

Thème 2 : Le Soleil, notre source d'énergie

Classe : Première ES
Durée envisagée : 5 semaines
Nombre d'activités : 3

En rouge : Bilans à faire noter aux élèves
En bleu : Activités pratiques
En vert : Problématique et hypothèses



Chapitre 1 Le bilan thermique du corps humain

Intro :

Les humains, comme l'ensemble des Mammifères et des Oiseaux, sont des êtres vivants **endothermes** (ou **homéothermes**). Ceci signifie qu'ils présentent une **température corporelle constante** et peu dépendante de l'environnement. Pourtant, selon les situations, les humains peuvent souffrir d'**hyperthermie** ou d'**hypothermie**.

Problématique : Comment l'organisme humain produit-il de la chaleur et régule-t-il les échanges avec le milieu extérieur ?

Activité 1 - La production d'énergie dans l'organisme (Marathon Challenge)

I- La production de chaleur par l'organisme

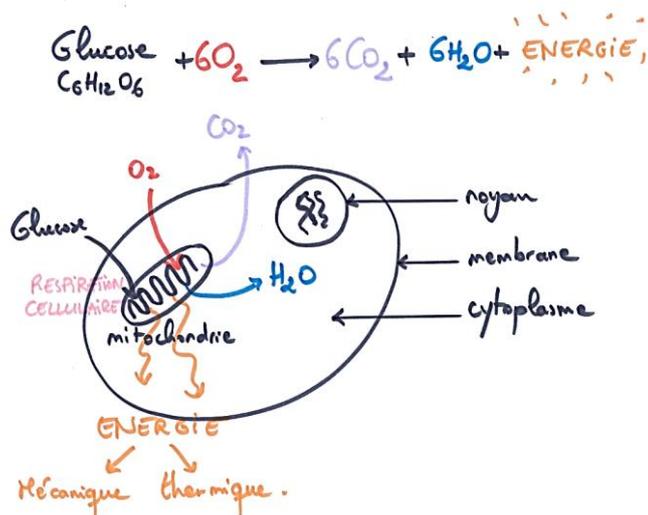
1. Les cellules produisent de l'énergie grâce à la respiration cellulaire

Les cellules eucaryotes (possédant un noyau) possèdent également d'autres organites : les mitochondries. Ce sont de petites structures (1 μm) qui contiennent des membranes repliées et sont capables de réaliser la respiration cellulaire. C'est une réaction aérobie (avec O_2).

RESPIRATION CELLULAIRE :



