

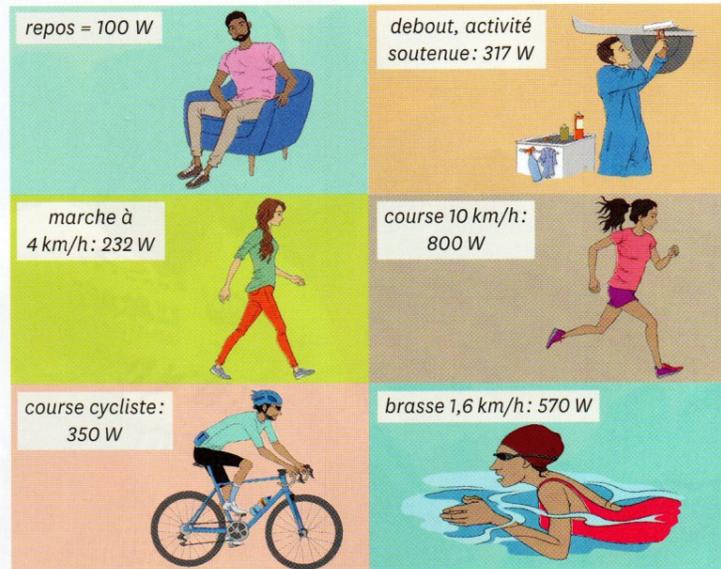
L'origine de l'énergie thermique d'un organisme

(d'après Belin, Ed.2019, pp 114-115)

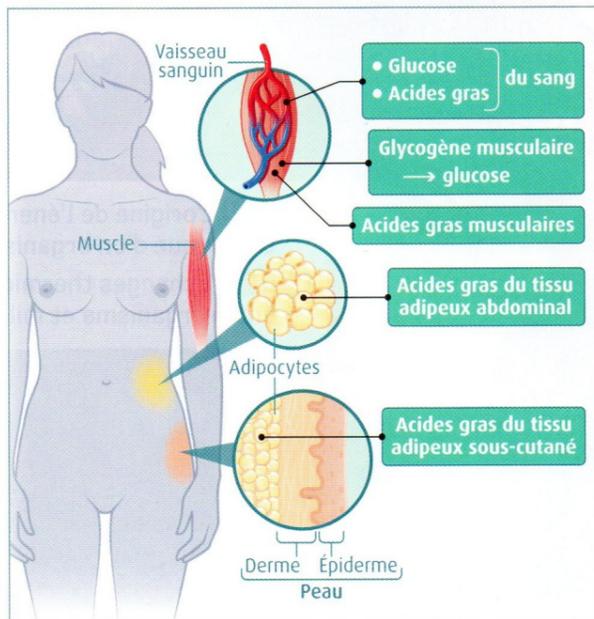
Il faut de l'énergie pour rester en vie et pour réaliser des activités. Cette énergie est fournie par des transformations chimiques du métabolisme (respiration et fermentation) au cours desquelles l'énergie chimique contenue dans les molécules issues de l'alimentation est convertie, pour 15-20% maximum, en travail (travail musculaire surtout, mais aussi diverses activités cellulaires) et pour le reste en énergie thermique. Cette dernière est la source de chaleur du corps humain. On peut évaluer la puissance consommée par un humain dans différentes situations. Plus cette puissance sera élevée, plus l'organisme produira de travail, mais aussi d'énergie thermique.

rappel

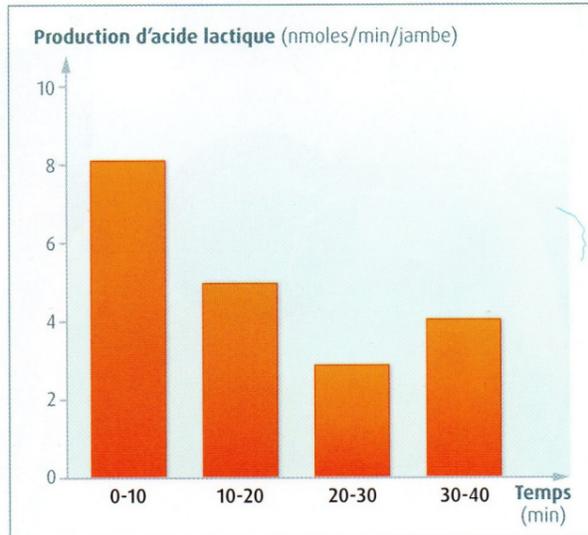
1 W (1 watt) = 1 J · s⁻¹ (1 joule par seconde)



