

# Le Système Nerveux Autonome

ou végétatif  
ou viscéral ...

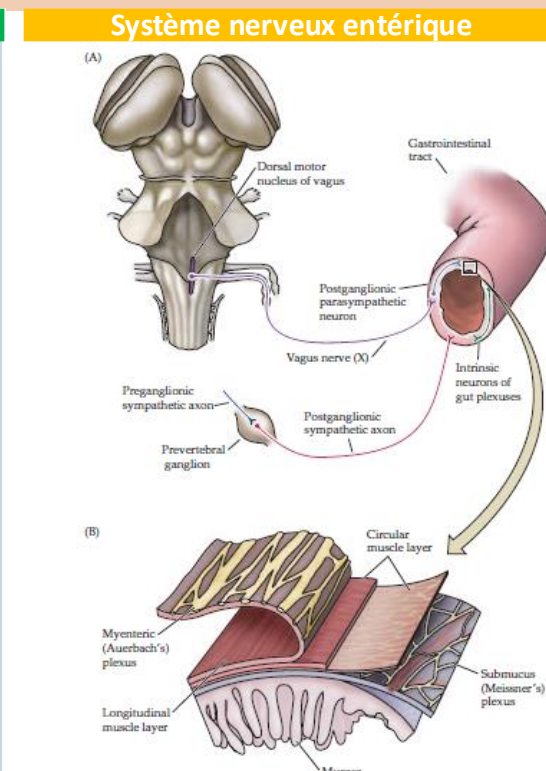
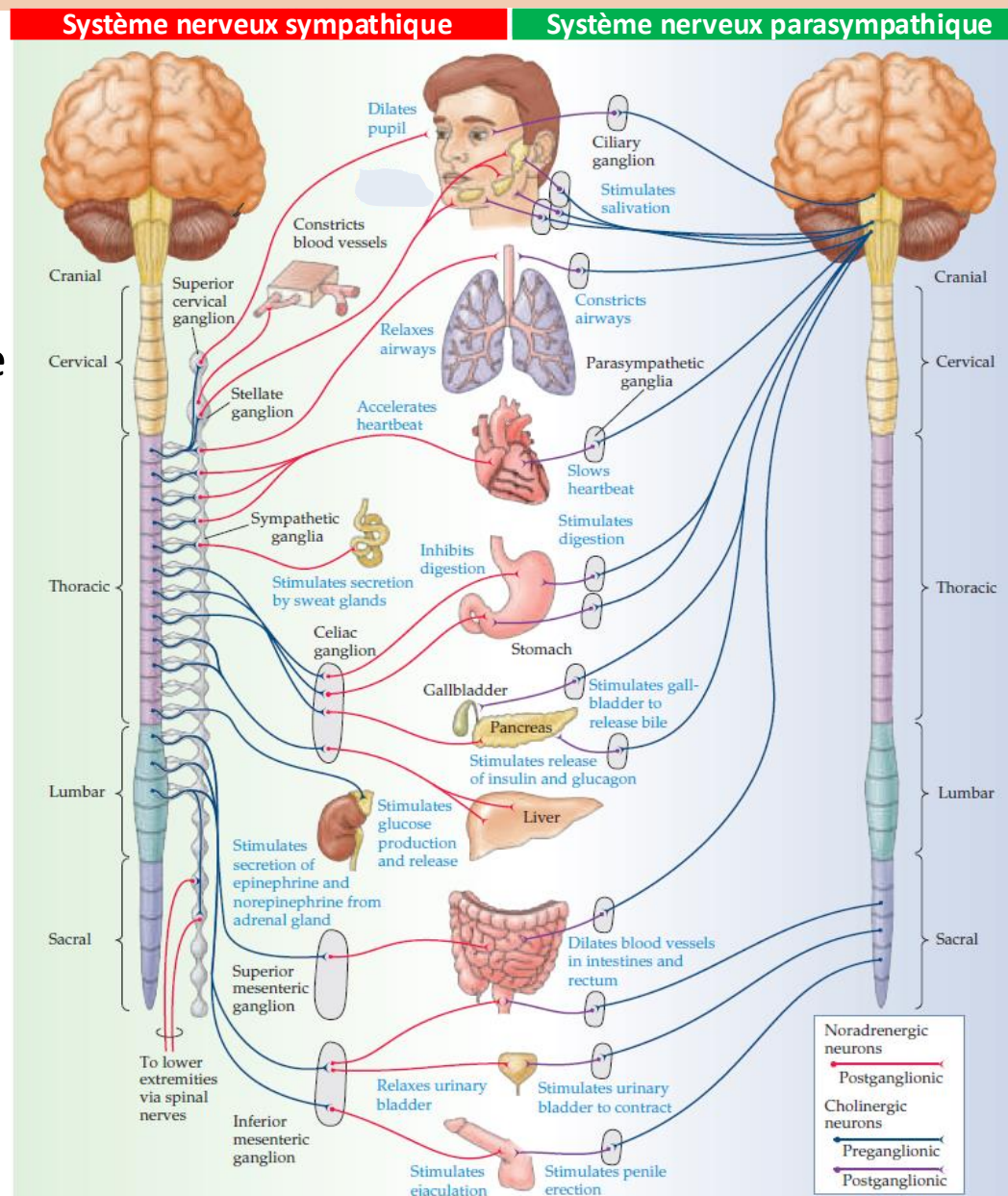
→ La régulation du « milieu intérieur »

*Une définition courte: Le **système nerveux autonome** est la composante du système nerveux responsable du **contrôle** des fonctions du milieu intérieur essentielles au maintien de l'**homéostasie** (cardiovasculaire, respiratoire, digestive, sécrétoire, thermorégulation...). Il agit de façon largement inconsciente et indépendante de la volonté*

# Le Système Nerveux Autonome: Plan

## Organisation et Fonctions:

- Du Système nerveux parasympathique
- Du Système nerveux sympathique
- Et du Système nerveux entérique

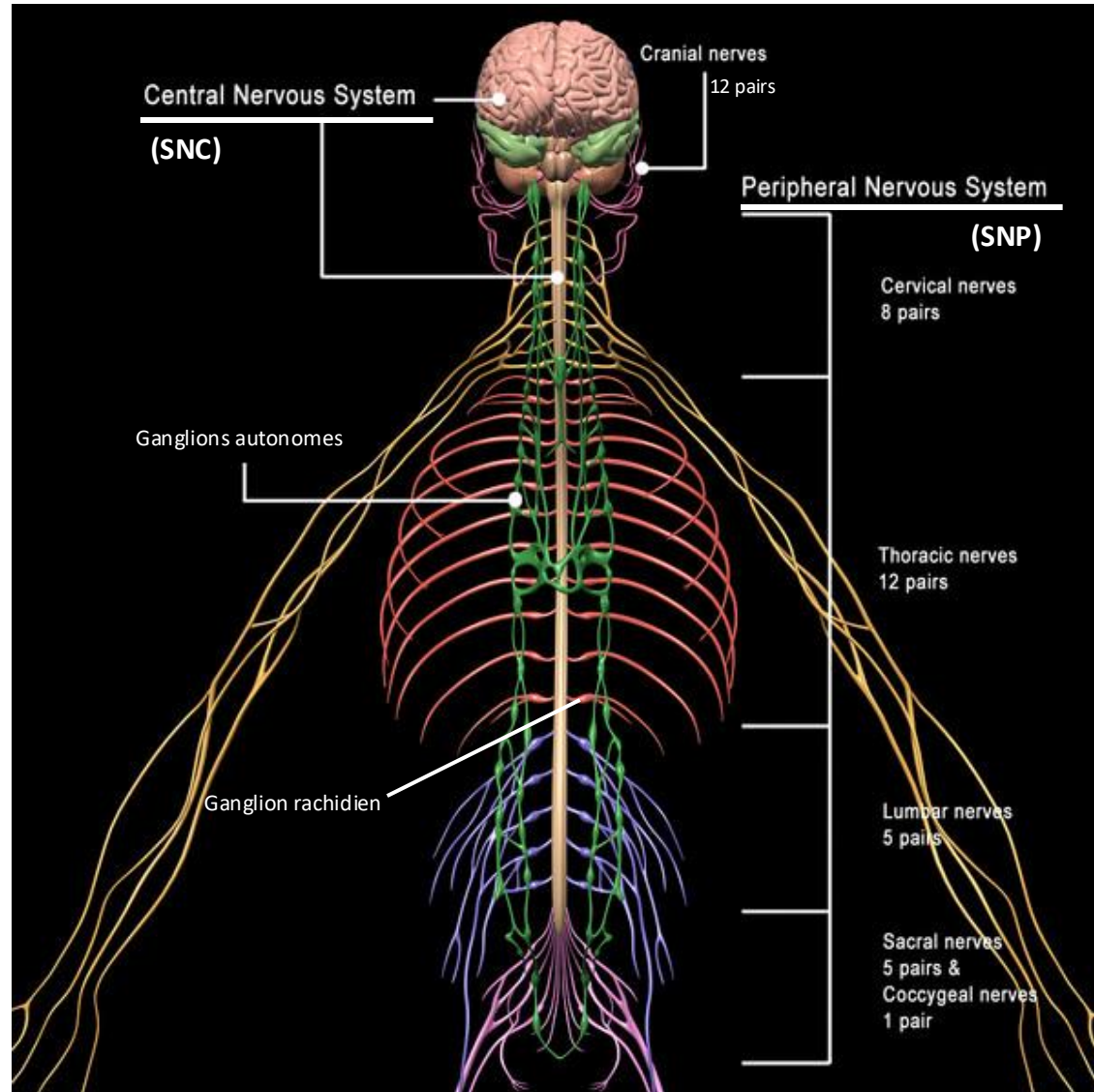


# Le Système Nerveux Autonome: Objectifs

- Comprendre les principes d'organisation des voies sympathiques et parasympathiques du système nerveux autonome depuis le SNC jusqu'aux organes
- Expliquer les rôles des voies sympathiques et parasympathiques dans le fonctionnement des organes
- Connaitre les neurotransmetteurs et leurs principaux récepteurs dans les voies sympathiques et parasympathiques
- Comprendre les effets de l'activation des récepteurs acétylcholinergiques et noradrénergiques
- Savoir expliquer l'action des voies sympathiques et parasympathique sur le cœur, les vaisseaux et dans l'oeil
- Connaitre les mécanismes d'action des principaux agonistes et antagonistes des synapses acétylcholinergiques et noradrénergiques
- Décrire l'organisation du système nerveux entériques et ses interactions avec les vois sympathiques et parasympathiques

# Introduction: organisation du système nerveux

## Organisation Anatomique : SNC + SNP



## Organisation Fonctionnelle

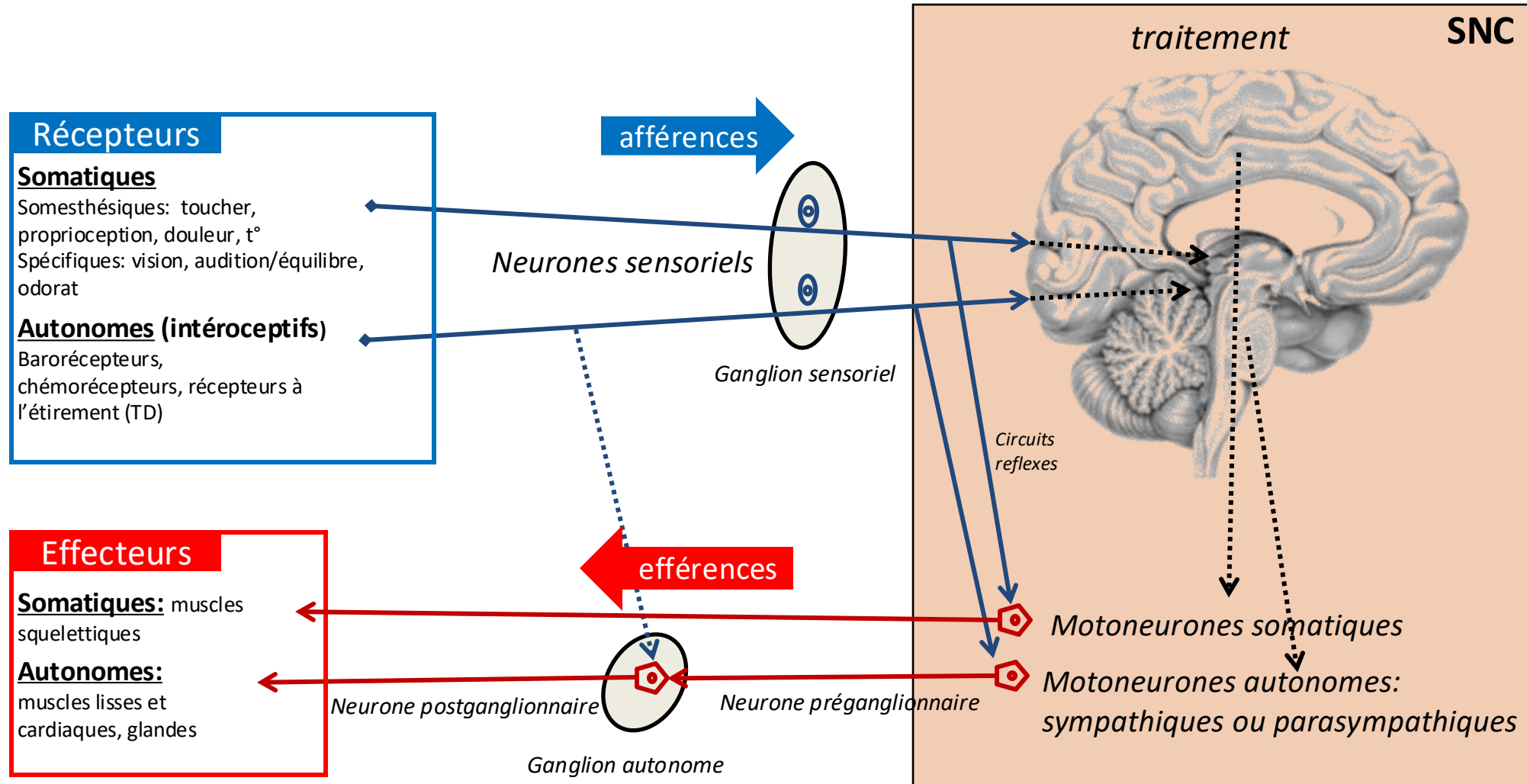
### Systeme nerveux Somatique:

*sensoriel et moteur;  
conscient, volontaire*

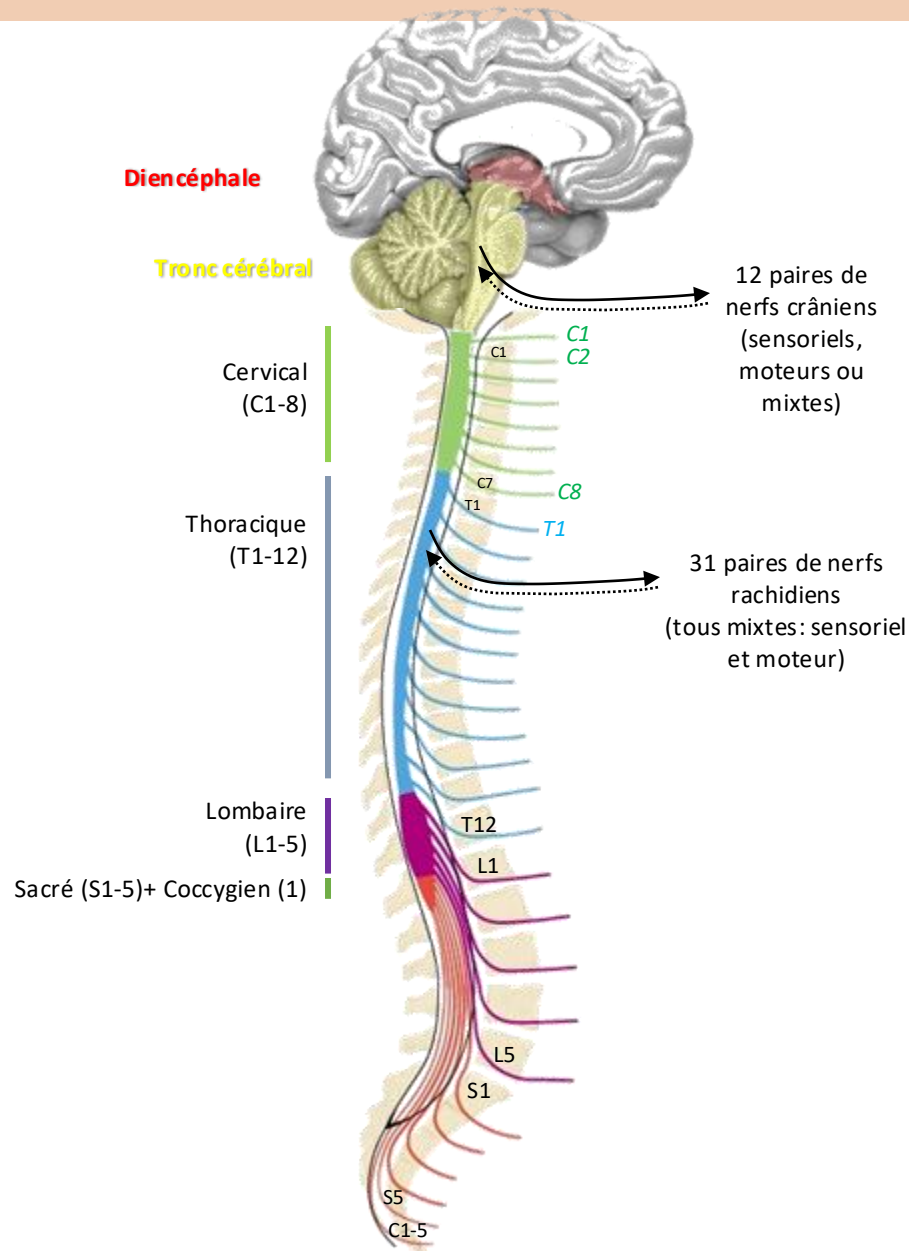
### Systeme nerveux autonome:

*sensoriel et moteur;  
involontaire, inconscient*

# Introduction: organisation du système nerveux



# Introduction: organisation du système nerveux



## Les nerfs transportent donc:

### des composantes somatiques

- Efférences motrices (motoneurones)
- Afférences sensorielles (somesthésiques, visuelles, auditives...)

