

THERMOREGULATION



L'homme est **homéotherme** → sa θ interne reste environ constante quelle que soit la θ externe = **régulation thermique**

→ permet une indépendance aux conditions atmosphériques (*autonomie ++*)

Noyau de l'organisme = cœur, foie, muscles squelettiques, tissu adipeux → θ constante

Ecorce (ex : peau) → θ variable en fonction des conditions extérieures

⇒ Plus on se rapproche du **noyau** et plus la θ ↗

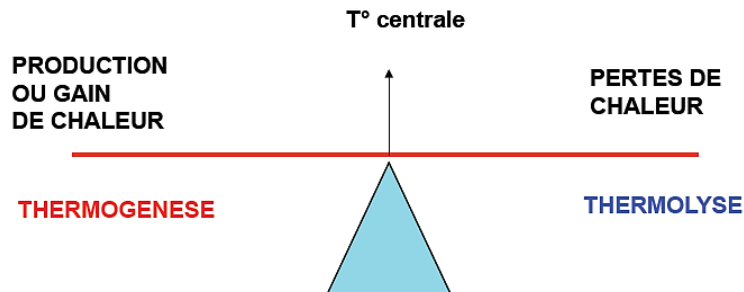
⇒ La température **cutanée** est d'autant plus **basse** que la température **extérieure** est **faible**

I- LES VARIATIONS PHYSIOLOGIQUES

La θ centrale est de 37° mais il existe des **variations physiologiques** :

- Le **rythme nyctéméral** (sur 24h)
 - Température **maximale** à **17h**
 - Température **minimale** à **5h**
- Le **rythme menstruel** chez la femme
 - **+0,5°C** le matin **après l'ovulation** (2^{ème} phase du cycle)

Le maintien d'une θ constante suppose à chaque instant un **équilibre** entre **thermogénèse** (production de chaleur) et **thermolyse** (perte de chaleur équivalente)



- **Thermogénèse** → varie avec le **métabolisme** (*repos, PP, exercice musculaire...*) et nécessite une adaptation de la thermolyse (ex : *élimination de plus de chaleur lors d'un effort qu'au repos*).
- **Thermolyse** → varie avec la **θ extérieure** : le refroidissement du corps lorsqu'il fait froid engendrera une ↗ de la thermogénèse pour compenser les pertes.

Plus l'**inertie thermique** du sujet est faible (ex : *nourrisson : faible masse corporelle donc risque de se refroidir/réchauffer beaucoup plus vite qu'un adulte*) et plus les réactions thermorégulatrices doivent être **efficaces** et **rapides**.

La thermorégulation se fait sous deux aspects :

- Les **réactions thermorégulatrices** à proprement parler = réaction **immédiate** de l'organisme face à exposition aiguë (= brutale) à une θ nettement plus chaude/froide que normalement
- **Acclimatation** = réaction à long terme d'un sujet vivant de manière prolongée dans des ambiances thermiques différentes.

II- LES ECHANGES THERMIQUES

1) La radiation (60%)

= **rayonnements émis** (infrarouges) par le corps

Echanges de chaleur par radiation :

= différence entre les rayonnements **émis** et **reçus** (ex : *rayonnements solaires, infrarouges d'autres individus ... qui sont alors transformés en chaleur*) par le corps.
= différence entre la **température cutanée** et la **température ambiante**.

2) La conduction (négligeable)

= **échange thermique** entre la **peau** et un **objet** à son contact

3) La convection (10-20%)

= **échange thermique** entre la **peau** et tout **fluide** à son contact (*sang, air...*).

- ⇒ Le sang se **réchauffe** au niveau des **organes** et se **refroidit** au niveau de la **peau**
- ⇒ Perte de chaleur +++ lorsqu'il y a déplacement dans l'air

La **q_{tté} de chaleur transportée** du **noyau vers l'écorce** est proportionnelle :

- A la **différence de θ** entre le **sang artériel** et le **sang veineux cutané**
- Au **débit sanguin cutané**

4) L'évaporation (80% des échanges calorifiques à l'exercice)

- La transformation **solide/liquide** ou **liquide/gaz** refroidit le milieu et absorbe de la **chaleur** (et inversement si les réactions ont lieu dans le sens opposé)
 - ⇒ **L'évaporation** d'**1g** de sueur chez l'homme **consomme 2,5 kJ**
- L'évaporation a lieu au niveau de la **peau** et des **muqueuses respiratoires**
 - ➔ **Pertes insensibles** = pertes **respiratoires** +++, **urinaires** et **fécales** --
 - ↳ Ces pertes correspondent à **600mL** éliminés en 24h, soit **390kcal**
 - ➔ **Une partie** de ces pertes est **obligatoire et indépendante** de la thermorégulation, **l'autre partie** étant liée aux **besoins thermiques**
- Les **glandes sudoripares** sont impliquées dans l'évaporation:
 - **APOCRINES**
 - ➔ Localisées au niveau des **régions axillaires, pubiennes et inguinales**
 - ➔ Sécrétion **épaisse, peu abondante**, continue et responsable de l'odeur corporelle
 - ➔ Indépendantes de la thermorégulation
 - **ECRINES** → réparties sur **tout le corps** (+++ paume des mains et face)
- La sueur est **hypotonique** au plasma.
- Le **débit sudoral** est très **variable** : de **0** dans les **conditions froides/neutres** jusqu'à **2-6L/h** dans des **conditions chaudes et humides**.

