

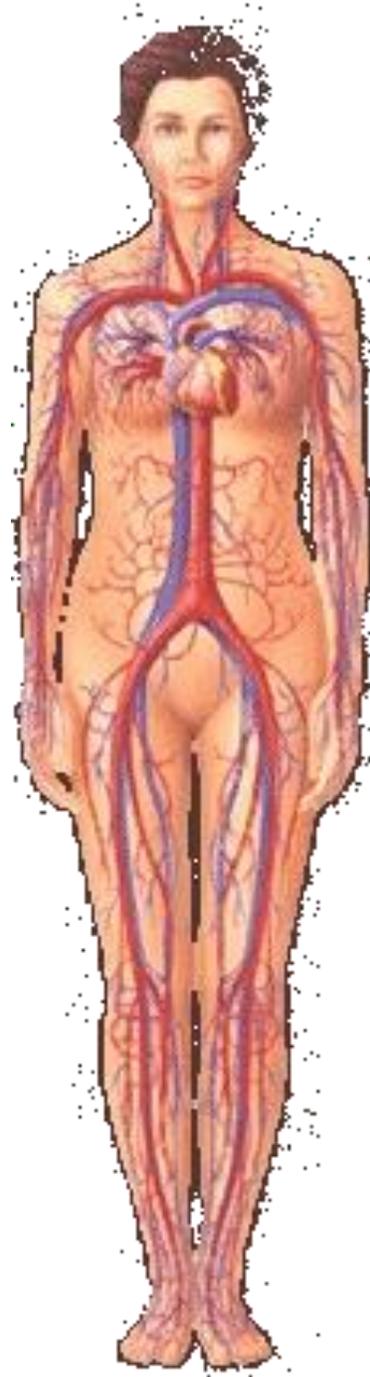
# Homéostasie

Professeur Patrice FAURE

# Définition de l'homéostasie

- L'**homéostasie** est un processus physiologique permettant de maintenir des éléments du milieu intérieur de l'organisme nécessaires à son bon fonctionnement

Sodium, osmolalité, Protéines



# Métabolisme hydrique

## Les marqueurs biologiques

Sodium  
Osmolalité → l'hydratation cellulaire

Protéines  
totales → l'hydratation *extra* cellulaire

# Eau et électrolytes

## Quelques données

Adulte →  $60 \pm 5\%$  du poids du corps

Nouveau-né →  **$70 \pm 5\%$**  du poids du corps  
nourrisson

Tissus riches en eau → le cerveau, les muscles, le sang, la peau  
Liquides de l'organisme  
96 à 99% d'eau

Os → 20 à 30 % d'eau

# Eau et électrolytes

Eau → Répartie en *compartiments*

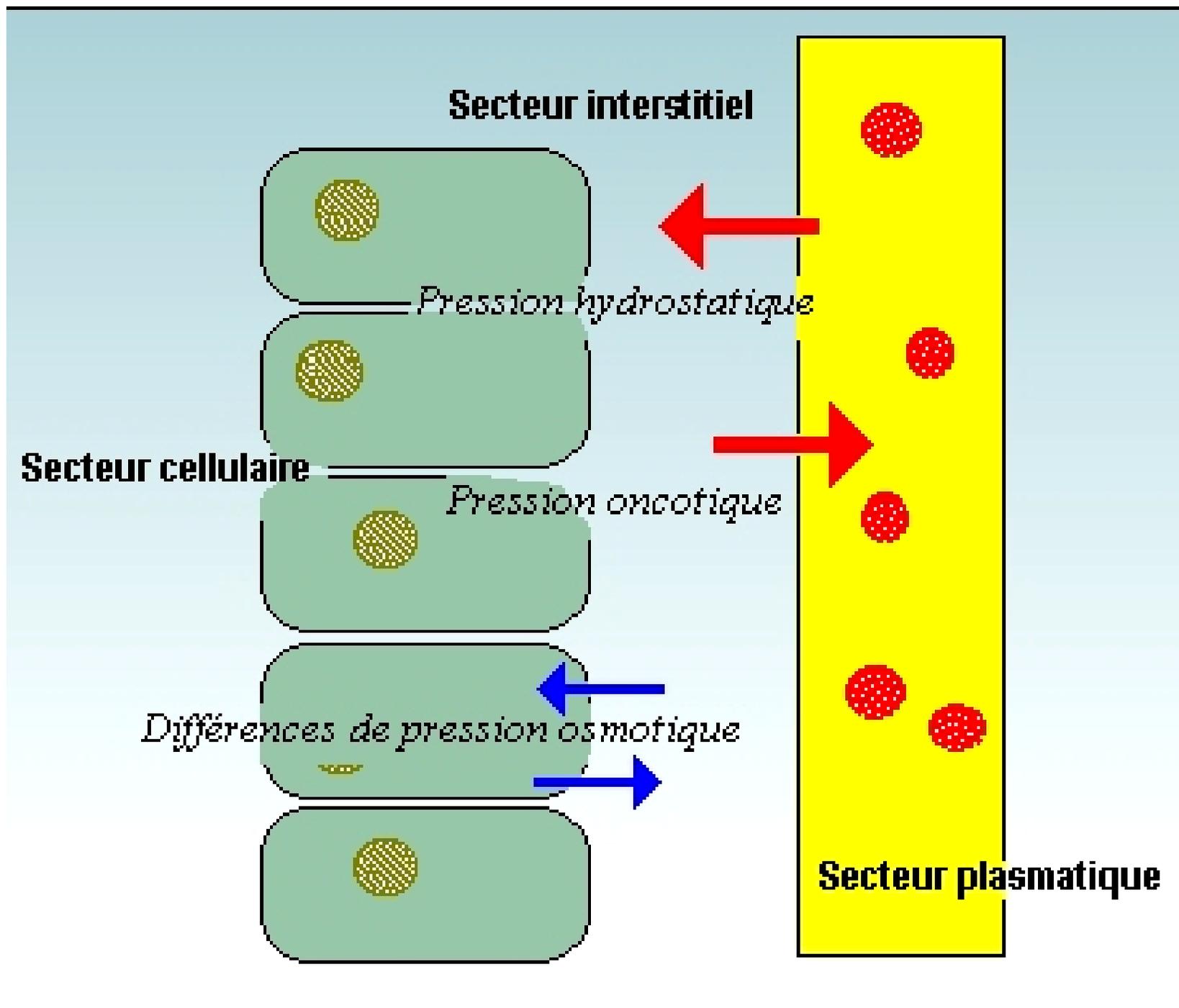
## Le secteur intra-cellulaire

→ 55%

## Le secteur extra-cellulaire

Secteur interstitiel → 20%

Secteur plasmatique → 7,5%



# Le secteur intra-cellulaire

40 % du poids du corps

Riche en:     **Potassium**                   (100 à 150 mmol/l)

Faible en:     **Sodium**                   (10 mmol/l)

*La membrane cellulaire sépare ce milieu du secteur extra-cellulaire.*

# Le secteur extra-cellulaire

Adulte	20 %	du poids du corps
Nouveau-né	35 %	du poids du corps

Riche en **Sodium**

Divisé en 2 grands sous-secteurs séparés la *paroi des capillaires*

## **1 - le secteur plasmatique**

5 % du poids du corps: la *volémie*

directement soumis à l'action mécanique du coeur

Rôle important d'échange avec les autres secteurs.

