

# Chapitre 3 - Le bilan thermique du corps humain

I – Les différents échanges thermiques entre le corps humain et son milieu.

II – Le corps humain, machine thermique

1. Les aliments, source principale d'énergie

2. Un corps, deux compartiments

3. La balance énergétique

III- Les réactions de l'organisme pour réguler la température

# Introduction



La stabilité de la température corporelle du corps humain repose sur un **équilibre entre les apports et les pertes d'énergie thermique.**

L'Homme, comme tous les mammifères est **homéotherme** : il doit conserver une température constante (37°C) pour garantir le fonctionnement normal de ses organes.

Or, son milieu de vie est rarement à cette température et son corps va tendre vers une température égale à celle du milieu.

Pour conserver cette température, le flux global de chaleur du corps doit être nul, c'est-à-dire que le corps doit **produire** ou **recevoir** autant d'énergie thermique qu'il en **perd**.

## **Chapitre 2 - Le bilan thermique du corps humain**

**I – Les différents échanges thermiques entre le corps humain et son milieu.**

**II – Le corps humain, machine thermique**

**1. Les aliments, source principale d'énergie**

**2. Un corps, deux compartiments**

**3. La balance énergétique**

**III- Les réactions de l'organisme pour réguler la température**

# Chapitre 2 - Le bilan thermique du corps humain – correction TD

Gain de chaleur

Pertes de chaleur

Rayonnement solaire

aliments

Conduction

Respiration (convection forcée)

évaporation

rayonnement

convection

conduction

100 W

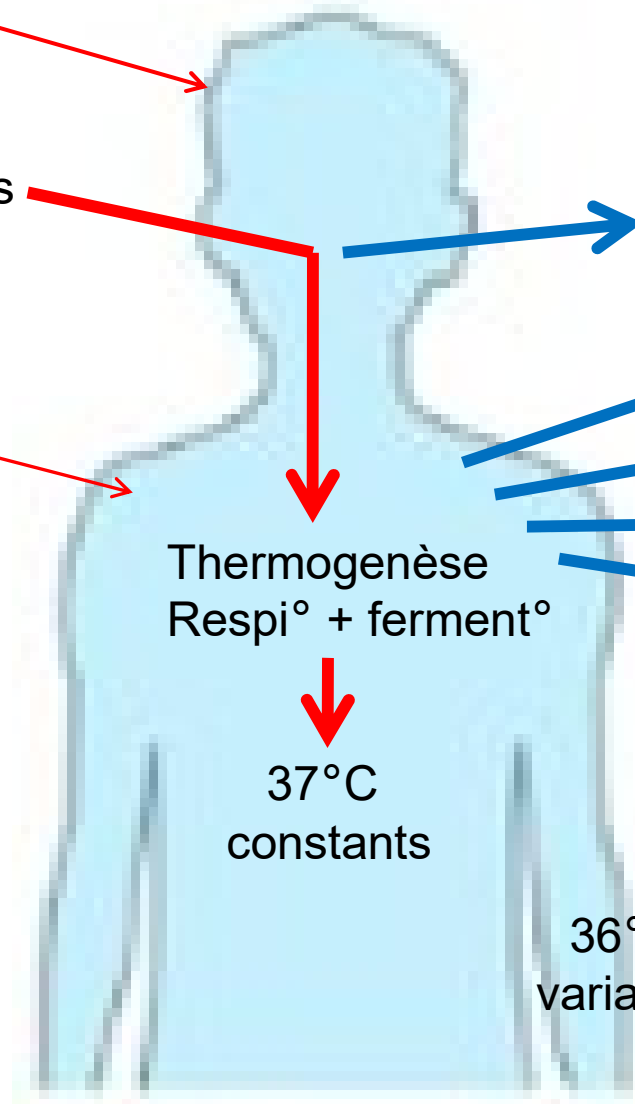
Thermogenèse  
Respi° + ferment°

37°C

constants

36°C

variables



Tout solide échange de l'énergie thermique avec son milieu, la chaleur étant transférée du milieu le plus chaud vers le milieu le plus froid.

Ces échanges de chaleur (gains ou perte) se font par :

- **rayonnement** : transfert de rayons infra-rouges (IR) (= une onde électromagnétique) sans contact direct.