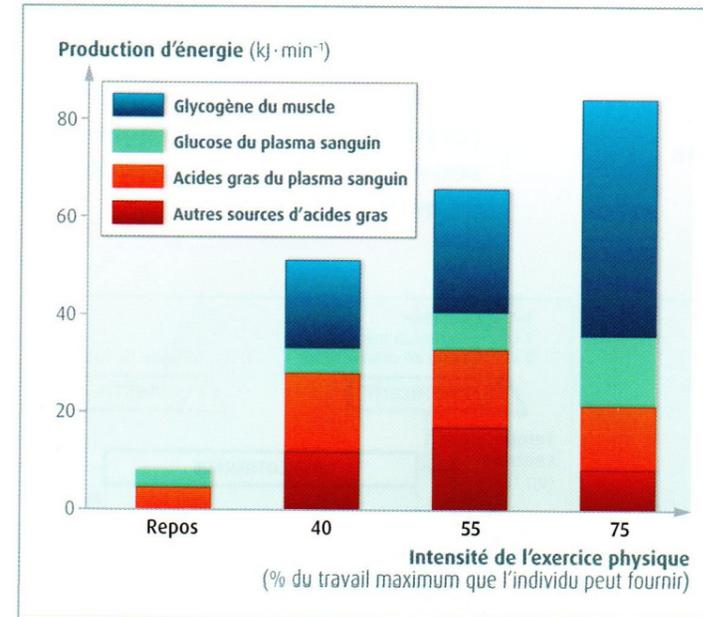
DOC 1 Puissance consommée par un humain dans différentes conditions (valeurs pour une personne de 70 kg et 1 m 70).



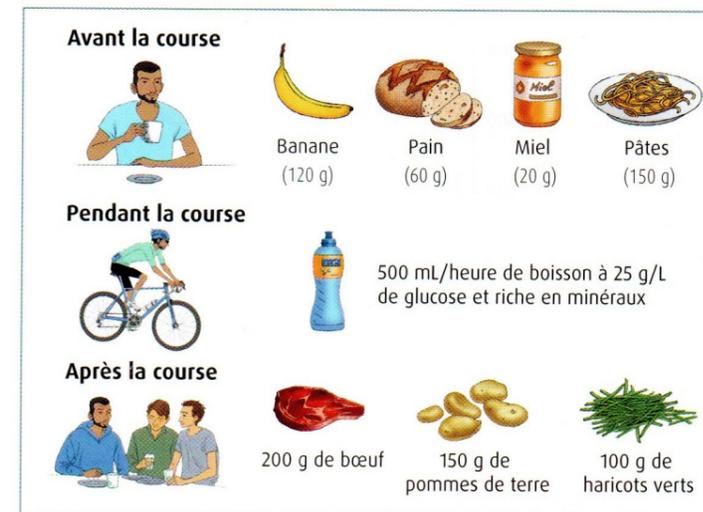
DOC 2 L'origine des substrats de la respiration cellulaire lors d'un exercice physique. Les protéines sont utilisées uniquement dans des situations nutritionnelles extrêmes (jeune prolongé, famine).



DOC 3 Production d'acide lactique par les muscles de la jambe au cours d'un exercice physique d'intensité croissante. L'acide lactique est produit lors de la fermentation en l'absence de dioxygène, par oxydation incomplète du glucose en acide lactique. La fermentation fournit moins d'énergie par molécule de glucose oxydée, mais cette énergie est très vite disponible pour le muscle.



DOC 4 Nature des substrats utilisés pour la respiration en fonction de l'intensité de l'exercice physique.



DOC 6 Exemple d'alimentation d'un cycliste pour une course de 2h30 en montagne.



DOC 5 Paquets de pâtes. On peut lire sur l'étiquette des informations nutritionnelles: la teneur en protéines, lipides et glucides pour 100 grammes, ainsi que l'apport énergétique total, qui est souvent exprimé en kilocalories (kcal) pour 100 grammes. Une calorie (cal) vaut 4,18 joules (J).

