

THERMOREGULATION

P.C.E.M. 2
Cours de Physiologie

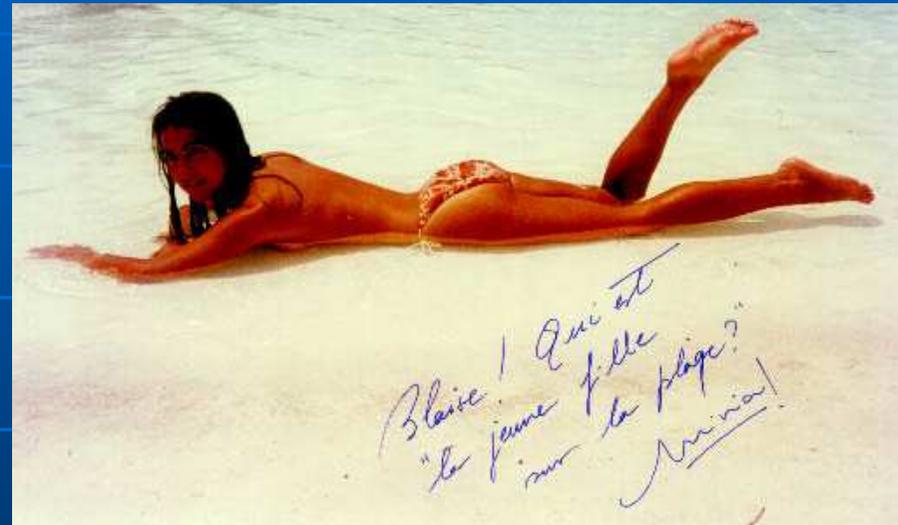
Dr Michel PETITJEAN
Mars 2010

Stratégie face à l'environnement

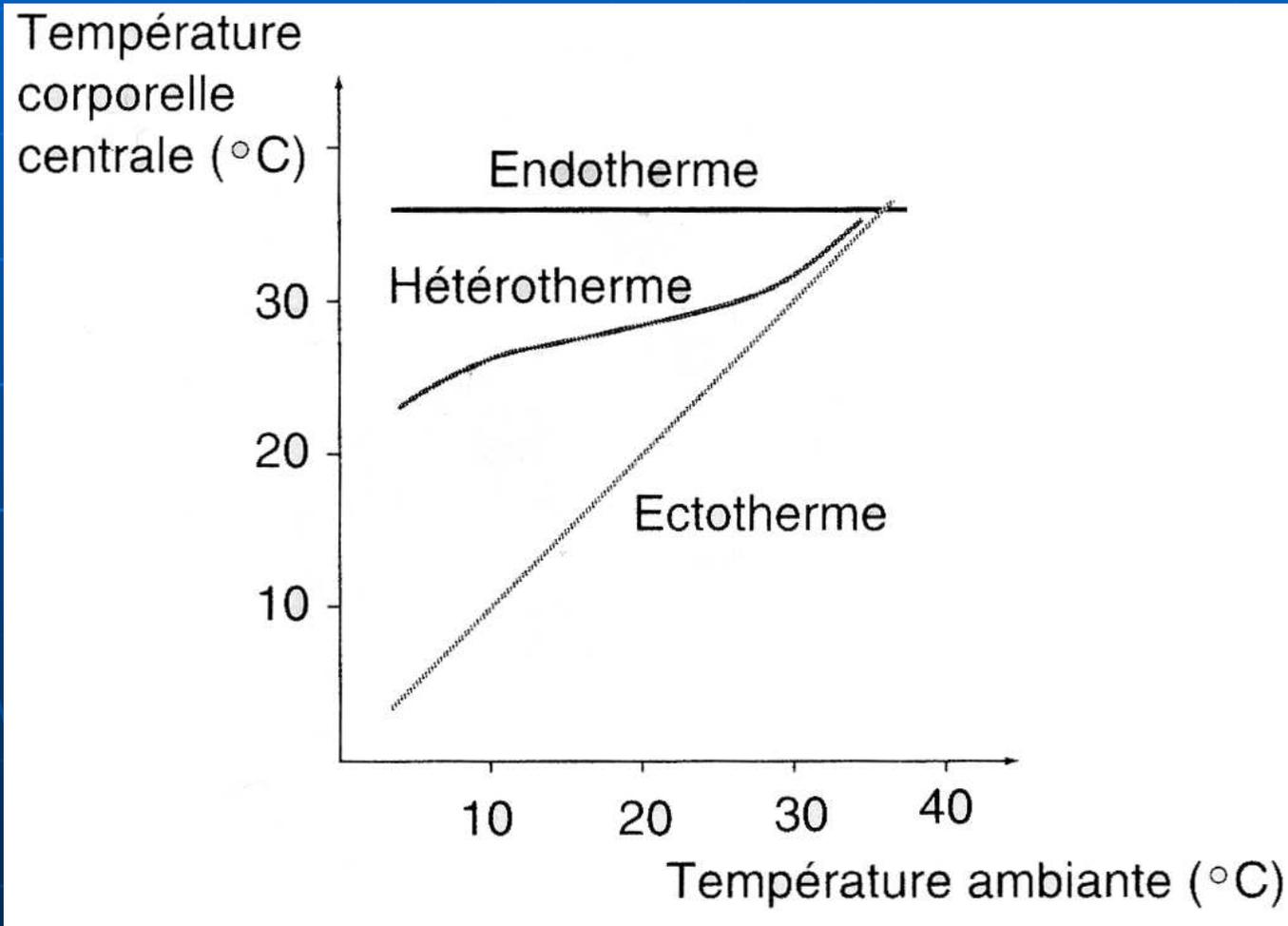
- Poïkilotherme



- Homéotherme



Variation de la température en fonction de la température ambiante

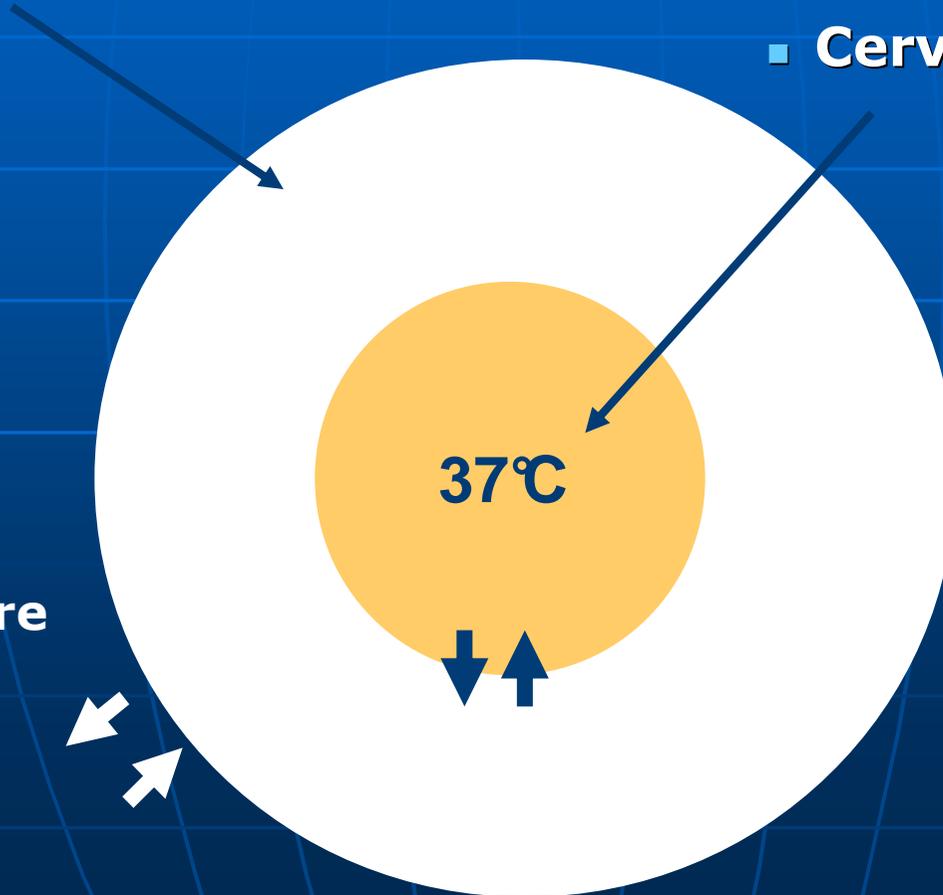


1. Température centrale

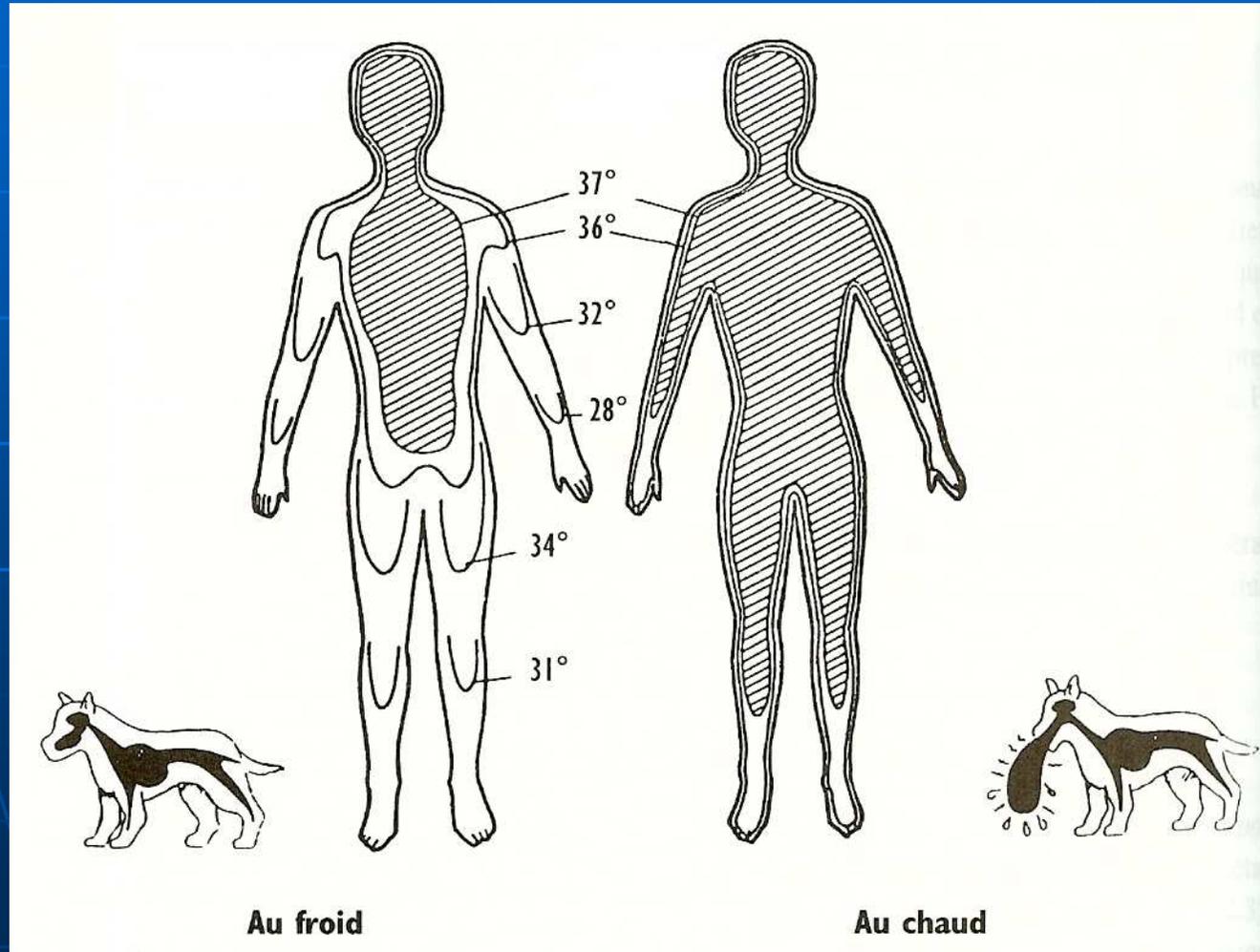
Température(s)

- Températures superficielles
 - Peau
- Température centrale
 - Viscères, muscles
 - Cerveau