### et des composantes végétatives

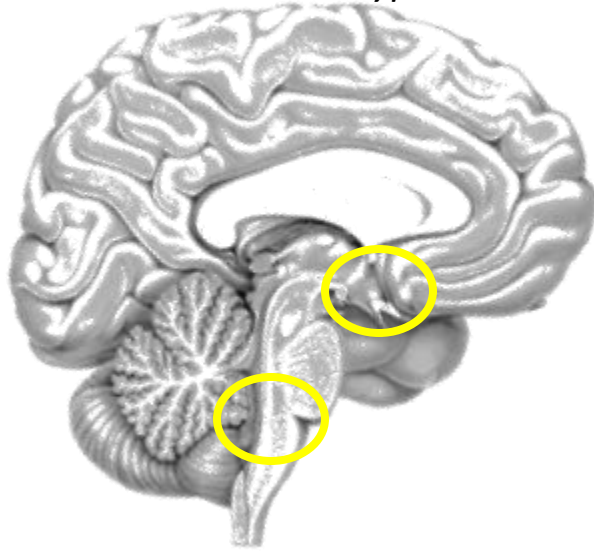
- Efférences sympathiques et parasympathiques
- Afférences sensorielles des organes

# Le système nerveux autonome: un système à deux voies de sorties

La régulation du fonctionnement des organes comporte en général:

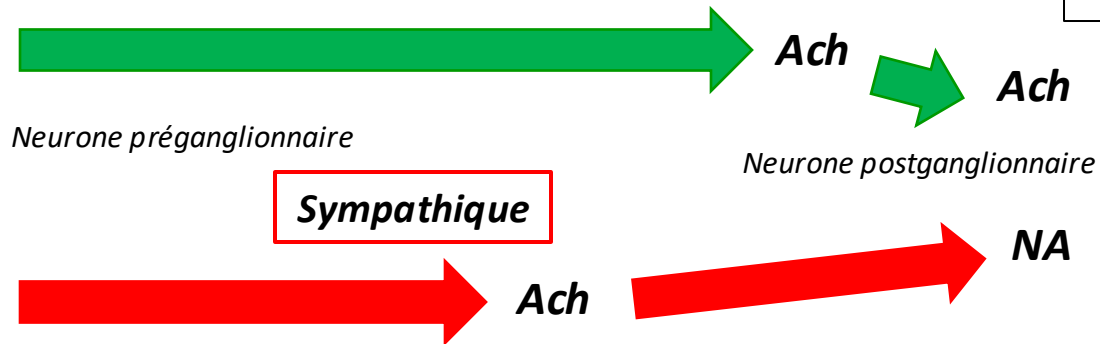
**1: des centres de contrôle dans le cerveau**

*Centres bulbaires et hypothalamus*



**3: des voies efférentes: voies effectrices**

**Parasympathique**



**Sympathique**



**Organes effecteurs**

*Muscles lisses et cardiaque, glandes*

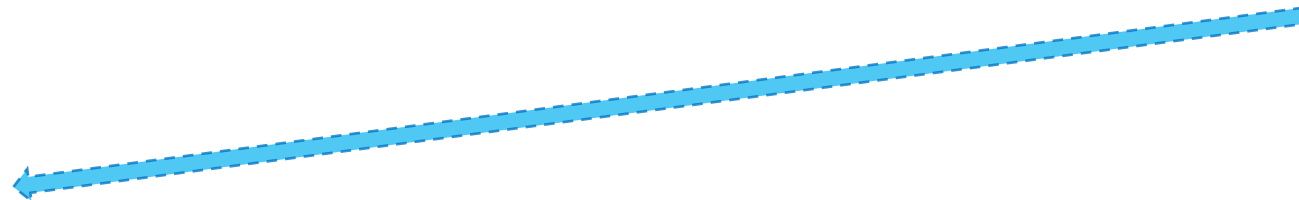
*Acétylcholine (ACH)*

**Homéostasie**

*Noradrénaline (NA)*

**2: des nerfs afférents:**

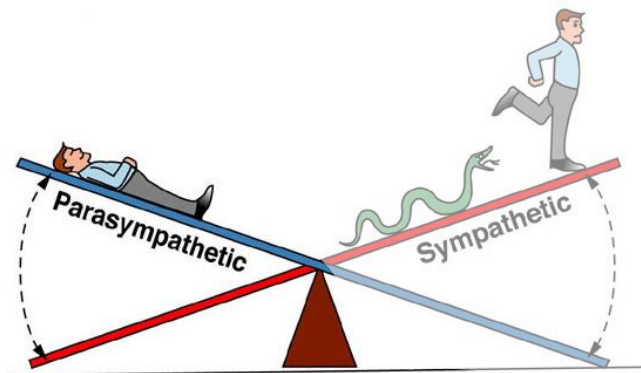
*Entrées sensorielles*



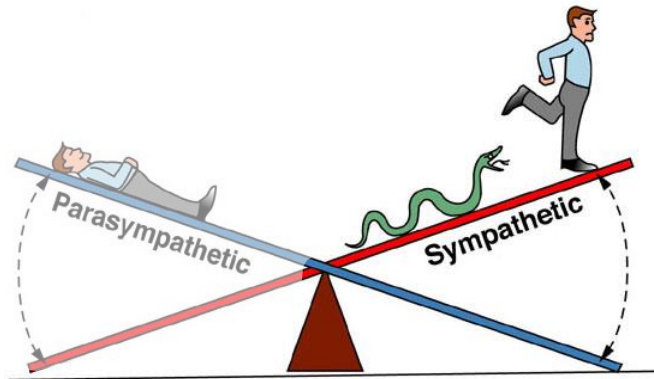
# Les voies parasympathiques et sympathiques ont des effets opposés

**Parasympathique= voie cholinergique**

→ *Renouvellement des ressources*



Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

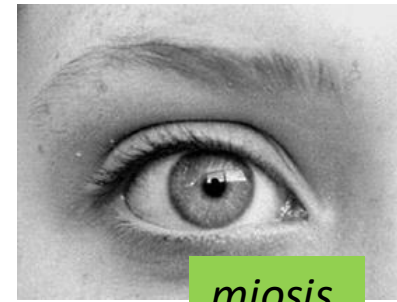
**Sympathique= voie adrénargique**

→ *Mobilisation des ressources*

Exemples:

**ACH**

**NA**



**miosis**



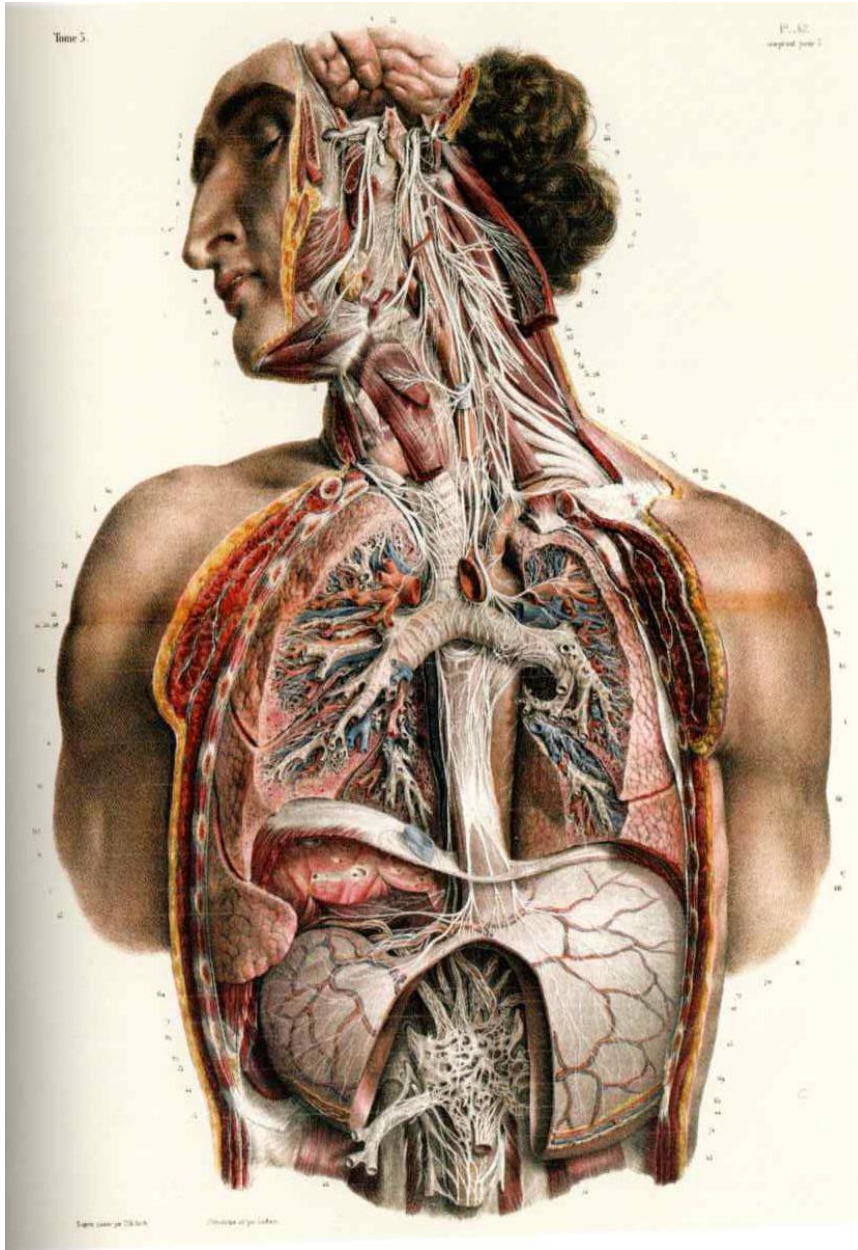
**mydriase**



**diminution**

**augmentation**

# Systeme Nerveux Parasymphatique



**Restauration de l'énergie**

**Animateur des fonctions métaboliques**

# Systeme Nerveux Parasymphatique

## La voie parasymphatique

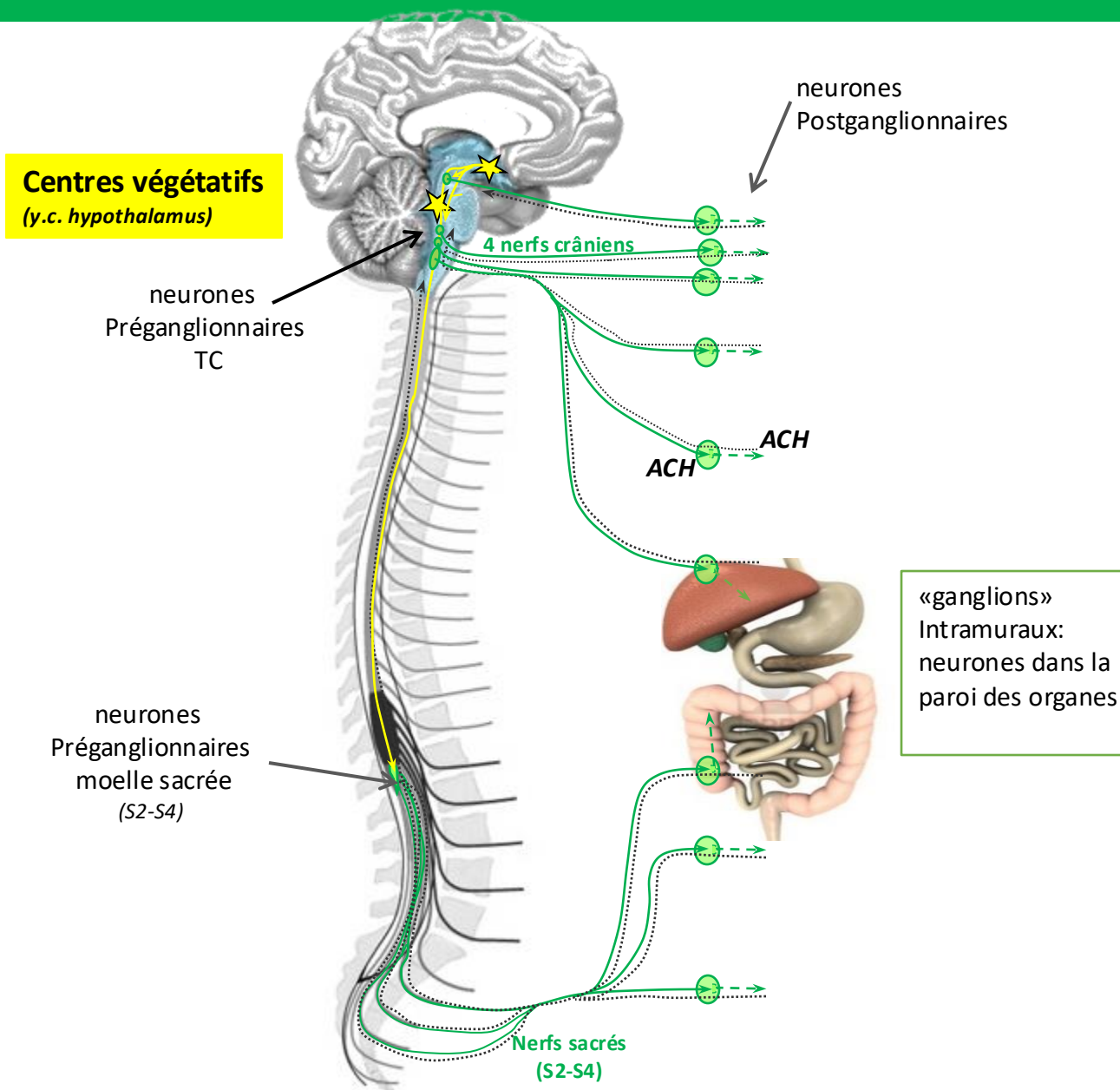
**Systeme Nerveux Parasymphatique**  
=  
**Systeme Cholinergique**  
(acetylcholine, ACH)