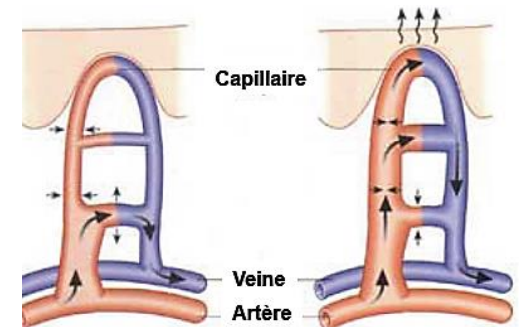
III- LA PRODUCTION DE CHALEUR

Chaleur = **déchet du métabolisme** \varnothing^R produit de façon permanente
 ➔ température optimale pour les réactions enzymatiques/chimiques

- **Métabolisme basal** (au repos) → product° de **36 kcal/m²/h** (*moins chez la ♀*).
 - ⇒ **Activité tissulaire** : **viscères > muscles > cerveau**
- Rôle des **muscles squelettiques** dans la production de chaleur :
 - Activité physique **volontaire** = 90% de la product° de chaleur musculaire
 - **FRISSON** = activité physique **involontaire** qui **multiplie par 4** la production de chaleur.
- **Thermogénèse sans frisson** → sous l'action **d'hormones**
- La production de **chaleur d'origine métabolique** est **inversement proportionnelle** à la **θ externe**.
- Pour maintenir la θ centrale constante, il faut faire **varier l'isolation** (*assurée par l'écorce = tissu sous cutané*) en fonction de la θ extérieure.

⇒ **Environnement froid** → seule la zone centrale est à 37°

⇒ **Environnement chaud** → la θ corporelle est la même que celle de la zone centrale.



Environnement froid	Environnement chaud
Vasoconstrict° du réseau capillaire superficiel = fermeture des shunts artério-veineux . ➔ Evite la déperdition de chaleur	Vasodilatation du réseau capillaire superficiel = ouverture des shunts artério-veineux ➔ Perte de chaleur par convect° et radiat°

Ce système de vasoconstriction/vasodilatation est sous **l'influence** du système **sympathique** mais **dépend aussi** du **territoire** (main, face...)

IV- CONTROLE NERVX DE LA THERMOREGULAT°

La thermorégulation nécessite :

- Des **capteurs spécifiques** sensibles aux variations de température = thermorécepteurs
- Des systèmes **d'intégration**
- Des **effecteurs** permettant de *produire* ou de *dissiper* la chaleur

Structure régulatrice = **hypothalamus**

- ⇒ **Sensibilité +++** : une **variation de 1°C** du sang entraîne une thermogénèse ou une thermolyse

1) Réponse thermique au froid

THERMOGENESE

- Stimulation du **noyau hypothalamique postérieur**
- Stimulation de la **médullosurrénale** → sécrétion **d'adrénaline** → **vasoconstriction cutanée** (localisée)
 - ⇒ le **débit** est **divisé par 10** (passe de 200 mL/min à 20mL/min).
 - ⇒ Entraîne une **hypertension artérielle**.
- **Activation** de la **thyroïde** → s° d'**hormones thyroïdiennes** qui ciblent **toutes les cellules** pour produire plus de chaleur.

L'HORRIPILATION ADRENERGETIQUE (= PILO-ERECTION OU CHAIR DE POULE)

- Les poils sont ainsi sensés emprisonner de l'air pour garder la chaleur (*mécanisme valable chez les animaux plutôt que chez l'homme*)

LE FRISSON

- Met en jeu le **système extra-pyramidal** → entraîne des **contractions désynchronisées** des muscles **squelettiques**.
 - ➔ augmente le métabolisme d'un **facteur 4**

MODIFICATIONS COMPORTEMENTALES

- Vêtements, habitat, posture
- **Activité post-prandiale** (= activité métabolique intense par stockage et transformation chimiques des aliments)
- **Activité musculaire** (qui **multiplie par 20 le métabolisme basal**)

2) Réponse thermique à la chaleur

THERMOLYSE

- Stimulation des **noyaux hypothalamiques antérieurs** = noyaux **préoptiques latéral** et **médian**.

VASODILATATION CUTANE

- Entraîne une **hypotension artérielle**

THERMOGENESE CHIMIQUE

- **Diminution** du **métabolisme**

SUDATION

- Activée si la **température** ambiante **dépasse les 30-32°C**
- **Glandes sudoripares** sous l'action du sympathique → rôle dans l'acclimatation en provoquant **l'augmentation** de la **sudation** et la **diminution** de l'excrétion de **NaCl** et **d'eau** par le rein.

ADAPTATIONS COMPORTEMENTALES

Rq : l'homme lutte plus difficilement contre la chaleur que contre le froid.