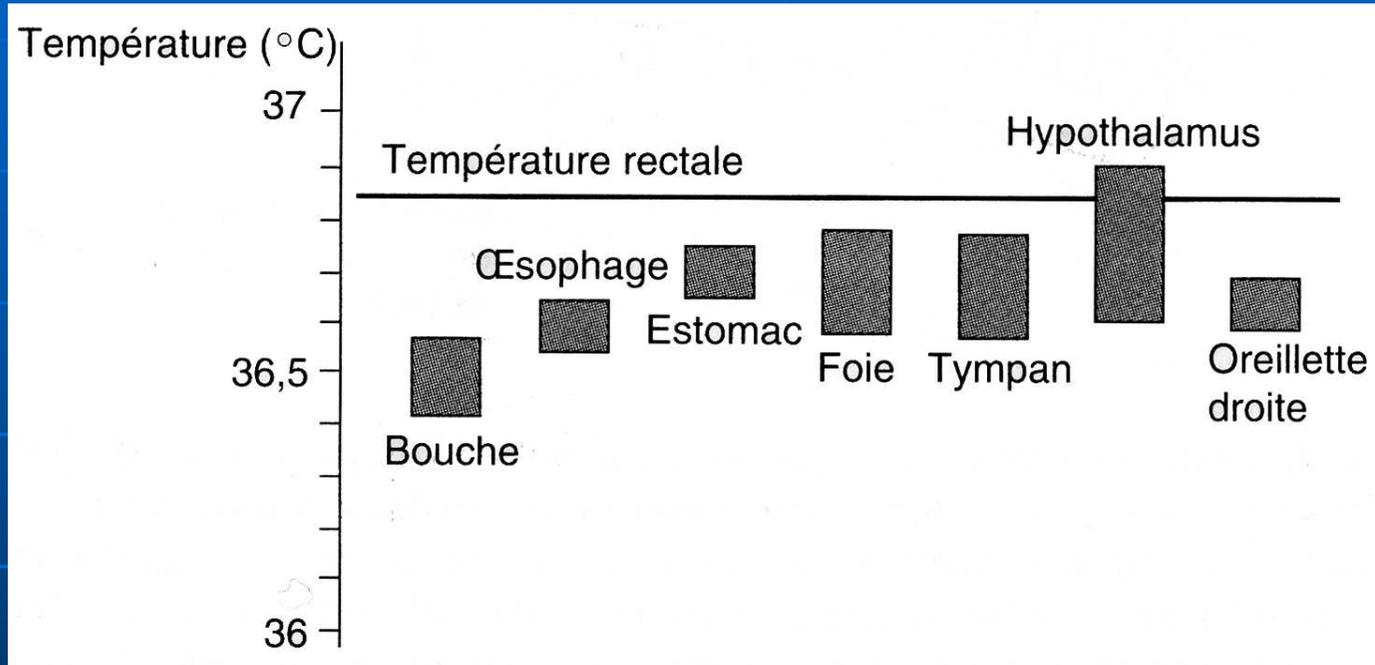
Température
ambiante



Noyau / Périphérie

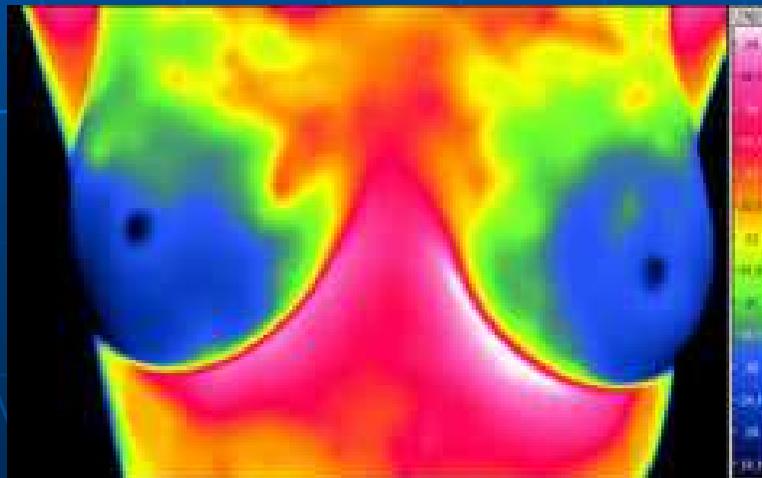
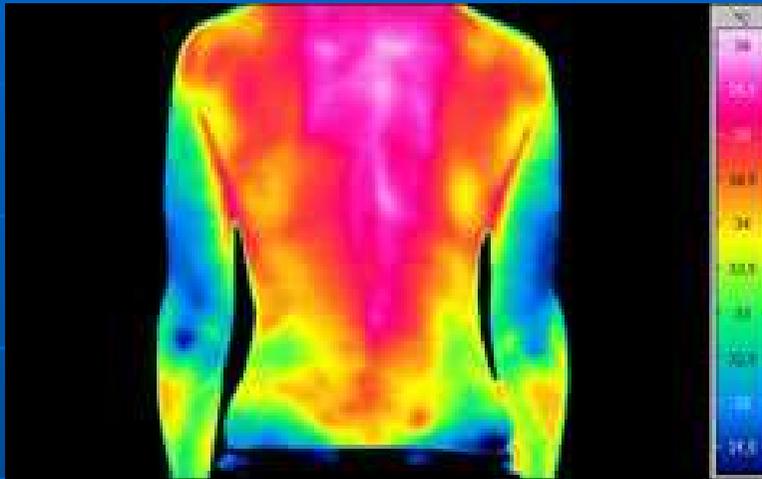


Variation locale de la température dans différents organes



Transferts importants entre les organes

Températures cutanées



Thermomètres

T rectale

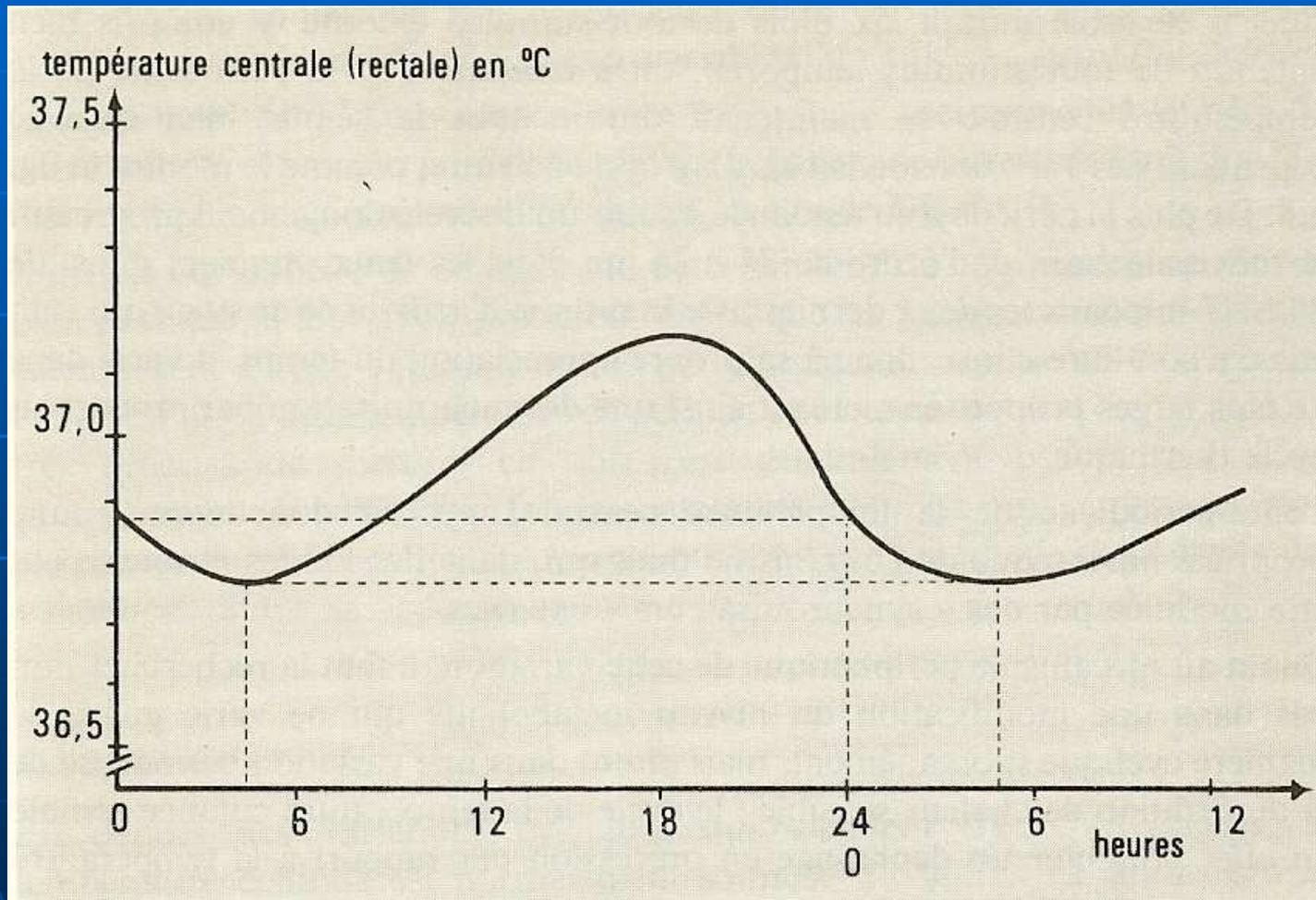


T axillaire et
sublinguale

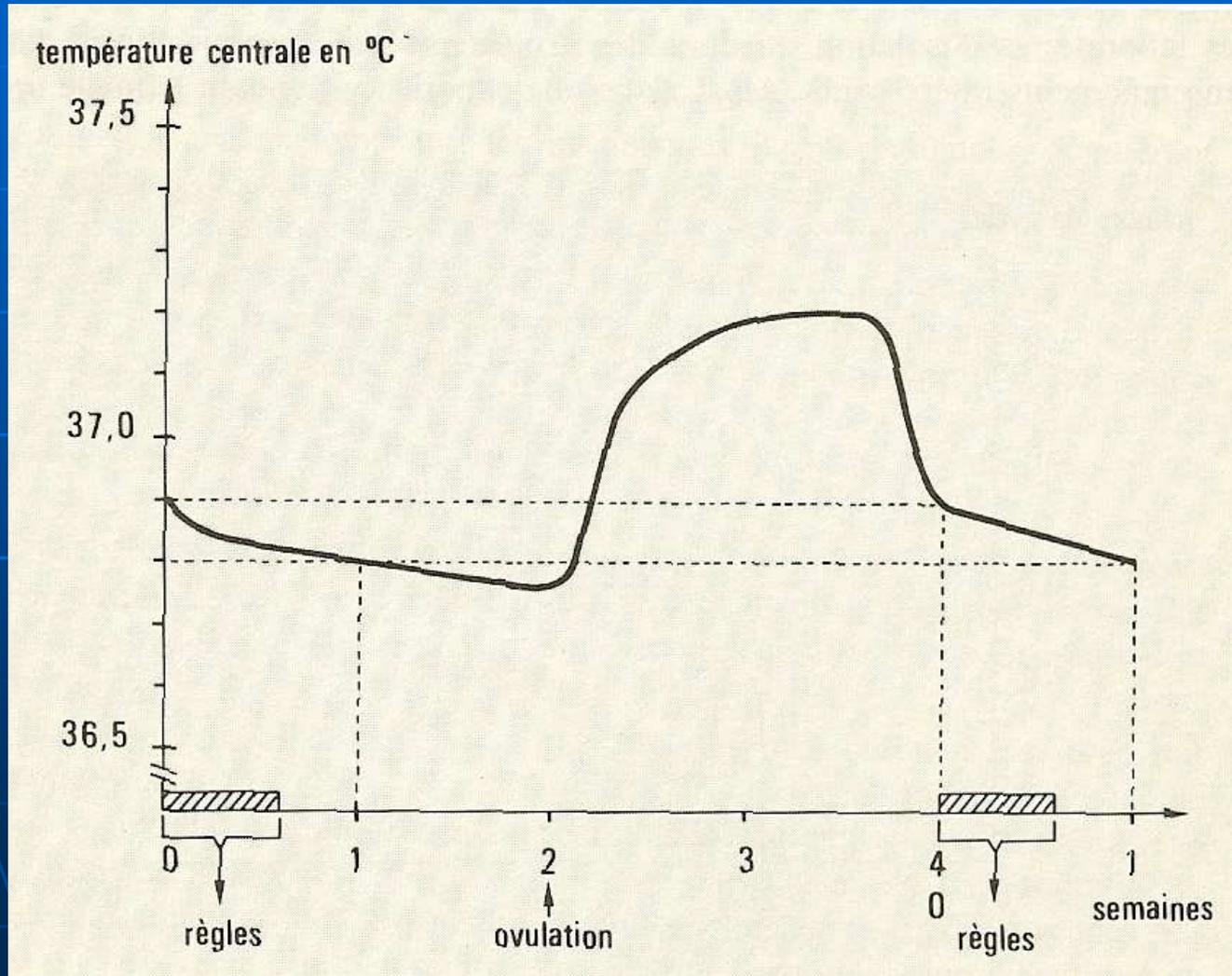


T tympanique

Variation de la température rectale au cours du nyctémère



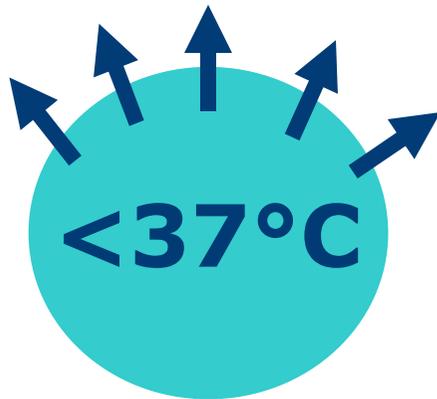
Variations menstruelles de la température rectale chez la femme