myelinisé

**ACH**

non myelinisé

**ACH**

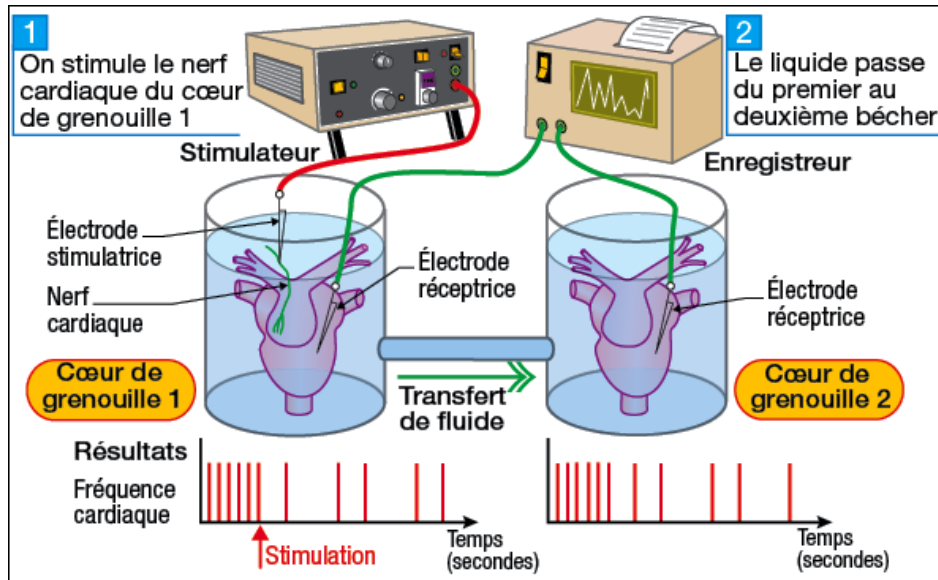


# Systeme Nerveux Parasymphatique

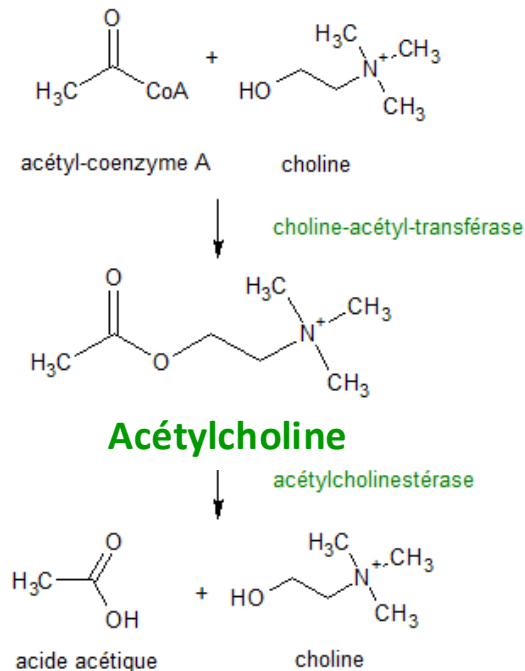
## Neurotransmetteur: Acetylcholine (neurones cholinergiques)

**ACH = 1<sup>er</sup> neurotransmetteur decouvert!**

Otto Loewi/Henry Dale (1921-1936)



### Synthèse/dégradation



### Récepteurs/Fonctions

#### R. Nicotiques

Ionotropiques

- Ganglions autonomes (excitation)
- Muscles squelettique (contraction)
- Cerveau (cognition: attention, apprentissages...)

#### R. Muscariniques

Métabotropiques (Protéine G)

M1, M3, M5: excitateurs

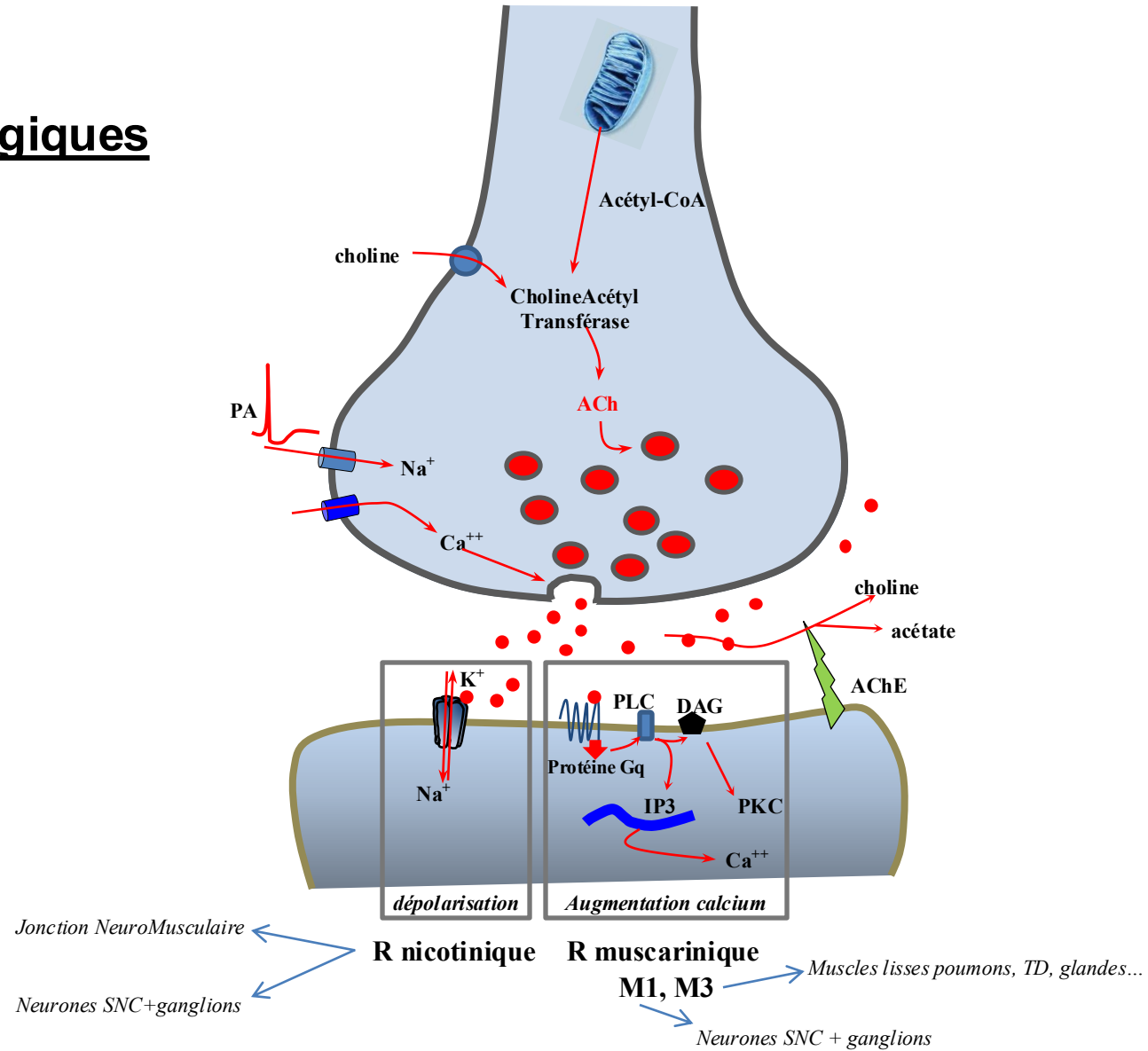
M2, M4: inhibiteurs

- Glandes et muscles lisses (excitation ou inhibition)
- muscle cardiaque (inhibition)
- SNC (modulation)

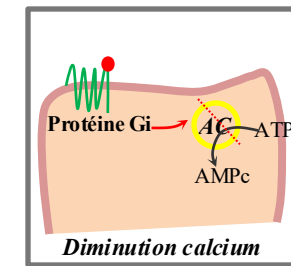


# Systeme Nerveux Parasymphatique

## Synapses Cholinergiques



PLC: Phospholipase C  
 DAG: Di-Acyl\_Glycerol  
 PKC: Protéine kinase C  
 IP3: Inositol-tri-phosphate  
 AC: Adénylate cyclase

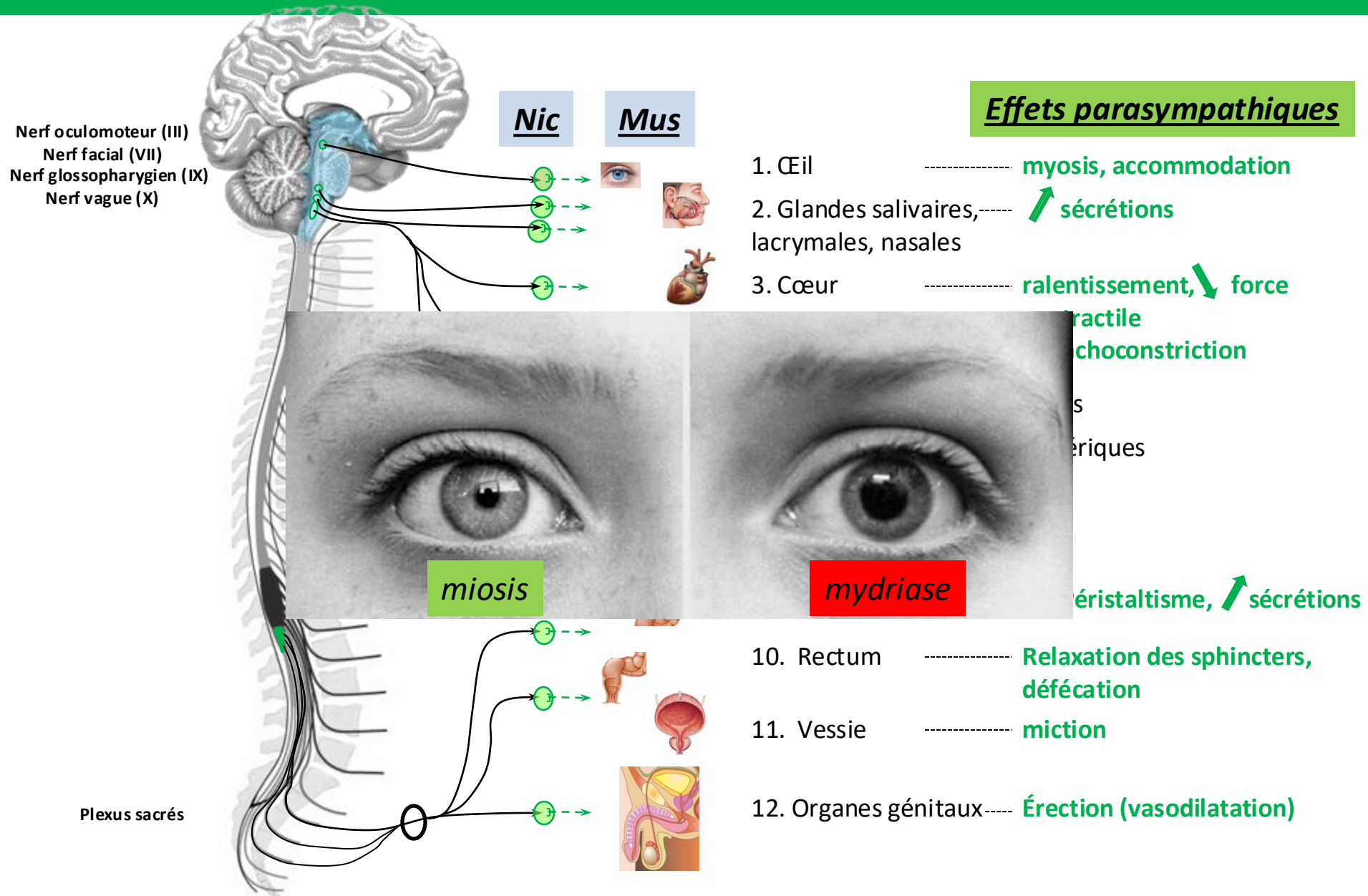


**R muscarinique M2**  
 Muscle cardiaque et lisses, glandes...

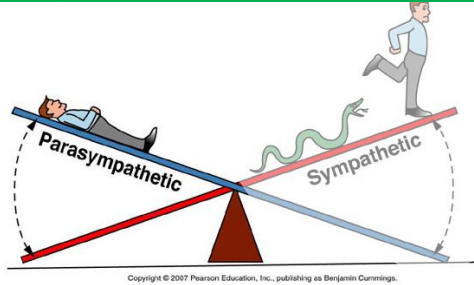


# Systeme Nerveux Parasymphatique

## Effets



# Systeme Nerveux Parasympathique



**Activation du parasympathique:**  
Restauration de l'individu



Miosis  
Accommodation

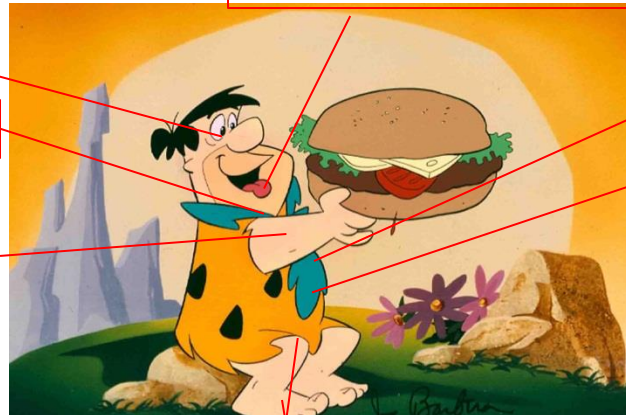
Salive (aqueuse, riches en ions)

Bronchoconstriction

Autres sécrétions: muqueuse,  
estomac, pancréas

Cœur:  
Fréquence, force  
Tension artérielle

TD:  
Péristaltisme, sécrétions  
tonus sphincters



Vessie: tonus detrusor, Sphincter : miction

érection (vasodilatation)

# Systeme Nerveux Parasymphatique

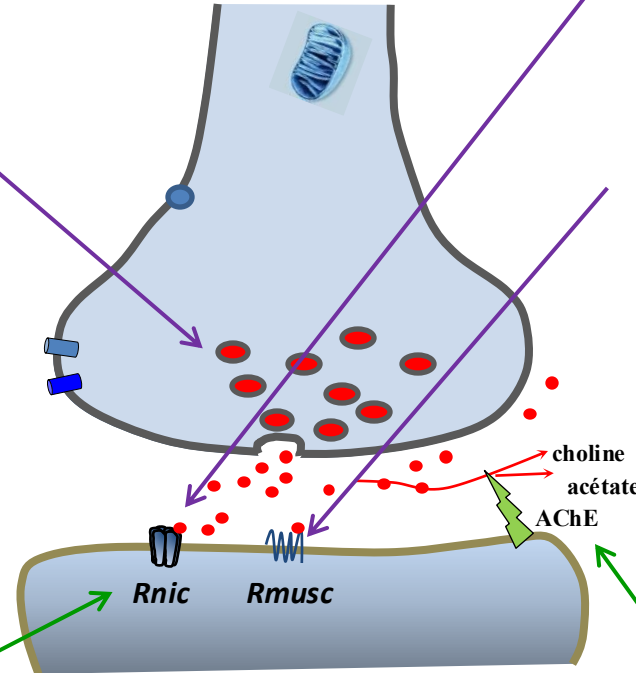
## Pharmacologie de la synapse cholinergique

### Bloqueurs pr6synaptiques

**Toxine botulinique** (Clostridium botulinum), puissant (DL 50: 1ng/kg)  
Bloque la lib6ration d'Ach → paralysie flasque

### Agoniste

**Nicotine** Agoniste Rnic, peu d'effets pharma. mais traitement d6pendance au tabagisme  
+ **Suxam6thonium** (Succinylcholine) mais **myorelaxant** par d6sensibilisation de la jnm!



### Antagonistes

**Curarisants** (curare, extrait de liane d'Am6rique du Sud); Tubocurarine, Pancuronium ...  
Antagonistes comp6titifs des Rnic de la jonction neuromusculaire (jnm): paralysie muscles squelettiques, pas/peu d'effet parasymphatique; utilis6s en anesth6sie

### **Atropine** (belladone): parasympholytiques

Antagonistes comp6titifs des Rmusc des synapses parasymphatiques (SNC+organes): relaxation certains muscles lisses (ex: bronchodilatation), tachycardie, diminution des s6cr6tions salivaires, constipation...; utilis6e pour le fond d'6eil, pour contrer la bradycardie, contre BPCO et asthme, comme antidote aux neurotoxiques organophosphor6s...