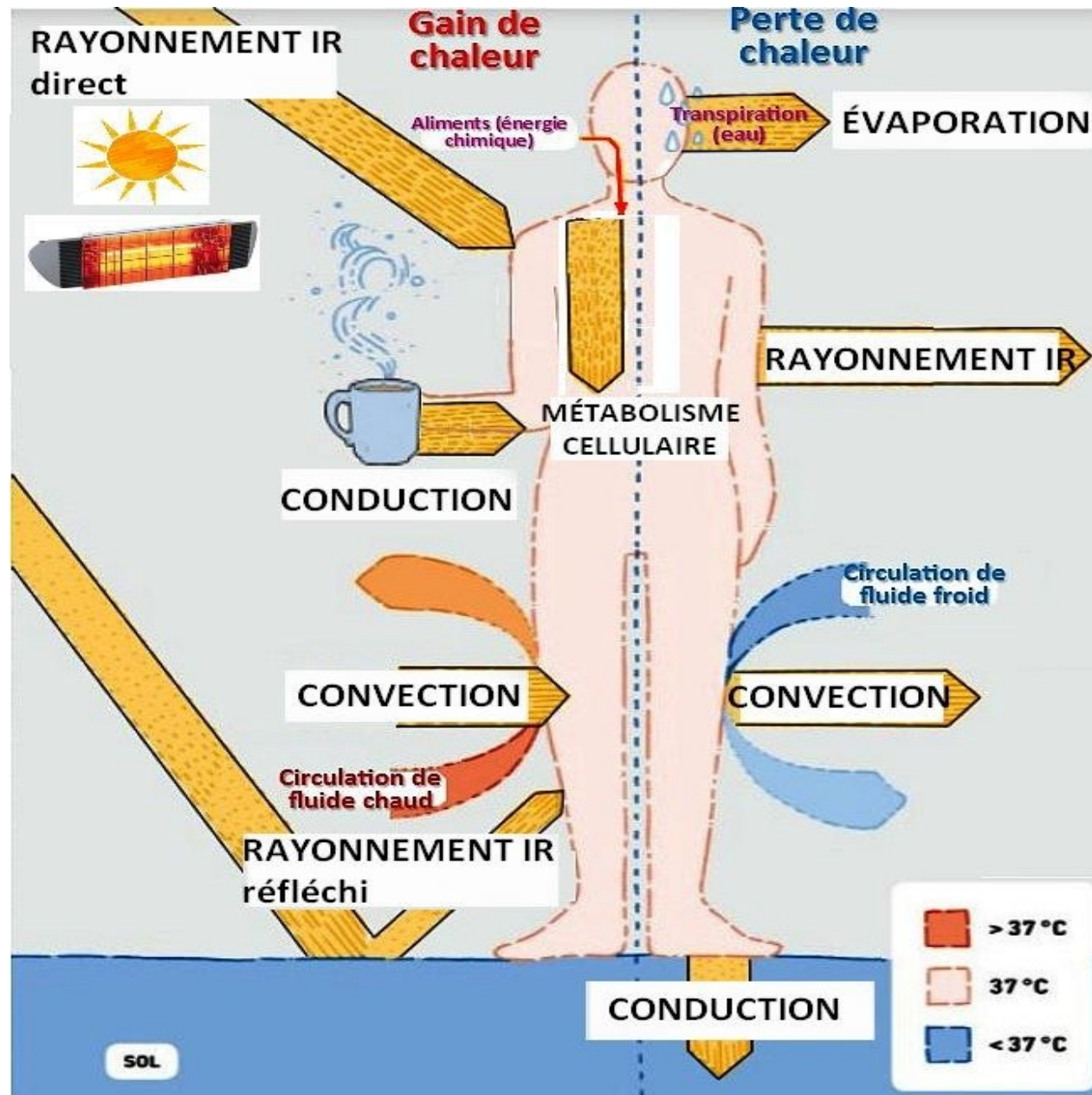
- **conduction** : échange de chaleur par contact sans déplacement de matière.



• **convection** : transfert de chaleur dans un fluide (liquide ou gaz) avec déplacement de matière.

• **évaporation** : changement d'état de l'eau quand elle passe de l'état liquide à l'état gazeux (= vaporisation).

## Chapitre 2 - Le bilan thermique du corps humain



Rem. Ces différents modes de transferts de chaleur seront plus ou moins importants selon les conditions de l'environnement ( $T^\circ$  extérieure, humidité de l'air, épaisseur des vêtements, activité physique...)

La **puissance thermique** traduit la quantité d'énergie évacuée par le corps par unité de temps pour une personne éveillée et au repos. Elle est d'environ **100 watts**.

# Chapitre 3 - Le bilan thermique du corps humain

I – Les différents échanges thermiques entre le corps humain et son milieu.