Riche en **sodium** et en **protéines**

## 2 - le secteur interstitiel

15 % du poids du corps.

En contact direct avec les cellules.

Composition voisine de celle du plasma mais ...

faible teneur en protéines (3 à 8 g/l)

La *membrane vasculaire* des capillaires sépare ce secteur du secteur plasmaticque.

# **REGULATION DES MOUVEMENTS DE L'EAU**

# Les apports

Besoins minimums en eau                      **environ**                      **2 litres/24 H**

## Non ajustables:

- *Les aliments*                      →                      environ                      1 litre
- *Eau endogène*                      →                      environ                      0,3 litre

## Ajustables:

- Eau de boisson                      →                      environ                      0,7 à 1 litre

Besoins très variables

- Adulte sédentaire                      →                      environ                      1 - 1,5 litre/24H
- Travailleur (mine, tunnel, etc...) jusqu'à 10 litres.

# Régulation des apports

Sensation de soif → sécrétion d'une hormone qui épargne l'eau (l'ADH)



Risques sévères chez les êtres dépendants

# Les pertes

Perte d'eau obligatoire estimée à 660 ml/jour.

**Par les poumons            800 ml**

**Par la sueur                100 ml**

**Par les selles**

**Non régulables**

## Les pertes (suite)

Urinaires: de 1000 à 1500 ml  
(ajustables)



### **Régulation des pertes**

Seul le rein est capable de réguler les pertes

# Échanges entre les secteurs hydriques

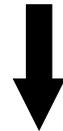
**Entre secteur cellulaire et secteur extracellulaire**



Différences de **pression osmotique**

Concentration en sels et petites molécules

**Entre secteur interstitiel et plasmatique**



La **pression hydrostatique**

Pression exercée par le coeur sur la paroi des vaisseaux

Différences de **pression oncotique**

Force d'attraction exercée par les protéines

# L'équilibre acido basique

# Le potassium

Pourquoi le considérer comme un paramètre sensible ?

Hypo et hyper kaliémies sévères



**Danger pour le coeur !**

# Importance du potassium



# Le Potassium

## Quelques données sur le métabolisme

Cation principal de l'organisme

4000 mmol dans l'organisme → 98 % dans les cellules  
→ 2 % (60 mmol) extracellulaire

La kaliémie est un mauvais reflet des réserves

Apports quotidiens → 50 à 100 mmol

Absorption quasi totale (grêle)

Pertes → 92 % urinaires 50 à 80 mmol  
→ 8 % fécales



## Le Potassium

### Régulation du métabolisme

Comment contourner le paradoxe ?

- Les variations brusques de la kaliémie → **Danger** pour le coeur
- Alimentation → Apport brutal et important de potassium

### Une régulation à 2 vitesses

Rapide

Faire entrer le potassium  
dans les cellules

Insuline

Catécholamines

Lente

Le rein joue un rôle majeur

Aldostérone

Organisme humain adapté pour **l'élimination** du potassium

# Une relation entre pH et kaliémie

Acidose → Excès d'ions  $H^+$  → Entrent dans la cellule  
Sortie de potassium vers milieu extracellulaire

↓  
Tendance à l'hyperkaliémie

Alcalose → Déficit en  $H^+$  → Sortent de la cellule  
Entrée de potassium dans les cellules

↓  
Tendance à l'hypokaliémie

# Le Potassium

## Rôle du Potassium

- Force osmotique intracellulaire → Retient l'eau dans la cellule
- Rôle capital dans le potentiel de membrane



### Excitabilité neuromusculaire

Stabilité de la différence de concentration  
INTRA / EXTRA cellulaire



Fonctionnement harmonieux de tous les muscles et ...

### Surtout du coeur !

Dyskaliémies sévères → Risques élevés d'arrêt cardiaque

# Le Potassium

Valeurs de référence: 3,5 à 5,0 mmol/l

## La pathologie

Hypo kaliémies



< 3,5 mmol/L



Sévères si <2,9 mmol/l



Risque de fibrillation cardiaque

Hyper kaliémies



> 5,0 mmol/L



Sévères si >5,9 mmol/l



Risque de bloc  
auriculoventriculaire

# Hypokaliémies

2 mécanismes



Déficit en potassium



Transfert du K vers les cellules

Effets indésirables de nombreux médicaments

Signes cliniques



Souvent asymptomatique



Importance capitale de la biologie

Neuromusculaires

Modifications ECG

Troubles du rythme

Fatigue, crampes, rhabdomyolyse

Divers

Constipation

Polyurie

Baisse sécrétion insuline, aldostérone

# Hypokaliémies (suite)

Etiologies Pertes d 'origine digestive

→ Vomissements → Alcalose

→ Diarrhées chroniques

Origines rénales

→ Diurétiques

→ Hyperaldostéronisme

→ Diverses néphropathies

Origines diverses

→ Traitement coma acidocétosique

→ Hyperaldostéronisme

→ Transfert vers cellules (alcaloses, traitement insuline, catécholamines endogènes, etc...)

→ Déficit sévère en Magnésium

# Hypokaliémies (suite)

La correction est délicate



Principale cause d'hyperkaliémie sévère  
chez les patients hospitalisés



Préférer un apport par voie orale



Surveillance régulière de la kaliémie

# Hyperkaliémies

2 mécanismes



Rétention rénale du potassium

Sortie du K des cellules

Signes cliniques

Neuromusculaires

Modifications ECG

Troubles myocardiques fréquents

Paralysies, paresthésies

Divers

Constipation

Polyurie

Baisse sécrétion insuline, aldostérone

# Hyperkaliémies



Urgence médicale ++

A traiter rapidement !

Perfusion  
de calcium



Antagoniste  
de la toxicité  
cardiaque du  
potassium

Insuline ...  
et glucose !



Entraînent le passage  
du potassium vers la cellule

Bicarbonates



# Hyperkaliémies (suite)

## Etiologies principales

1 Insuffisances rénales



Aiguës



Chroniques



Stade terminal

3 Anomalies de la régulation cellulaire du K



Déficit en insuline

Déficit en aldostérone

Nécrose tissulaire

Lyse tumorale, chimiothérapie

Rhabdomyolyse

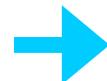
Certaines acidoses métaboliques

2 Médicaments



Diurétiques épargneurs de potassium

Plus rarement...



