



POUR COMMENCER

Testez votre culture scientifique

Identifiez la bonne réponse

1. La majeure partie de l'énergie utilisée par un organisme humain provient :

- a. de l'énergie reçue du Soleil
- b. de l'énergie thermique de l'environnement
- c. des aliments consommés

2. La réaction permettant aux humains d'obtenir de l'énergie à partir des nutriments :

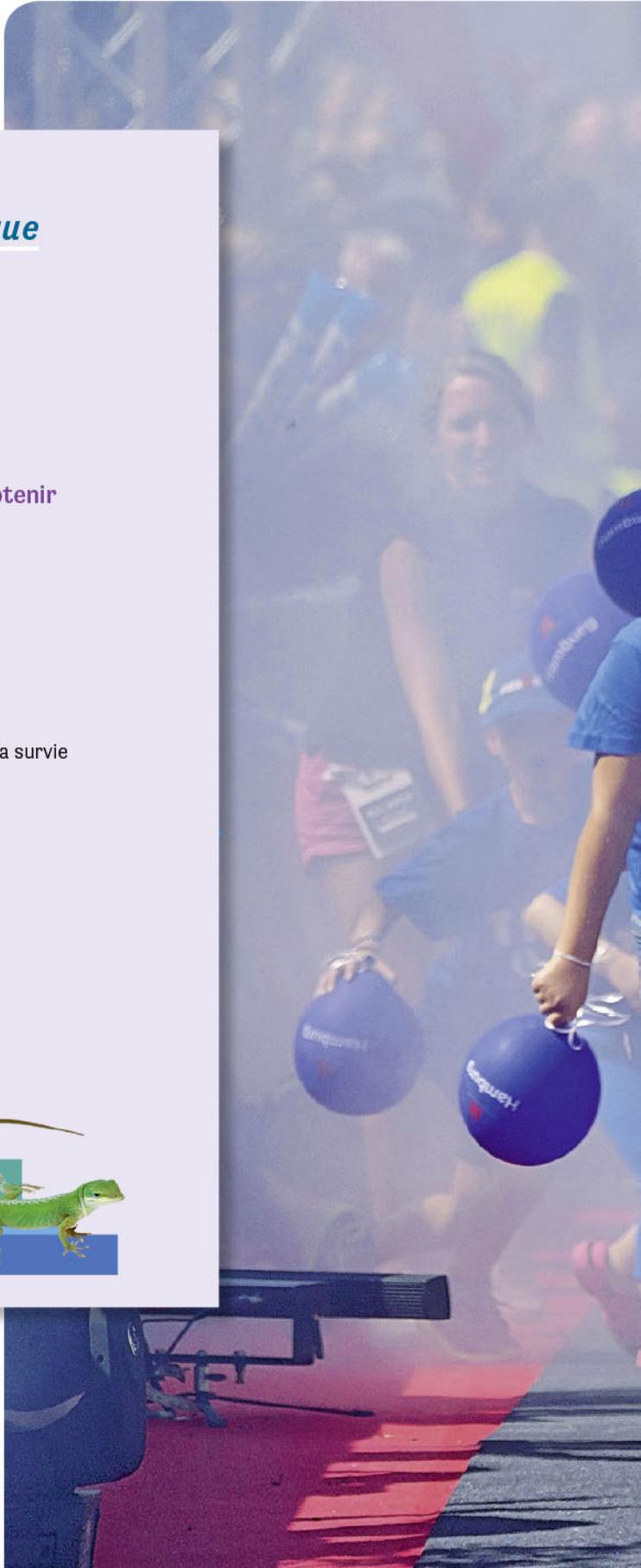
- a. est appelée la photosynthèse
- b. est appelée la respiration
- c. ne produit pas d'énergie thermique

Recherches Internet

Rechercher la gamme de températures permettant la survie des espèces suivantes.



La triathlète australienne Sarah Crowley, à l'arrivée du triathlon de Hambourg (Allemagne) en 2018.



CHAPITRE

7

BILAN THERMIQUE DU CORPS HUMAIN



UNITÉ 1 L'origine de l'énergie thermique d'un organisme

UNITÉ 2 Échanges thermiques entre organisme et milieu

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

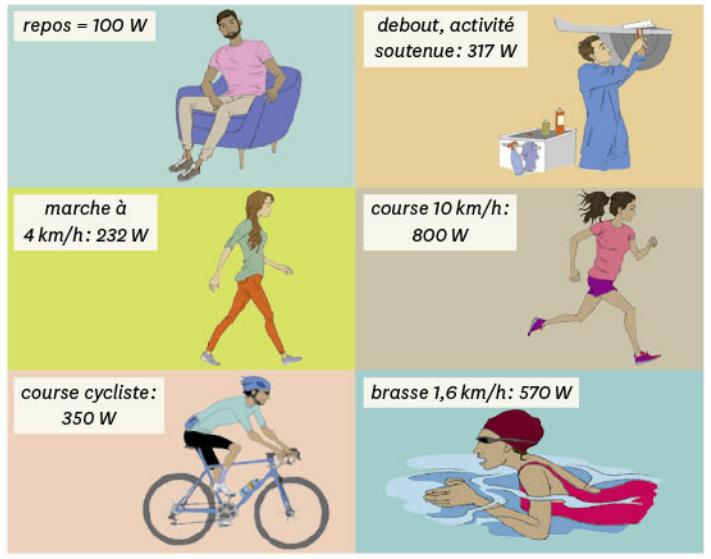
Qu'il fasse chaud ou froid, notre peau est chaude. L'organisme produit donc de l'énergie thermique.