1. Température centrale
2. Échanges thermiques

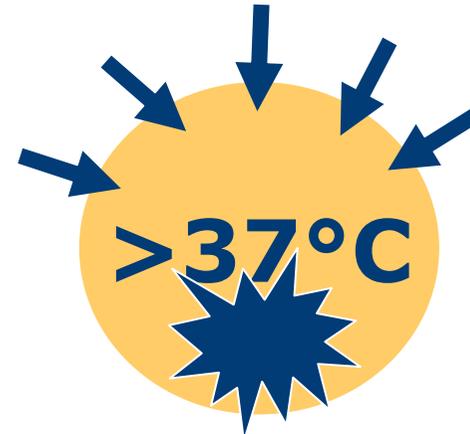
Températures / Échanges thermiques

■ Hypothermie



Ambiances froides

■ Hyperthermie



Ambiances chaudes
Chaleur endogène

Ambiances thermiques



- **Température ambiante**
- **Rôle du vent**
- **Humidité**
- **Rayonnement**

Chaleur endogène



- Métabolisme basal



TAB



cellulaire

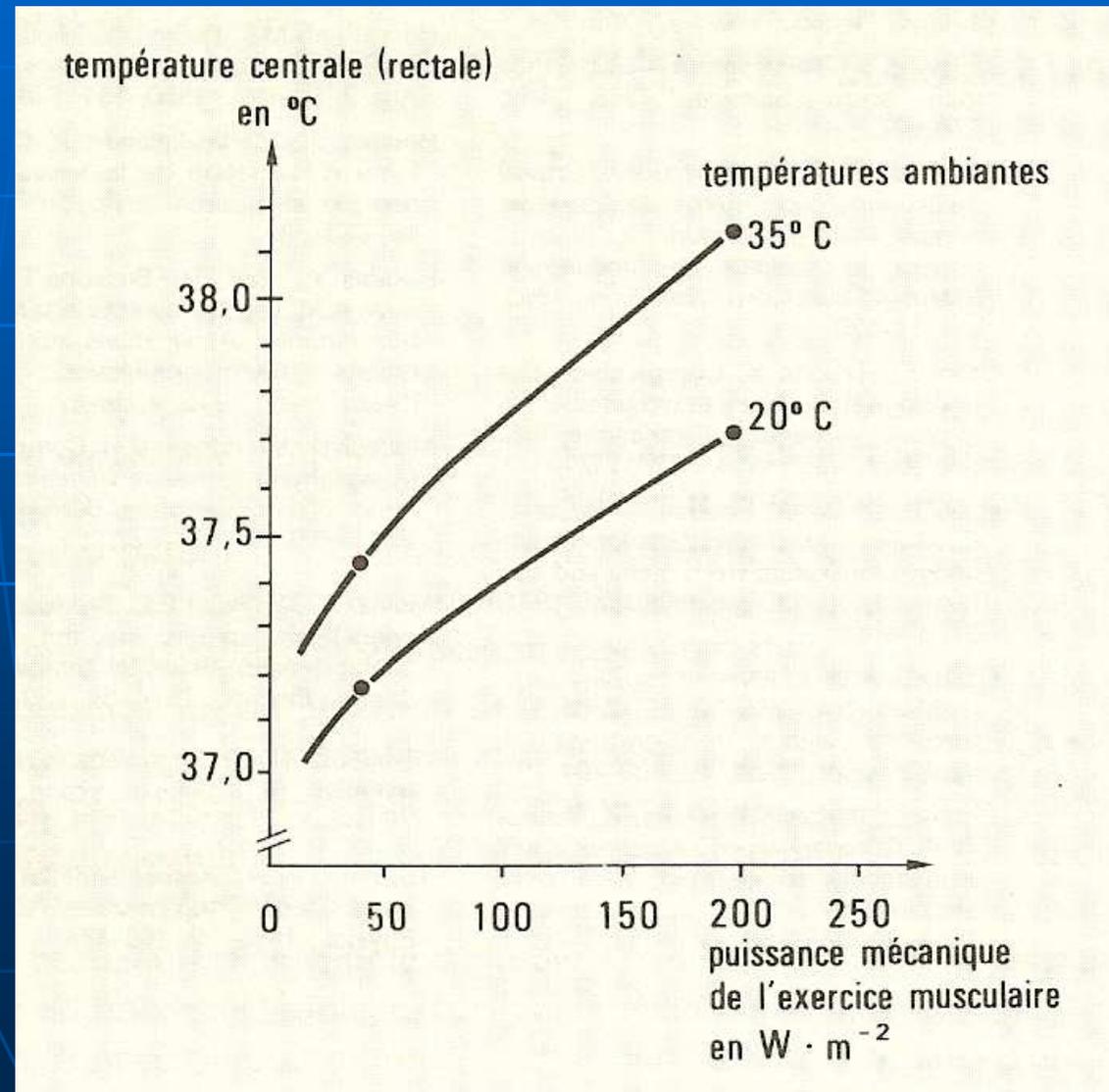


- Exercice musculaire



80% en chaleur

Température centrale et exercice

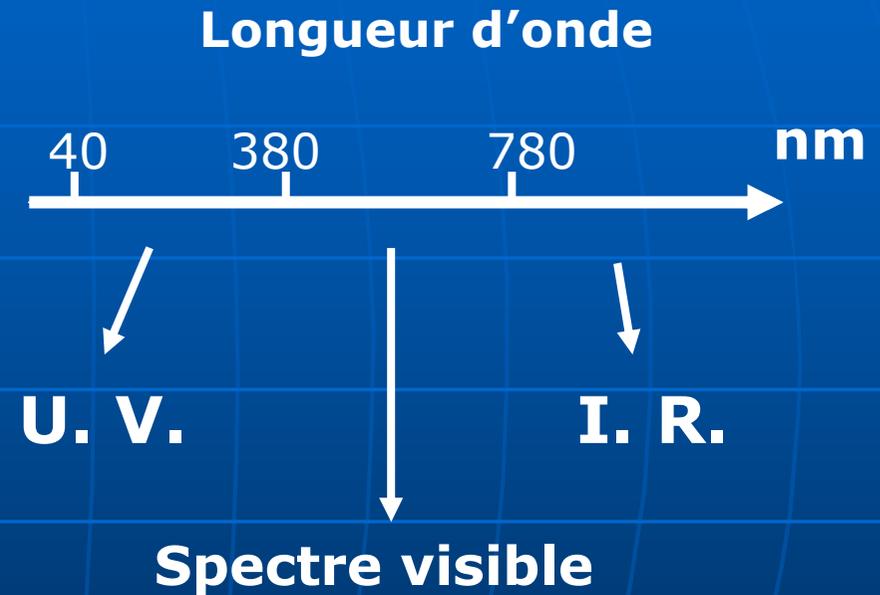


Échanges thermiques (1)



- **CONDUCTION**
- Surface de contact
- Différence de température

Échanges thermiques (2)

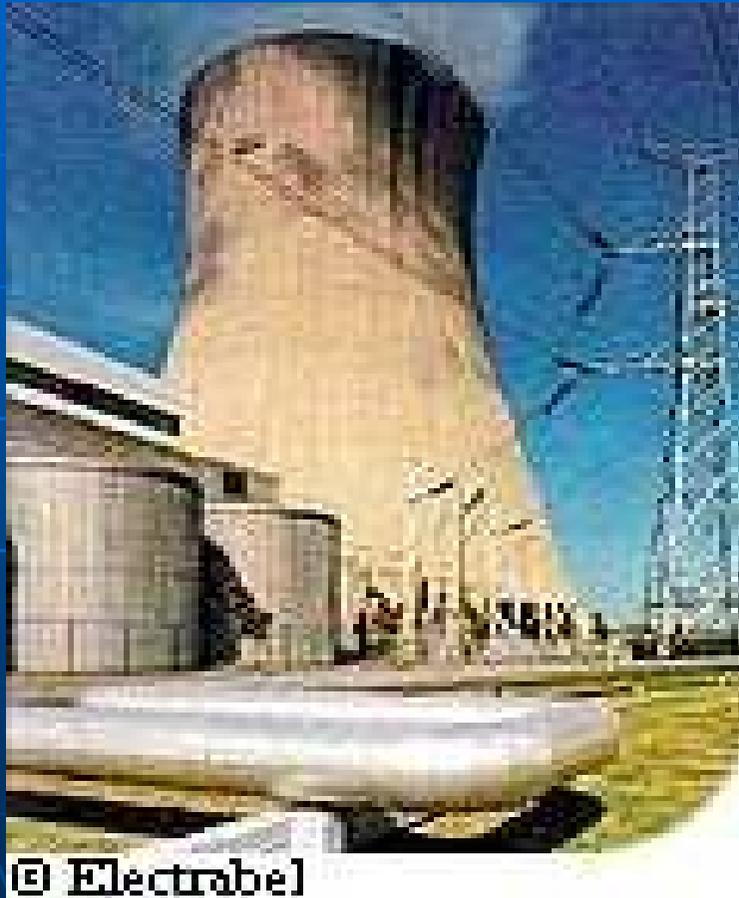


■ RADIATION

Infrarouge

Surface exposée

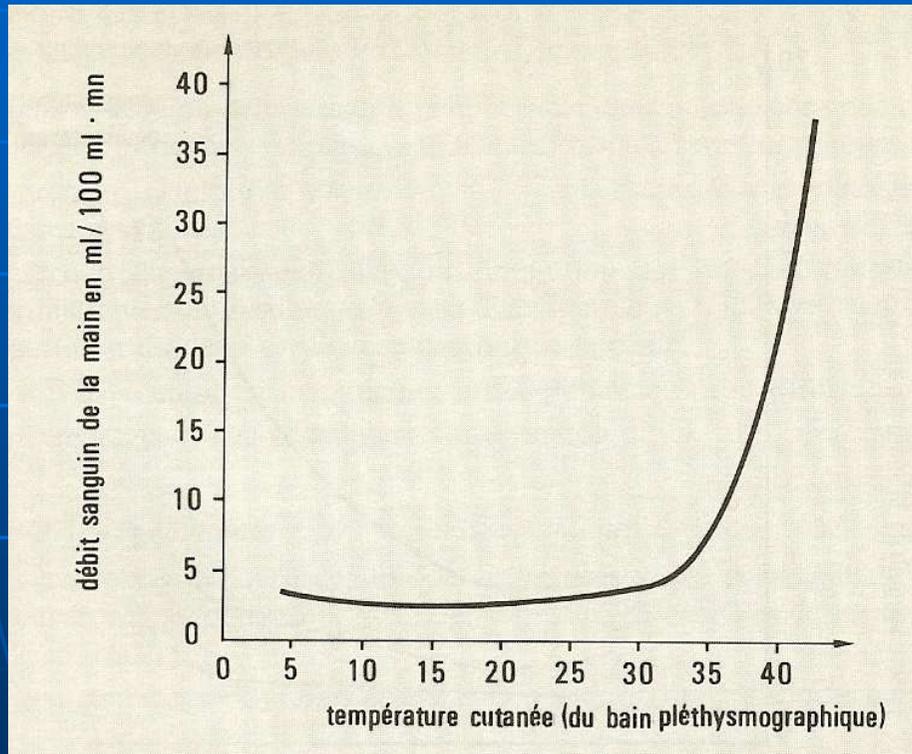
Échanges thermiques (3)