Perturbations système rénine-angiotensine-aldostérone

# Le Potassium

**Les erreurs analytiques possibles**

**L'hémolyse est la principale**

# Potassium - Que retenir ?

- 1 Attention au prélèvement
- 2 Un paramètre capital pour les cliniciens  
(réanimation et dialyse en particulier)
- 3 Variations plasmatiques rapides et très **dangereuses**
- 4 Situations parfois très difficiles à gérer pour les soignants

Résultat en dehors des bornes alertes  
et/ou demandé en urgence



**Ne pas se fier aux antécédents**

Contrôlé

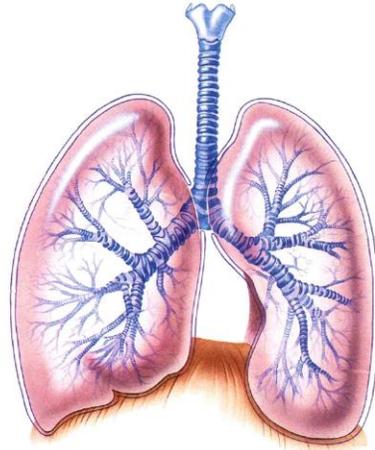
Téléphoné

Commentaire

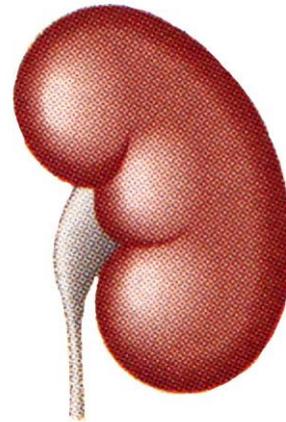
# **Régulation de l'équilibre acido basique**

1.

Tampon



2. Réponse  
Respiratoire



3. Réponse  
Rénale

# Les acides et les bases



## Acides



## Bases



## Le PH et [H<sup>+</sup>]

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

# Utilité des tampons

- Les acides donnent des  $H^+$  et les bases captent des  $H^+$
- Les tampons minimisent le changement de  $[H^+]$  lorsqu'on ajoute ou on ôte des  $[H^+]$
- La  $[H^+]$  demeure pratiquement stable à une valeur de base ( $40 \pm 2nM$ )

# Les tampons extracellulaires



**Protéines plasmatiques (-)**

## LES TAMPONS INTRACELLULAIRES

**Protéines**

**Acidémie** Augmentation de la concentration d'ions  $H^+$  dans le sang

**Alcalémie** Diminution de la concentration d'ions  $H^+$  dans le sang

**Acidose** Processus qui tend à produire une acidémie

**Alcalose** Processus qui tend à produire une alcalémie



$$H^+ = 24 \times \frac{PCO_2}{[HCO_3^-]}$$

Contrôlé par le poumon  
(composante respiratoire)

Contrôlé par le rein  
(composante métabolique)

## Tableau 4

<b>PROCESSUS</b>	<b>PROBLÈME</b>	<b>QUI PROVOQUE</b>
<b>Acidose respiratoire</b>	$\uparrow \text{PCO}_2$	$\uparrow [\text{H}^+] \text{ (pH } \downarrow)$
<b>Acidose métabolique</b>	$\downarrow [\text{HCO}_3^-]$	$\uparrow [\text{H}^+] \text{ (pH } \downarrow)$
<b>Alcalose Respiratoire</b>	$\downarrow \text{PCO}_2$	$\downarrow [\text{H}^+] \text{ (pH } \uparrow)$
<b>Alcalose métabolique</b>	$\uparrow [\text{HCO}_3^-]$	$\downarrow [\text{H}^+] \text{ (pH } \uparrow)$

Rôle de l'hypothalamus  
dans la  
Régulation de la température corporelle

# Introduction

La température est un élément déterminant de la physiologie:

- imposée par l'environnement
- une variable physiologique (milieu intérieur)
- un déchet métabolique de toutes nos cellules

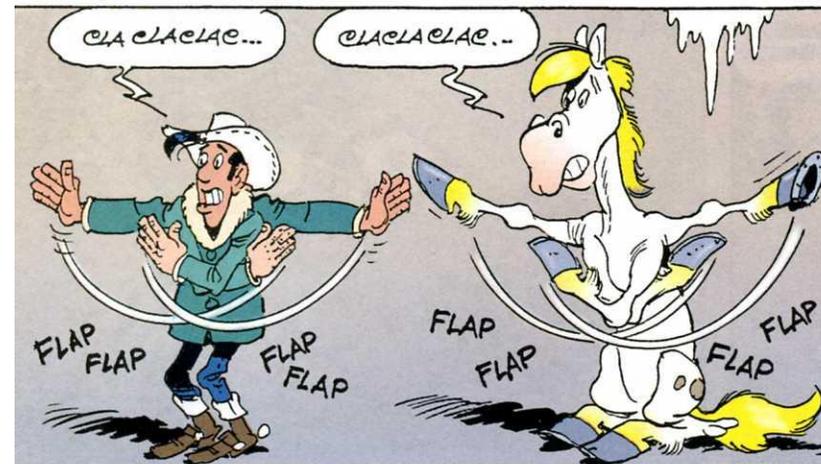
La régulation de la température corporelle ou thermorégulation nécessite:

- des capteurs spécifiques, sensibles aux variations de températures ou thermorécepteurs
- des systèmes d'intégration
- des effecteurs producteurs ou dissipateurs de chaleur

Si vous avez chaud, vous recherchez un endroit frais



Si vous avez froid, vous recherchez un endroit chaud.



