire

- Donc exclu : la lutte contre le chaud et le froid ,et les activites non immediatement indispensables à la vie
-
- Elle n'est pas la depense minimal ,parceque 'aucours du sommeil la depense diminue

Conditions basales de mesure

- La dépense énergétique de fond doit être mesurée dans les conditions standardisées suivantes :
- Un jeûne depuis 12 à 16 heures
- Neutralité thermique : 26 °C sujet nu , 21 °C sujet légèrement vêtu
- Repos et détente musculaire : allongé depuis au moins 30 minutes

- Le METABOLISME DE BASE:

est la DEF rapportee à la surface Kcal /h/m²

La surface corporelle en m²=P fois T fois 71,8

Le metabolisme de base d'un sujet de 20 ans
sexe masculin : 40 Kcal /h/m² 46,5 w/m²

Facteurs de variations du MB

le sexe : plus élevée chez l'homme en rapport ;
c'est en rapport avec la masse dégraissée

femme 42 w/m² homme 45 w/m²

l'âge : augmente jusqu'à un an puis diminue
progressivement

certaines états physiologiques

augmente = au moment de la puberté , grossesse
, allaitement

diminue = ménopause

habitudes climatiques : augmente dans les pays
froids

certaines états pathologiques :

MB augmente : hyperthyroïdie , fièvre

Une alimentation à base de protéines élève la dépense d'énergie de 15 à 20 % environ (action dynamique spécifique). Le métabolisme augmente, car il faut 89 kJ pour produire une mole d'ATP à partir de protéines (acides aminés) contre seulement 74 kJ à partir de glucose. L'utilisation optimale de l'énergie libre des acides aminés est donc plus faible que celle du glucose.