- EVAPORATION
- 0,585 Kcal/g
- Voies respiratoires
- Peau

1. Température centrale
2. Échanges thermiques
3. Lutte contre le chaud

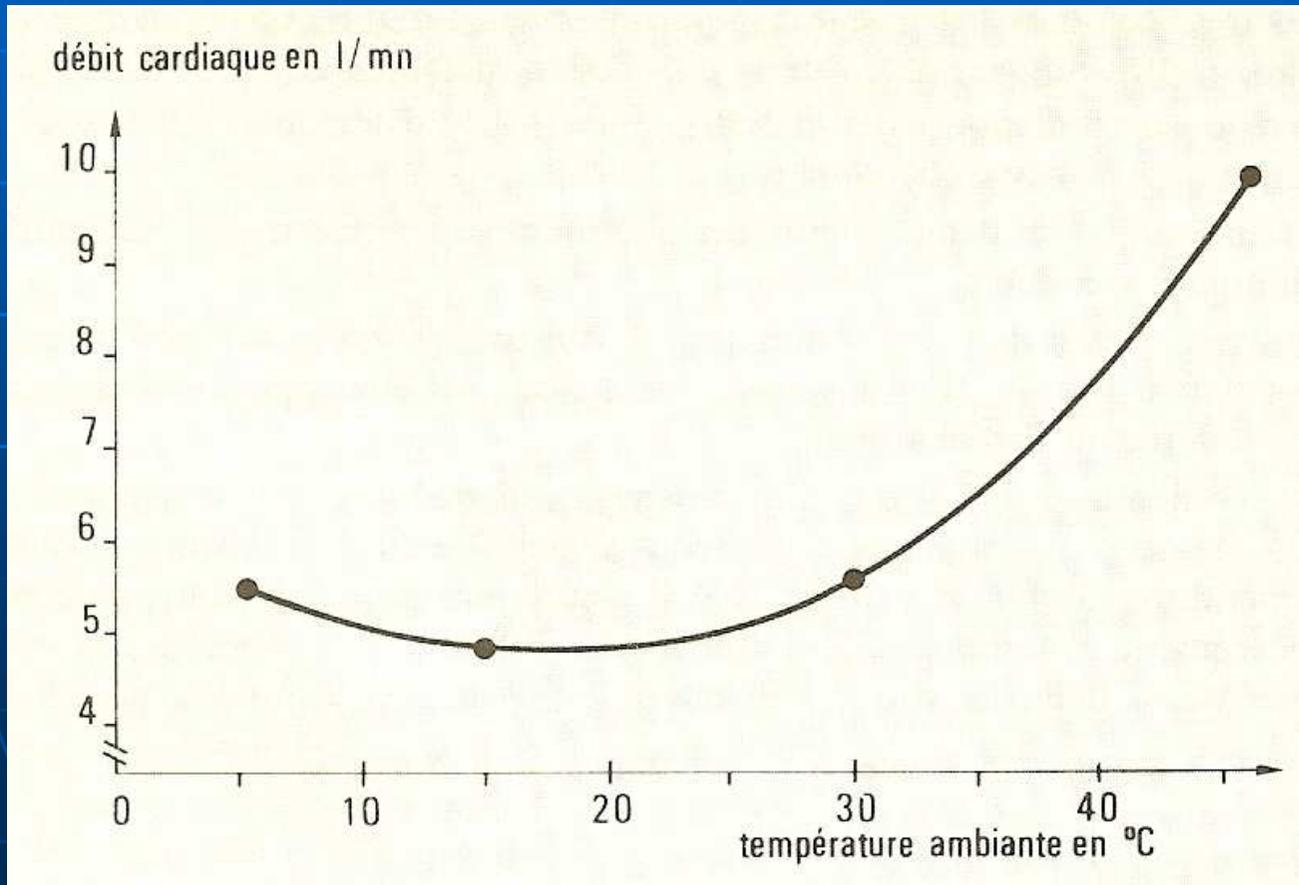
Lutte contre le chaud (1)



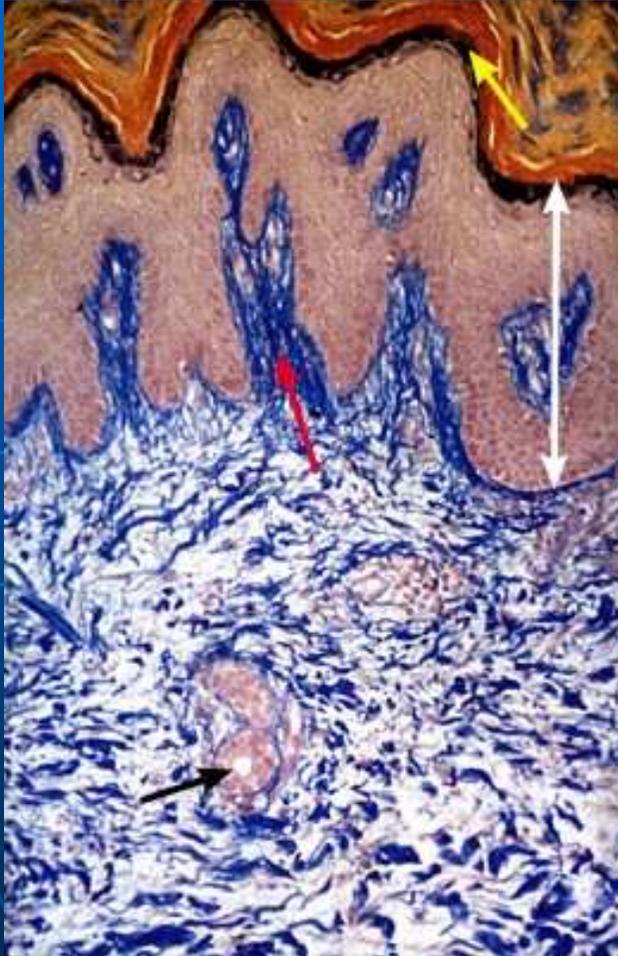
- Vasomotricité
- Anastomoses artério-veineuses
 - Index: 500
 - E. Thénar: 115
 - Avant-bras: néant
- Innervation Σ

Lutte contre le chaud (2)

- Variation du débit cardiaque



Lutte contre le chaud: sudation



- Glandes sudoripares
- Répartition
- Mouillure cutanée
- 1l/heure
- Innervation Σ

Lutte contre le chaud: comportement



- Abri (ombre)
- Vêtue (réfléchissante)
- Ventilation, climatisation
- Hydratation (évaporation)
- Chez l'animal: torpeur, estivation

Lutte contre le chaud

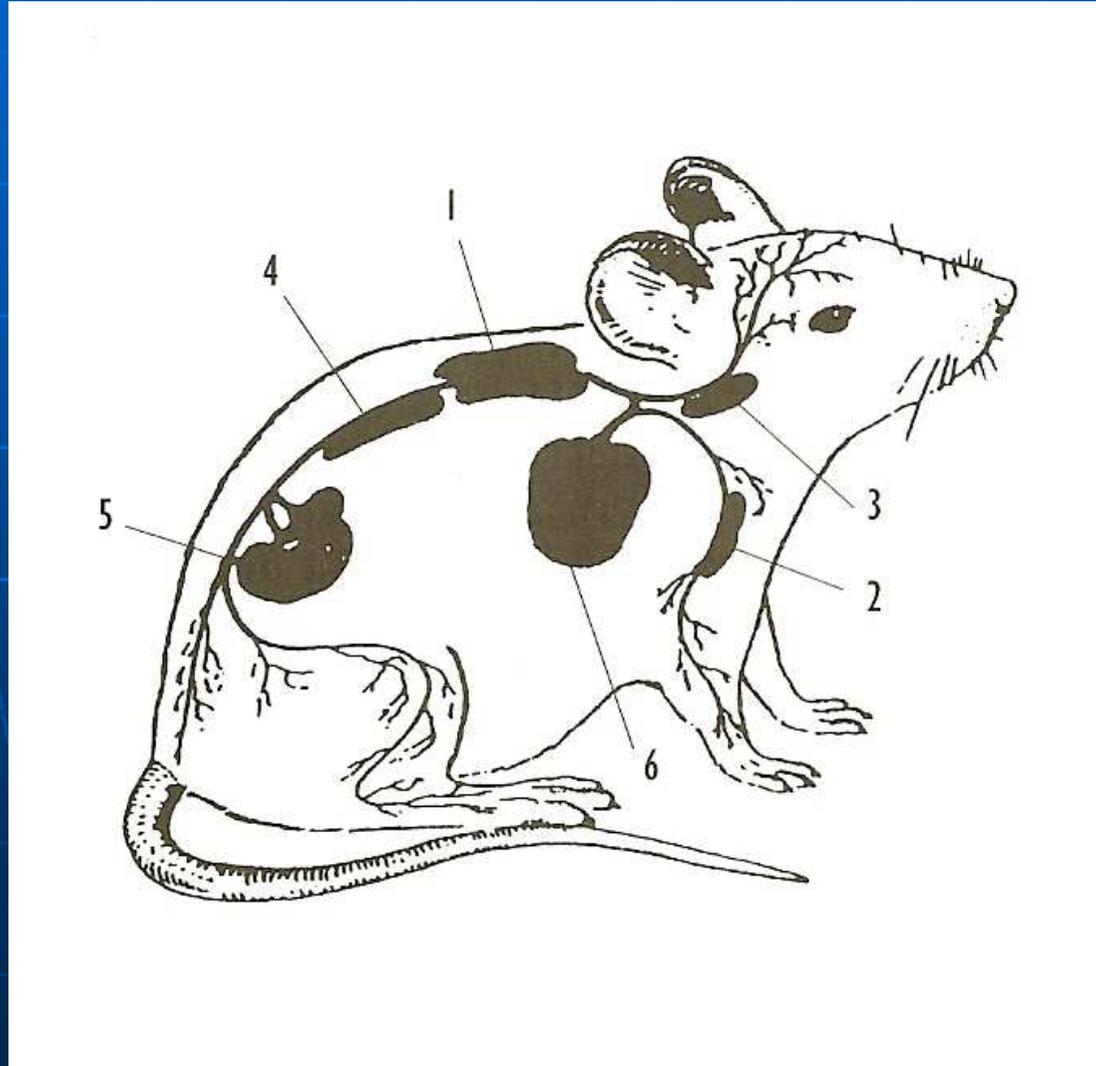
- Vasodilatation cutanée
- Sudation
- (Polypnée superficielle chez l'animal)
- Comportement

1. Température centrale
2. Échanges thermiques
3. Lutte contre le chaud
4. Lutte contre le froid

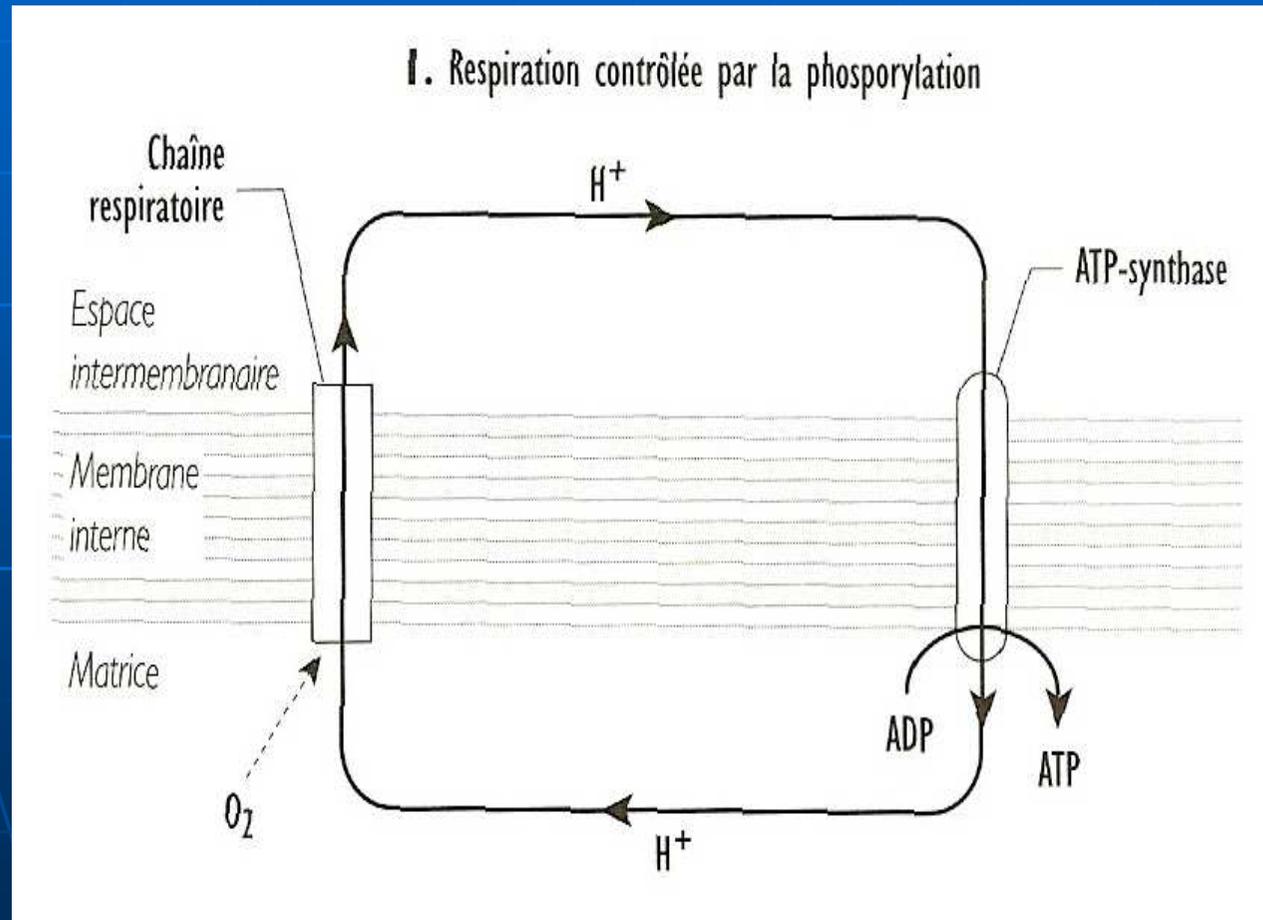
Lutte contre le froid: frisson

- Nature du frisson: bouffée d'EMG (10-15 Hz)
- Répartition musculature
- Section racine postérieure
- Section de moelle / paraplégique
- Section f. pyramidal
- Section f. réticulo-spinal (E et I)