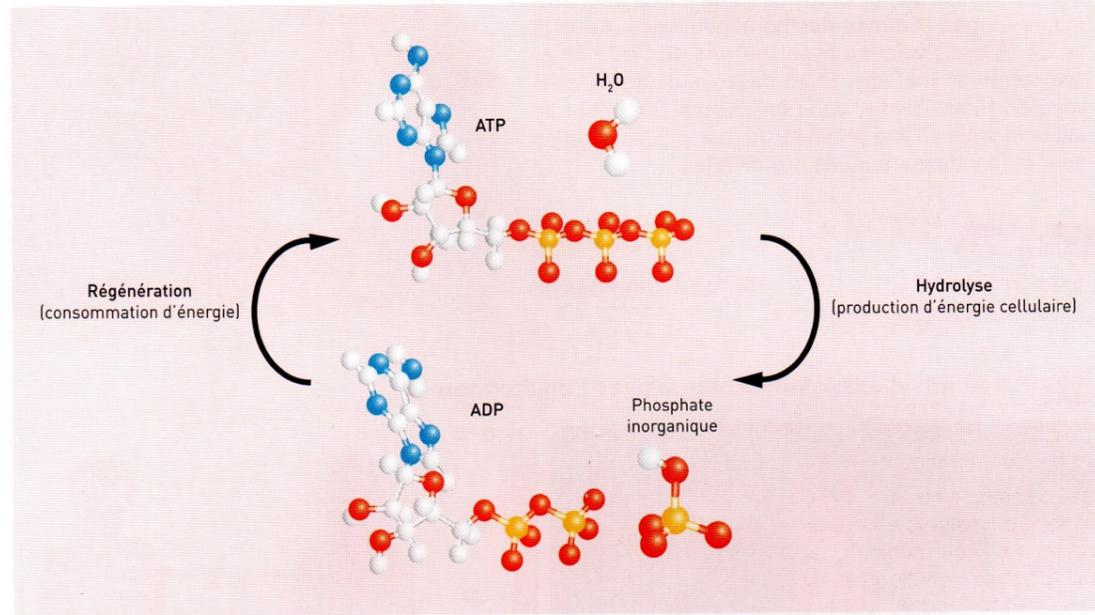
Aliments	Glucides	Lipides	Protides
Banane	18,8	0,18	1,2
Bœuf	Traces	7,0	21,0
Haricots verts	6,0	0,3	2,4
Miel	75,0	Traces	0,4
Pain blanc	50,0	1,2	8,2
Pâtes	26,8	0,9	5,4
Pommes de terre	15,4	0,1	2,0

DOC 7 Composition moyenne en glucides, lipides et protéines de 100 g de divers aliments. Les données sont exprimées en grammes. En moyenne, en présence de dioxygène, l'oxydation d'1 g de glucides ou d'1 g de protéines fournit une énergie totale de 17,8 kJ, l'oxydation d'1 g de lipides fournit une énergie totale de 40 kJ.

- 1) Calculez en KJ l'énergie consommée pendant dix minutes de chacune des activités présentées (doc.1). Puis calculez la fraction minimale de cette énergie qui sera dissipée en énergie thermique.
- 2) Décrivez les substrats et les voies métaboliques utilisées lors d'un exercice physique. Puis discutez de l'intérêt d'une activité physique dans la lutte contre le surpoids (doc.2 à 5).
- 3) Calculez en KJ l'apport énergétique des deux repas et de la boisson glucosée (doc.6,7). Calculez la fraction minimale de cette énergie qui sera dissipée en énergie thermique et celle qui sera utilisable par les muscles.
- 4) Calculez, pour combien de minutes maximum de chaque activité du doc.1, l'ingestion de 500 ml de boisson glucosée, peut théoriquement fournir de l'énergie.

Doc 8 L'ATP : petite monnaie énergétique de la cellule

▶ La réaction d'hydrolyse de la molécule d'ATP (en ADP et phosphate inorganique, noté PO_4^{3-} ou encore P_i) libère de l'énergie qui rend possible d'autres réactions consommatrices d'énergie (mouvements des muscles, synthèse de molécules, etc.). Le corps humain ne contient que quelques centaines de grammes d'ATP mais, à chaque instant, il en régénère. Il en consomme chaque jour de l'ordre de sa propre masse (plusieurs dizaines de kilogrammes chez un adulte). Le renouvellement de l'ADP en ATP dans les cellules est donc permanent. Les réserves permettent au corps de fonctionner seulement quelques secondes.



Une application en médecine légale : datation de la mort d'une victime

(d'après Nathan, Ed.2019, pp164).