## II – Le corps humain, machine thermique

1. Les aliments, source principale d'énergie

2. Un corps, deux compartiments

3. La balance énergétique

III- Les réactions de l'organisme pour réguler la température



**NUTRIMENTS**  
riches en  
énergie chimique

+

**O<sub>2</sub>**

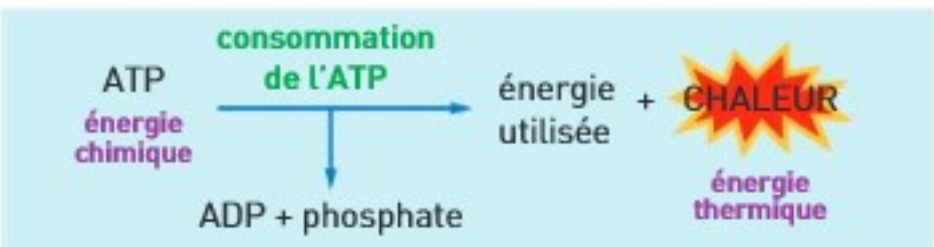
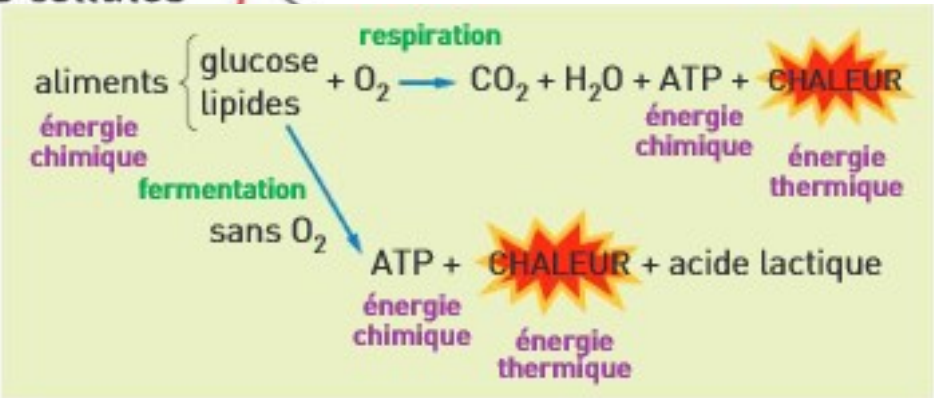


Respiration  
cellulaire

**ÉNERGIE**  
utilisable par  
les cellules

travail musculaire

métabolisme de base  
(fonctionnement des organes)



Le principal apport d'énergie thermique provient de la **conversion d'énergie chimique contenue dans les aliments** par des réactions chimiques connues sous le nom de **respiration cellulaire**.

*(elles se déroulent dans les mitochondries – cf. cours de seconde. Voir équation simplifiée ci-contre : les nutriments subissent une oxydation).*

L'énergie utilisable est exprimées

en **kilocalories** (Kcal) ou en **Kilojoules** (KJ) :

$$1 \text{ kcal} = 4,18 \text{ kJ}$$

Le **métabolisme** a un rendement énergétique relativement faible.

Par exemple, seulement **20%** environ de l'énergie consommée par les cellules musculaires va être transformée en **travail mécanique** (= les mouvements).

Les **80%** restants seront libérés sous forme de **chaleur** : c'est la **thermogenèse**.



Remarque : même lorsque nous sommes au repos, le fonctionnement de nos organes (travail intellectuel, digestif, battements cardiaques, mouvements respiratoires...) consomme de l'énergie chimique.

Cette dépense énergétique indispensable représente une grande part l'énergie utilisée dans la journée, c'est le **métabolisme de base** ; il dépend en particulier de l'âge, de la taille, du poids et du sexe (*les hommes ont un métabolisme de base plus élevé que les femmes*).

Remarque : même lorsque nous sommes au repos, le fonctionnement de nos organes (travail intellectuel, digestif, battements cardiaques, mouvements respiratoires...) consomme de l'énergie chimique. Cette dépense énergétique indispensable représente une grande part l'énergie utilisée dans la journée, c'est le **métabolisme de base** ; il dépend en particulier de l'âge, de la taille, du poids et du sexe (*les hommes ont un métabolisme de base plus élevé que les femmes*).

Pour calculer la **dépense énergétique** d'une personne sur une journée on ajoute à la valeur du métabolisme de base la **puissance de l'exercice multipliée par sa durée en secondes**.