Lutte contre le froid: Tissu Adipeux Brun

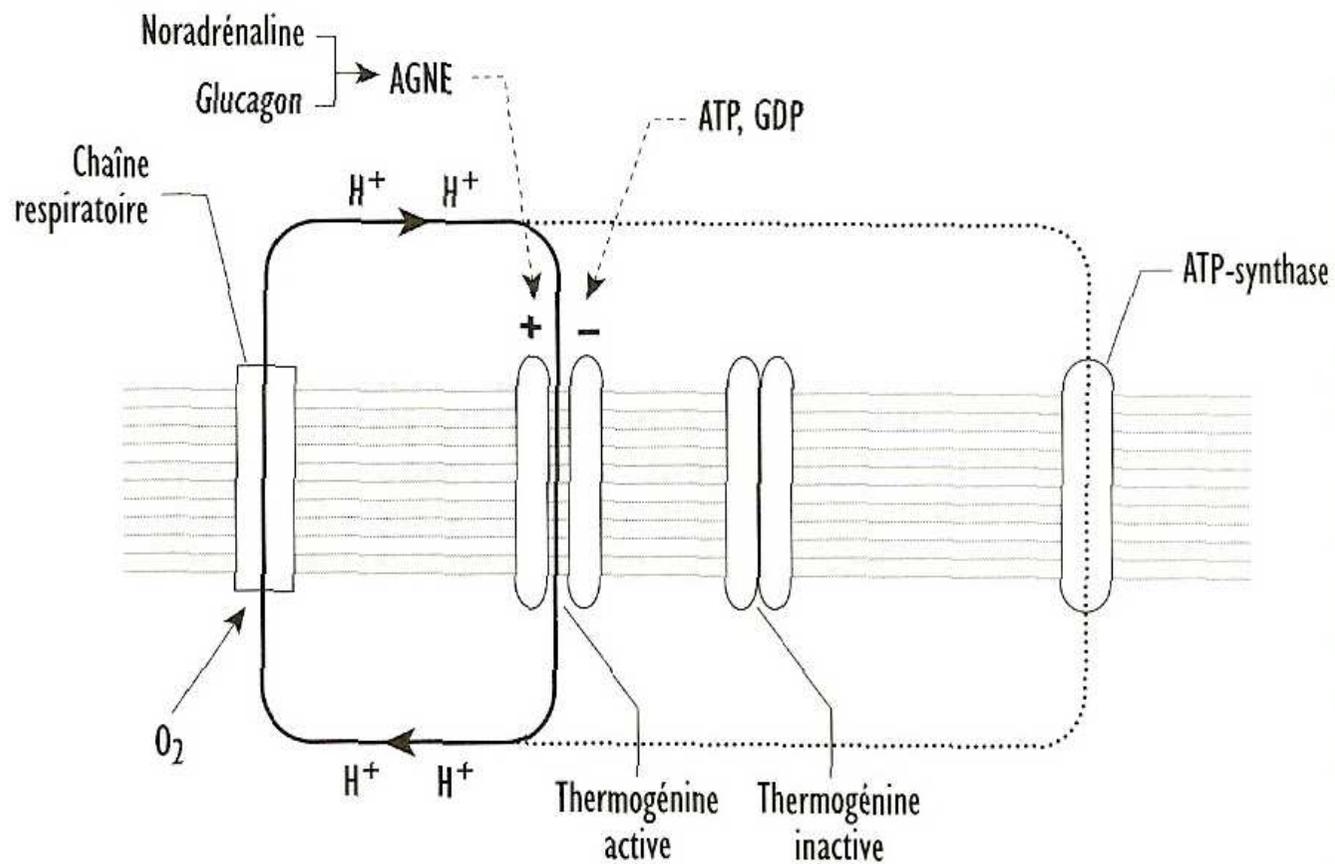


Lutte contre le froid: métabolisme



Lutte contre le froid: métabolisme

2. Respiration découplée



Lutte contre le froid



■ Comportement

- Postural
- Vêtement (extrémités+++)
- Abri, Chauffage
- Exercice musculaire

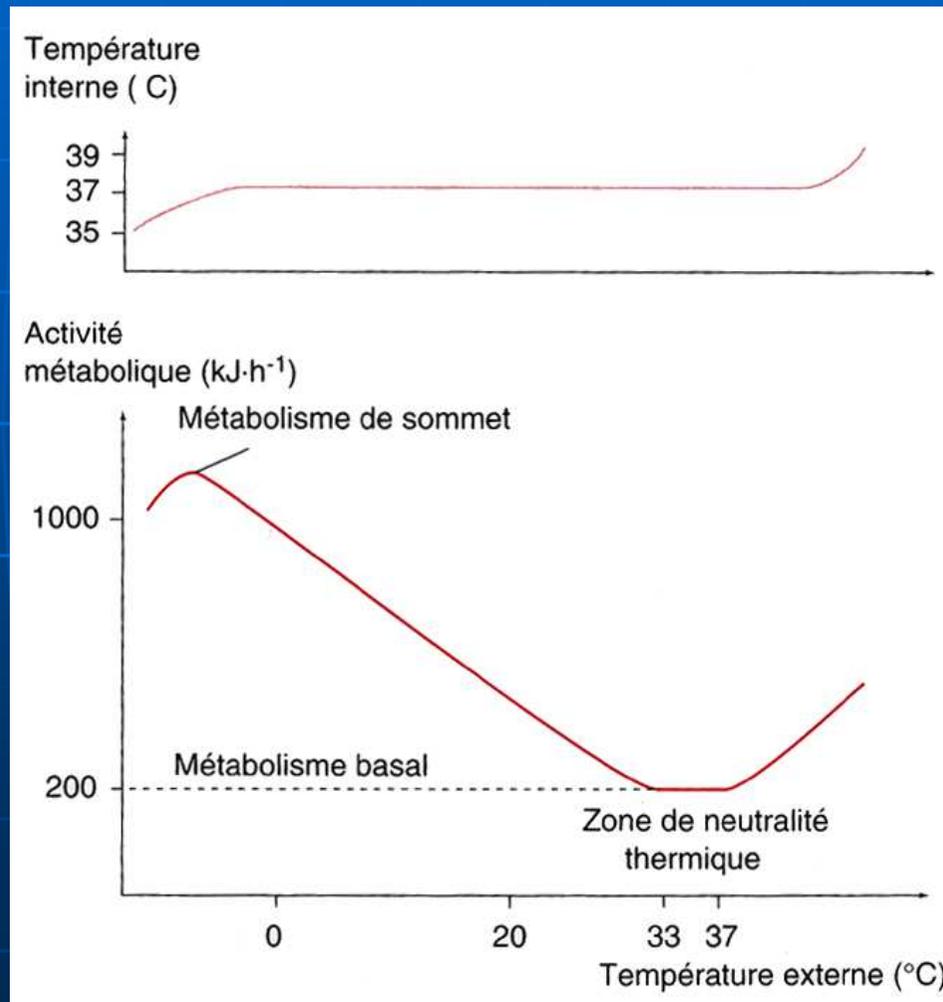
Lutte contre le froid

- Vasoconstriction cutanée
- Métabolisme
- Frisson
- Piloérection
- Comportement
- Exercice musculaire

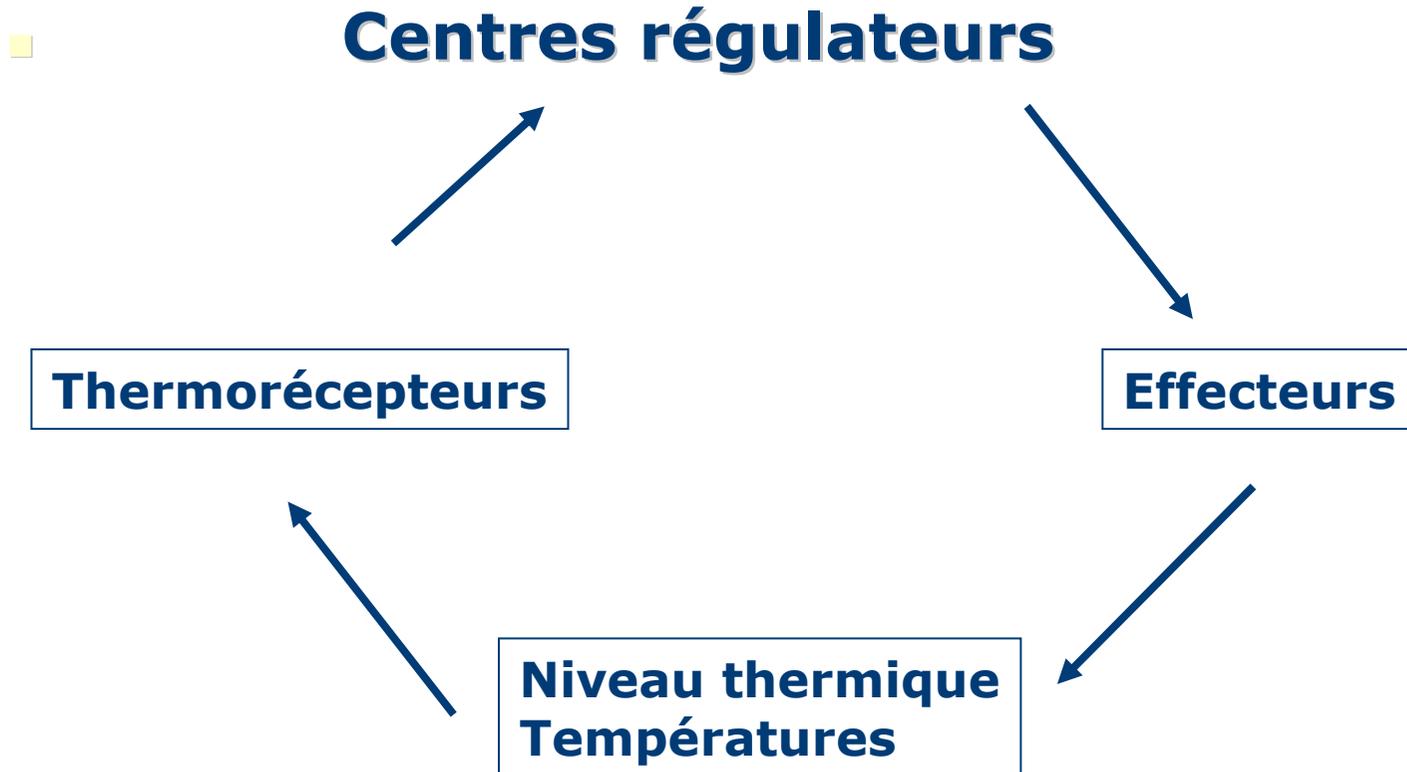
1. Température centrale
2. Échanges thermiques
3. Lutte contre le chaud
4. Lutte contre le froid
5. Régulation thermique

Notion de thermorégulation

La thermorégulation a pour fonction de maintenir la température interne constante lorsque la température externe varie dans de larges limites.



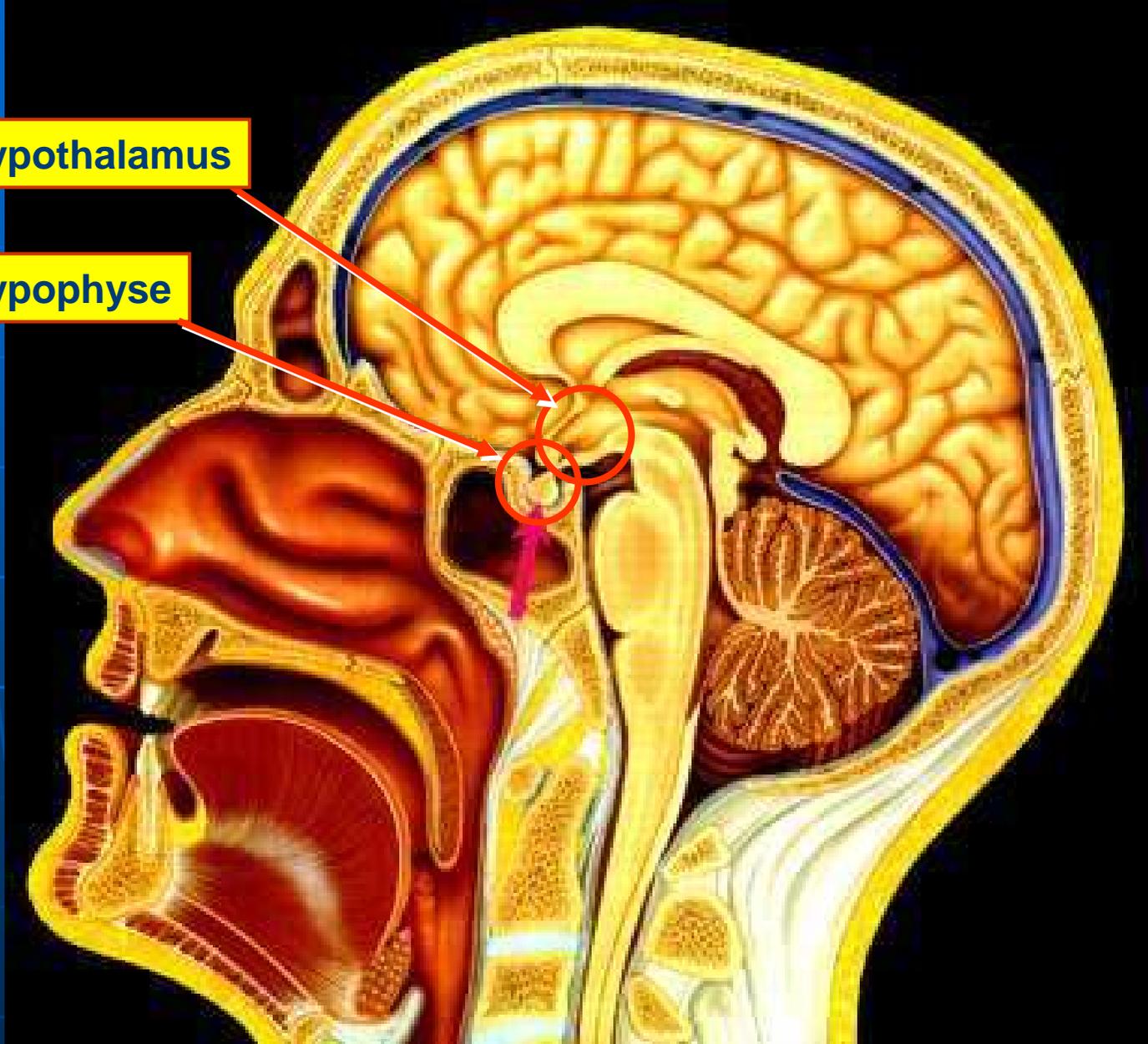
Boucle régulatrice



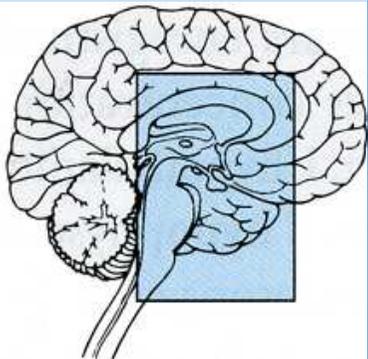
1. Température centrale
2. Échanges thermiques
3. Lutte contre le chaud
4. Lutte contre le froid
5. Régulation thermique
6. Rôle de l'hypothalamus