Quelle est l'origine de l'énergie thermique produite par un être humain ?

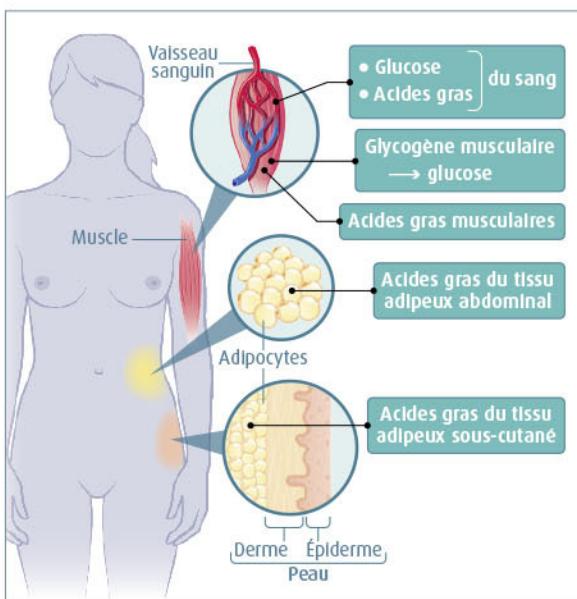
Il faut de l'énergie pour rester en vie et pour réaliser des activités. Cette énergie est fournie par des transformations chimiques du métabolisme (respiration et fermentation) au cours desquelles l'énergie chimique contenue dans les molécules issues de l'alimentation est convertie, pour 15–20% maximum, 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

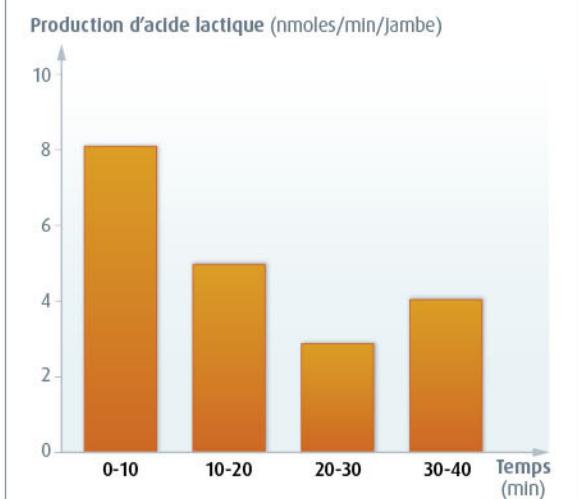
$$1 \text{ W (1 watt)} = 1 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1} \text{ (1 joule par seconde)}$$



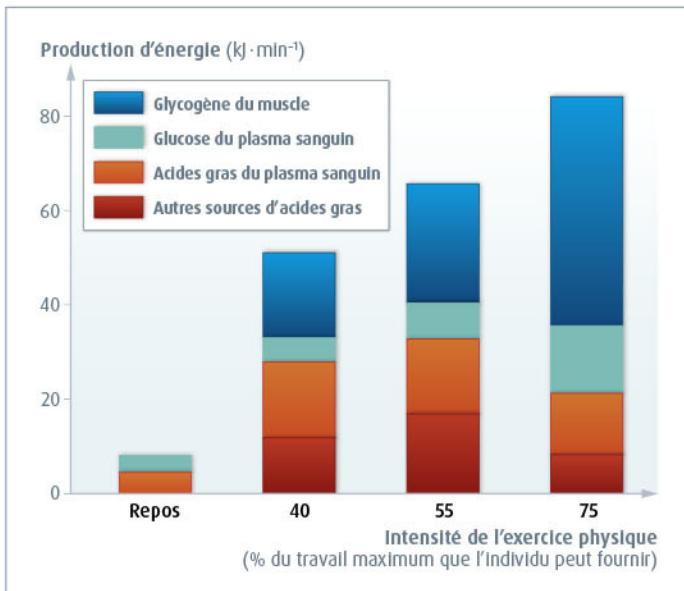
DOC 1 Puissance consommée par un humain dans différentes conditions
(valeurs pour une personne de 70 kg et 1m 70).