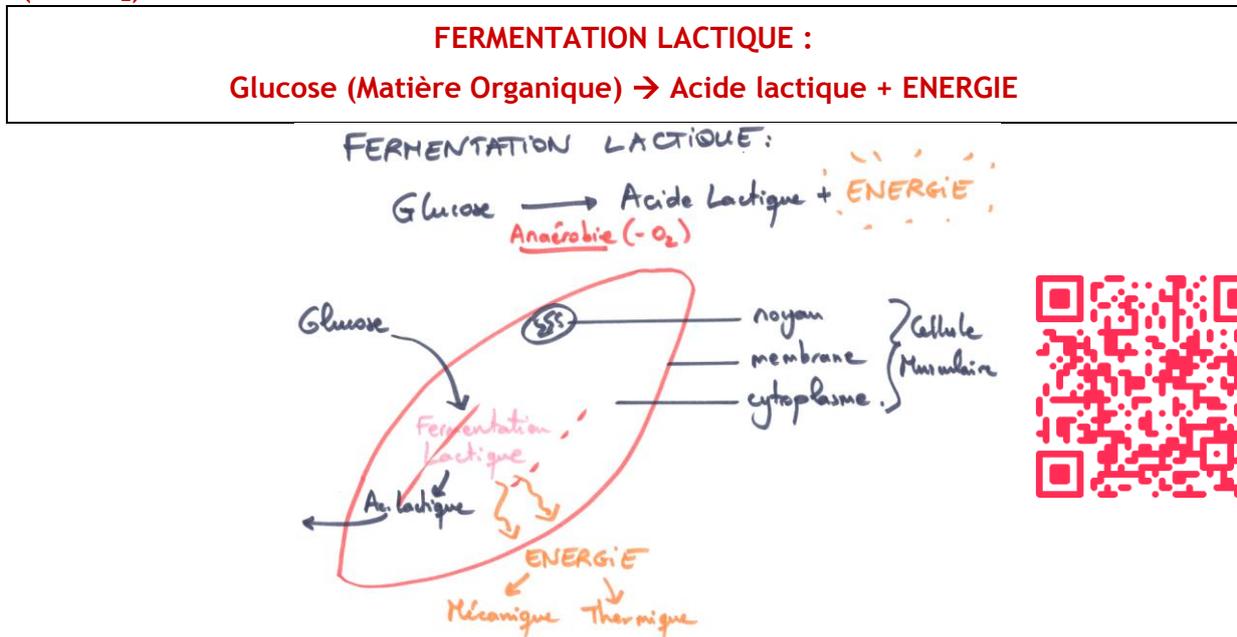
La respiration cellulaire permet de consommer le glucose et l' O_2 pour produire CO_2 (issu de la combustion du glucose), de l'eau (H_2O) et de l'énergie. Ces échanges sont également réalisés à l'échelle de l'organisme par l'intermédiaire du poumon (O_2/CO_2) et du système digestif (apport de glucose).



Equation bilan et schéma simplifié de la réaction de la respiration cellulaire

2. La fermentation lactique produit également de l'énergie

La plupart des cellules réalisent la respiration cellulaire mais parfois, le dioxygène manque (effort trop rapide, trop long ...). Dans ce cas, les cellules risquent de ne plus avoir d'énergie et de mourir. Les cellules musculaires peuvent réaliser une autre réaction du métabolisme qui a lieu sans O₂ : la fermentation lactique. C'est une réaction anaérobie (sans O₂).



Equation bilan et schéma simplifié de la réaction de la fermentation lactique

Remarque 1 : l'acide lactique est un déchet qui doit être éliminé par le foie. Il acidifie le muscle et peut accentuer les courbatures qui sont provoquées par des micro-lésions musculaires.

Remarque 2 : Certaines cellules sont incapables de fermenter (ex : neurones). En effet, même si elles possèdent le même patrimoine génétique que les cellules musculaires, l'expression des gènes n'est pas identique (absence d'expression des gènes nécessaires à la fermentation).

3. Bilan énergétique du corps humain

Les réactions de respiration et de fermentation correspondent à l'oxydation des nutriments. L'énergie chimique produite correspond à des molécules énergétiques (ATP) qui sert à réaliser les travaux cellulaires : message nerveux, contraction du cœur, contraction des muscles et mouvement, digestion ...

Une part importante de l'énergie correspond à une production de chaleur : on parle d'énergie thermique. La production de chaleur (thermogenèse) est variable selon les circonstances et les espèces (hibernation rendue possible par une thermogenèse importante). Un corps humain au repos émet en moyenne une puissance thermique de l'ordre de 100W. Lors d'un exercice physique, la production d'énergie augmente et produit davantage de chaleur.

A l'inverse, il y a également des pertes de chaleur : c'est la thermolyse. Le bilan énergétique correspond à la différence entre l'énergie dépensée et l'énergie produite. Lorsque le bilan est nul, on dit que l'organisme est à l'équilibre énergétique.