Hypothalamus

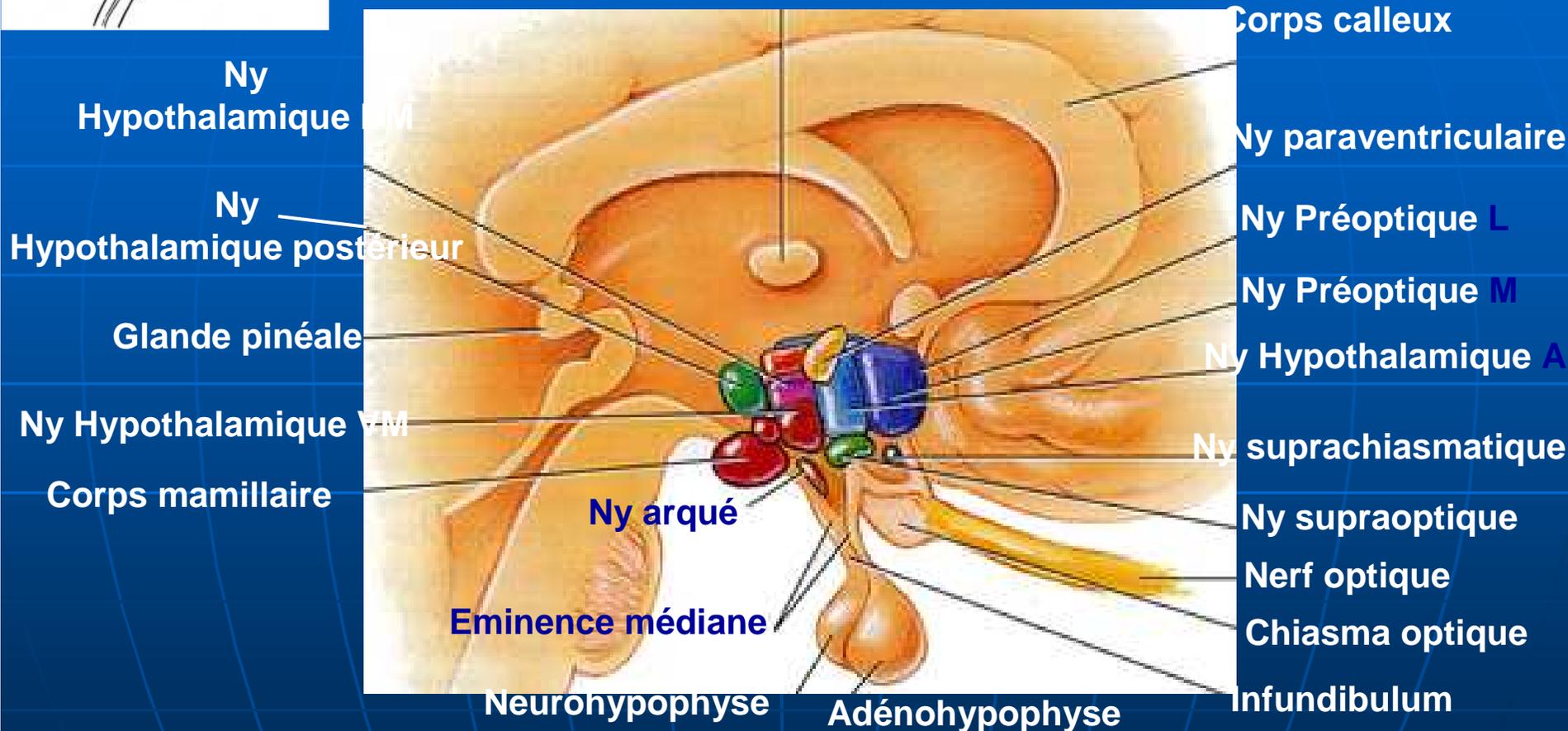
Hypophyse



Hypothalamus et noyaux hypothalamiques



Adhérence interthalamique



Ny: noyau, VM: ventro-médian; DM: dorso-latéral; M: médian; L: latéral; A: antérieur

Expériences de destruction

- **Hypothalamus antérieur:**
- Suppression de la lutte contre le chaud
- Préservation lutte contre le froid
- **Hypothalamus postérieur:**
- Suppression de la lutte contre le froid
- Animal poïkilothermique

Expériences de stimulation

■ Hypothalamus antérieur (en ambiance froide) :

- Inhibition du frisson
- Vasodilatation périphérique
- Polypnée thermique

■ Hypothalamus caudal (en ambiance chaude):

- Inhibition du frisson
- Vasoconstriction
- Inhibition de la polypnée thermique

Centres hypothalamiques

- Hypothalamus antérieur

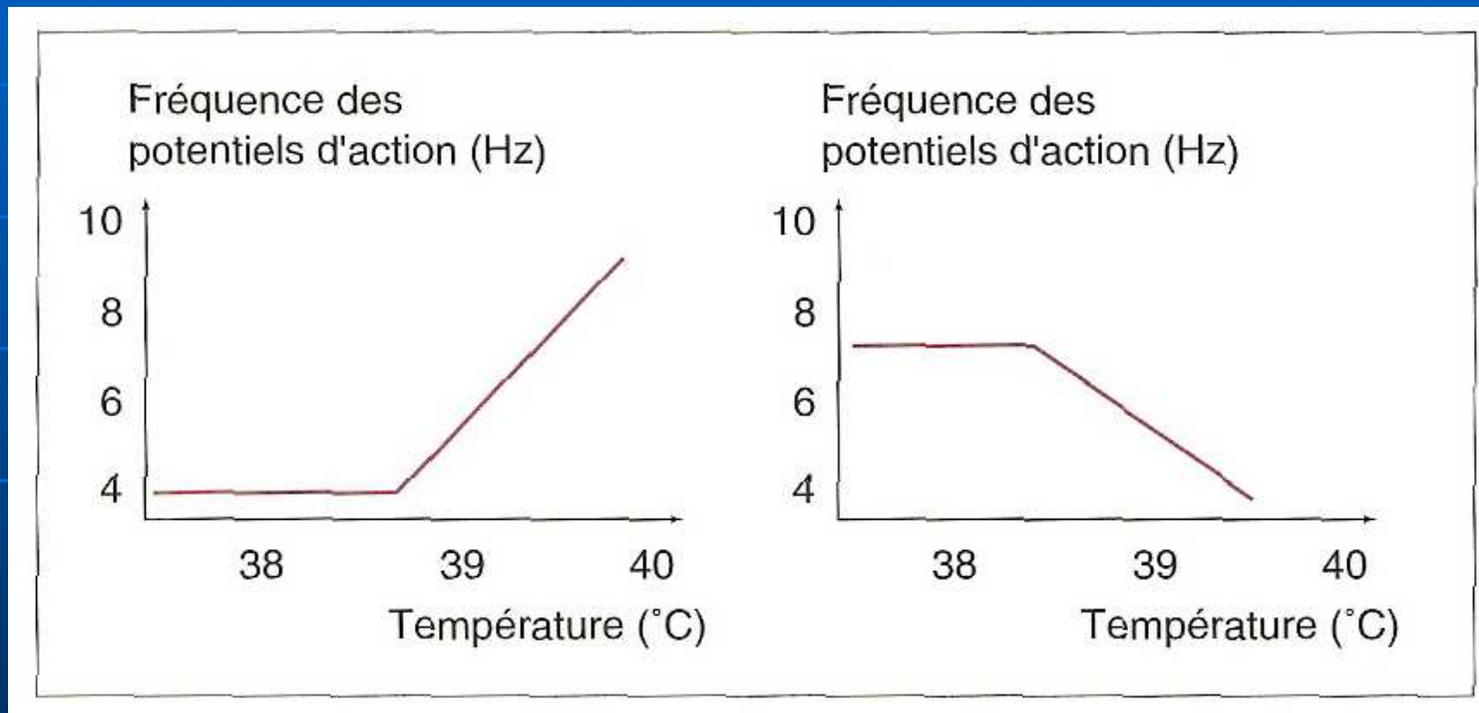
➔ Thermolytique

- Hypothalamus postérieur

➔ Thermogénique

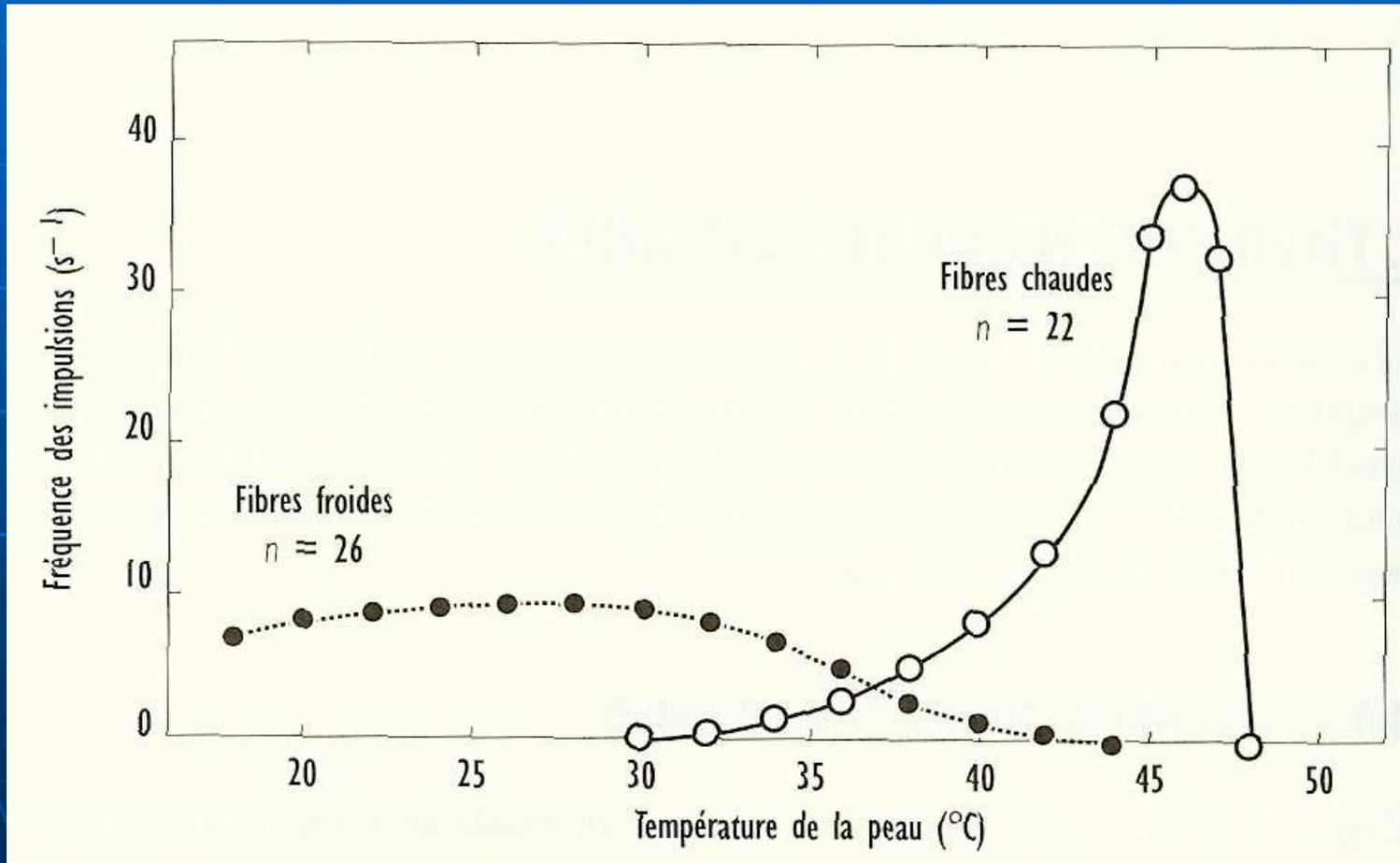
1. Température centrale
2. Échanges thermiques
3. Lutte contre le chaud
4. Lutte contre le froid
5. Régulation thermique
6. Rôle de l'hypothalamus
7. Récepteurs centraux