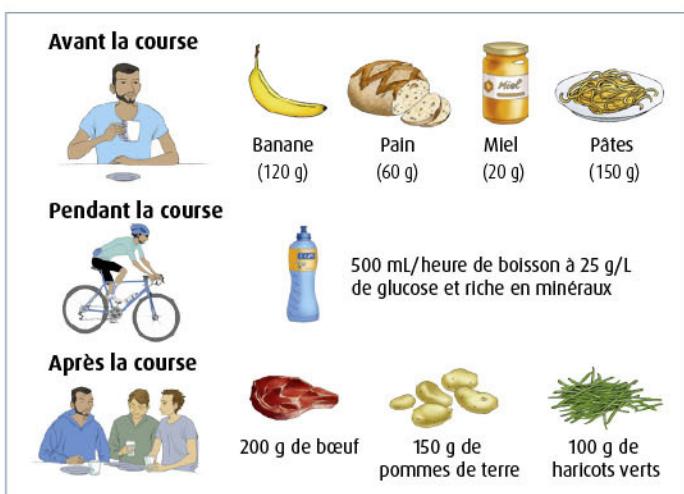
DOC 2 L'origine des substrats de la respiration cellulaire lors d'un exercice physique. Les protides sont utilisés uniquement dans des situations nutritionnelles extrêmes (jeûne prolongé, famine).



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 protides, lipides et glucides pour 100 grammes, ainsi que l'apport énergétique total, qui est souvent exprimé en kilocalories (kcal) pour 100 grammes. Une caloricie (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 protides 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 protides fournit une énergie totale de 17,8 kJ, l'oxydation d'1 g de lipides fournit une énergie totale de 40 kJ.

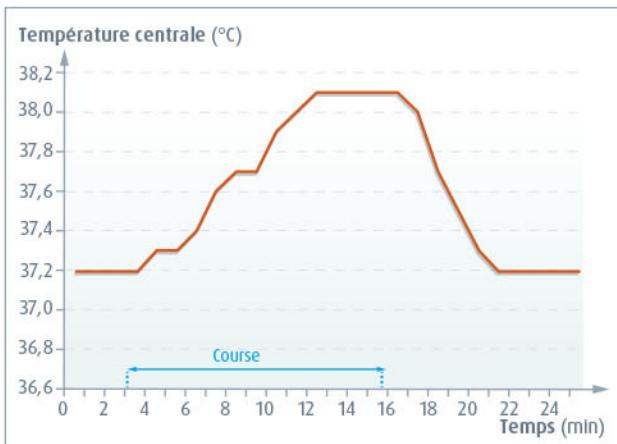
ACTIVITÉ GUIDÉE

- Calculez en kJ l'énergie consommée pendant dix minutes de chacune des activités présentées doc. 1. Calculez la fraction minimale de cette énergie qui sera dissipée en énergie thermique.
- Décrivez les substrats énergétiques et les voies métaboliques utilisées lors d'un exercice physique puis discutez de l'intérêt de l'exercice physique dans la lutte contre le surpoids (docs 2 à 5).
- Calculez en kJ l'apport énergétique des deux repas et de la boisson glucosée (docs 6 et 7). Calculez la fraction minimale de cette énergie qui sera dissipée en énergie thermique et celle qui sera utilisable par les muscles.
- 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.

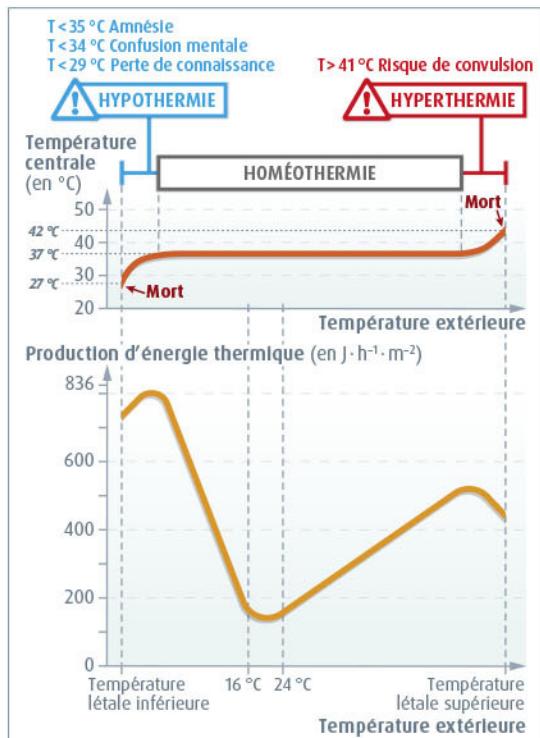
Échanges thermiques entre organisme et milieu

Plus un individu est actif, plus il produit d'énergie thermique. De plus, selon les conditions du milieu, l'organisme peut recevoir ou, au contraire, perdre de l'énergie thermique.