### Inhibiteurs de l'AChEsterase

Prolonge l'activit6 de l'Ach dans les synapses cholinergiques

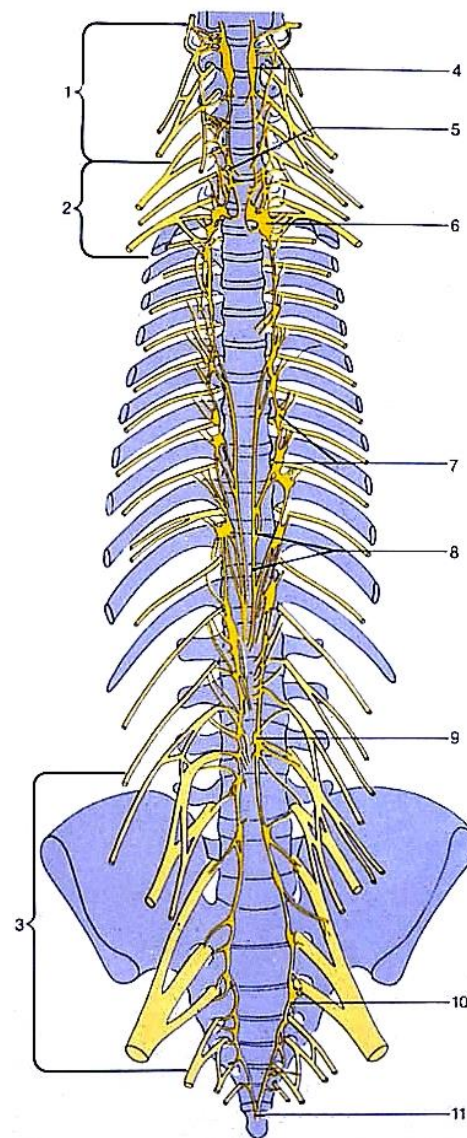
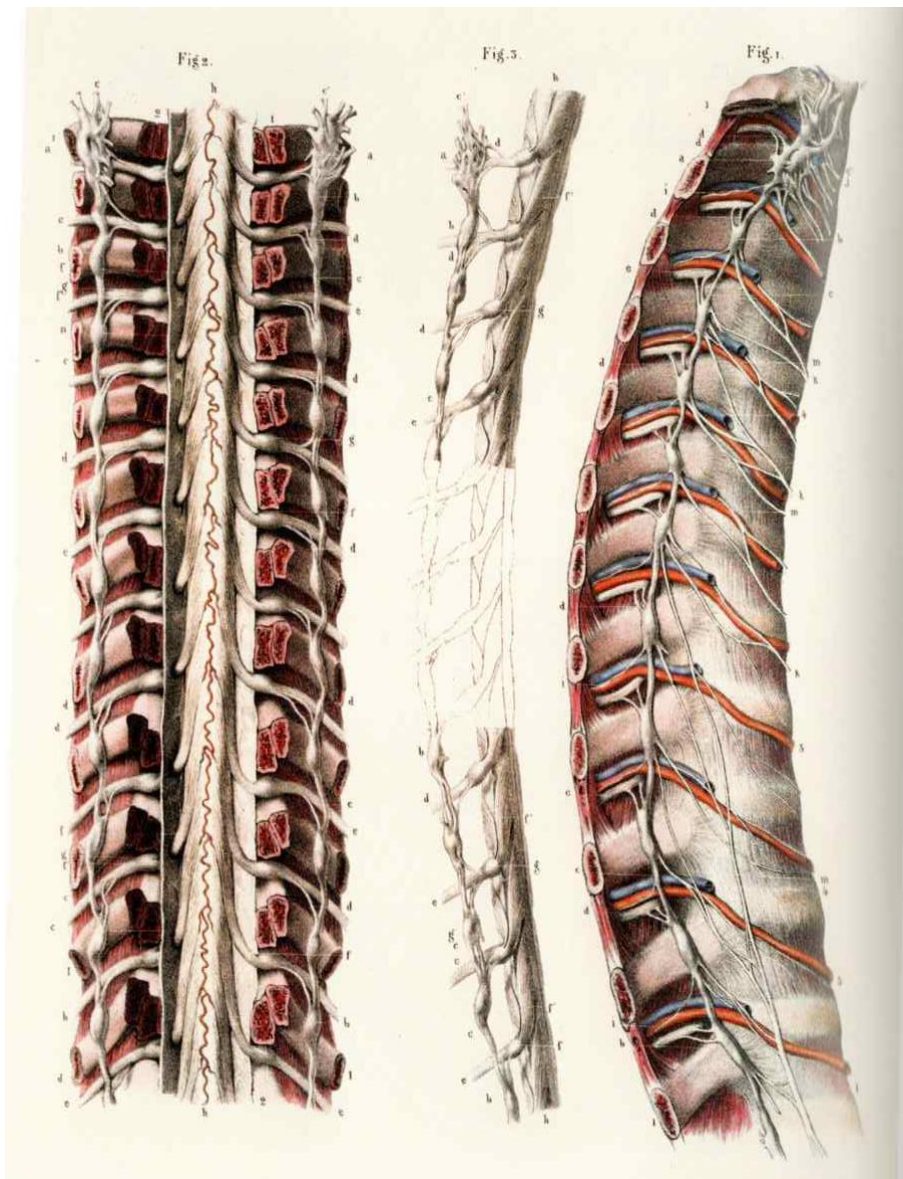
**N6ostigmine**: Parasymphomim6tique. Anesth6sie: r6verse l'action des curarisants

### Insecticides, sarin (gaz organophosphor6):

Bloqueurs irr6versibles de l'AChEsterase → salivation, bronchospasme + paralysie par d6sensibilisation de la jnm (+effets neurotoxiques)



# Systeme Nerveux Sympathique



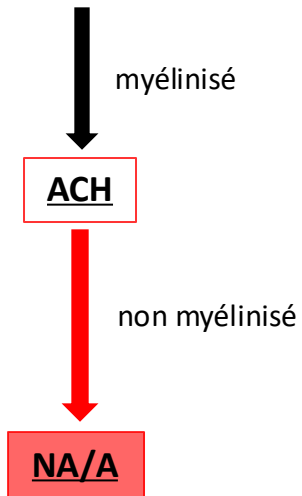
**Mobilisation de l'énergie**

**Préparation à l'action**

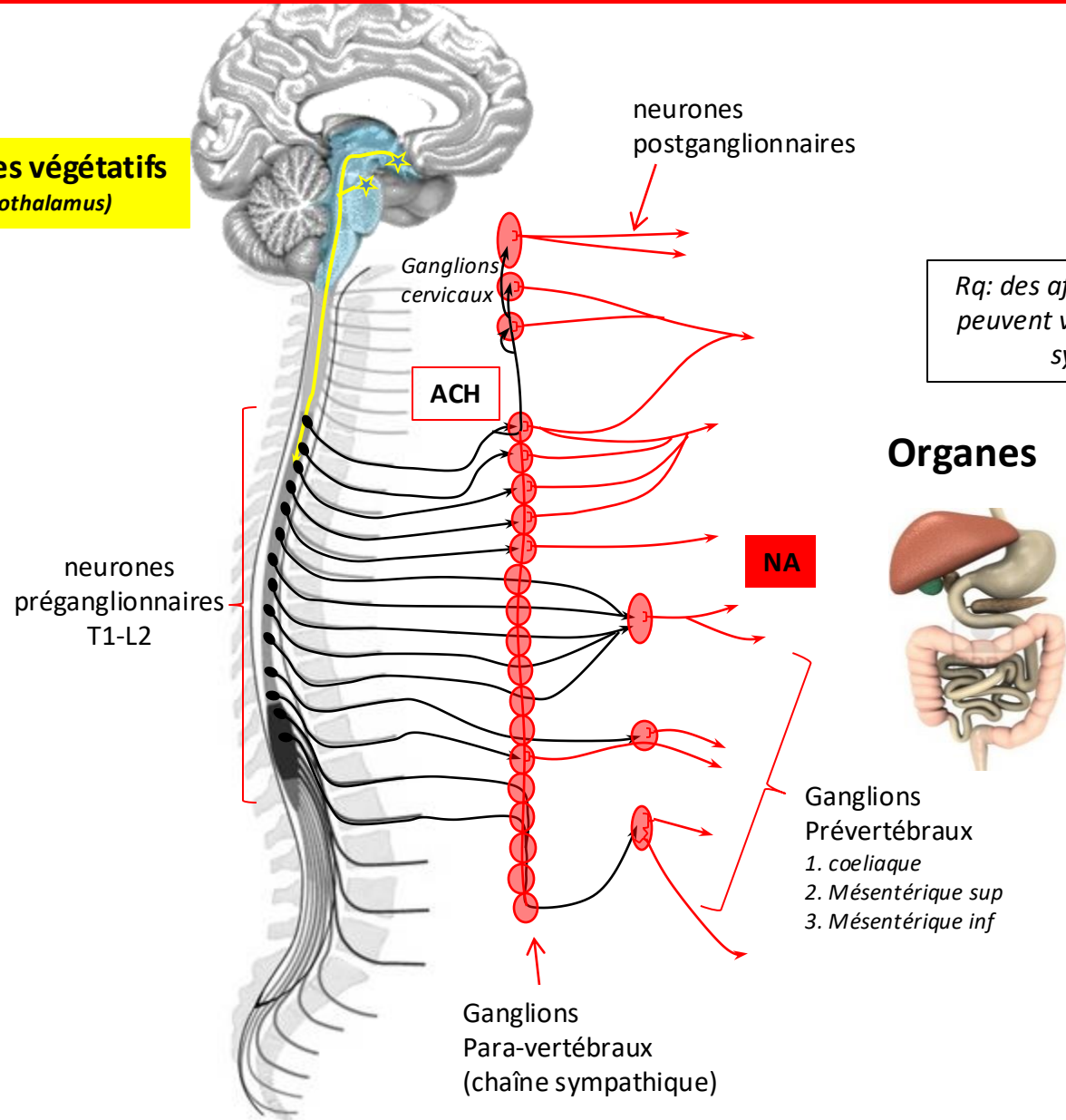
# Systeme Nerveux Sympathique: la voie adrénérergique

*La voie sympathique est une voie adrénérergique!*

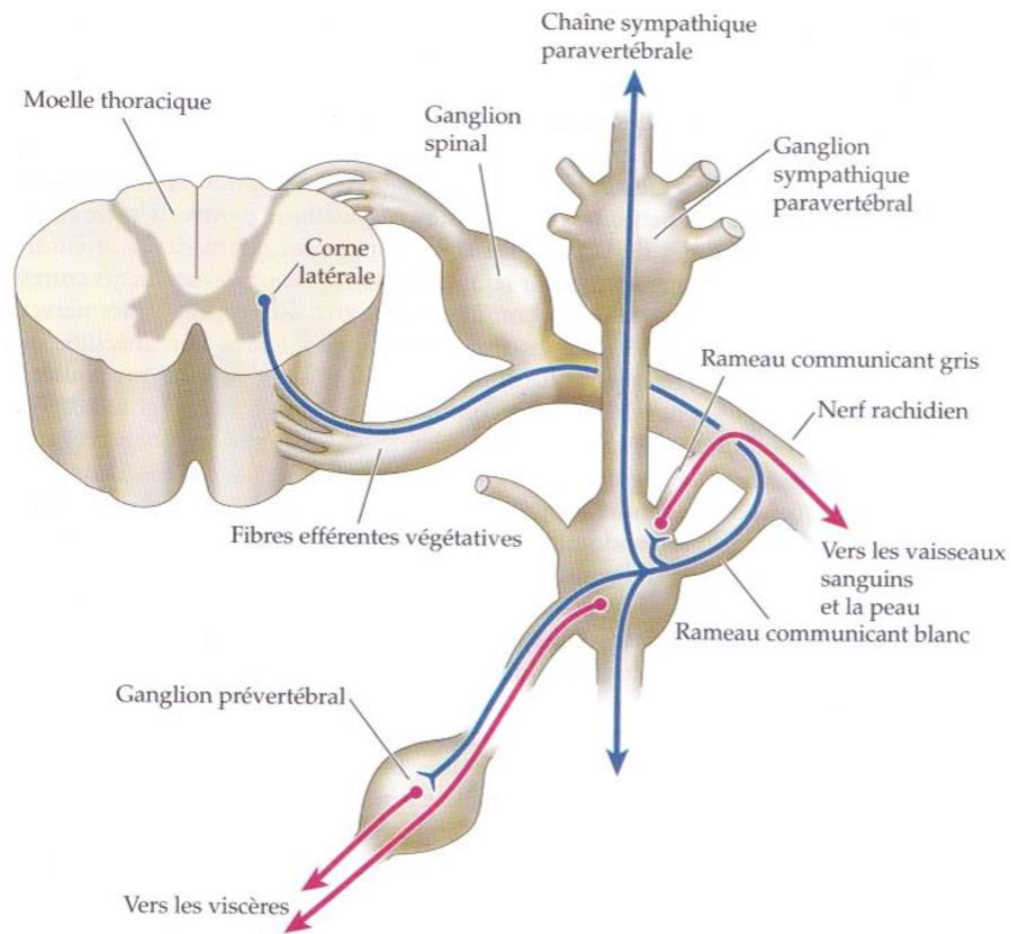
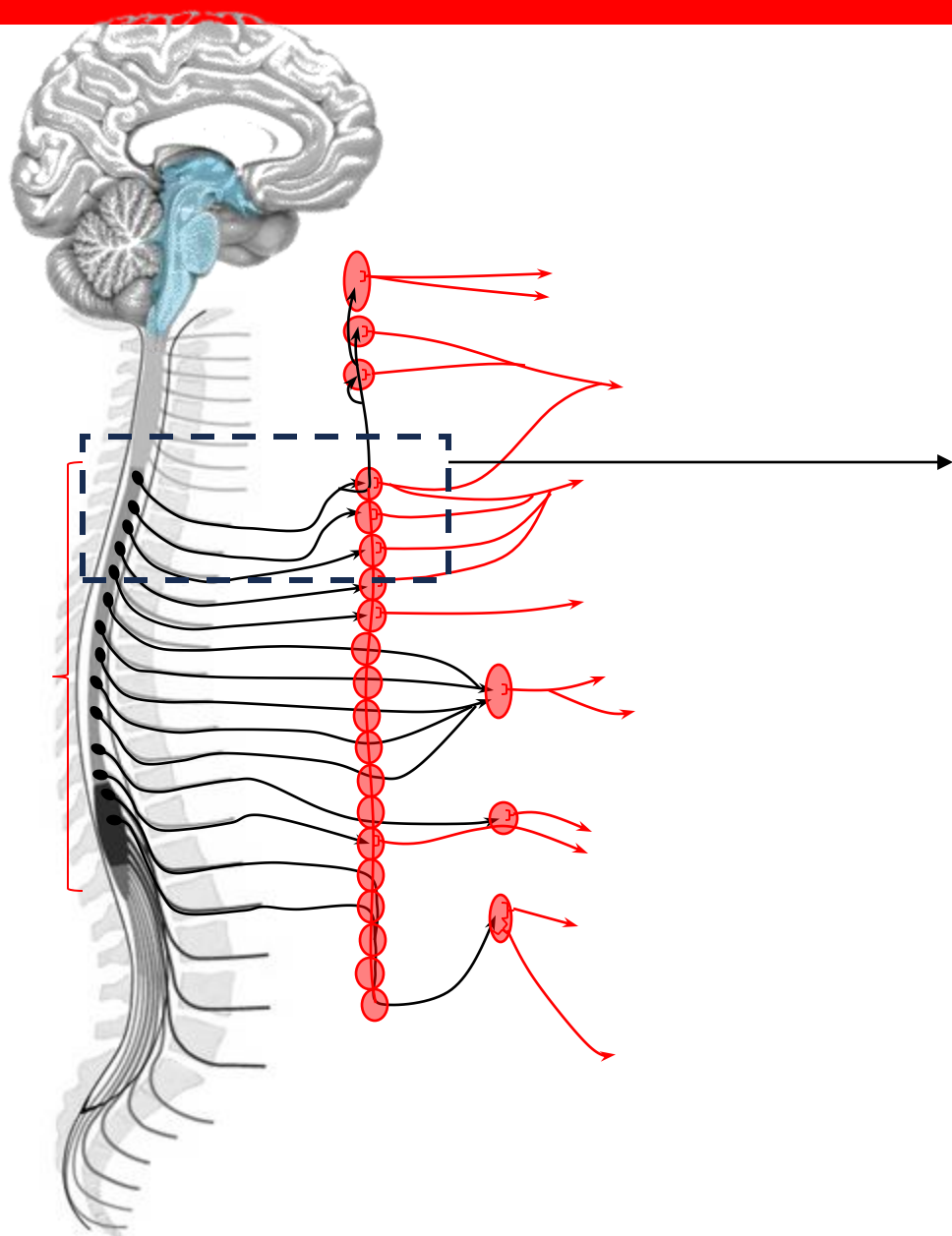
**Système Nerveux Sympathique**  
=  
**Système Adrénérergique**  
(NorAdrénaline-NA)