Hypothalamus (2)

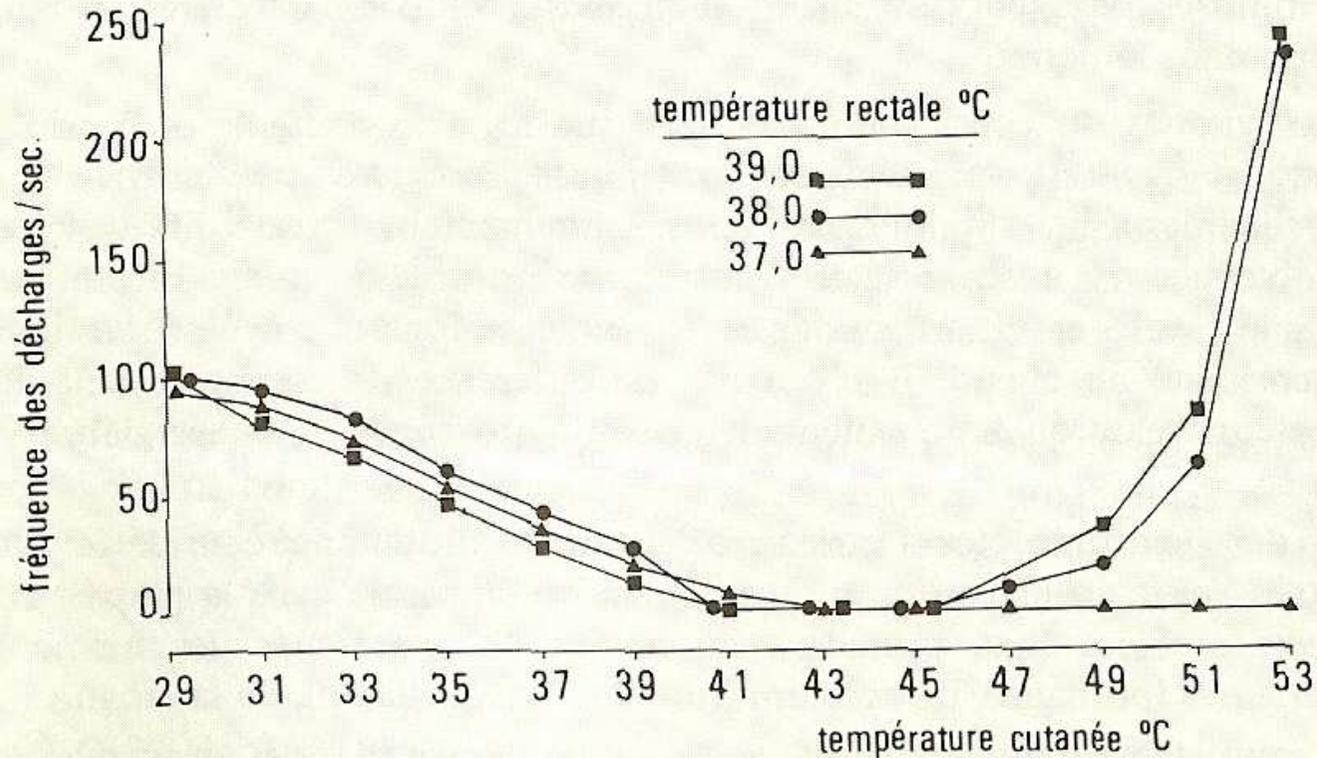


1. Température centrale
2. Échanges thermiques
3. Lutte contre le chaud
4. Lutte contre le froid
5. Régulation thermique
6. Rôle de l'hypothalamus
7. Récepteurs centraux
8. Récepteurs périphériques

Thermorécepteurs périphériques (1)



Paradoxe des récepteurs au froid



10.11 Fréquence de décharge en état stable d'une fibre afférente isolée (récepteur au froid) en fonction de la température cutanée locale.

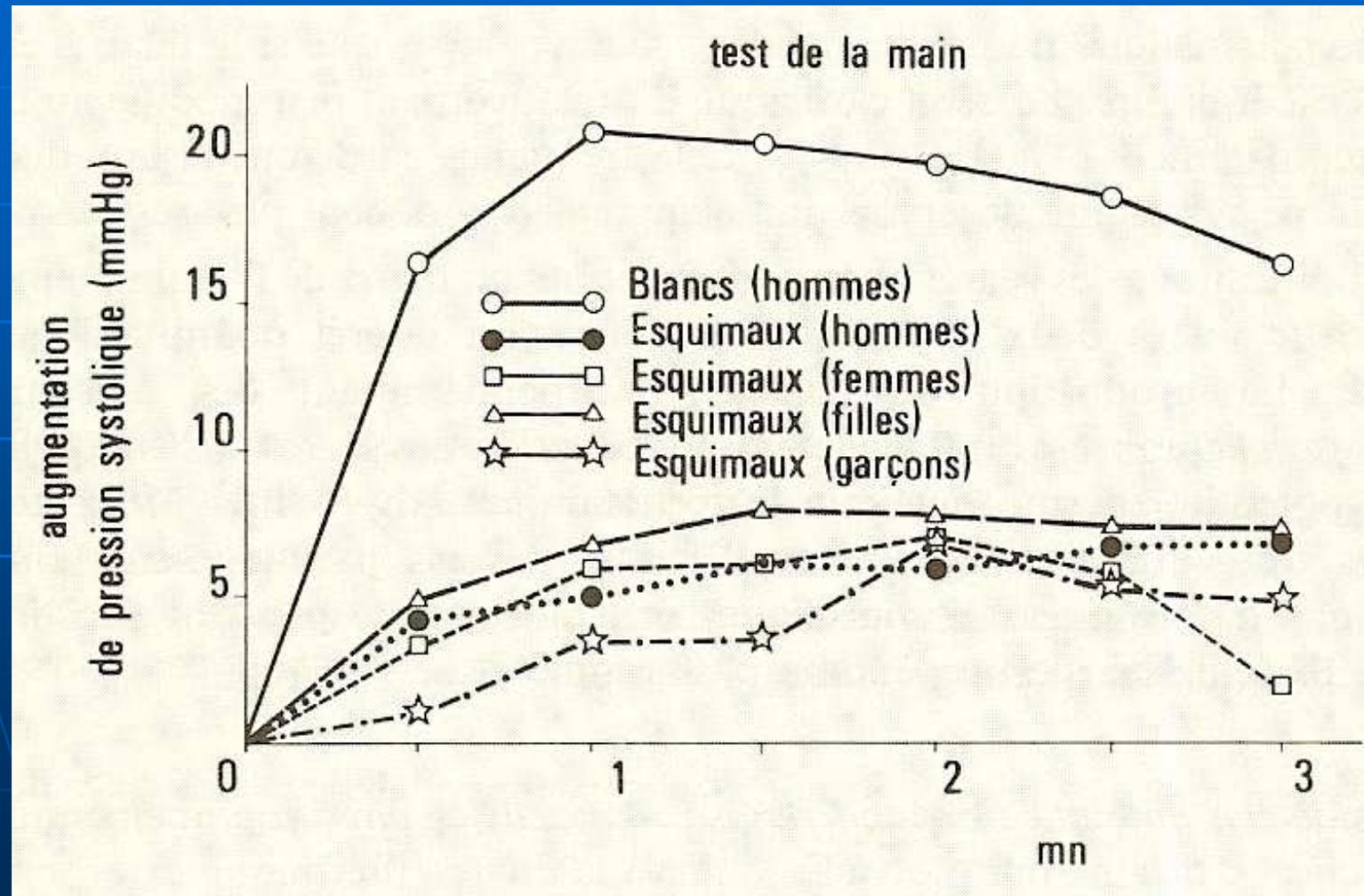
Etude successive pour trois températures rectales différentes chez le singe. L'activité paradoxale du récepteur pour les températures très chaudes est influencée par la température profonde de l'animal (d'après [référence]).

1. Température centrale
2. Échanges thermiques
3. Lutte contre le chaud
4. Lutte contre le froid
5. Régulation thermique
6. Rôle de l'hypothalamus
7. Récepteurs centraux
8. Récepteurs périphériques
9. Acclimatement, adaptations

Acclimatement

- Exposition au froid ou au chaud
- Acclimatement artificiel
 - Augmentation du TAB interscapulaire chez le rat exposé au froid
 - Blocage par le propranolol
- Acclimatement naturel
 - Aborigènes d'Australie
 - Alacalufs de la Terre de Feu
 - Esquimaux

Adaptation au froid



Adaptation au chaud

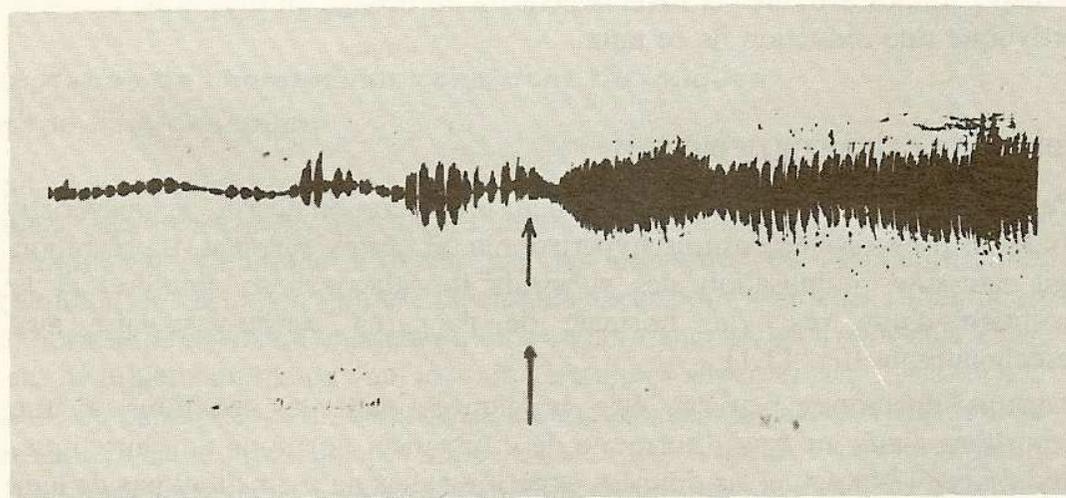
- **Exposition répétée à la chaleur au repos**
- **Augmentation du débit sudoral**
- **Mise en jeu plus rapide**
- **Diminution de la salinité de la sueur**
- **Redistribution du débit sanguin vers les territoires cutanés (bradykinines des glandes sudoripares)**

1. Température centrale
2. Échanges thermiques
3. Lutte contre le chaud
4. Lutte contre le froid
5. Régulation thermique
6. Rôle de l'hypothalamus
7. Récepteurs centraux
8. Récepteurs périphériques
9. Acclimatement, adaptations
10. Participations endocriniennes

Participations endocriniennes (1)

■ Catécholamines

- Majoration du frisson
- Stimulation de la lipolyse
- Hyperglycémie



11.2 Tracé électromyographique de frisson recueilli au niveau des muscles de la nuque chez le chien exposé au froid.

La flèche indique le début d'une perfusion d'adrénaline ($0,6\mu\text{g} \cdot \text{kg} \cdot \text{mn}$). Il existe une facilitation du frisson durant toute la durée de la perfusion. Temps total de la séquence : 10 minutes.