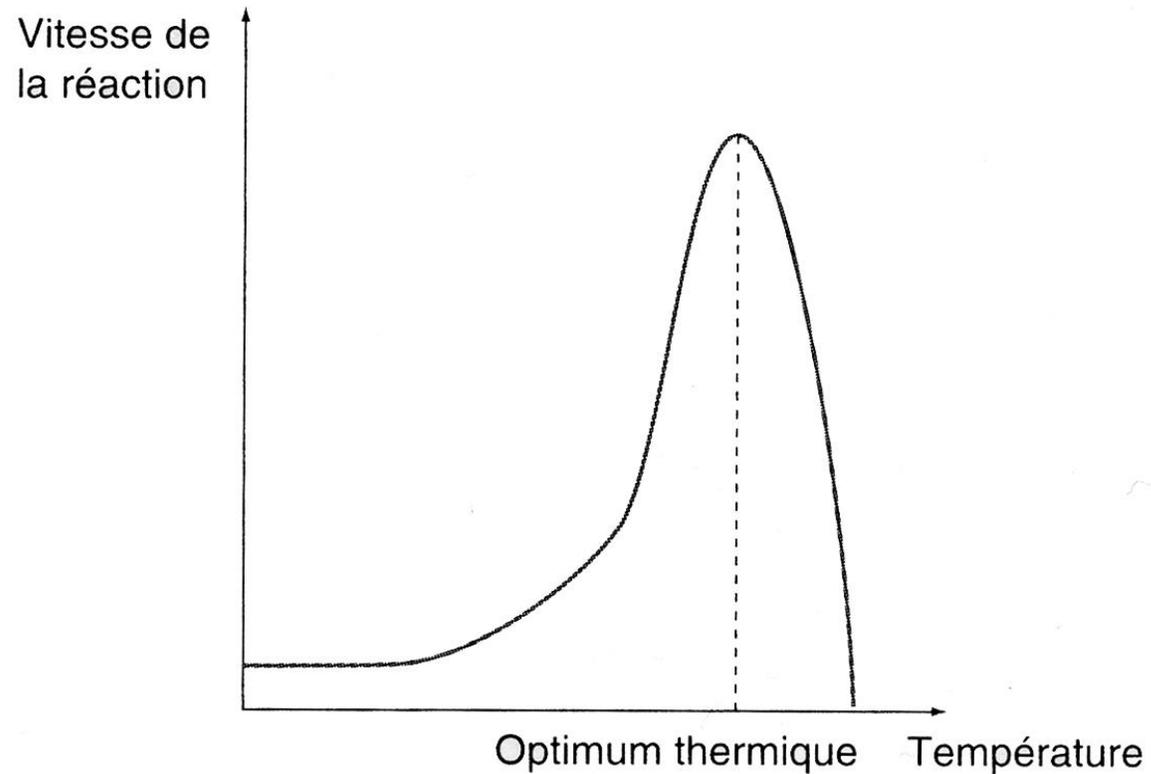
Nous sommes programmés pour interagir avec notre environnement, afin que notre température corporelle soit maintenue dans une fourchette étroite.

Il s'agit de comportement motivé contrôlé par l'hypothalamus.

Les cellules sont réglées pour fonctionner de manière optimale à 37 °C.

La température a des effets sur tous les processus biologiques:

- effet sur la vitesse de réactions enzymatiques



- effet sur la conformation des protéines



## ENDOTHERMES

Température  
centrale  
indépendante  
du milieu  
ambient  
Par production  
de chaleur interne  
= HOMEOTHERMES

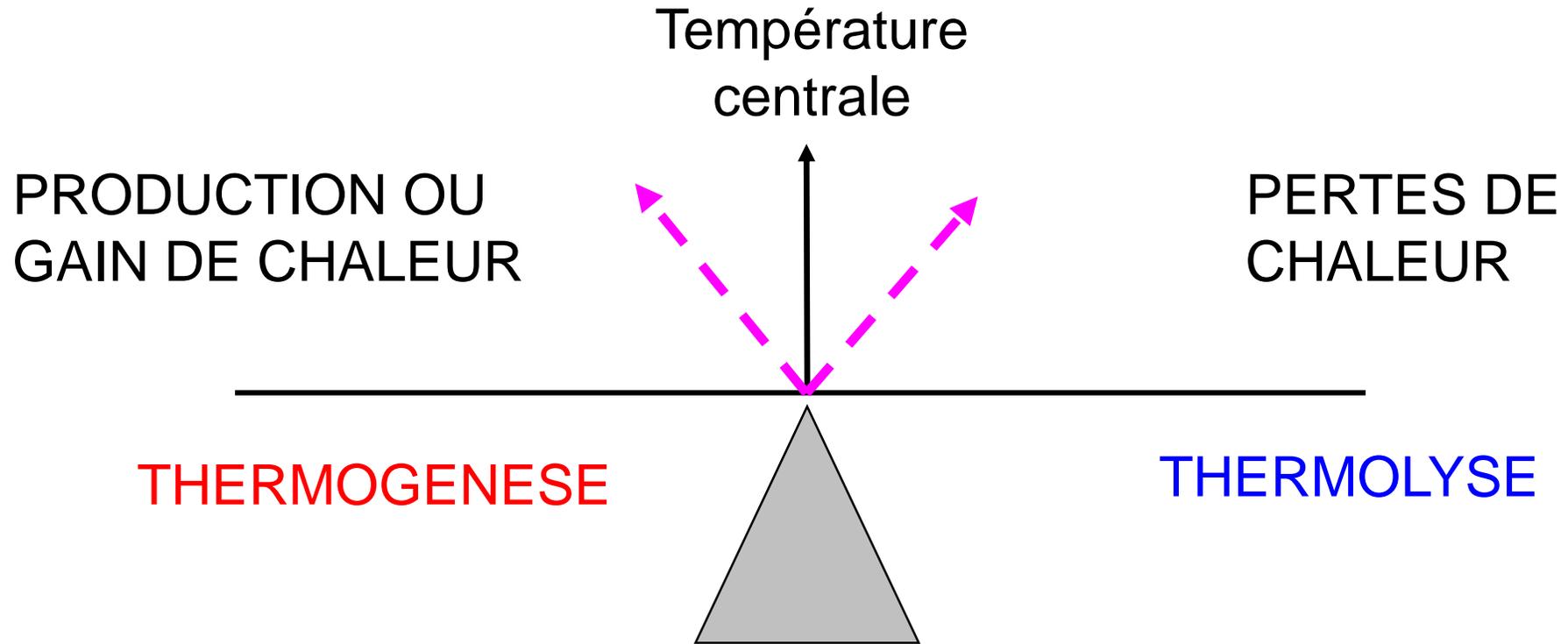
H  
I  
B  
E  
R  
N  
A  
N  
T



## ECTOTHERMES

Température  
centrale  
dépendante  
du milieu  
ambient  
= POIKILOOTHERMES

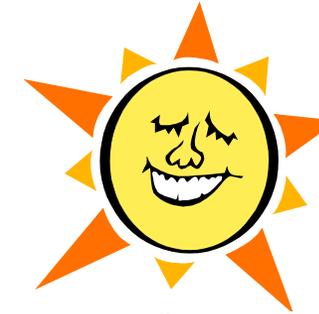
Equilibre des échanges pour maintenir une température constante  
La température corporelle est le résultat de l'équilibre entre la production et la perte de chaleur



Il existe une homéostasie de la température

# 1- Les pertes de chaleur

- Radiation (transfert de chaleur du soleil au corps)



- Conduction (transfert de chaleur des mains aux haltères)



- Convection (le courant d'air du vent éloigne l'air chaud du corps)

- Evaporation (sudation)

# Pertes de chaleur

- Radiations:

Émission de chaleur sous forme de radiations électromagnétique (IR moyen)

- Conduction (diffusion par contact physique) et convection (renouvellement de l'air ou de l'eau en contact avec le corps)

- Evaporation :

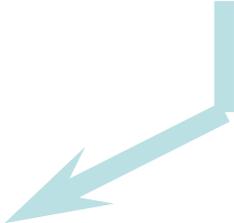
le passage de l'état liquide à l'état gazeux est consommateur d'énergie

Respiration: pertes obligatoires non régulée

Sudation (l'eau refroidit la peau) : glandes écrines dont l'activité est fonction des besoins de la thermorégulation (0 à 3l/h)