**Centres végétatifs**  
(y.c. hypothalamus)



# Systeme Nerveux Sympathique: la chaine sympathique

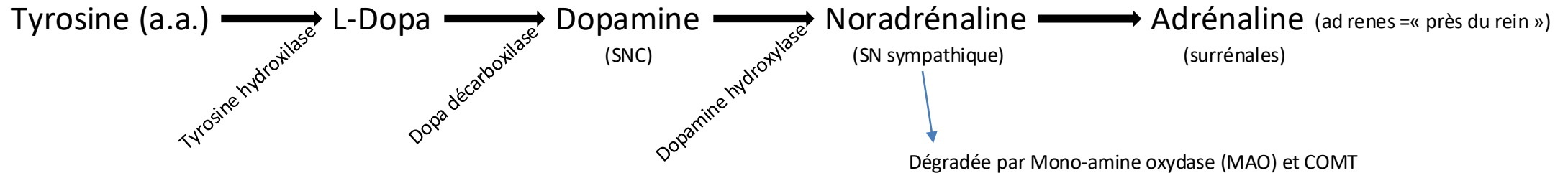


# Systeme Nerveux Sympathique: neurotransmission

- Les neurones postganglionnaires sympathiques libèrent de la Noradrénaline (neurones noradrénergiques)

- La Noradrénaline est une catécholamine

Synthèse des catécholamines:



- Les récepteurs (nor)adrénergiques, ou adrénorécepteurs, sont des récepteurs métabotropiques

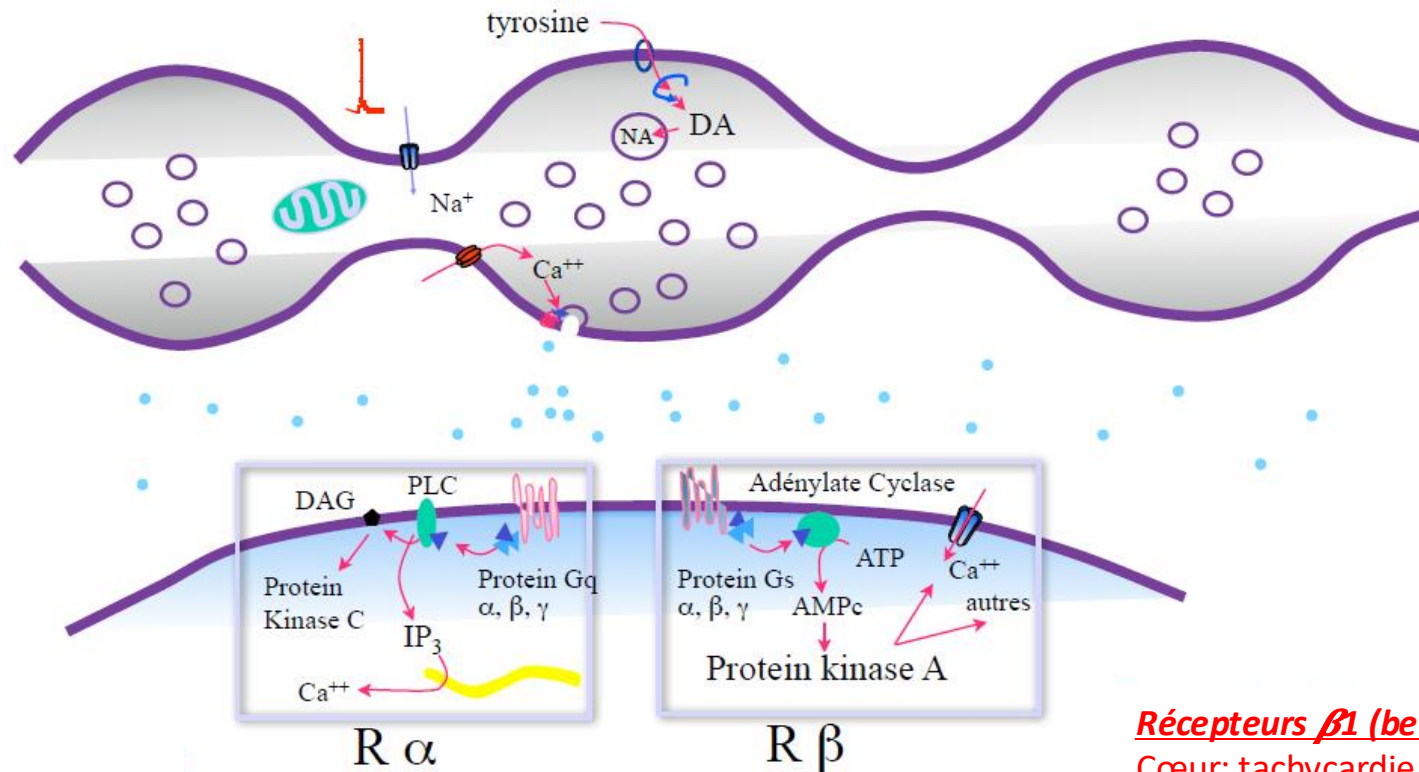
R. Alpha-adrénergiques ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ): action principale via IP3, provoque vasoconstriction périphérique, mydriase...

R. Béta-adrénergiques ( $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ ): action principale via AMPc, augmente fréquence cardiaque, bronchodilatation...



# Systeme Nerveux Sympathique: neurotransmission

«Synapses» des neurones postganglionnaires sympathiques: «varicosités» axonales



## Récepteurs $\alpha 1$ (alpha1): Activation

contraction fibres lisses

→ surtout muscles lisses vaisseaux sg., muscles dilatateurs de l'iris et arrecteurs du poil (piloérection)

## Récepteurs $\beta 1$ (beta1): Activation

Cœur: tachycardie

Foie, muscles: glycolyse

## Récepteurs $\beta 2$ (beta2): Relaxation

(surtout adrénaline)

muscles lisses bronches, vaisseaux sg. (des muscles sq), intestin, utérus

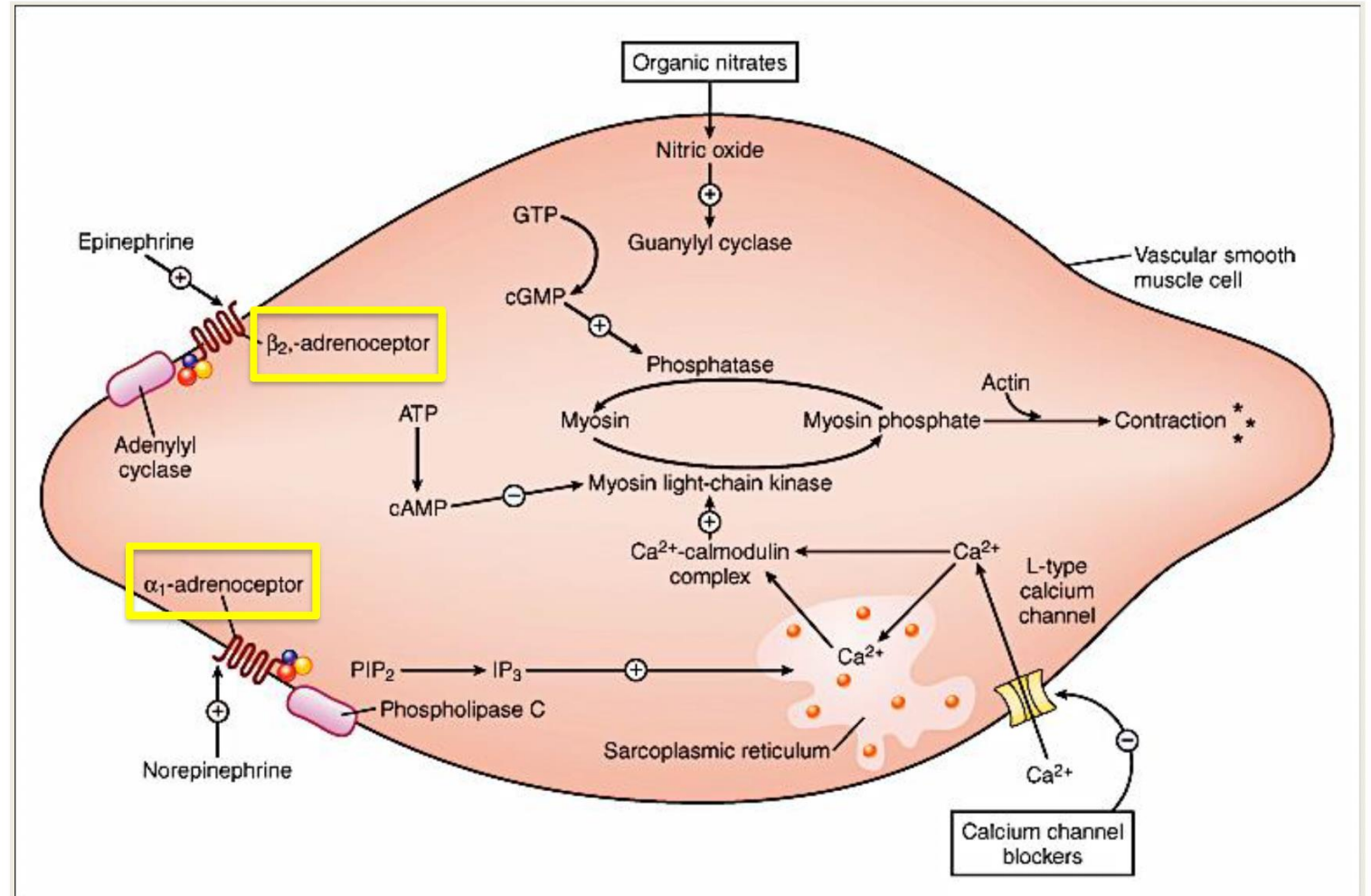


## Régulation de la contraction

### Rappel cours S.Koenig:

Dans les muscles lisses, la noradrénaline active les récepteurs  $\alpha 1$  ( $IP_3$ , contraction) et l'adrénaline surtout les  $\beta 2$ , couplés a  $G_s \rightarrow$  augmente  $AMPc \rightarrow$  phosphorylation et inhibition  $MLCK \rightarrow$  relaxation

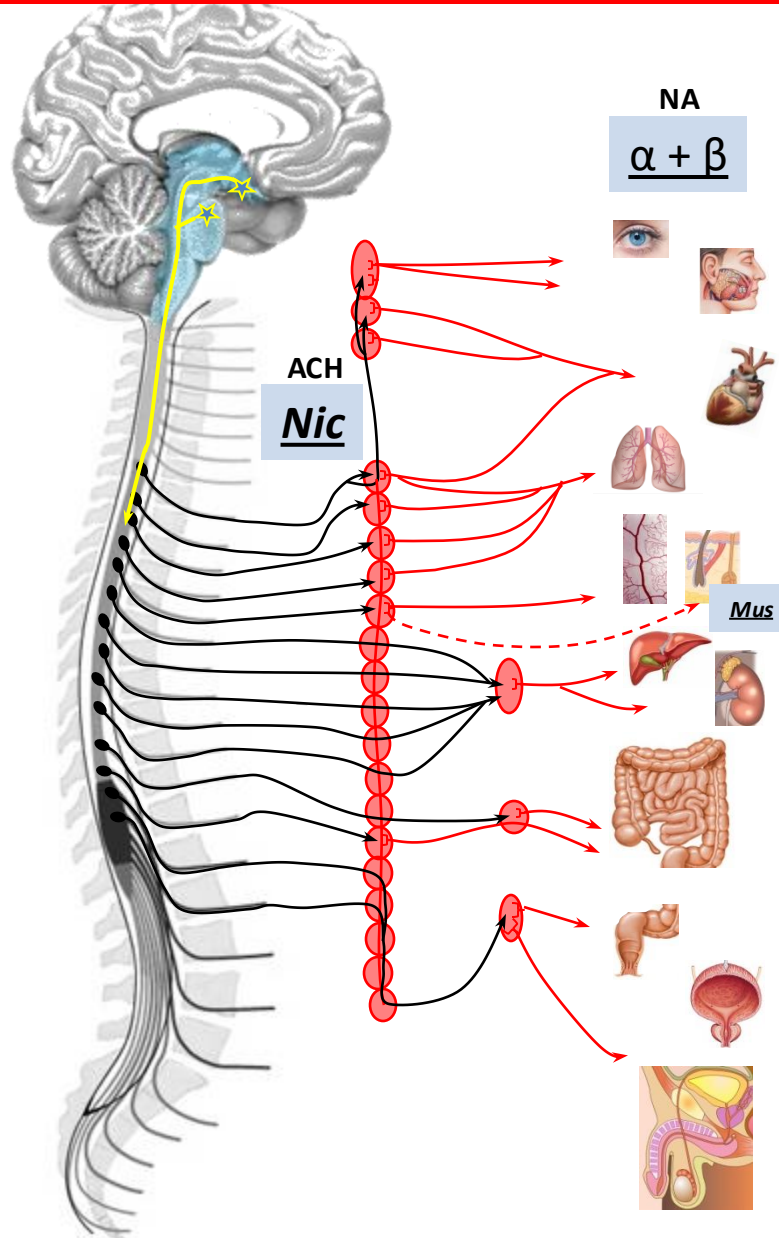
Les  $\alpha 1$  entraînent la vasoconstriction périphérique, les  $\beta 2$  permettent la vasodilatation des artérioles dans les muscles squelettiques et certains territoires coronaires



Brenner & Stevens: Pharmacology, 3rd Edition.  
Copyright (c) 2009 by Saunders, an Imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

$IP_3$ : contraction  
cAMP ou cGMP: relaxation

# Systeme Nerveux Sympathique: effets sur les organes



## Effets sympathiques

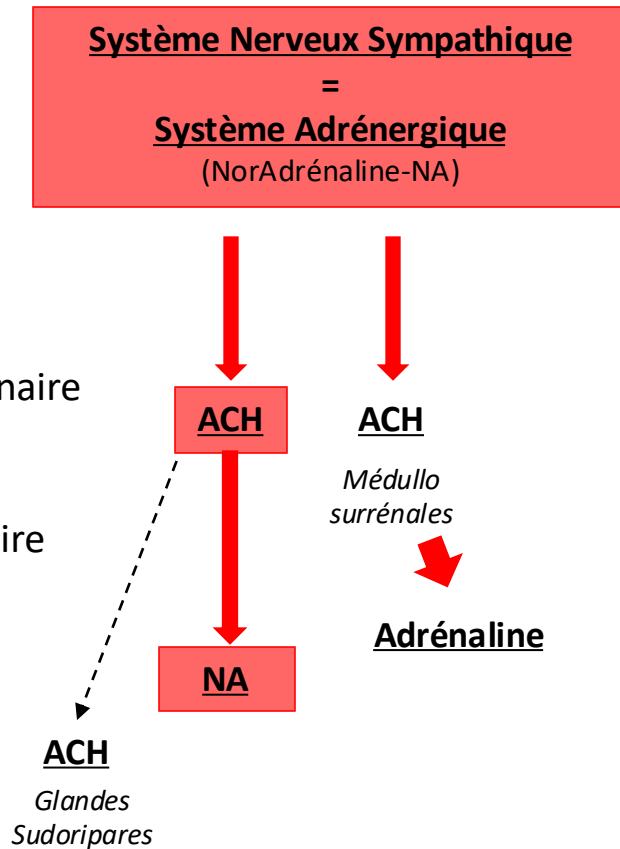
1. Œil ----- **mydriase**
2. Glandes salivaires ----- **↑ Sécrétions visqueuses**
3. Cœur ----- **↑ Fréquence et force contraction**
4. Poumons ----- **bronchodilatation**
5. Glandes sudoripares + poils **transpiration (ACH!) + piloérection**
6. Vaisseaux sanguins périphériques ----- **Vasoconstriction** (peau, reins, intestin)
7. Foie ----- **glycogénolyse**
8. Surrénales ----- **libération adrénaline** (*par cellules chromaffines des medullosurrénales*)
9. Tube digestif ----- **↓ péristaltisme, ↓ sécrétions**
10. Rectum ----- **contraction des sphincters**
11. Vessie ----- **rétenion urinaire**
12. Organes génitaux ----- **Éjaculation, orgasme**