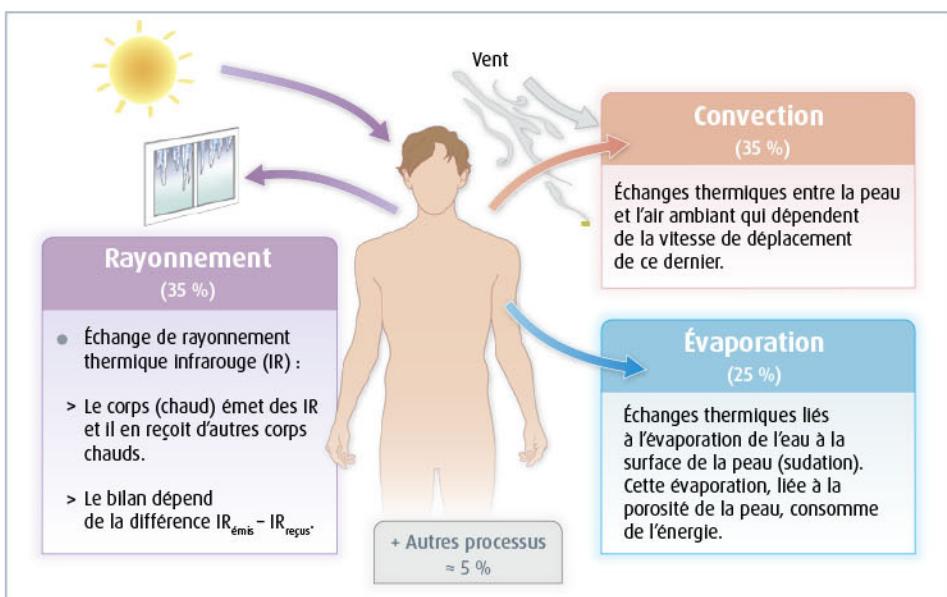
Comment varie la température corporelle d'un individu quand son activité ou les conditions du milieu changent ?



DOC 1 Évolution de la température centrale avant, pendant et après une course.



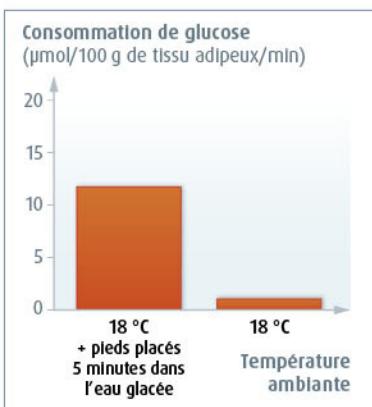
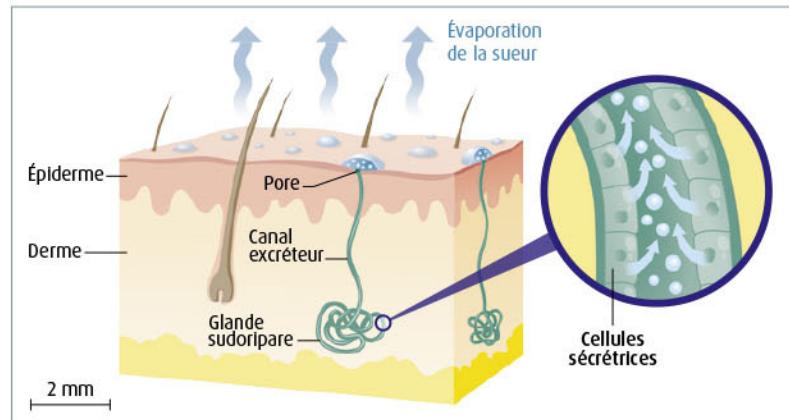
DOC 2 Température centrale et production d'énergie thermique en fonction de la température ambiante chez un individu au repos. La température centrale est mesurée au niveau du cerveau et des organes thoraciques ou abdominaux. C'est également la température qu'on mesure au niveau du rectum.



DOC 3 Les modalités d'échange d'énergie thermique entre l'organisme et son milieu. Pour une température extérieure d'environ 20 °C.



DOC 4 Sportif en plein effort.

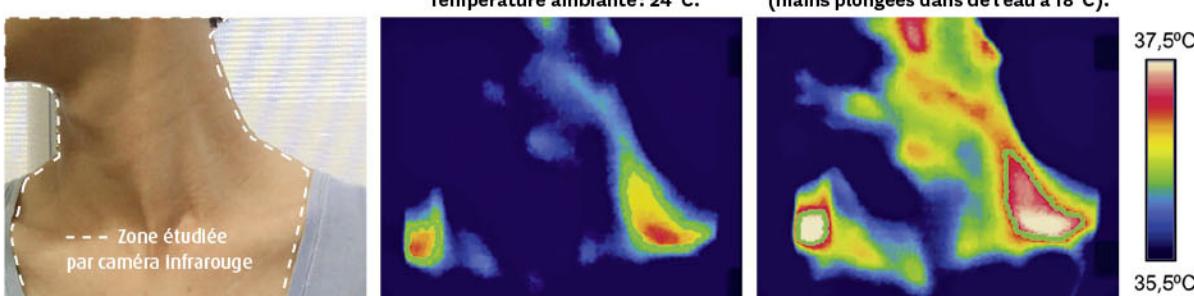


DOC 5 Coupe de peau montrant des glandes sudoripares.