Participations endocriniennes (2)

- **Hormones thyroïdiennes**
 - Thyroxine, TSH
 - Pas d'effet direct systématique
- **Contrôle du niveau de métabolisme basal**
- **Synergie d'action avec les catécholamines**
- **Hypothyroïdie / hyperthyroïdie**

Participations endocriniennes (3)

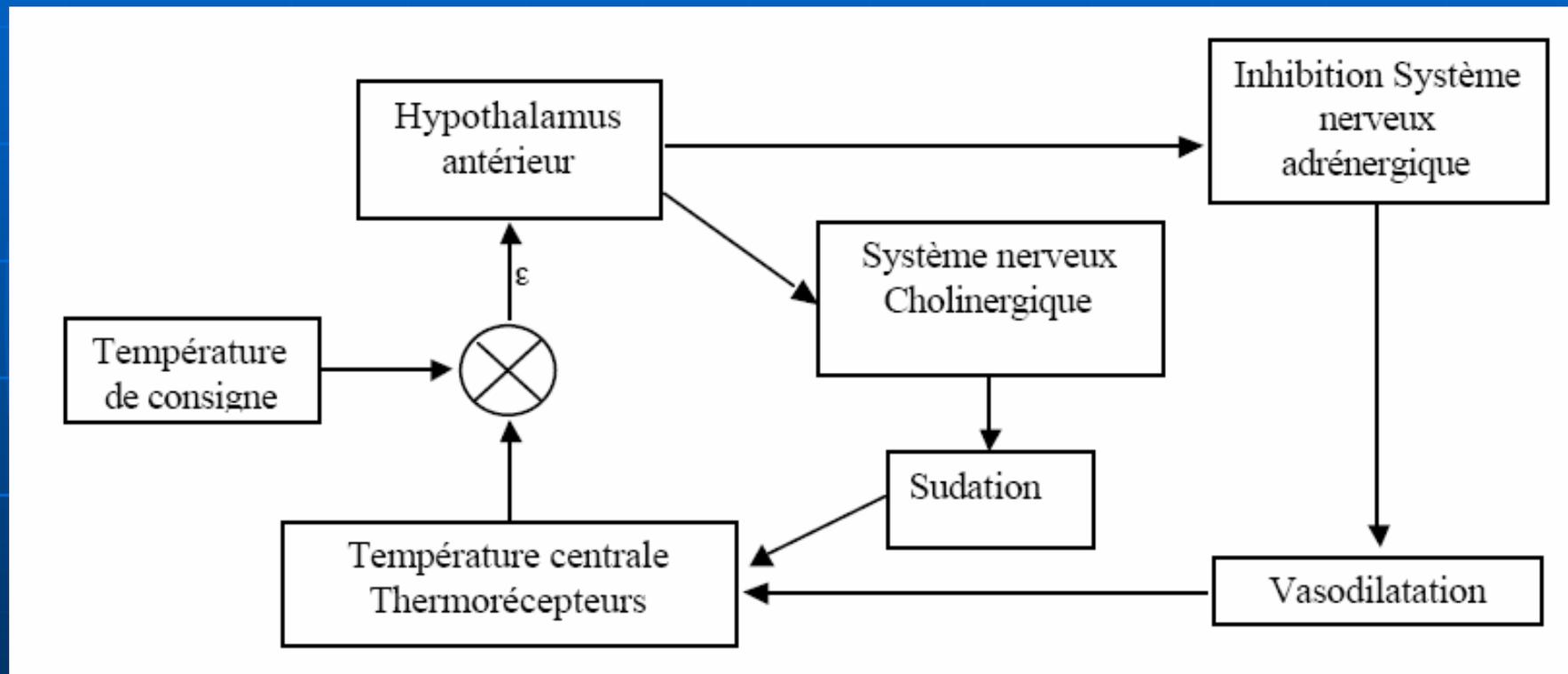
■ **Exposition au froid:**

- Sécrétion accrue de glucocorticoïdes
- Hypertrophie cortex surrénal

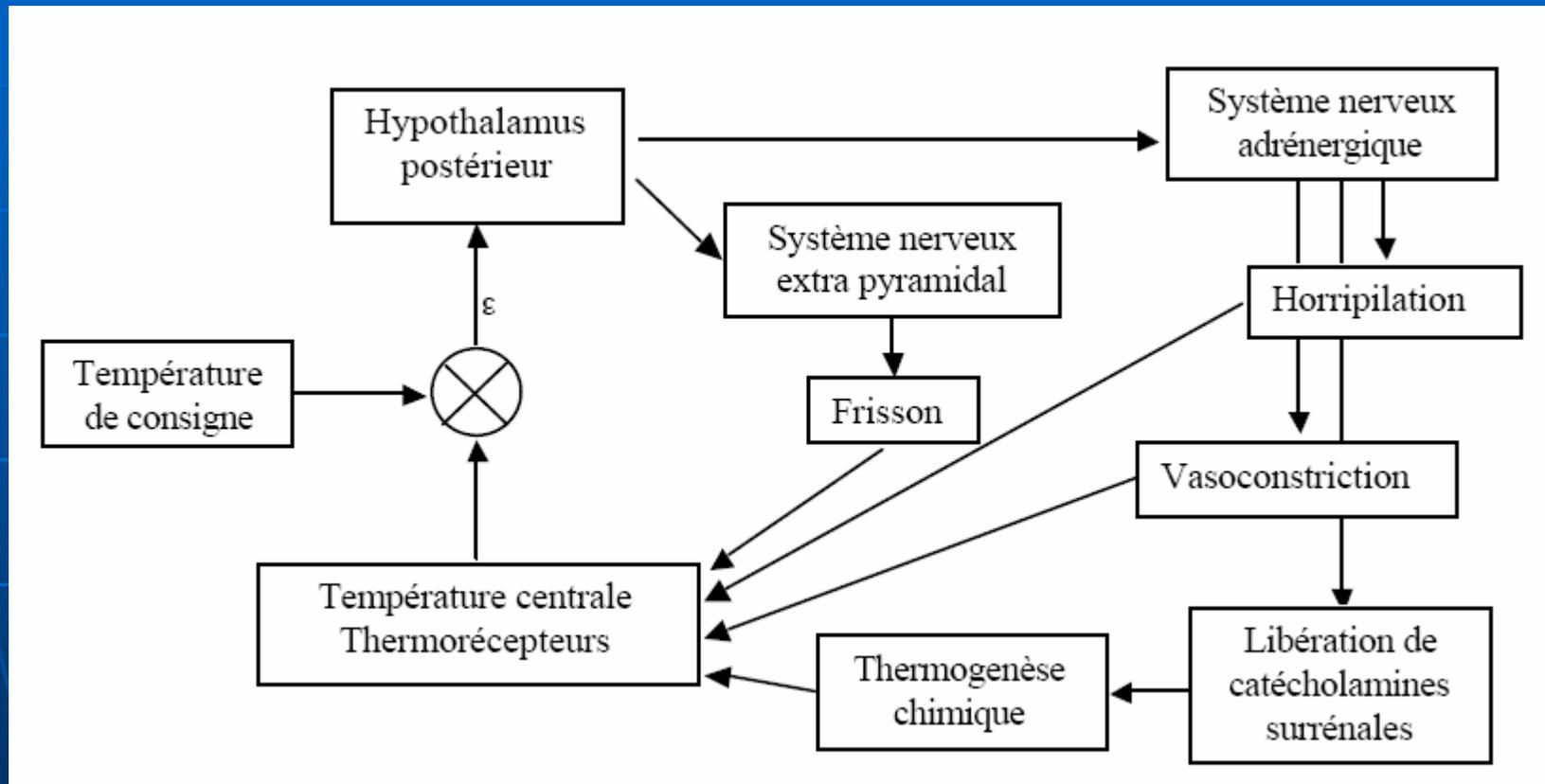
■ **Action:**

- Lipolyse
- Néoglycogénèse

Lutte contre le chaud



Lutte contre le froid

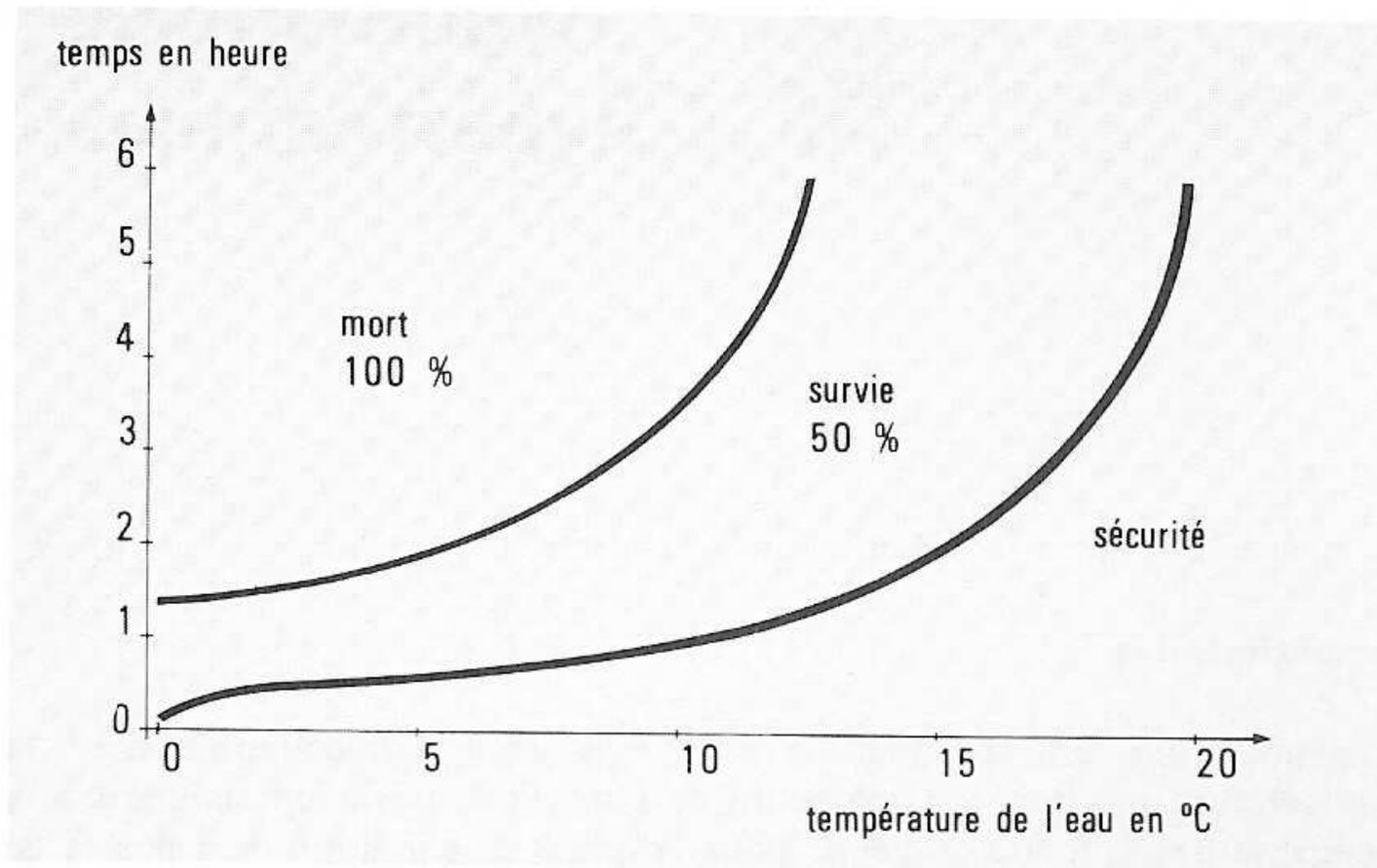


1. Température centrale
2. Échanges thermiques
3. Lutte contre le chaud
4. Lutte contre le froid
5. Régulation thermique
6. Rôle de l'hypothalamus
7. Récepteurs centraux
8. Récepteurs périphériques
9. Acclimatement, adaptations
10. Participations endocriniennes
11. Hypothermie

Hypothermie du sujet sain

- **Immersion en eau froide**
(naufrage en mer)
- **Alpinisme**
(avalanche)
- **Hiver** (absence de chauffage)
- **Chute rapide des températures superficielles**
- **Puis baisse de la température centrale**
- **Signes:**
 - Rigidité extra pyramidale
 - Troubles psychiques (34-35°C)
 - Coma (30-31°C)
 - Mort par troubles du rythme (24-29°C)

Immersion dans l'eau froide



Position de survie



Hypothermie accidentelle

- **Vieillard**
- **Nourrisson**
- **Anesthésie générale**
- **Intoxications**
(neuroleptiques, alcool)
- **Atteinte neurologiques** des centres régulateurs
- **Pas de lutte contre le froid**
- **Plus d'homéothermie**
- **Chute rapide de la température centrale**

Hypothermie provoquée

- Arrêt circulatoire de longue durée sous anesthésie
- ↓
- Chirurgie cardiaque
- Bains
- Couverture réfrigérante
- Circulation extracorporelle (CEC)
- Lavage gastrique
- Dialyse péritonéale

1. Température centrale
2. Échanges thermiques
3. Lutte contre le chaud
4. Lutte contre le froid
5. Régulation thermique
6. Rôle de l'hypothalamus
7. Récepteurs centraux
8. Récepteurs périphériques
9. Acclimatement, adaptations
10. Participations endocriniennes
11. Hypothermie
12. Hyperthermie

Hyperthermie

- **Ambiance** **chaude**, humide, climatique ou industrielle
- **Charge thermique endogène** (exercice musculaire)
- **Combinaison des deux**
- **Coup de chaleur**
- **Fièvre**
- **Hyperthermie maligne**

Coup de chaleur

- **Température centrale $\geq 41^{\circ}\text{C}$**
- **Altération de la conscience**
- **Arrêt de la sudation**
- **Hypotension**
- **Troubles de l'hémostase**
- **Convulsions**
- **Syncopes**

Fièvre

- **Substances pyrogènes endogènes**
leucocytaires libérées sous l'action
d'endotoxines bactériennes
(interleukine 1)
- **Prostaglandines E1 et E2**
- **Maintien d'une homéostasie**
- **Déplacement de la température de
consigne**
- **Antipyrétiques**

Hyperthermie: prévention



- **Vêtements**
- **Ombre**
- **Hydratation**
- **Repos**
- **Ventilation**
- **Climatisation**

Hyperthermie: traitement

