

VOIE GÉNÉRALE

2^{DE}

1^{RE}

T^{LE}

Enseignement scientifique

ENSEIGNEMENT
COMMUN

RÉALISER UN BILAN D'ÉNERGIE ET CALCULER LA PUISSANCE THERMIQUE LIBÉRÉE PAR UN INDIVIDU

Description

Cette ressource permet d'utiliser des données obtenues par calorimétrie directe pour calculer la puissance thermique d'un corps et réaliser un bilan d'énergie.

Mots-clés

Dépense énergétique ; rayonnement ; évaporation ; pertes thermiques ; chambre calorimétrique ; puissance thermique

Références au programme

2.4. Le bilan thermique du corps humain

Globalement, la puissance thermique libérée par un corps humain au repos est de l'ordre de 100W
Utiliser des données quantitatives sur l'apport énergétique d'aliments dans un bilan d'énergie correspondant à des activités variées.

Catégorie de ressource

Données exploitables dans une activité

Document

Principe de la chambre calorimétrique de F. Benedict (1870 – 1857) et W. Atwater (1844 – 1907).

Cette chambre calorimétrique permet de déterminer la dépense énergétique du sujet en mesurant la chaleur perdue sous forme de rayonnement (chaleur sensible) et l'énergie utilisée pour l'évaporation (vaporisation de l'eau au niveau pulmonaire et cutané - chaleur latente). Les mesures s'effectuent sur des durées longues : de plusieurs heures à plusieurs jours. Le sujet peut être maintenu au repos ou soumis à des exercices variés : course sur un tapis roulant, ergocycle...

La chambre calorimétrique est isolée thermiquement et parcourue par un flux d'eau qui circule dans un serpentin. La masse d'eau est mesurée.

La chaleur sensible est calculée en appliquant la formule

$$Q_1 = M (T_2 - T_1) \times 4,18$$

Avec Q_1 en kJ

M (en kg) : la masse d'eau qui a circulé dans le serpentin

T_1 (en °C) : la température initiale de l'eau

T_2 (en °C) : la température de sortie de l'eau

4,18 : la chaleur massique de l'eau en kJ/kg/°C

L'eau vaporisée est adsorbée dans un flacon contenant de l'acide sulfurique dont la masse est déterminée avant et à la fin de l'expérience.

La chaleur latente est calculée en appliquant la formule :

$$Q_2 = 2,4 \times m$$

Avec Q_2 en kJ

m (en g) : la masse d'eau vaporisée

2,4 : la chaleur latente de vaporisation de l'eau en kJ/g

L'énergie dépensée est :

$$Q = Q_1 + Q_2$$

Schéma de la chambre calorimétrique de Benedict et Atwater

Source : Bioénergétique, E. Boitard et coll., Hachette, 1991

Mesures obtenues avec cette méthode

Un homme adulte, en bonne santé, est placé au repos durant 24 heures dans une chambre calorimétrique dont la température est maintenue constante.

Durant l'expérience :

- La température de l'eau à l'entrée est de 18°C et à la sortie de 20°C.
- Le volume d'eau qui a circulé est de 925 litres.
- 875g d'eau perdue par le sujet par sudation et évaporation pulmonaire ont été recueillis.

Durant ce temps, l'individu a reçu une alimentation mixte : 380g de glucides, 75g de protides, 50g de lipides.

Retrouvez éduscol sur



Pistes d'exploitation pédagogique

Il est possible de demander de :

- préciser le paramètre mesuré dans la chambre calorimétrique de Benedict et Atwater et justifier l'intérêt de cette mesure pour évaluer la dépense énergétique ;
- calculer la puissance thermique libérée par le sujet (on donne $1\text{W}=1\text{J/s}$ ¹ ;
- préciser, en argumentant, si le bilan des apports et des dépenses d'énergie du sujet est en équilibre. On donne 1g de lipides = 38 kJ, 1g de glucides = 17 kJ, 1g de protéines = 17 kJ.