4. Les nutriments et le métabolisme de base

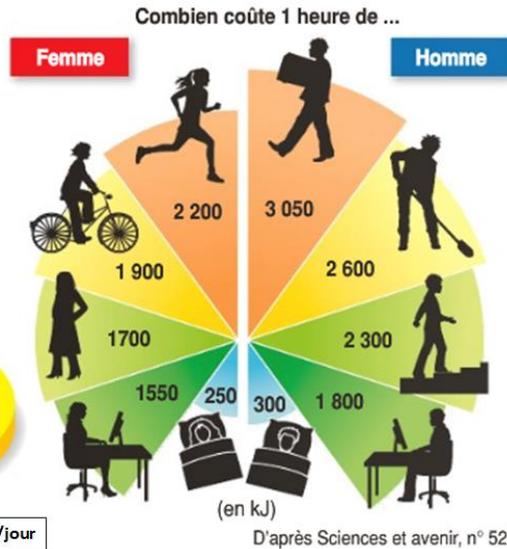
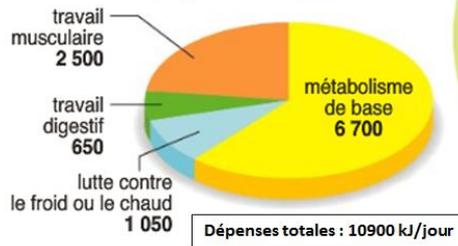
L'alimentation apporte des aliments qui sont transformés en nutriments par la digestion. Les nutriments sont des molécules de petite taille absorbées par l'intestin et permettant le fonctionnement des cellules (métabolisme). Ex : glucides, lipides, protides (protéines et acides aminés) ...

Les nutriments sont apportés par le sang et peuvent être mis en réserve (glycogène du foie et du muscle ; tissu adipeux). Chaque type de nutriment a une valeur énergétique spécifique (ex : glucose : 17 kJ/g, lipides : 37 kJ/g).

Le **métabolisme de base** correspond aux dépenses énergétiques incompressibles (vitales). Il est de l'ordre de 6800 kJ/jour pour un adulte. Selon l'activité de l'organisme, les dépenses totales vont être variables mais la moyenne des dépenses énergétiques est de l'ordre de 10 700 kJ/jour.

- L'énergie produite permet de maintenir les **fonctions vitales** (cœur, poumon, maintien de la température corporelle) : on parle de **métabolisme de base (MB)**.
- Le **métabolisme de base** est de l'ordre de 6700 kJ (kiloJoules) soit 1600 kcal (kilocalories).
- Le métabolisme de base dépend de la taille et corpulence, de l'âge, du sexe, de l'entraînement physique.

Les besoins énergétiques d'une journée (moyennes en kJ)



Graphiques montrant le bilan énergétique moyen chez un individu adulte

II- Les échanges thermiques

1. La convection (35% des échanges) et la conduction (5%)

La **convection** correspond à un échange d'énergie (thermique) par déplacement de matière. Ce phénomène est généralement très efficace. Ainsi, les pertes de chaleur sont favorisées par les mouvements d'air autour de l'organisme ou son déplacement.

La **conduction** correspond au transfert d'énergie thermique par contact (agitation thermique). Ce transfert d'énergie est généralement peu efficace et il dépend de la conductivité thermique de l'élément touché. Par exemple, la neige (eau sous forme glace) a une très bonne conductivité (refroidissement rapide des mains par exemple).

Ces échanges sont bidirectionnels : ils permettent l'évacuation de la chaleur mais également peuvent réchauffer l'organisme.

Remarque 1 : la production de chaleur peut également être rendue plus homogène par une redistribution du sang vers les organes ou vers les zones périphériques (peau, doigts ...).

Remarque 2 : les vêtements limitent ces transferts thermiques.