La sueur est une solution d'eau et de sels minéraux produite par les cellules des glandes sudoripares quand elles sont stimulées par des messages nerveux. Ces derniers sont déclenchés par une augmentation de la température centrale. Lorsque la sueur s'évapore, elle consomme de l'énergie thermique. Plus l'atmosphère est humide, moins la sueur s'évapore, plus elle s'accumule à la surface de la peau. La production de sueur demande de l'énergie.

DOC 6 Consommation de glucose par le tissu adipeux brun de la nuque lors d'une variation provoquée de température corporelle. Le tissu adipeux brun est présent chez tous les mammifères mais particulièrement développé chez ceux qui hibernent. Les cellules qui le constituent présentent un métabolisme particulier: l'énergie chimique des substrats utilisés par la respiration est convertie presque entièrement en énergie thermique.

DOC 7 Mesure par caméra thermique de la production de chaleur par la nuque lors d'une variation provoquée de température corporelle



TÂCHE COMPLEXE

Besoin d'aide?

Mission

Vous répondrez à la question de l'unité sous la forme d'un texte accompagné de schémas.

Pistes de réalisation

- Votre texte montrera que la température corporelle est régulée et discutera des limites de cette régulation.
- Vos schémas représenteront le bilan des échanges d'énergie entre l'organisme et son milieu dans chacune des situations présentées docs 4, 6 et 7.



1. L'origine de l'énergie thermique d'un organisme > UNITÉ 1

- ▶ L'organisme humain a besoin, comme tout être vivant, d'énergie pour se maintenir en vie et réaliser toute sorte d'activités physiques. Plus l'activité physique est intense, plus le besoin en énergie est important.
- ▶ Pour assurer ce besoin, l'énergie chimique des **nutriments** issus de l'alimentation est extraite dans les cellules par des réactions d'**oxydation** lors de la respiration et de la fermentation. Lors de ces réactions, une partie importante de l'énergie est dissipée sous forme de chaleur: c'est l'**énergie thermique**. Globalement, la puissance thermique libérée par un corps humain au repos est de l'ordre de 100 W.
- ▶ La quantité d'énergie apportée par les aliments dépend de la nature et des proportions des nutriments qu'ils contiennent. Glucides et protéines apportent la même quantité d'énergie, alors que les lipides représentent un apport bien plus important.

2. Échanges thermiques entre organisme et milieu > UNITÉ 2

- ▶ Les échanges d'énergie thermique entre l'organisme et le milieu se font selon trois modalités principales: le **rayonnement**, l'**évaporation** (lors de la transpiration) et la **convection**.
- ▶ Des mécanismes tels que l'augmentation du **métabolisme** ou le contrôle de la sudation permettent de faire varier la production d'énergie thermique ou sa dissipation et de réguler la température du corps.
- ▶ Ces mécanismes sont par exemple mis en jeu lors d'un effort physique ou quand la température du milieu change. Ils permettent, jusqu'à une certaine limite, le maintien d'une température corporelle dans des valeurs compatibles avec la vie.

Les mots-clés du chapitre

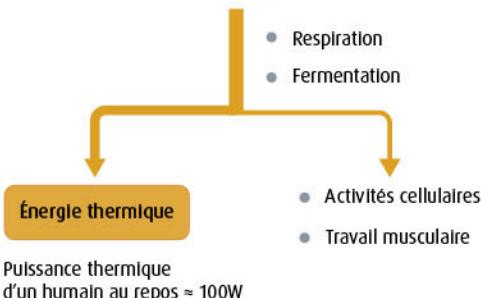
Convection • Énergie thermique • Évaporation • Métabolisme • Nutriment • Oxydation • Rayonnement

► Lexique p. 251

l'essentiel par l'image

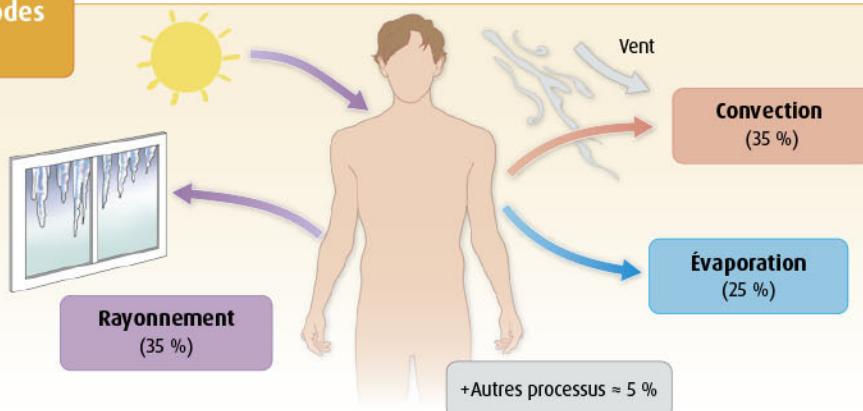
L'origine de l'énergie thermique d'un organisme