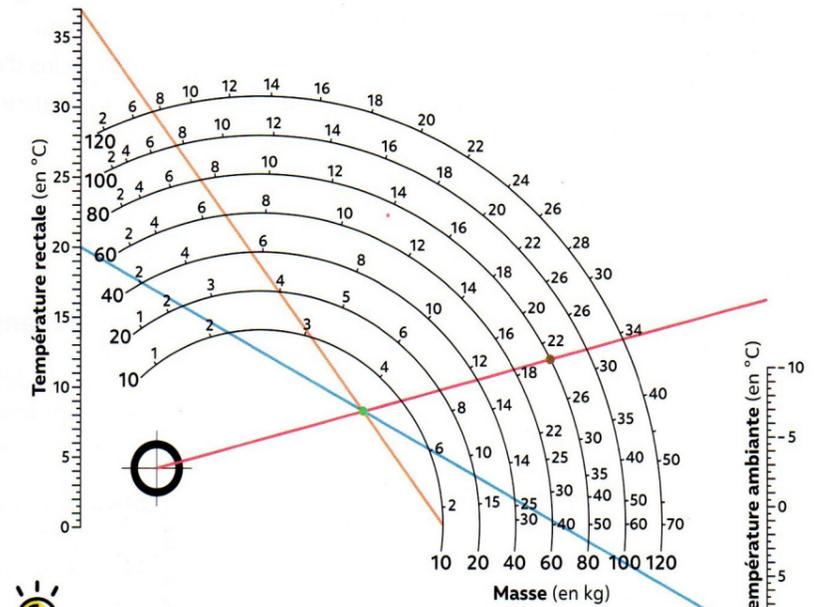
OBJECTIF Saisir la complexité du réel.

- Parmi les méthodes pouvant être utilisées par la police scientifique pour estimer le moment de la mort d'une personne, il est possible de se servir de la température du cadavre.
- Le temps que met le corps à refroidir dépend notamment de la température extérieure et de la masse de l'individu.

▶ Criminologue, on vous appelle sur une scène de crime pour déterminer depuis quand est morte une femme de 60 kg. Sa température rectale au moment de la découverte du corps était de 30 °C, pour une température de l'air ambiant de 0 °C.

1. À l'aide du nomogramme de Henssge, déterminer depuis quand est morte la victime.
2. D'après vos connaissances, expliquer quels autres paramètres, non pris en compte dans le nomogramme de Henssge, pourraient influencer la vitesse de refroidissement d'un corps.

doc. Nomogramme de Henssge



MÉTHODE

Considérons par exemple, le corps d'un homme de 80 kg dont la température rectale au moment de la découverte est de 20 °C, et une température de l'air ambiant de 10 °C. La méthode pour dater la mort de cet individu à l'aide du nomogramme de Henssge est la suivante :

- relier par une droite (bleue) la température rectale de 20 °C et la température ambiante de 10 °C. Ce trait recoupe la droite orange en un point (en vert) ;
- relier par une droite (rouge) le point situé dans la cible en bas à gauche du document, avec le point d'intersection précédent (vert) ;
- lire le temps écoulé depuis la mort au niveau de l'intersection entre la droite rouge et l'arc de cercle correspondant à une masse de 80 kg (point marron). Ici, on lit que l'individu est mort il y a 23 heures.

Doc 9 Transformation énergétique du glucose

Métabolisme	Respiration	Fermentation alcoolique
Molécule substrat	Glucose $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	
Énergie potentielle initiale	2 840 kJ par mole de glucose	
Conditions	aérobies (O_2)	anaérobies
Produits	$6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$	$2 \text{ CO}_2 + 2 \text{ CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
Énergie potentielle finale	0 kJ	1 360 kJ par mole d'éthanol
ATP produit	36 moles par mole de glucose	2 moles par mole de glucose

(D'après Magnard, Ed.2019, pp121)

- 5) Calculez la masse d'ATP fabriquée pendant une année par une personne de 59 kg. (doc.8)
- 6) Comparez le devenir d'une molécule de glucose à l'aide d'un schéma, selon qu'elle est transformée par respiration ou par fermentation (doc.9).
- 7) Identifiez le métabolisme le plus efficace pour l'organisme et expliquez pourquoi la privation de dioxygène est néfaste, voire mortelle. (doc.8,9).

Vocabulaire

Aérobic Métabolisme qui se produit en présence de dioxygène (exemple : la respiration).

Anaérobic Métabolisme qui se produit en l'absence de dioxygène (exemple : la fermentation alcoolique).

Chaleur Grandeur qui caractérise les échanges d'énergie sous forme de transfert thermique.

Substrat Molécule dont les changements structuraux sont étudiés au sein d'une réaction chimique.