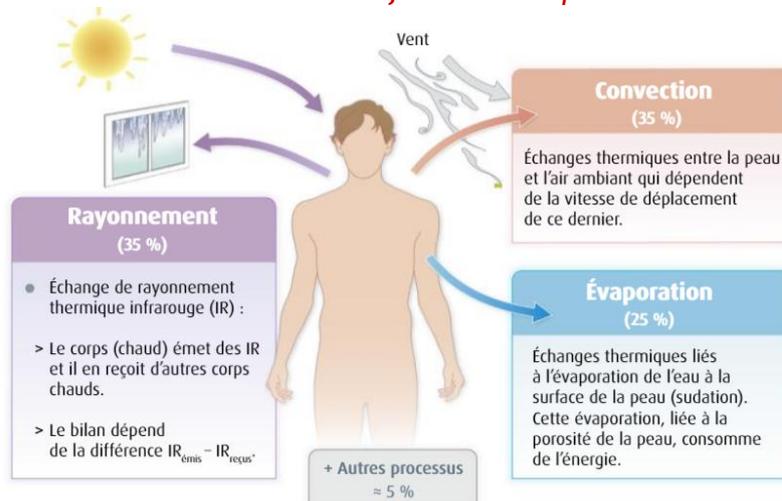
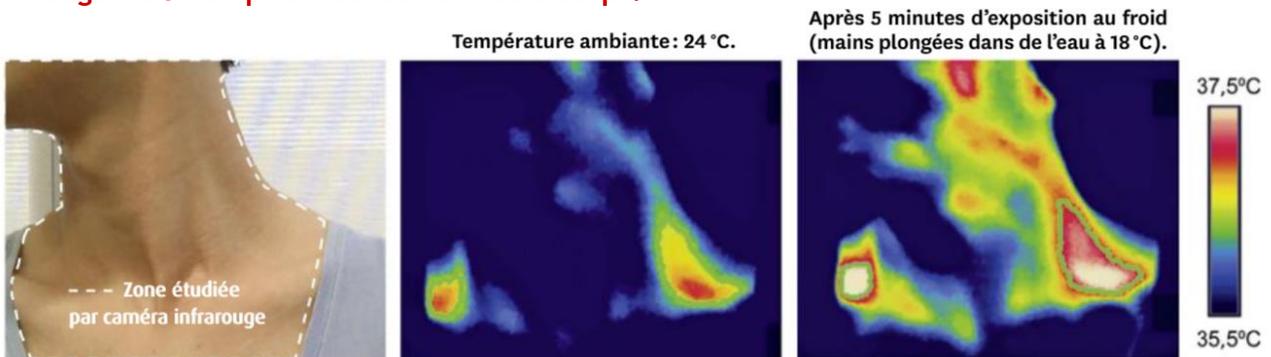


Schéma montrant les échanges thermiques entre le corps humain et l'environnement (doc 3 p116 BELIN)

2. Le rayonnement (35%)

Le rayonnement correspond à la transmission d'énergie thermique par l'émission de rayons infra-rouges (IR). C'est une part importante des transferts de chaleur. Ce transfert peut être détecté par des caméras infra-rouges. Il montre que l'organisme humain peut évacuer la chaleur sous cette forme mais il peut aussi recevoir de la chaleur (échange dans les 2 sens).

Comme précédemment, ces échanges sont bidirectionnels : le rayonnement infra-rouge du Soleil peut réchauffer notre corps.