Molécules issues de la digestion des aliments

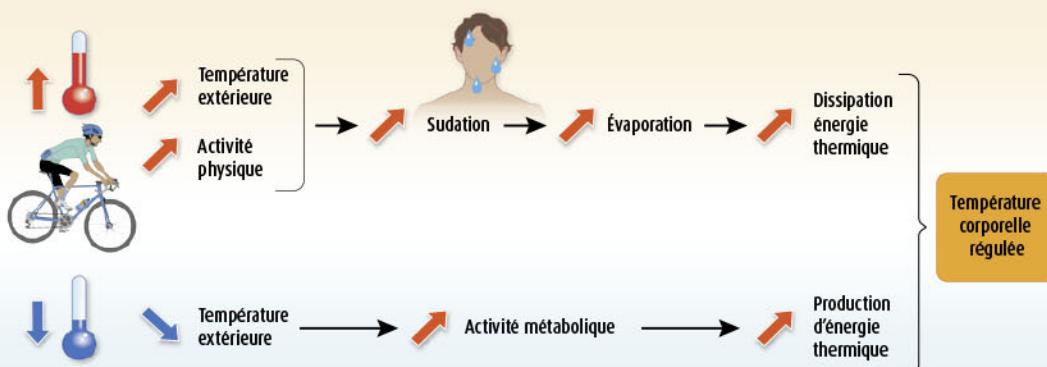


Des échanges thermiques entre l'organisme et le milieu

Différents modes d'échanges



Le maintien de la température corporelle



Tester ses savoirs

1 Vrai/Faux

Identifiez les affirmations fausses et rectifiez-les.

- L'énergie thermique représente la part majoritaire de l'énergie produite par l'oxydation des aliments.
- En moyenne, l'oxydation des différentes catégories de nutriments produit une énergie thermique équivalente.
- Parmi les trois mécanismes principaux d'échange de chaleur, seul le rayonnement peut augmenter la température interne de l'organisme.
- Lors du phénomène de sudation, l'évaporation de la sueur est un mécanisme qui consomme de l'énergie.

2 Légender un schéma

Nommez les trois types d'échanges entre un organisme et le milieu extérieur.



3 QCM

Pour chaque proposition, identifiez la bonne réponse.

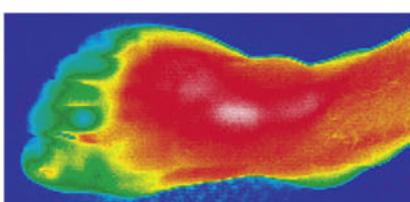
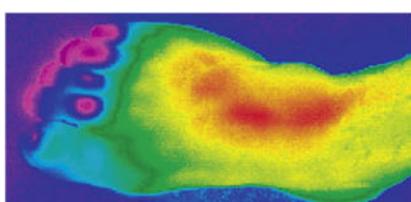
- La fermentation lactique est une réaction métabolique qui :**
 - permet une oxydation complète des aliments
 - se déroule notamment dans les muscles
 - est aussi efficace que la respiration
- Les échanges thermiques d'un organisme par convection :**
 - dépendent de la vitesse des courants d'air environnants
 - sont équivalents aux échanges thermiques par évaporation
 - sont équivalents aux échanges thermiques par conduction

3. L'énergie thermique à l'origine du phénomène observé sur le document provient surtout :

- de la consommation de glucose par le tissu adipeux
- d'un transfert d'énergie thermique via le rayonnement infrarouge
- des réactions métaboliques dans certaines cellules

4. D'après l'analyse du document ci-dessous, on peut affirmer que, pendant l'effort physique :

- la production d'énergie thermique augmente
- la consommation de dioxygène augmente
- le rythme respiratoire augmente



DOC 1 Thermographie d'un pied avant et après une course.

Les zones bleues sont les plus froides, les zones rouges les plus chaudes.

4 Question de synthèse

Expliquez, dans un paragraphe d'une dizaine de lignes, comment l'organisme humain peut maintenir une température interne stable de 37°C alors que la température de son environnement est variable.