## 2- Source de production de chaleur par l'organisme

Réactions chimiques :



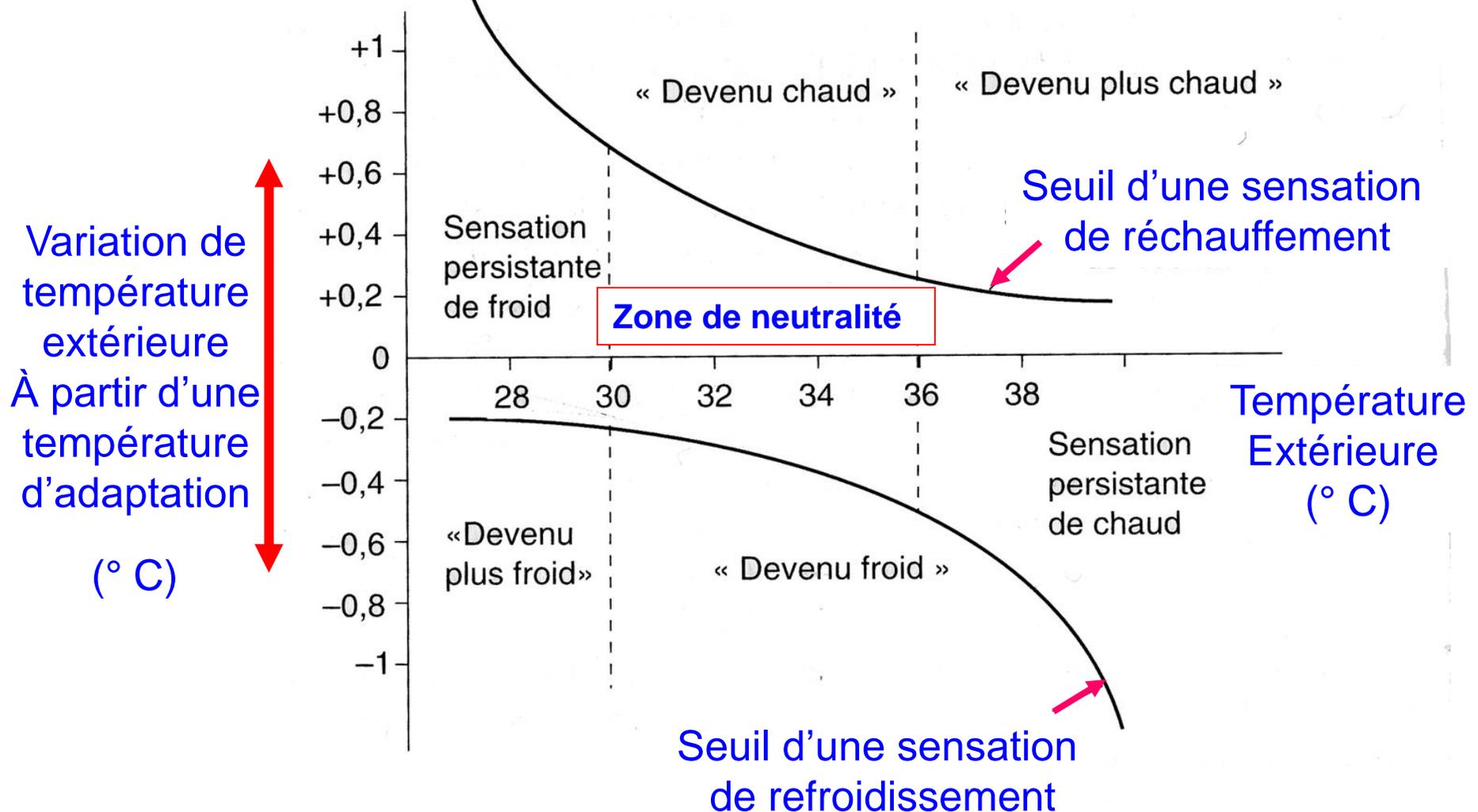
# Métabolisme

- Fonctions vitales
- Activité

Cœur, foie, les muscles squelettiques et le tissu adipeux brun  
= noyau thermique

### 3- Sensibilité thermique

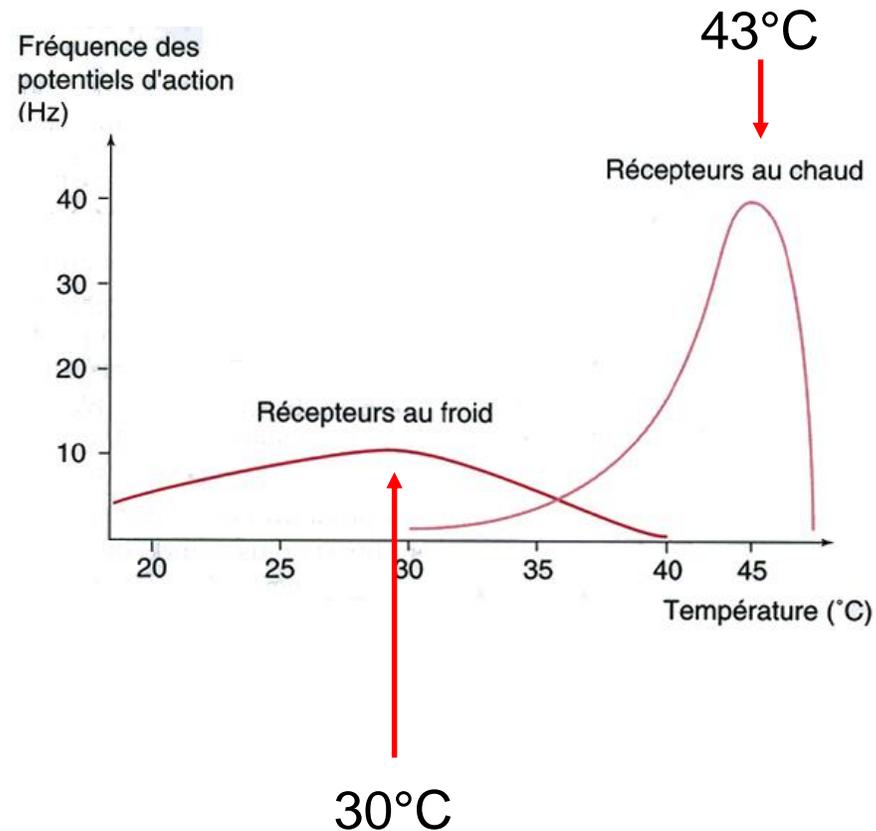
#### 3.1 Seuils de sensation d'un réchauffement ou d'un refroidissement cutané en fonction de la température ambiante



## 3.2 Les thermorécepteurs

- Les thermorécepteurs cutanés: terminaisons nerveuses libres
- Les thermorécepteurs centraux situés dans l'hypothalamus