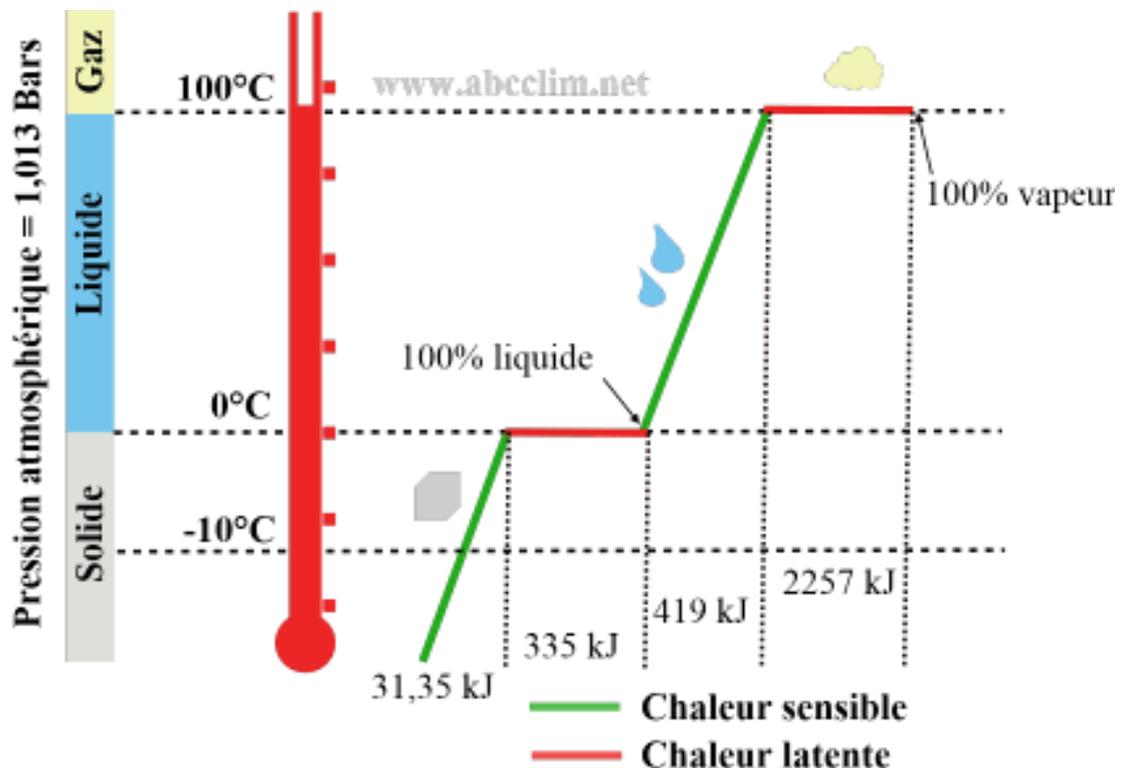


Photographies montrant le rayonnement produit par le corps humain (doc 7 p117 BELIN)

3. L'évaporation (25%)

L'évaporation correspond à la transformation de l'eau liquide (sueur) en eau à l'état gazeux (vapeur d'eau). Le changement d'état de l'eau consomme énormément d'énergie, même si la température du corps ne varie pas (on parle de chaleur latente). Il faut donc bien distinguer échange de chaleur et température.

Ce type d'échange est unidirectionnel : il permet essentiellement l'évacuation de chaleur. C'est un mécanisme qui prend beaucoup d'importance lors de l'effort physique pour évacuer l'excès de chaleur due à l'activité physique.



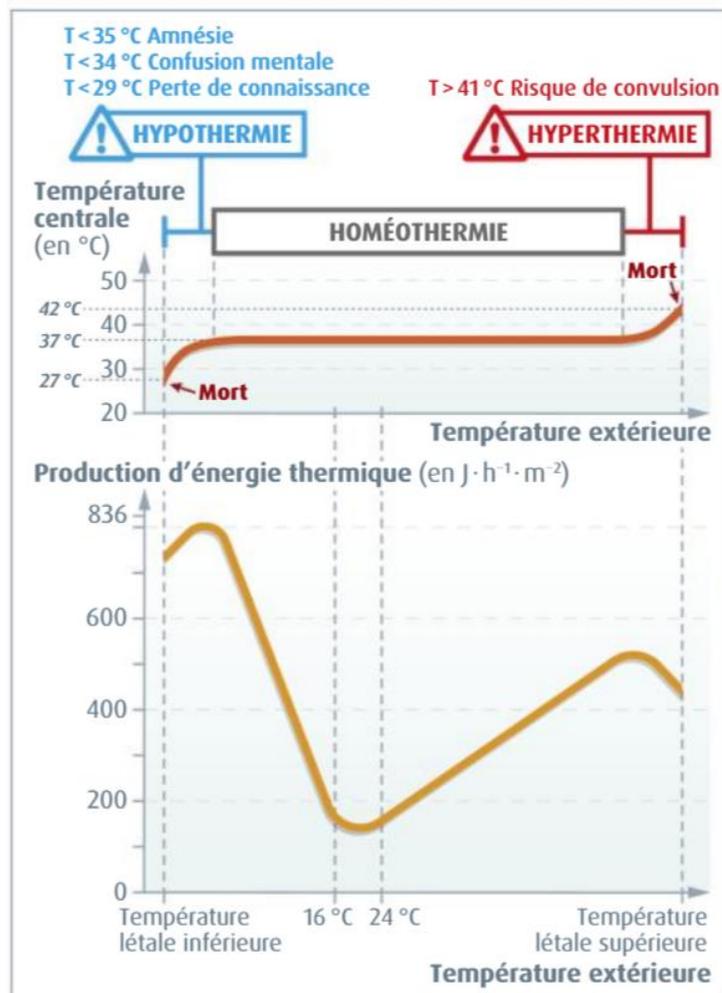
Graphique montrant la chaleur latente de fusion (à 0°C) et de vaporisation (à 100°C).