# Systeme Nerveux Sympathique: synthese

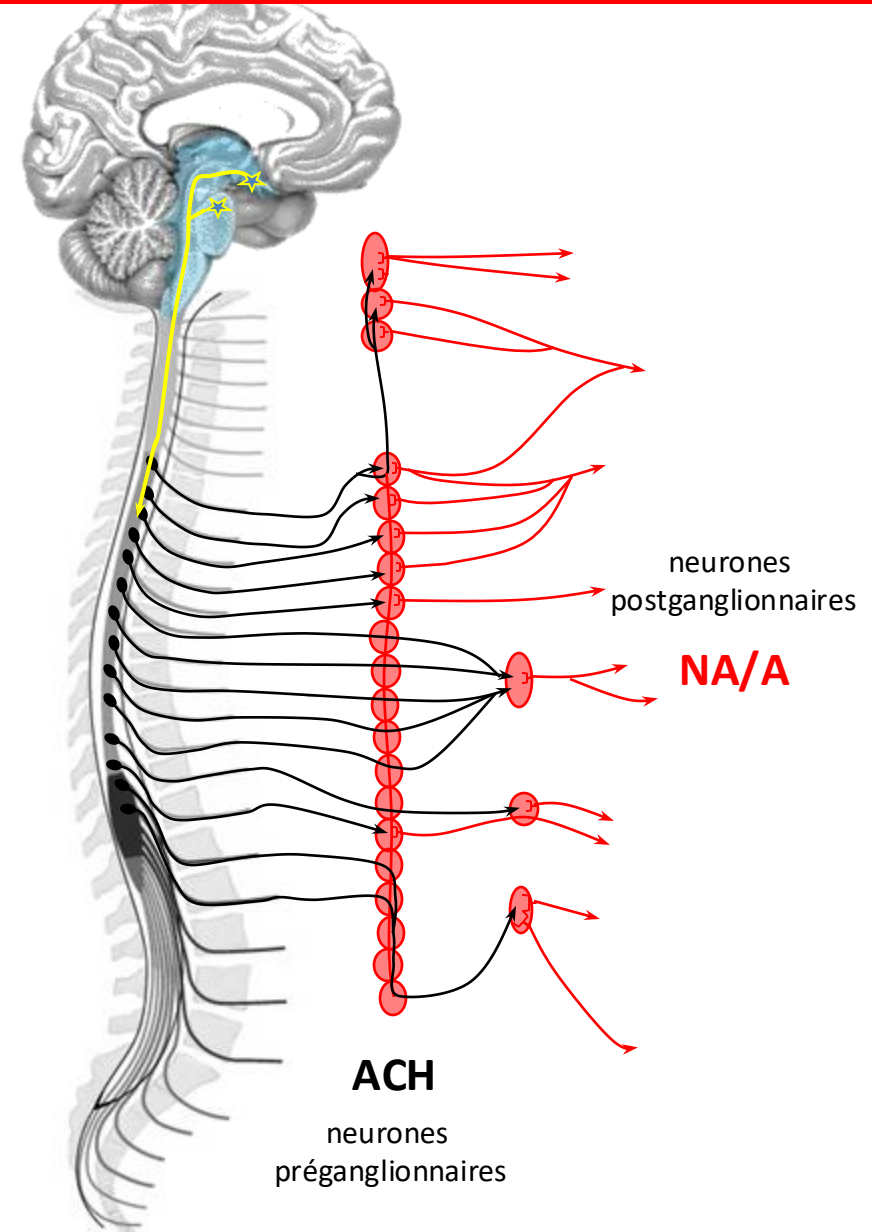
Dans la voie sympathique:

- le neurone pre-ganglionnaire libere de l'ACH
- le neurone post-ganglionnaire libere de la NA

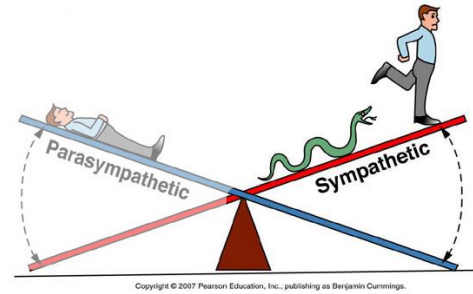


Exceptions:

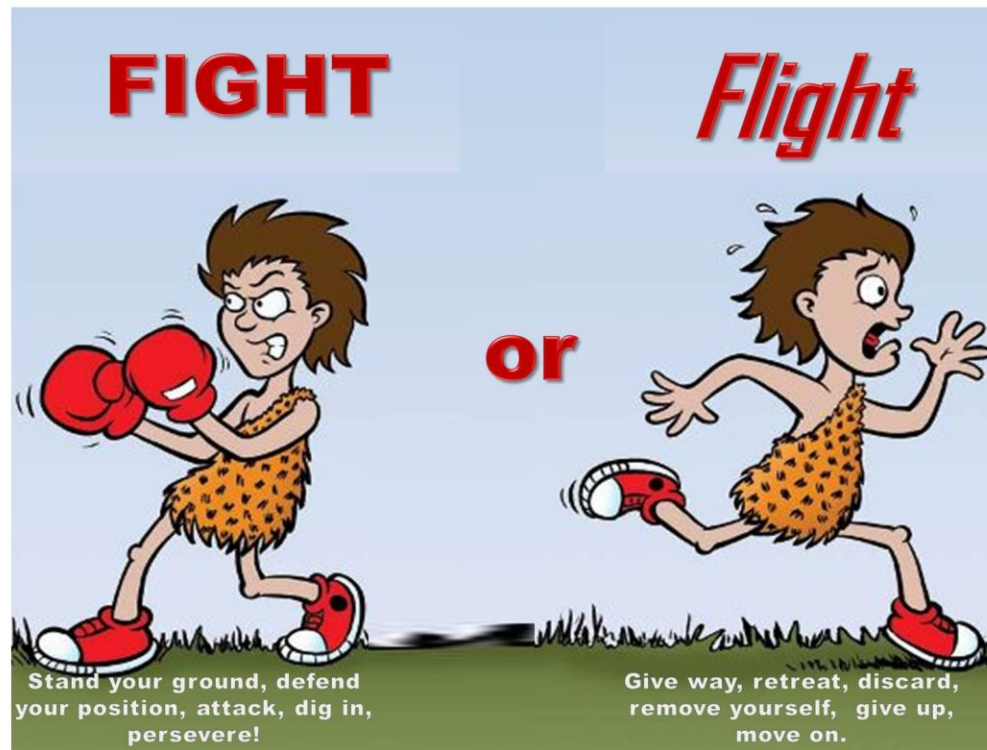
- Neurone postganglionnaire ACH pour les glandes sudoripares
- Cellule postganglionnaire transformée en cellule endocrine dans les médullosurrénales



# Systeme Nerveux Sympathique

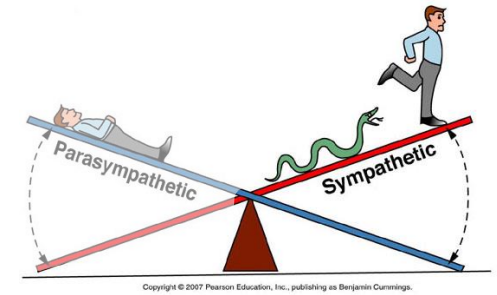
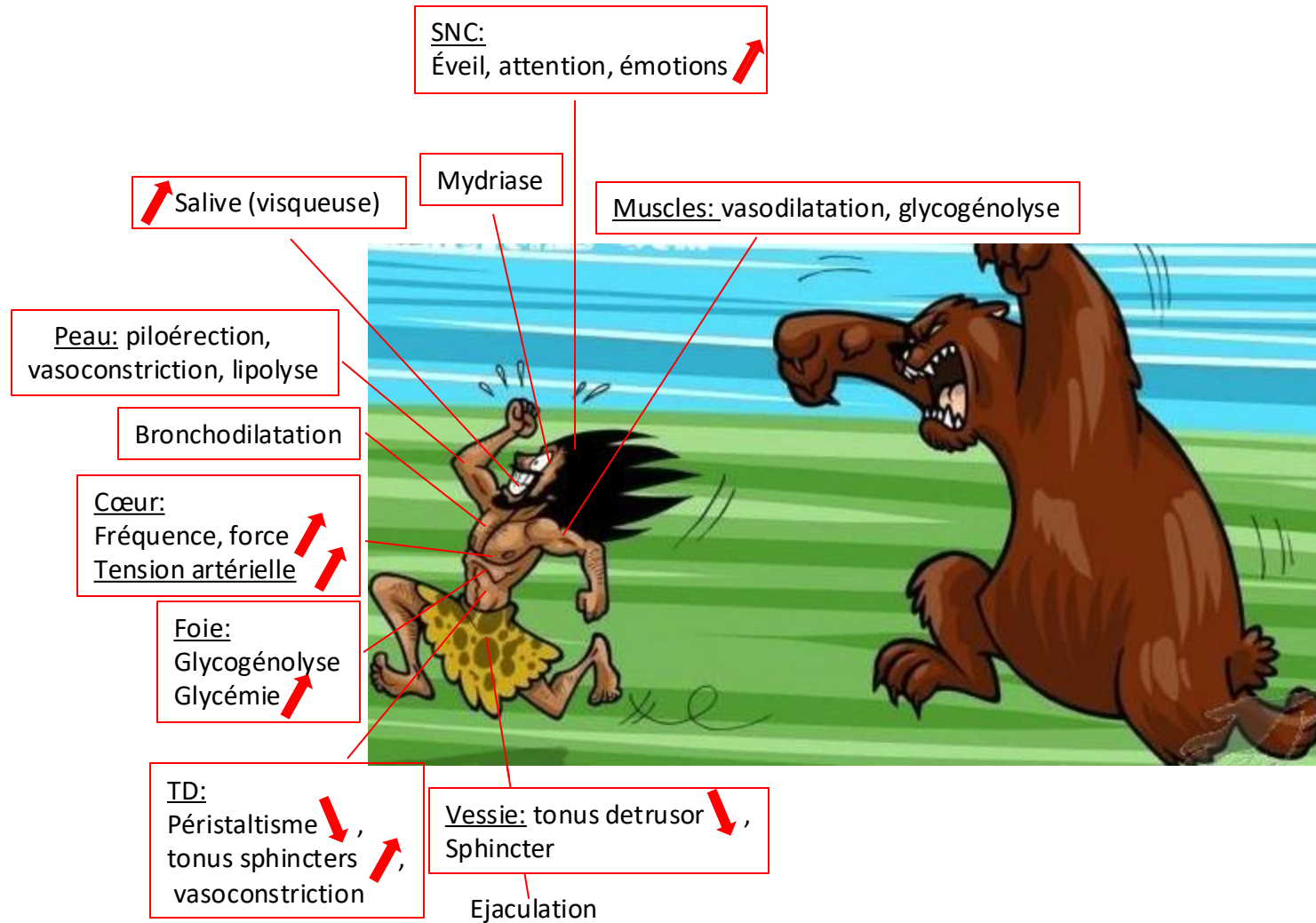


Activation du sympathique: se préparer à l'action



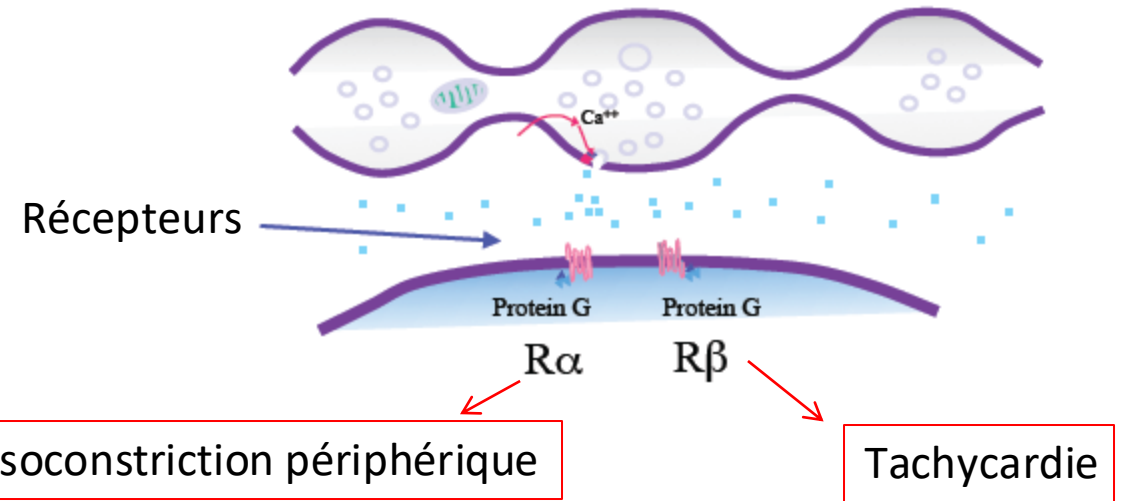
*Théorie de Walter Cannon, circa 1930*

# Systeme Nerveux Sympathique



# Systeme Nerveux Sympathique

## Pharmacologie adrénergique



### Agonistes

Adrénaline: active les récepteurs  $\alpha + \beta$ . R $\alpha$  : vasoconstriction, augmentation tension artérielle. R $\beta$ : augmentation fréquence et force contraction cardiaque et bronchodilatation; indication: arrêts cardio-respiratoires, choc anaphylactique

Salbutamol: active les récepteurs  $\beta$  ( $\beta 2$ ): bronchodilatation; indication: asthme