## Exercice n°1

Aliment	Valeur énergétique (en KJ/100g)
Tomates crue	77
Riz blanc, cuit, non salé	612
Frites de pommes de terre, surgelées cuites en friteuse	1110
Saumon, élevage, rôti au four	874
Bœuf, steak haché 15%MG, cuit	996
Yaourt, lait fermenté ou spécialité laitière, nature	239
Mousse au chocolat (base laitière), rayon frais	756
Tarte aux fraises	1320
Jus d'orange, maison	191
Eau	0

1. Calculer l'apport énergétique d'un repas constitué de 100g de tomates, 200g de riz, 125g de yaourt nature, 125g de tarte aux fraises, et de 330g d'eau.
2. Calculer l'apport énergétique d'un repas constitué de 300g de frites, 150g de steak haché, 125g de mousse au chocolat, 125g de tarte aux fraises et 330g de jus d'orange.

## Exercice d'application : repas n°1

Tomates : 77 kJ/100g apportent **77 kJ** pour les 100 g consommés.

Riz : 100g -> 612 kJ  
200g -> x kJ

$$\begin{aligned} \text{Riz : } 100x &= 612 \times 200 \\ x &= 612 \times 200 / 100 = \mathbf{1224} \end{aligned}$$

**200 g de riz apportent 1224 kJ**

Tarte  
aux fraises : 100g -> 1320 kJ  
125g -> x kJ

$$\begin{aligned} \text{T. Aux fraises: } 100x &= 1320 \times 125 \\ x &= 1320 \times 125 / 100 = \mathbf{1650} \end{aligned}$$

**150 g de t. aux fraises apportent 1650 kJ**

Yaourt : 100g -> 239 kJ  
125g -> x kJ

$$\begin{aligned} \text{Yaourt : } 100x &= 239 \times 125 \\ x &= 239 \times 125 / 100 = \mathbf{298.75} \end{aligned}$$

**125 g de yaourt apportent 298.75 kJ**

L'eau n'apporte aucune énergie.

l'apport énergétique de ce repas est donc de  $77+1224+1650+298.75 = \mathbf{3249.75 \text{ kJ}}$

## Exercice d'application : repas n°2

Frites : 100g -> 1110 kJ  
300g -> x kJ

$$\begin{aligned} \text{frites: } 100x &= 1110 \times 300 \\ x &= 1110 \times 300 / 100 = \mathbf{3330} \end{aligned}$$

**300 g de frites apportent 3330 kJ**

Steak: 100g -> 996 kJ  
150g -> x kJ

$$\begin{aligned} \text{steak: } 100x &= 996 \times 150 \\ x &= 996 \times 150 / 100 = \mathbf{1494} \end{aligned}$$

**150 g de steak apportent 1494 kJ**

Mousse : 100g -> 756 kJ  
125g -> x kJ

$$\begin{aligned} \text{mousse: } 100x &= 756 \times 125 \\ x &= 756 \times 125 / 100 = \mathbf{945} \end{aligned}$$

**125 g de mousse apportent 945 kJ**

Tarte : 100g -> 1320 kJ  
125g -> x kJ

$$\begin{aligned} \text{tarte: } 100x &= 1320 \times 125 \\ x &= 1320 \times 125 / 100 = \mathbf{1650} \end{aligned}$$

**125 g de tarte apportent 1650 kJ**

Jus d'O : 100g -> 191 kJ  
330g -> x kJ

$$\begin{aligned} \text{Jus : } 100x &= 191 \times 330 \\ x &= 191 \times 330 / 100 = \mathbf{630.3} \end{aligned}$$

**330 g de jus apportent 630.3 kJ**

l'apport énergétique de ce repas est donc de  $3330+1494+945+1650+630,3= \mathbf{8049,3 \text{ kJ}}$

# Chapitre 3 - Le bilan thermique du corps humain

I – Les différents échanges thermiques entre le corps humain et son milieu.

