

VII. Le bilan thermique du corps humain

Programme : La température du corps est stable. Cette stabilité résulte d'un ensemble de flux présentés ici.

Savoirs : La température du corps reste stable parce que l'énergie qu'il libère est compensée par l'énergie dégagée par la respiration cellulaire ou les fermentations.

Globalement, la puissance thermique libérée par un corps humain dans les conditions de vie courante, au repos, est de l'ordre de 100 W.

Savoir-faire : Représenter sur un schéma qualitatif les différents échanges d'énergie entre l'organisme et le milieu extérieur. Utiliser des données quantitatives sur l'apport énergétique d'aliments dans un bilan d'énergie correspondant à des activités variées.

Prérequis et limites : Les notions de conservation et de conversion d'énergie, déjà connues, sont remobilisées. La respiration et le rôle énergétique des aliments, déjà connus, sont remobilisés.

Aucun développement n'est attendu concernant les mécanismes cellulaires et moléculaires.

1. Échanges thermiques entre le corps et son milieu

On appelle thermogenèse la production de chaleur et thermolyse la perte de chaleur.

La chaleur ou « énergie thermique » d'un corps provient de l'agitation de ses molécules et atomes. Elle peut se transférer à d'autres corps par rayonnement, conduction et convection. La température est une mesure de la chaleur d'un corps : au « zéro absolu », les molécules et atomes cessent de s'agiter : c'est donc la température minimale.

a) Perte de chaleur : la thermolyse

❖ Activité : représenter sur un schéma qualitatif les différents échanges d'énergie entre l'organisme et le milieu extérieur

Le corps humain absorbe de l'énergie thermique et en dissipe par différents phénomènes physiques :

- Le rayonnement infrarouge (R_i : 60 % des pertes) :
 - le corps humain, comme tout objet « chaud » (la température de surface corporelle est d'environ 37°C) émet des ondes électromagnétiques (cf. théorie du corps noir) ;
 - Comme ces ondes sont dans le domaine des infrarouges, elles sont invisibles à l'œil humain mais détectables avec un matériel adapté (caméra infrarouge).
- L'évaporation (ou vaporisation) de l'eau (E_v : 22 % des pertes) : le passage de l'eau de l'état liquide à l'état vapeur absorbe de l'énergie. L'eau provient de la transpiration par les glandes sudoripares (et de la diffusion à travers la peau). La présence d'eau sur la peau augmente sa conductivité thermique.
- La convection (C_v : 15 % des pertes) : correspond à la perte de chaleur contenu dans l'air expiré, et au niveau de la peau (augmenté par le vent).
- La conduction (C_d : 3% des pertes dans l'air) : négligeable au contact de l'air, elle est beaucoup plus importante au contact de l'eau (cf. baignade sur une plage ensoleillée).

 [Lelivrescolaire page 114 Formules des flux thermiques \$R_i\$, \$E_v\$, \$C_v\$ et \$C_d\$](#)

Les vêtements diminuent les pertes de chaleur, les températures basses les augmentent et la transpiration est d'autant moins efficace que l'air est humide. La chaleur est essentiellement perdue au niveau de la peau (« enveloppe thermique »).

 [Lelivrescolaire doc. 6 page 115 Chambre calorimétrique](#)

La puissance thermique dissipée au repos est de 100 W en moyenne. Elle est mesurée par « calorimétrie directe », c'est-à-dire la mesure de la chaleur produite par le corps dans une enceinte isolée.

b) Production de chaleur : la thermogenèse

Cette perte d'énergie thermique (thermolyse) est compensée par la chaleur dégagée par le « noyau thermique » du corps (essentiellement : cerveau, viscères et muscles).

Cette chaleur provient des réactions métaboliques de la respiration cellulaire et/ou des fermentations.

Par exemple, 80 % de l'énergie métabolique utilisée par les muscles pour se contracter est dissipée sous forme de chaleur.

c) Adaptations physiologiques au chaud et au froid

 [Lelivrescolaire page 118-119](#)

- La transpiration permet de refroidir le corps (ce n'est pas le réchauffement qui produit directement la sueur mais la sueur qui permet le refroidissement : la transpiration n'est pas un « but » mais plutôt un « moyen ») ;
- Le frisson (contractions musculaires involontaires) permet le réchauffement.

La chair de poule est un réflexe atavique qui n'est plus efficace pour réchauffer les humains dont la peau n'a pratiquement plus de poils (comparativement aux autres mammifères). Les nouveaux-nés, comme les animaux qui hibernent, possèdent une masse graisseuse spécialisée dans le réchauffement (le tissu adipeux brun).

2. Bilan thermique et balance énergétique

a) Bilan thermique

Le bilan thermique (ou flux de chaleur) est égal à :

$$F = \text{apport de chaleur} - \text{perte de chaleur} = (M_b + A_p + C) - (R_i + E_v + C_v + C_d), \text{ avec :}$$

- M_b : le métabolisme basal, dépense énergétique minimale au repos, liée aux fonctions vitales de l'organisme ;
- A_p : dépense énergétique liée à l'activité physique (contraction musculaire). M_b et A_p sont responsables de la thermogénèse (production de chaleur par les cellules) ;
- C : chaleur reçue (source de chaleur externe, sous forme de rayonnement infrarouge par exemple).

La chaleur est transférée d'un corps chaud vers un corps froid : le sens des transferts de chaleur (du flux thermique) dépend donc de la différence de température entre le corps et le milieu.

- Si apport = perte alors le bilan est nul : température corporelle stable ;
- Si apport > perte alors le bilan est positif : le corps se réchauffe ;
- Si apport < perte alors le bilan est négatif : le corps se refroidit.

L'humain, avec les autres mammifères et les oiseaux pouvant maintenir stable leur température corporelle est un « homéotherme ».

b) Balance énergétique

❖ Activité : utiliser des données quantitatives sur l'apport énergétique d'aliments dans un bilan d'énergie correspondant à des activités variées

📖 Lelivrescolaire page 121

L'alimentation doit couvrir les besoins de l'organisme en énergie :

- pour le métabolisme basal ;
- pour l'activité physique ;
- pour compenser les pertes thermiques (thermolyse).

La balance énergétique est la différence entre les apports énergétiques de l'alimentation et les besoins du corps :

- Si apport = besoin alors la balance énergétique est nulle : masse corporelle stable ;
- Si apport > besoin alors la balance énergétique est excédentaire : prise de poids par accumulation de graisse ;
- Si apport < besoin alors la balance énergétique est déficitaire : amaigrissement par utilisation des réserves de l'organisme.