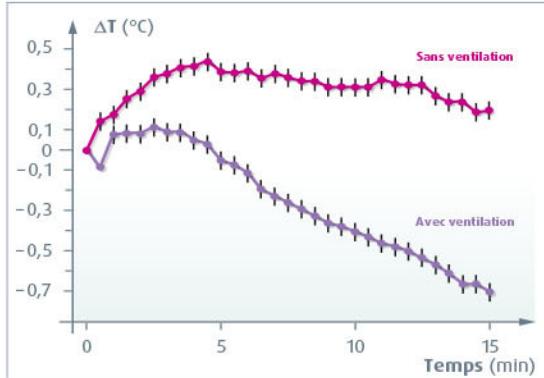
Critères de réussite

- ✓ J'ai expliqué comment l'organisme humain produit de l'énergie thermique.
- ✓ J'ai expliqué comment l'organisme humain échange de l'énergie thermique avec son environnement lorsque ce dernier change.
- ✓ La rédaction est claire, l'orthographe est correcte.

5 Mettre en relation des informations et rédiger

**La mort de Philpidès,
soldat de Marathon**

Selon la légende, le soldat Philpidès fut envoyé prévenir Athènes de la victoire après la bataille de Marathon (490 avant J.-C.). Le jeune guerrier aurait parcouru au pas de course les 42 kilomètres. Il mourut à son arrivée, après avoir annoncé la victoire (doc 1). Lors d'une course prolongée, la température corporelle peut dépasser 41 °C. On a examiné l'évolution de la température corporelle d'un coureur après l'effort, lorsqu'il y a ou non un courant d'air autour de lui (doc 2).



DOC 1 Le soldat de Marathon, tableau de Luc-Olivier Merson (1869).

DOC 2 Évolution de la température corporelle après un effort physique dans deux conditions différentes.

QUESTIONS

- Expliquez pourquoi la température corporelle après effort diminue lorsqu'il y a un courant d'air.
- Proposez une hypothèse pour expliquer la mort de Philpidès.

6 Raisonner et rédiger

L'effet du vent

Le vent peut avoir un effet sur la sensation de froid : l'individu ressent subjectivement une température différente de la température effectivement mesurée. On parle de température ressentie (doc 1).

Vitesse du vent (km/h)	Température de l'air (°C)					
	0	-5	-10	-15	-20	-25
10	-3	-9	-15	-21	-27	-33
20	-5	-12	-18	-24	-30	-37
30	-6	-13	-20	-26	-33	-39
40	-7	-14	-21	-27	-34	-41

DOC 1 Température ressentie en fonction de la vitesse du vent.

AIDE

- Déterminez sur quel mode d'échange de l'énergie thermique le vent agit.

QUESTION

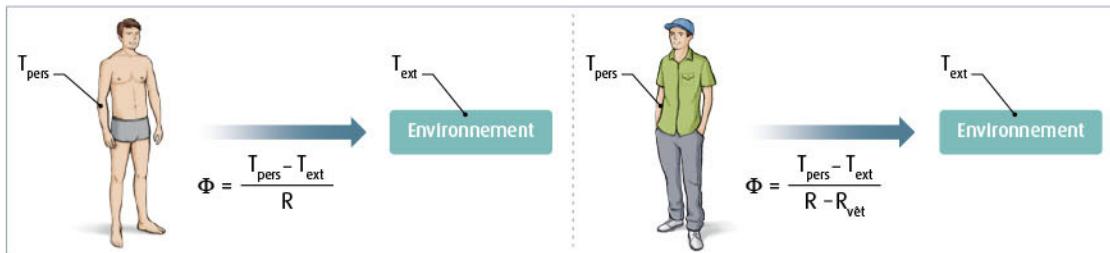
En utilisant vos connaissances, proposez une explication scientifique à l'effet du vent sur la température ressentie.

7 Calculer

L'effet des vêtements

En l'absence de sudation, à l'ombre et sans vent, le flux thermique Φ entre une personne nue et l'environnement peut être estimé à partir de la température de la peau T_{pers} , la température T_{ext} de l'environnement

et d'un facteur R (doc 1). Lorsque l'on met des vêtements, il faut prendre en compte un facteur $R_{\text{vêtement}}$, qui dépend du vêtement (doc 2).



Vêtements	$R_{\text{vêtement}}$
Short et T-Shirt	$0,11 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$
Pantalon, chemise et pull léger	$0,16 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$
Pantalon chaud, chemise, pull et anorak	$0,25 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$

DOC 2 Caractéristiques de quelques vêtements.

DOC 1 Flux thermique entre une personne et son environnement. On donne $R = 0,085 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$.

QUESTIONS

1. Considérant que la température de la peau est en moyenne de 33°C , calculez le flux thermique lorsque la température extérieure est de 28°C .
2. Comparez cette valeur à la puissance thermique du corps au repos, puis déterminez si cette personne est en situation de confort thermique.
3. Calculez, selon l'habillement de la personne, le flux thermique lorsque la température extérieure est de 20°C .
4. Indiquez alors, toujours selon l'habillement, si cette personne ressent une sensation de froid ou de chaud.

8 Calculer, raisonner

Flexions-extensions

On mesure par spirométrie le volume total de dioxygène O_2 consommé par un élève avant, pendant et après la réalisation de 15 flexions-extensions. En moyenne, 1 g de glucide fournit 17,8 kJ pour 0,8 L d' O_2 consommé.