Les thermorécepteurs  
cutanés



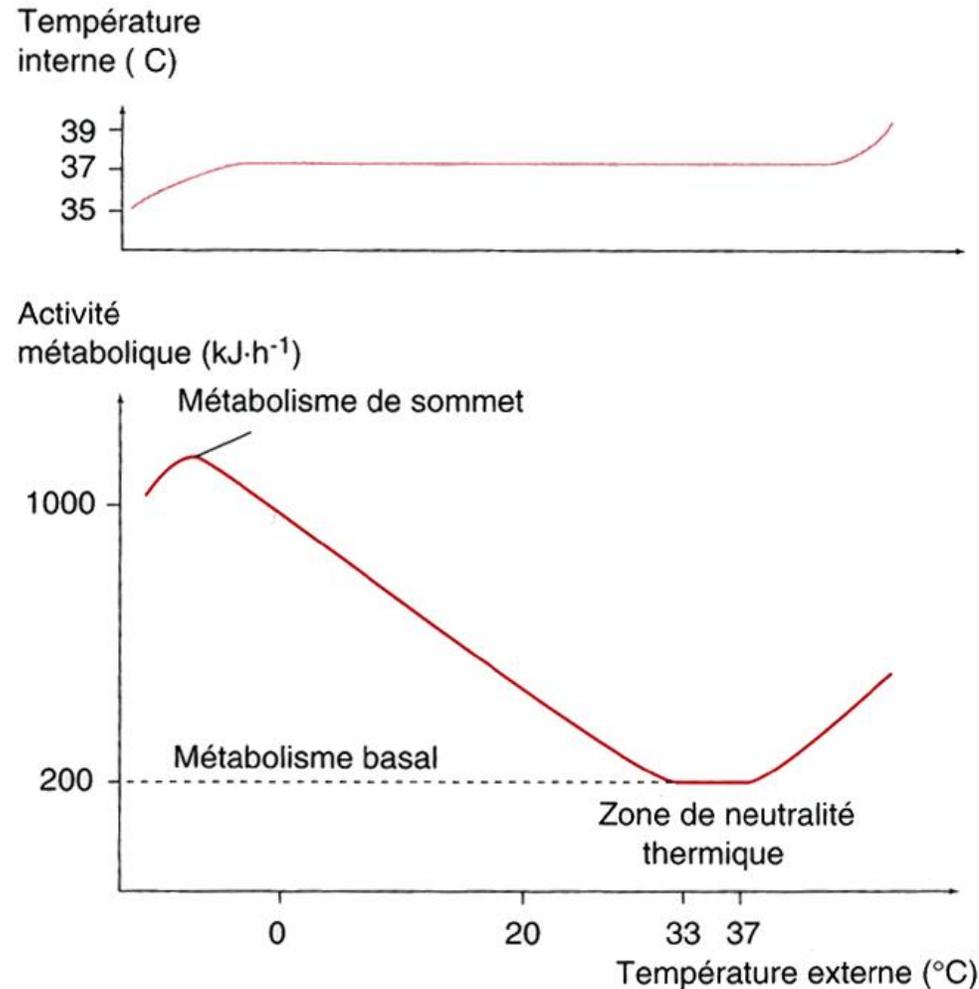
## 4- Les mécanismes thermorégulateurs

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

Organes impliqués dans la thermogénèse:

Foie, Muscles, coeur

La production de chaleur d'origine métabolique est inversement proportionnelle à la température externe

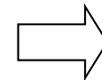


## 4.1 Rôle de l'hypothalamus

**Hypothalamus = principal centre d'intégration de la thermorégulation : rôle de « thermostat »**

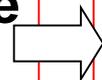
Une variation de moins de 1°C du sang irriguant l'hypothalamus suffit à provoquer une réaction de thermolyse ou de thermogénèse importante.

**Centre de la thermolyse : partie antérieure, dans l'aire pré-optique**



Neurones activés par une élévation de la température

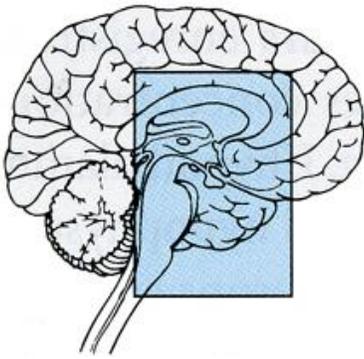
**Centre de la thermogénèse : partie postérieure de l'hypothalamus**



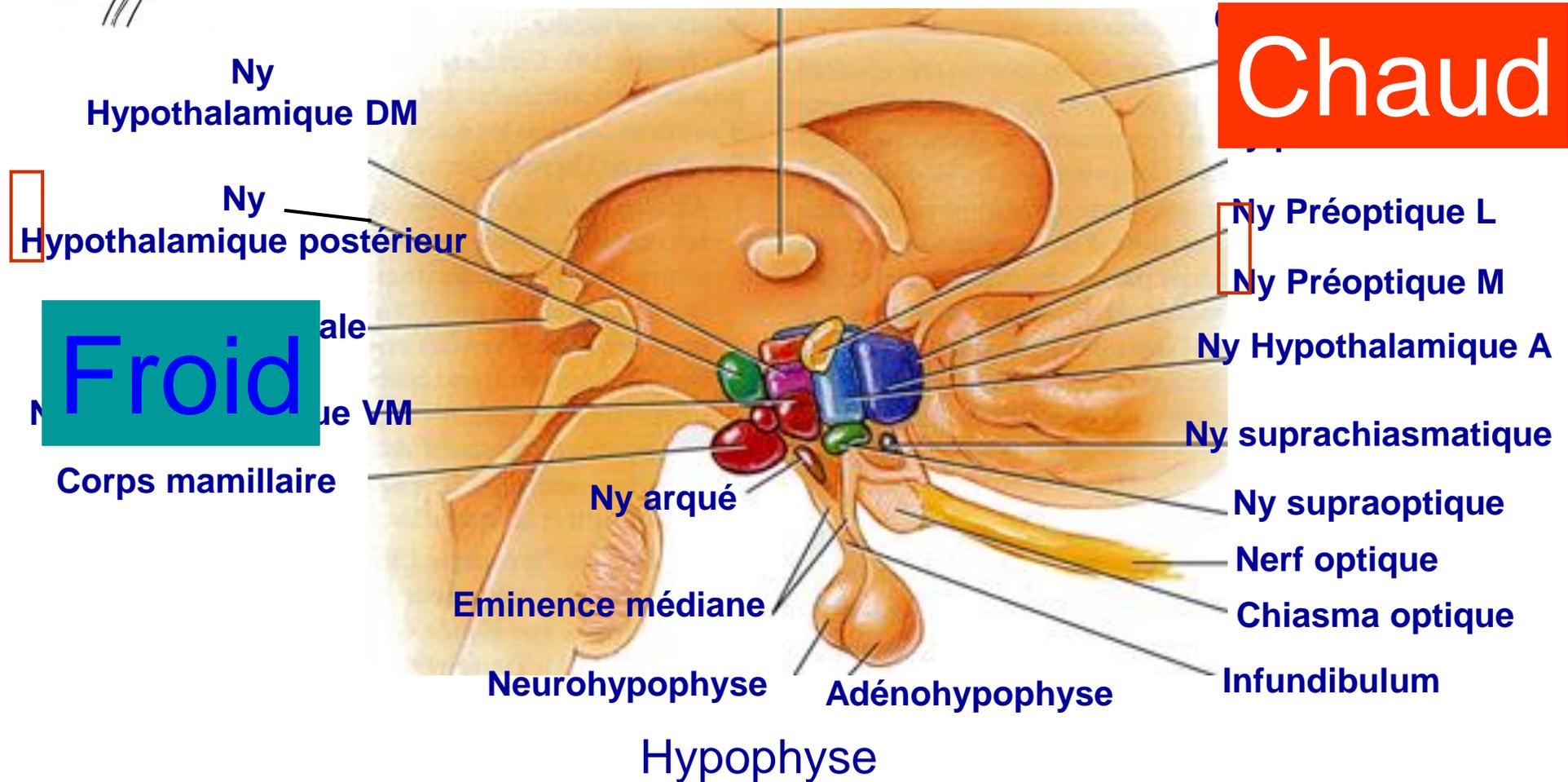
Neurones activés par une baisse de la température