III- Le maintien de la température corporelle

1- Les déséquilibres de la température corporelle

La température corporelle humaine est normalement de l'ordre de 37°C. Il arrive que la température augmente trop, en particulier lors d'efforts intenses et longs (marathons) ou d'une exposition à de fortes températures (canicules, pompiers ...) : on parle d'hyperthermie. La fièvre est également un cas d'hyperthermie qui est provoquée par le système immunitaire (réaction inflammatoire voir 1SPE). Au-delà de 41°C, il y a des risques de convulsion.

Dans d'autres cas, le corps humain voit sa température diminuer : on parle d'hypothermie. Elle survient lorsque le corps est exposé à des températures faibles (alpinisme, expédition polaire ...). Elle affecte en premier lieu les zones périphériques (extrémités : mains, pieds ...). Si l'hypothermie est trop importante, elle peut conduire à des nécroses des tissus (risques d'amputation) voire à la mort de l'individu.



**Graphiques montrant les variations de températures corporelles et leurs effets
(doc 2p166 BELIN)**

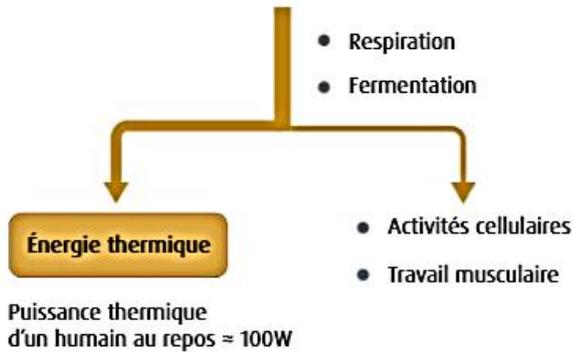
2- Le maintien d'une température de 37°C

Le maintien de la température corporelle est assuré par l'augmentation du métabolisme (respiration et fermentation) pour produire davantage de chaleur mais également par la régulation de la sudation.

Remarque : La chaleur peut être augmentée par une réaction réflexe : les tremblements musculaires (frissons). Ils permettent d'activer le fonctionnement des muscles et donc la respiration cellulaire.