QUESTION

En considérant que le muscle ne consomme que des glucides, calculez la dépense énergétique et la consommation de nutriments liés à la réalisation des flexions.



DOC 1 Volume total de dioxygène consommé par l'élève.

Courbe continue : consommation cumulée depuis le début des mesures.

Courbe en pointillés : consommation théorique si l'élève était resté au repos.

Bonnes pratiques

Quelques conseils en cas de canicule



La peau est un échangeur thermique très puissant, capable d'éliminer la chaleur en excès par rayonnement et par transpiration. Pour permettre à la peau de jouer au mieux son rôle en période de canicule, il faut déjà avoir le maximum de zones cutanées non couvertes et porter des vêtements en fibres naturelles pour favoriser les échanges. Ensuite, il est important de créer des courants d'air, qui vont accélérer les échanges par convection et permettre à la sueur de s'évaporer, grâce à des ventilateurs ou des fenêtres ouvertes. Pour compenser la transpiration, ne pas oublier de boire régulièrement. Quand on a trop chaud, prendre une douche tiède permet de réduire temporairement la température cutanée et d'humidifier de la peau. Il faut par ailleurs éviter toute production de chaleur par le corps et toute entrée de chaleur. Les activités physiques intenses, les aliments et boissons chaudes, ainsi que l'alcool sont donc à proscrire.



Pour en savoir plus
Vidéo de France TV Éducation

Affiche
du Ministère
de la Solidarité
et de la Santé.

Menez l'enquête

Recherchez en quoi consiste le Plan Canicule, lancé par le gouvernement après la forte canicule de 2003.

Santé

La thyroïde, régulatrice de la température du corps

La thyroïde est une glande qui sécrète des hormones, et qui se trouve, chez l'espèce humaine, au niveau du cou. Les hormones thyroïdiennes régulent le métabolisme des glucides, des lipides (dont le cholestérol) et des protéines. En augmentant la dégradation de nutriments, elles permettent une production de chaleur appelée thermogenèse. Environ 10 % des Français souffrent de troubles de la thyroïde à l'heure actuelle. En cas d'hypothyroïdie (glande en sous-activité), le métabolisme est ralenti, l'organisme génère donc moins de chaleur, et les personnes sont plus sujettes



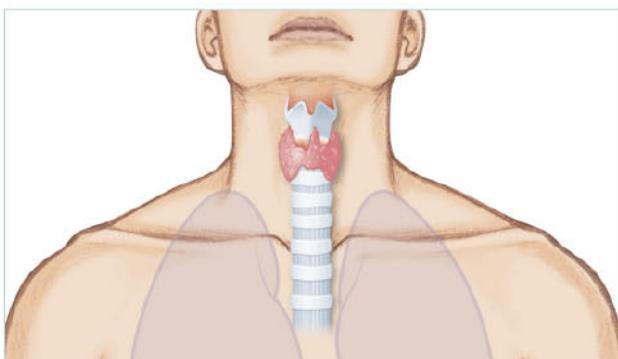
Pour en savoir plus

Site de la société canadienne du cancer

Menez l'enquête

Déterminez les autres symptômes d'une hypothyroïdie.

au froid. Au contraire, en cas d'hyperthyroïdie (glande en suractivité), l'organisme génère davantage de chaleur, et les personnes transpirent au moindre effort et on souvent les mains moites. Cette modification du métabolisme a également un effet sur le poids : une perte de poids pour l'hyperthyroïdie et une prise de poids pour l'hypothyroïdie.



Emplacement de la thyroïde chez l'être humain.

3

THÈME LA TERRE, UN ASTRE SINGULIER

8

CHAPITRE LA FORME DE LA TERRE

UNITÉ 1 Observer la rotundité de la Terre.....	128
UNITÉ 2 Le premier calcul du rayon de la Terre.....	130
UNITÉ 3 Calcul du méridien au XVIII ^e siècle.....	132
UNITÉ 4 Calcul de distances terrestres.....	134
BILAN	136
EXERCICES	138
ÇA VOUS CONCERNE!	141

9

CHAPITRE HISTOIRE DE L'ÂGE DE LA TERRE

UNITÉ 1 De l'Antiquité au xviii ^e siècle : premières estimations	144
UNITÉ 2 La controverse du xx ^e siècle	146
UNITÉ 3 Le xx ^e siècle et l'horloge radioactive	148
BILAN	148
EXERCICES	152
ÇA VOUS CONCERNE!	155

10

CHAPITRE LA TERRE DANS L'UNIVERS

UNITÉ 1 Observer et interpréter les mouvements des astres	156
UNITÉ 2 La controverse géocentrisme-héliocentrisme	158
UNITÉ 3 Les arguments du modèle héliocentrique	160
UNITÉ 4 Les mouvements de la Lune	162
BILAN	164
EXERCICES	166
ÇA VOUS CONCERNE!	171