**Centres  
thermorégulateurs**

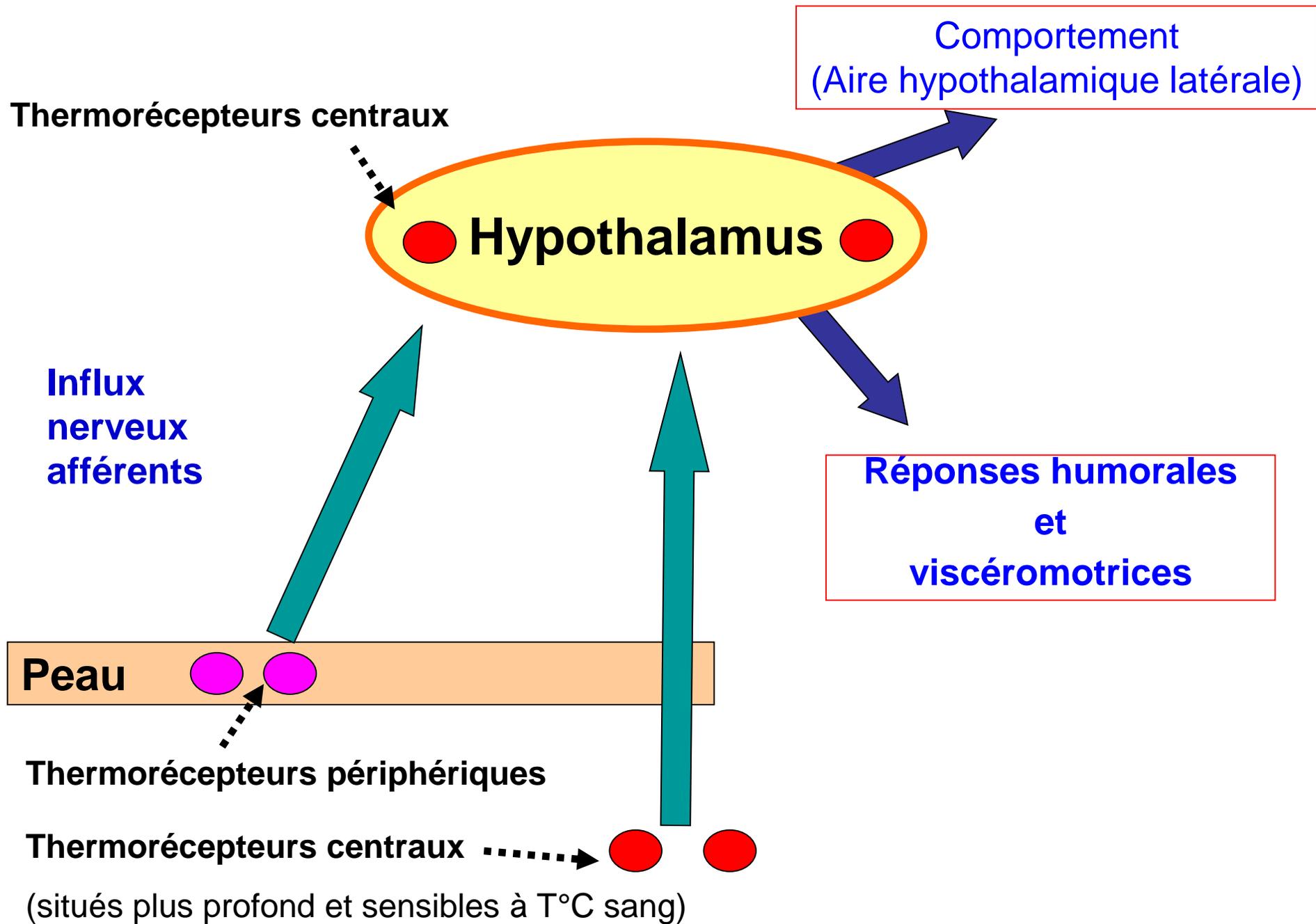
# Hypothalamus et noyaux hypothalamiques