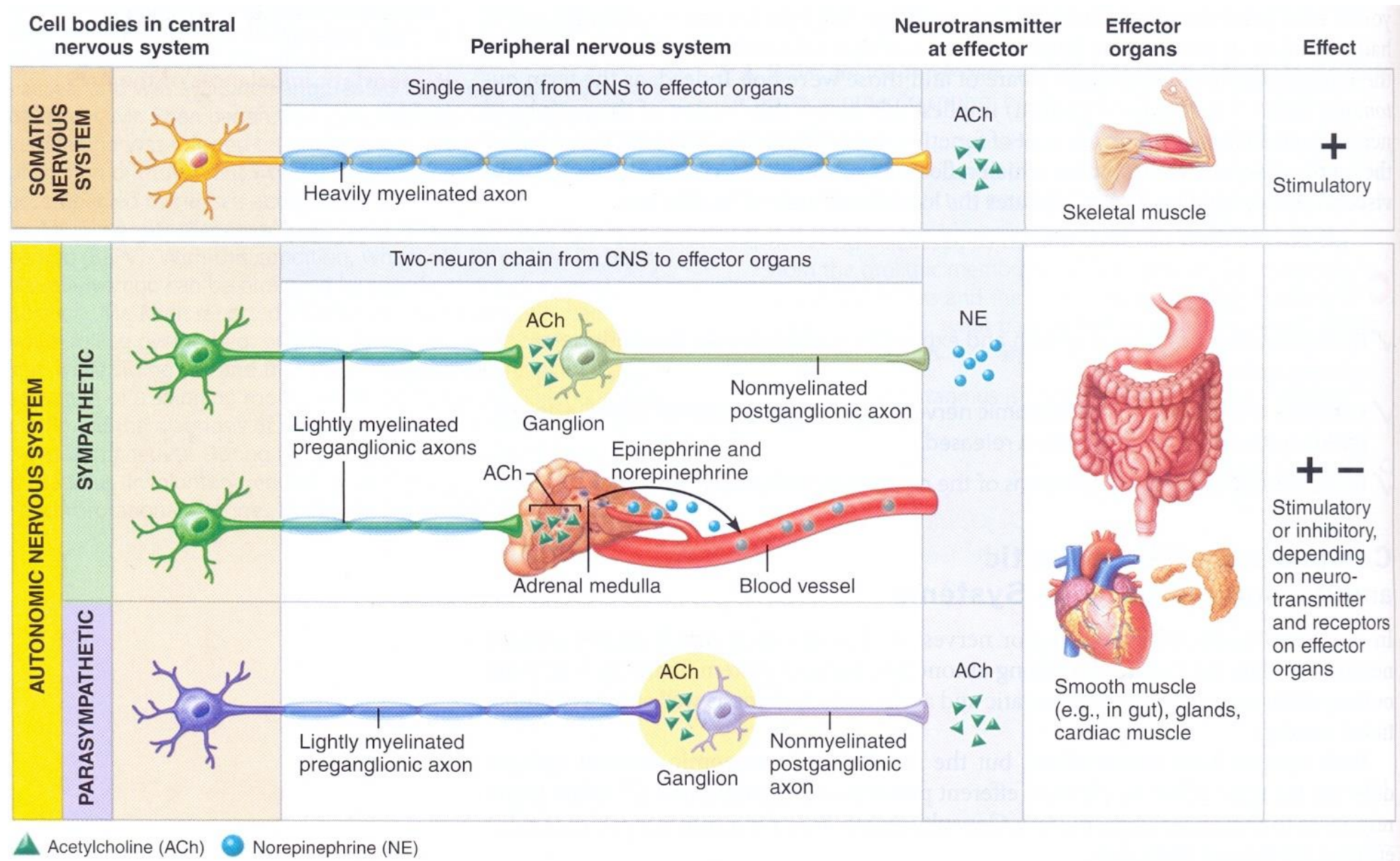
### Antagonistes

$\alpha$ -bloquants: vasodilatateurs; indication: hypertension artérielle

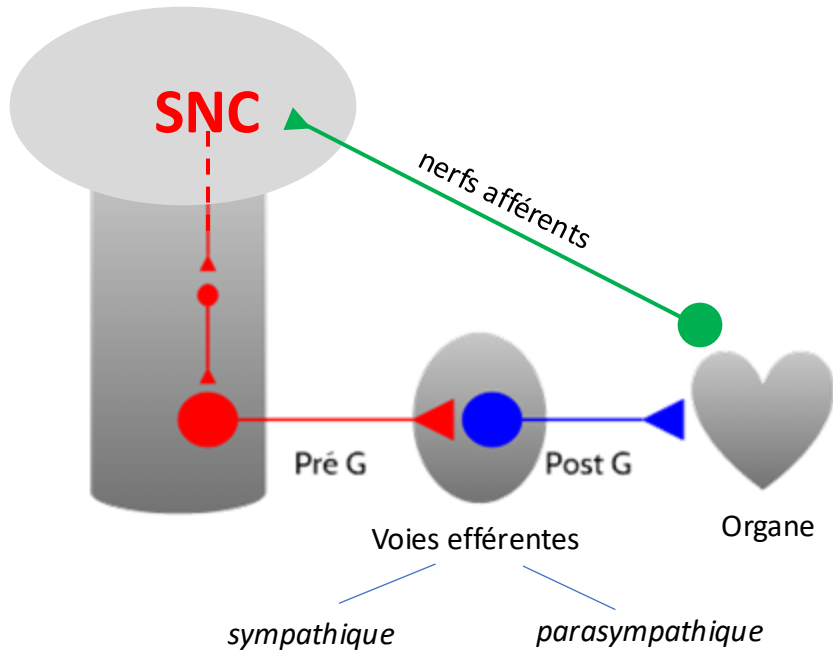
$\beta$ -bloquants: diminution fréquence et force contraction cardiaque; indication: hypertension artérielle, antiarythmique (diminue un rythme rapide)



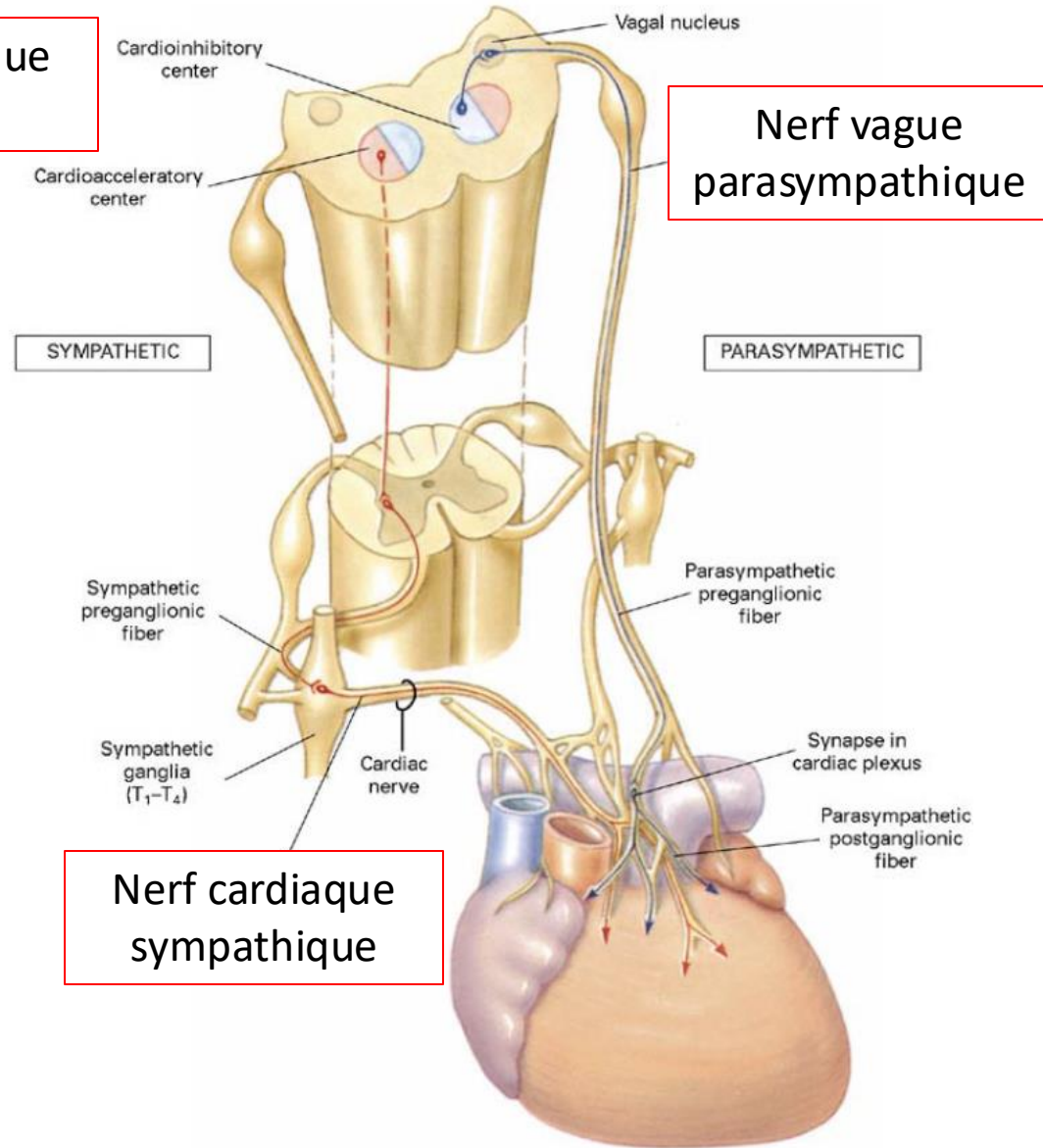
# Synthèse 1: comparaison neurones moteurs somatiques et viscéraux



# Application 1: la régulation du rythme cardiaque



Centre cardiaque du tronc



# Application 1: la régulation du rythme cardiaque

## Ex1: baisse de P° sanguine?

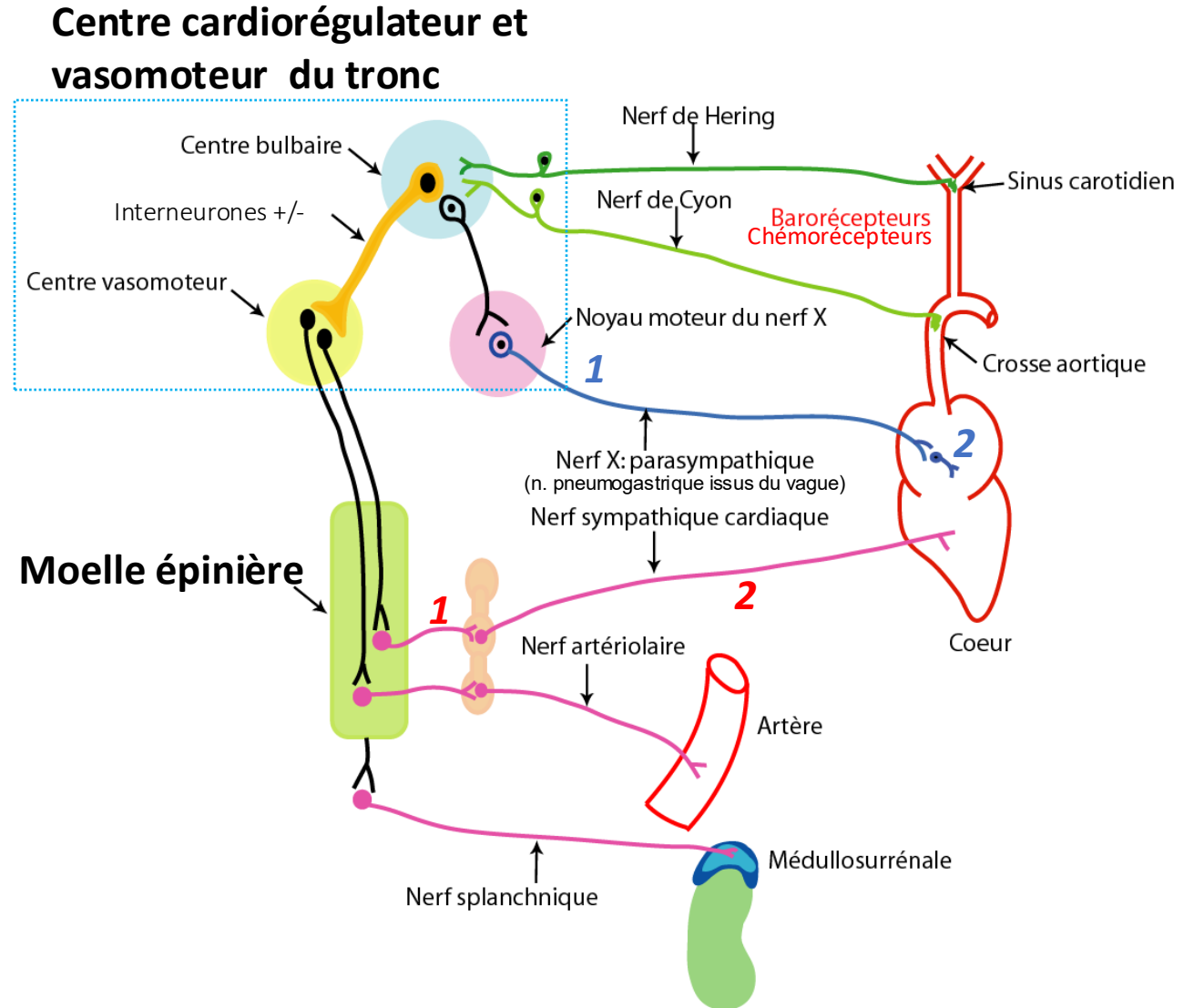
- barocépteurs détectent la baisse de P°
- centres du tronc activent la voie sympathique et diminue la stimulation parasympathique

- Effet chronotrope + (↑rythme cardiaque) et inotrope + (↑volume d'éjection) via récepteurs  $\beta_1$  sur le cœur
- Vasoconstriction périphériques des vaisseaux sanguins via récepteurs  $\alpha_1$
- + libération adrénaline par médullosurrénales

## Ex2: la baisse du CO2 sanguin?

- chémorécepteurs détectent une augmentation du Ph sanguin
- centres du tronc diminuent la voie sympathique et augmentent la parasympathique

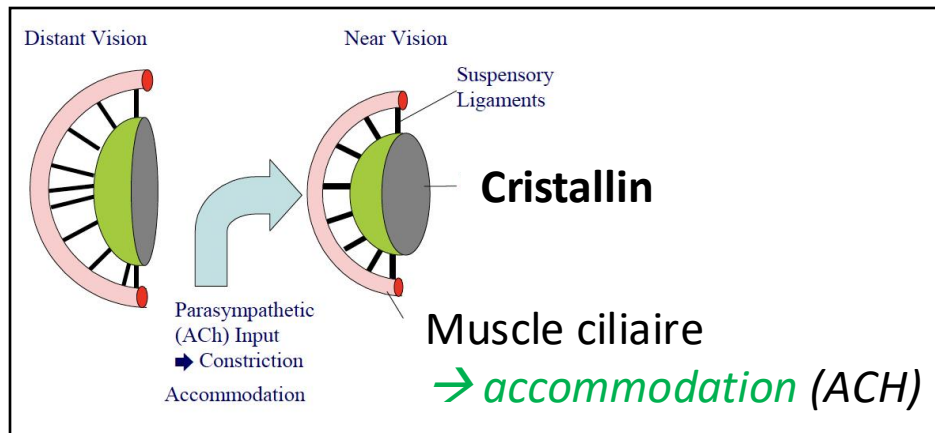
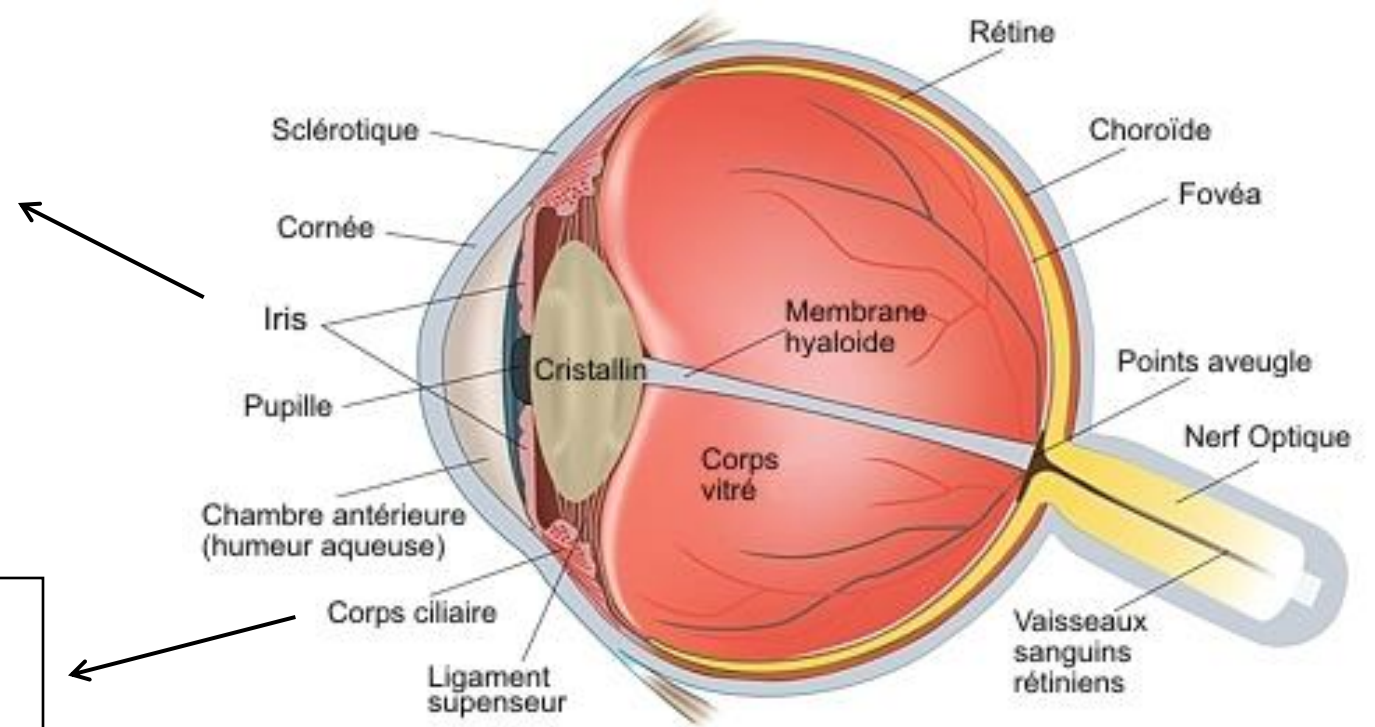
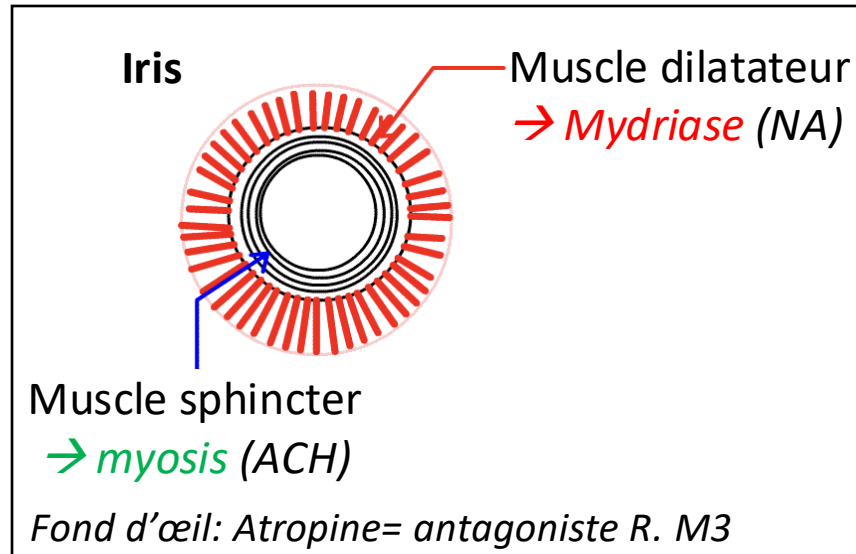
- Effet chronotrope - et inotrope – via récepteurs  $M_2$  sur le cœur