## II – Le corps humain, machine thermique

1. Les aliments, source principale d'énergie

2. Un corps, deux compartiments

3. La balance énergétique

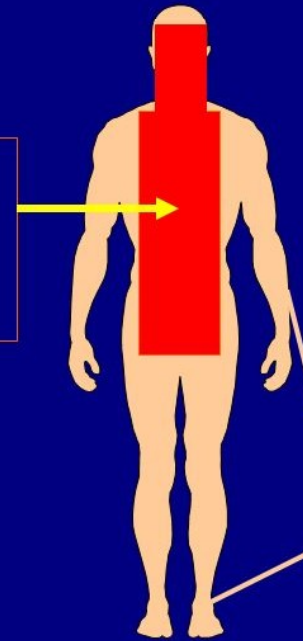
III- Les réactions de l'organisme pour réguler la température

## Chapitre 2 - Le bilan thermique du corps humain



### Les compartiments thermiques

**CENTRAL**  
37°C



**Périphérie**  
31 - 35°C

Le « noyau thermique » est le siège de la production de chaleur, il correspond essentiellement au **compartiment central** : cerveau, viscères abdominaux et thoraciques. Dans le **compartiment périphérique**, la production de chaleur dépend de l'importance des **contractions musculaires**.

L'«enveloppe thermique », siège de la thermolyse, correspond à la peau. Entre les deux compartiments les échanges thermiques sont majoritairement assurés par la **circulation sanguine** (= échanges par **convection**).



## **Chapitre 2 - Le bilan thermique du corps humain**

I – Les différents échanges thermiques entre le corps humain et son milieu.

### **II – Le corps humain, machine thermique**

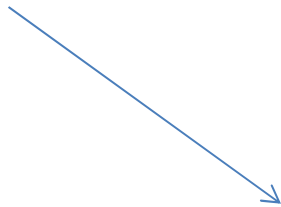
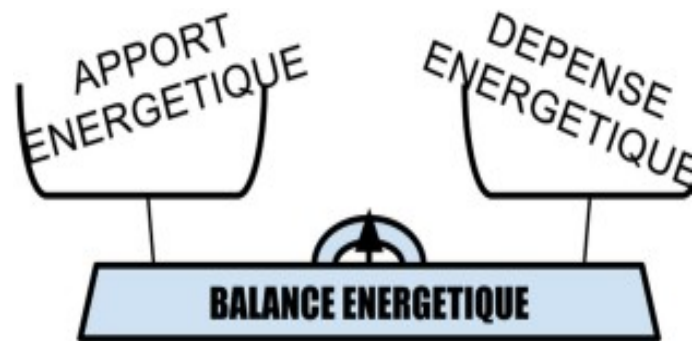
**1. Les aliments, source principale d'énergie**

**2. Un corps, deux compartiments**

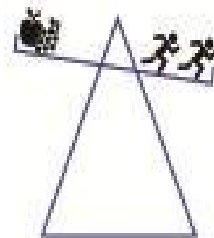
**3. La balance énergétique**

III- Les réactions de l'organisme pour réguler la température

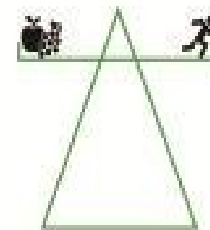
## Chapitre 2- Le bilan thermique du corps humain



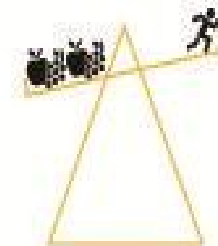
**PERTE DE  
POIDS**



**ÉQUILIBRE  
PONDÉRAL**



**PRISE DE  
POIDS**



**La balance énergétique =**

**apports** énergétiques de l'alimentation – la **dépense**  
**énergétique** (métabolisme de base + travail musculaire lié aux activités physiques)

## **Chapitre 2 - Le bilan thermique du corps humain**

I – Les différents échanges thermiques entre le corps humain et son milieu.