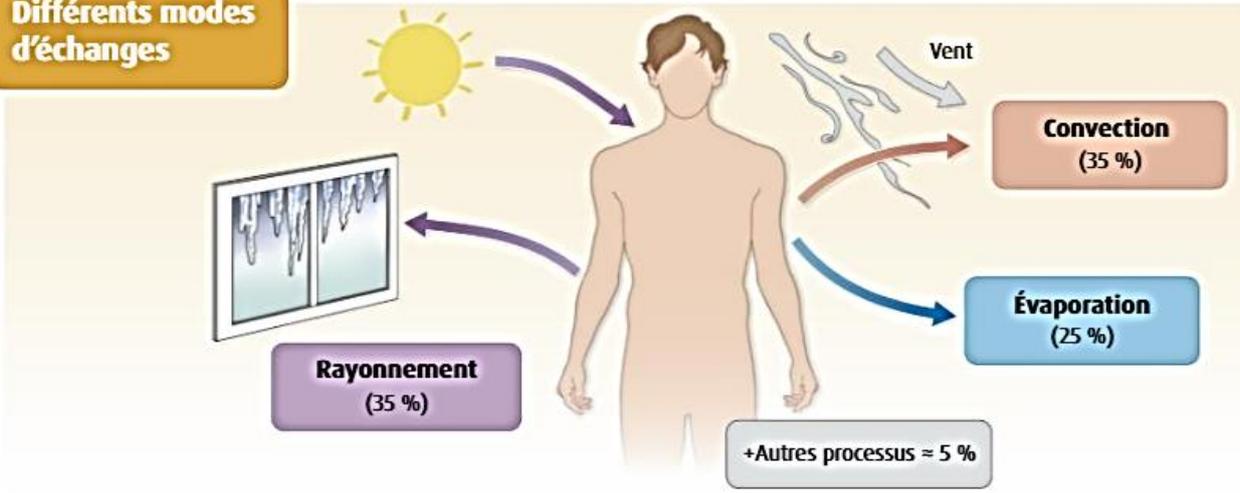
L'origine de l'énergie thermique d'un organisme

Molécules issues de la digestion des aliments

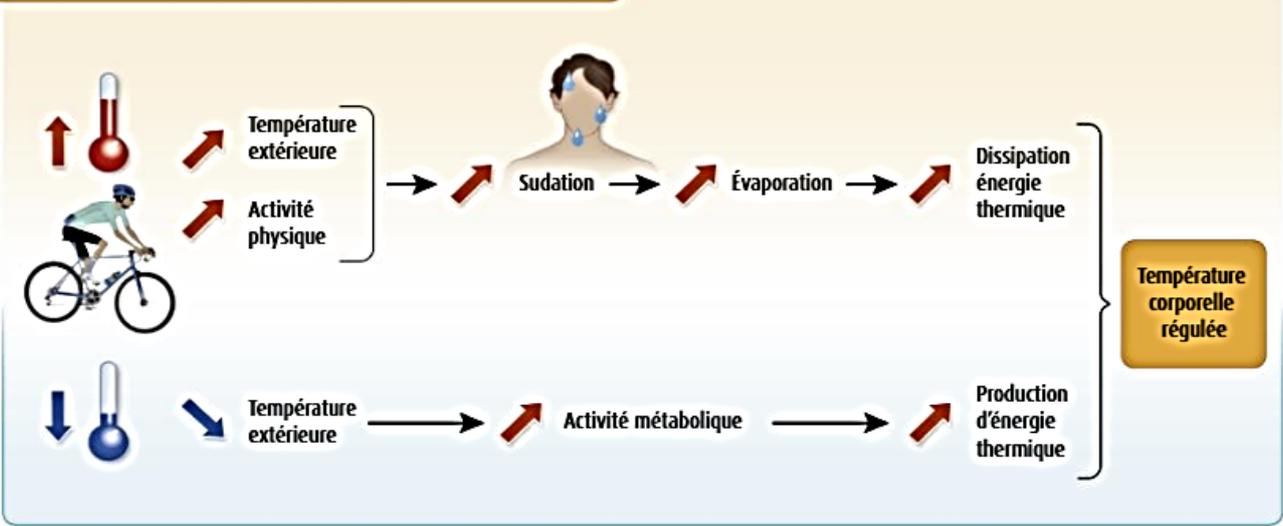


Des échanges thermiques entre l'organisme et le milieu

Différents modes d'échanges



Le maintien de la température corporelle



Annexe : évolution des pertes thermiques en fonction de la température (source : Nathan)