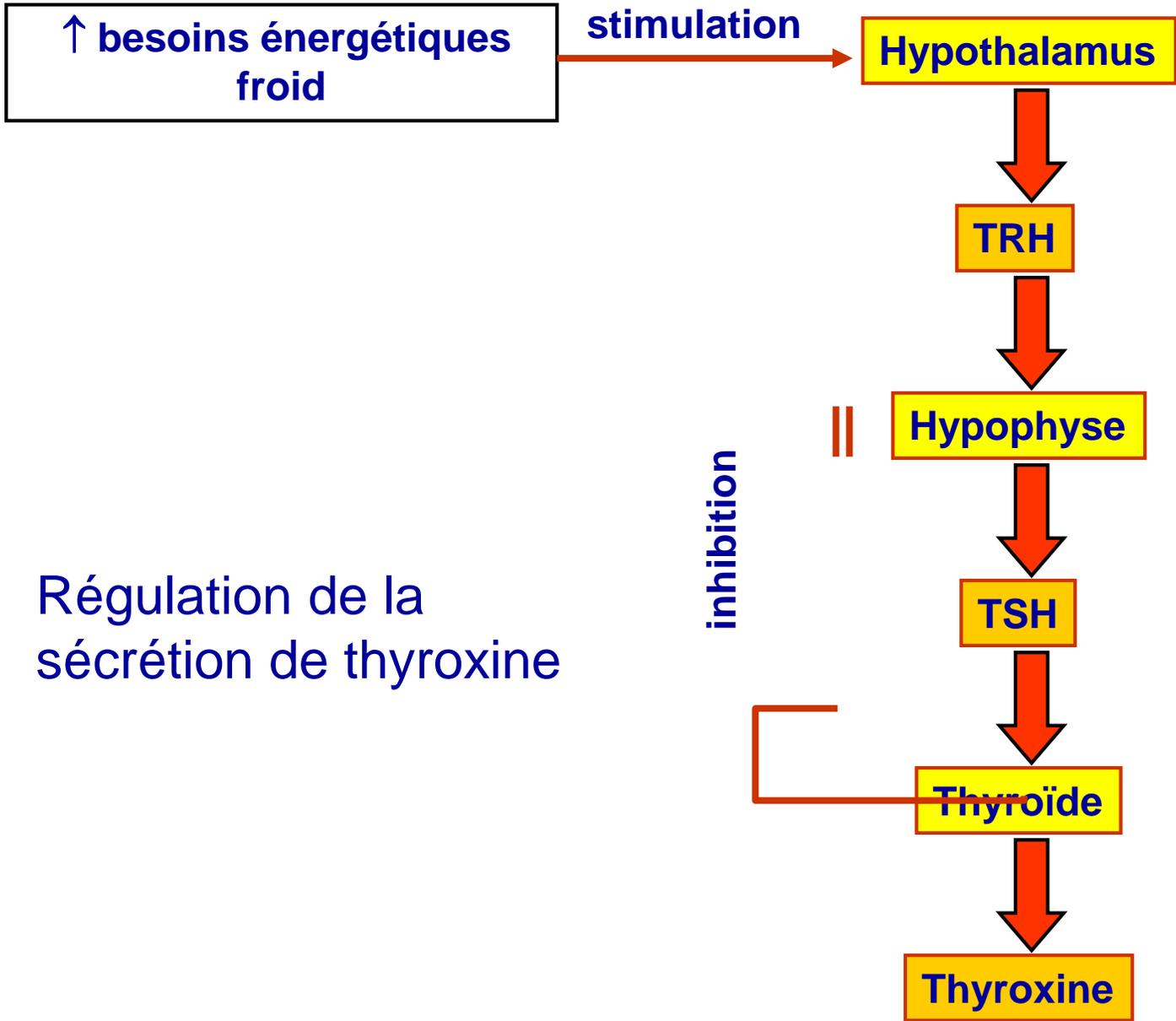


Adhérence interthalamique



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





Régulation de la  
sécrétion de thyroxine

## 4.1 Les réponses thermorégulatrices

### 4.1.2 Réponse au chaud

#### -Transpiration (jusqu'à 10-12 L/jour)

Activation des glandes sudoripares par augmentation de l'activité orthosympathique (cholinergique)

#### -Thermogénèse chimique:

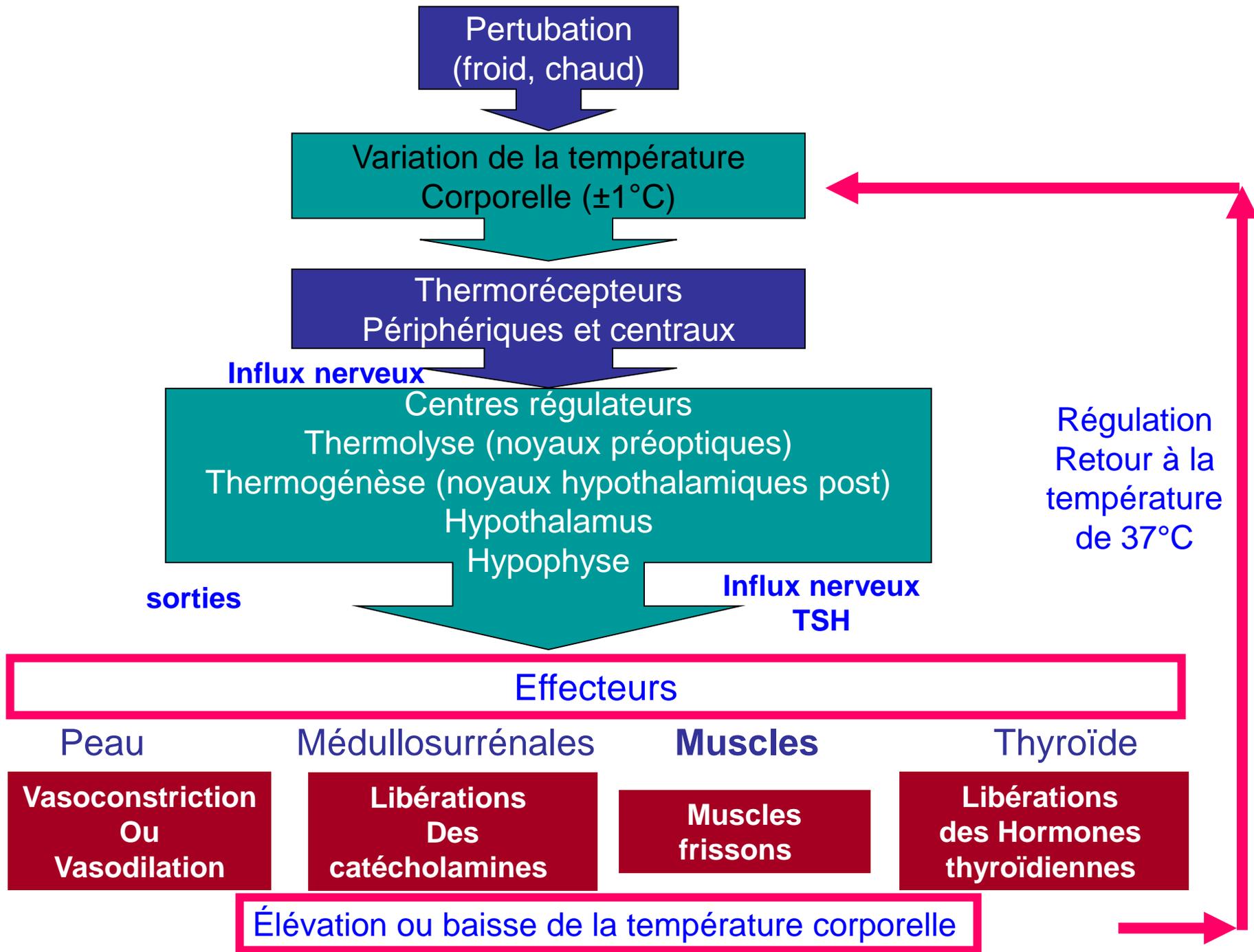
Diminution du métabolisme

#### -Vasodilatation cutanée

Élimination de la chaleur (conduction et radiation)

#### -Adaptations comportementales

Vêtements, posture, habitat



## Mentions légales

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées aux Instituts de Formation en Soins Infirmiers de la région Rhône-Alpes.

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits dans les Instituts de Formation en Soins Infirmiers de la région Rhône-Alpes, et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.