II – Le corps humain, machine thermique

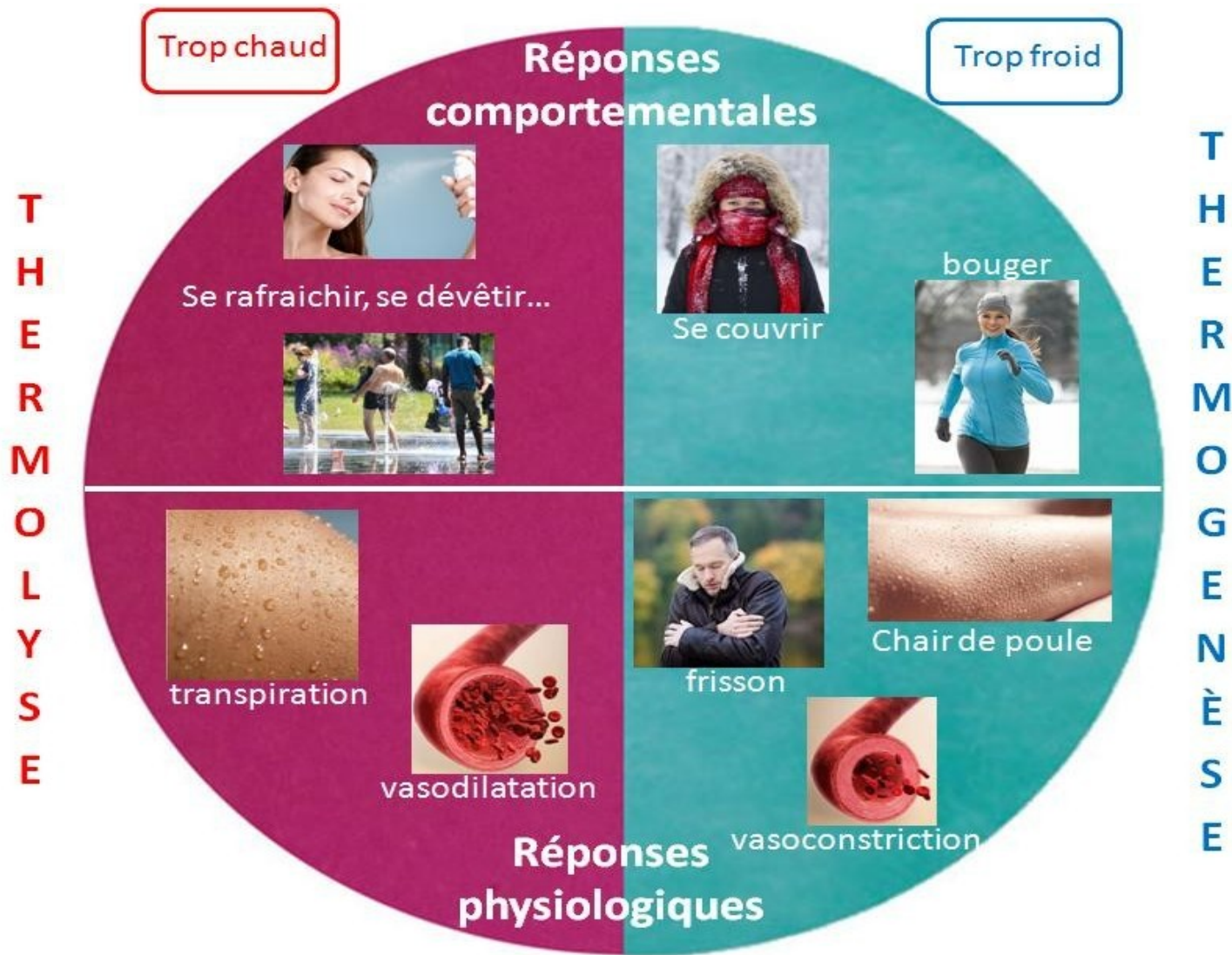
1. Les aliments, source principale d'énergie

2. Un corps, deux compartiments

3. La balance énergétique

**III- Les réactions de l'organisme pour réguler la température**

# Chapitre 2 - Le bilan thermique du corps humain



Lorsque la température corporelle s'écarte de la valeur standard (37°C), cette modification est enregistrée par des capteurs sensoriels situés dans la peau et les organes profonds. En fonction de la situation, le système nerveux déclenche la **thermolyse**, c'est-à-dire l'ensemble des mécanismes permettant de diminuer la température du corps, ou la **thermogenèse**, qui correspond aux mécanismes permettant de produire de l'énergie thermique. Cette boucle de régulation permet d'équilibrer le bilan thermique du corps humain, on parle de **thermorégulation**.

**CI** : la température d'un corps ne reste constante que si le flux thermique global est nul, c'est-à-dire que les pertes de chaleur (**thermolyse**) sont exactement compensées par une production de chaleur (**thermogenèse**) qui dans le cas d'un organisme homéotherme correspond majoritairement à **l'énergie métabolique**.

## Exercice n°2

Activité	Puissance (W)
Au repos	80-140
Marche	200-400
Travail manuel d'intensité modéré	200-400
Travail manuel de forte intensité	400-600
Pratique d'un sport intense	600-1000

Calcul du besoin énergétique d'origine alimentaire d'un individu qui développe une puissance de 120 W sur 24 h

*Puissance(W)=Energie(J) / temps(s)*

$$P = \frac{E}{t} \Rightarrow E = P \times t$$

$$E = P \times t = 120 \times 24 \times 3600 = 10\,368\,000 \text{ J soit } 10368 \text{ KJ}$$