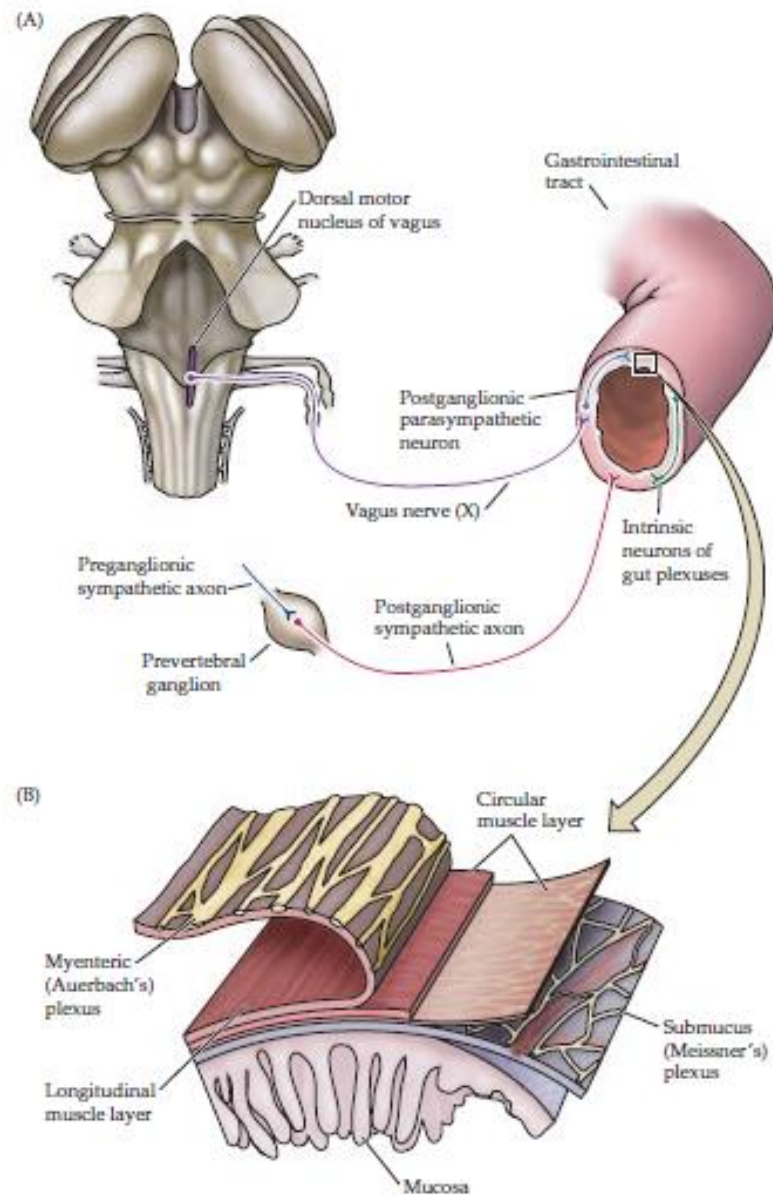
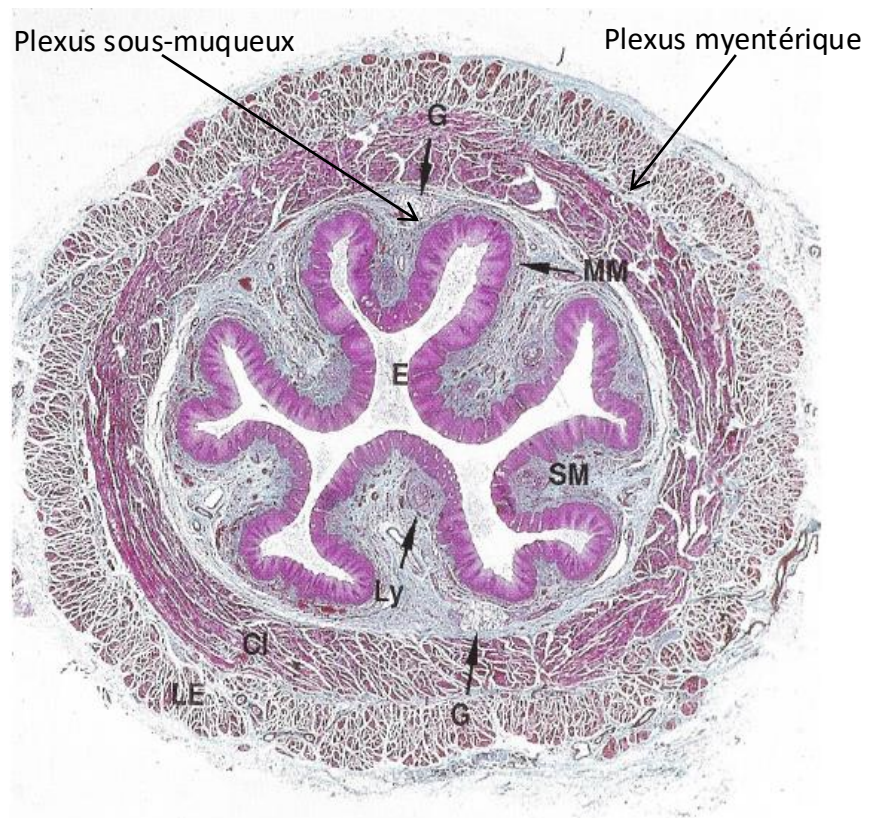
1: neurone préganglionnaire  
2: neurone postganglionnaire

# Application 2: innervation des muscles lisses de l'oeil

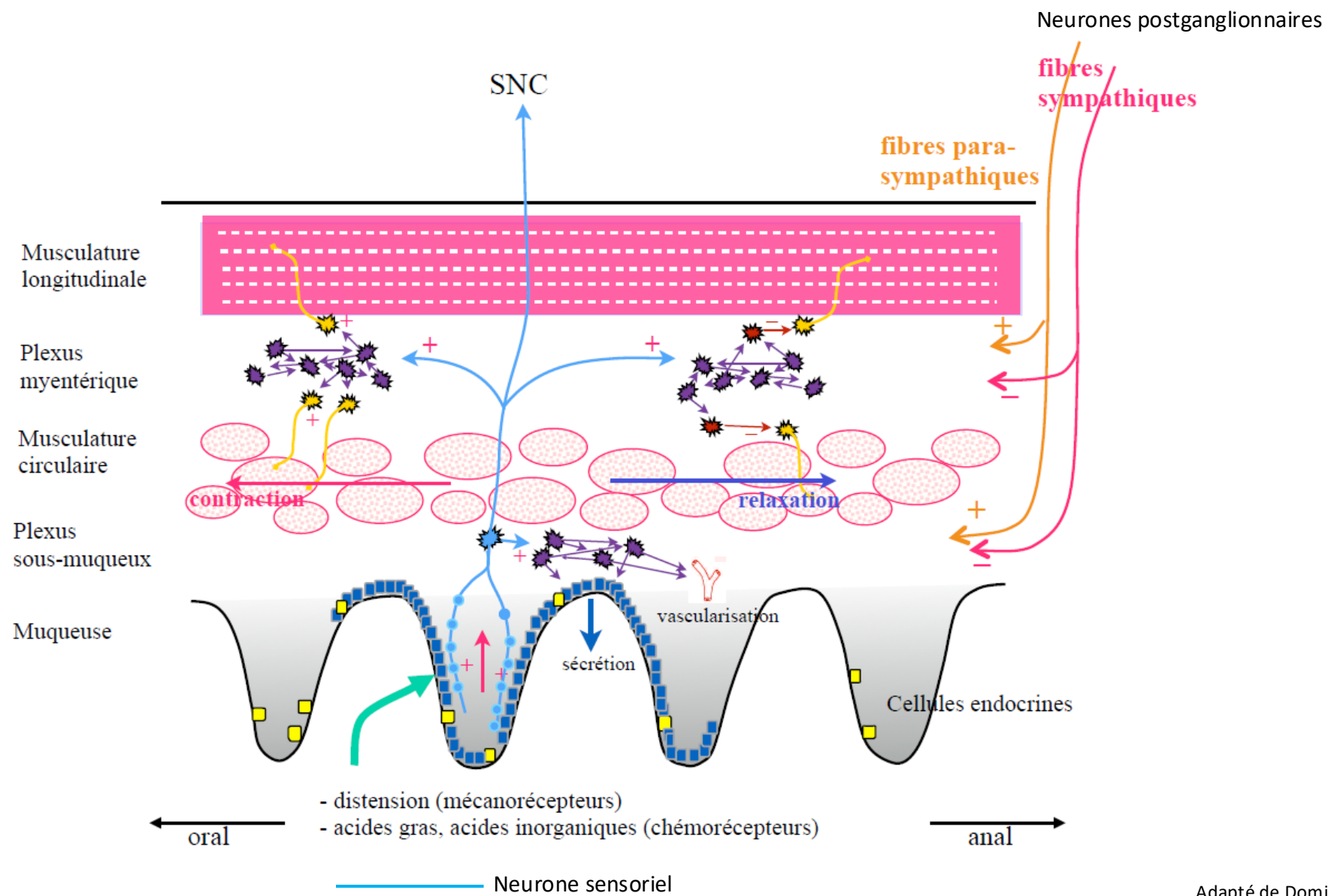
Innervation **sympathique** (mydriase) et **parasympathique** (myosis, accommodation) de l'oeil



# Systeme Nerveux Entérique

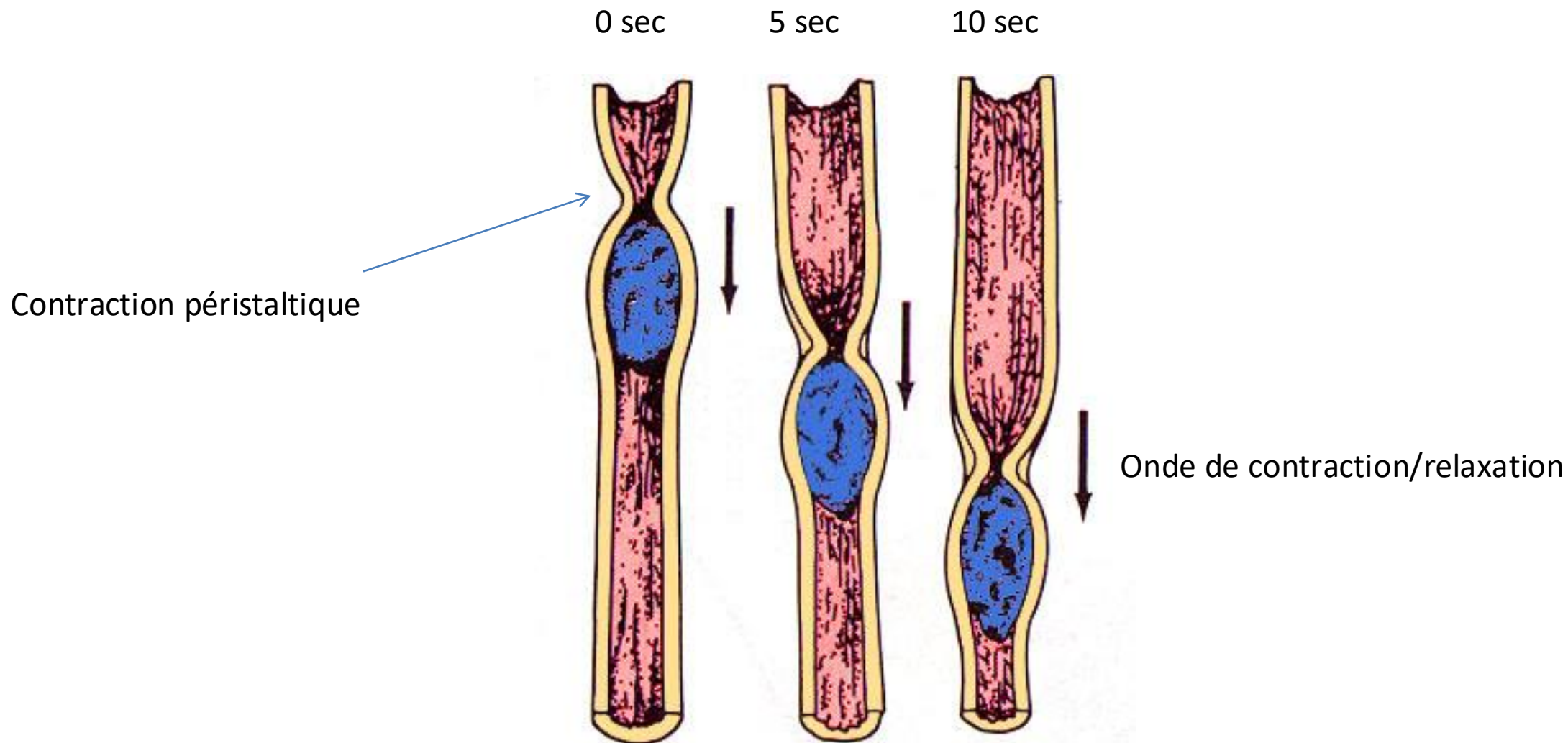


# Systeme Nerveux Entérique



# Systeme Nerveux Entérique

## Péristaltisme



# Synthèse 2: Système Nerveux Végétatif

Chaque système se définit par:

- son organisation anatomique
- ses fonctions
- ses neurotransmetteurs et récepteurs
- sa pharmacologie

## Système nerveux parasympathique

- Neurones préganglionnaires dans la moelle sacrée et le tronc-cérébral + neurones postganglionnaires courts dans les ganglions intramuraux; contrôlés par des centres végétatifs du cerveau (*y.c. hypothalamus, noyau du tractus solitaire...*)
- Fonctions: restauration de l'individu, myosis, diminution fréquence cardiaque, augmentation péristaltisme,...
- ACH; R nicotinique et Muscariniques (M1 à M5)
- Antagonistes: atropine

## Système nerveux sympathique

- Neurones préganglionnaires dans la moelle thoraco-lombaire (T1-L2) + neurones postganglionnaires longs dans ganglions para/pré vertébraux; contrôlés par des centres végétatifs du cerveau (*y.c. hypothalamus, noyau du tractus solitaire*)
- Fonctions: préparation à l'action, mydriase, augmentation du rythme cardiaque, activation des surrénales,...
- ACH et Noradrénaline/adrénaline (catécholamines); R nicotinique et R  $\alpha + \beta$
- Agonistes: Adrénaline, Salbutamol; Antagonistes:  $\alpha$ -bloquant +  $\beta$ -bloquant

## Système nerveux entérique

- Plexus myentérique d'Auerbach et plexus sous-muqueux de Meissner; contrôle par les systèmes parasympathique et sympathique
- Fonctions: digestion

### Ref:

- Purves et al, Neurosciences, 4ième édition, chapitre 21 « le système nerveux végétatif »
- Bear et al, Neurosciences, chapitre « cerveau et comportements, aspect neurochimique; le système nerveux autonome »



# Le Système Nerveux Autonome: Objectifs

- Comprendre les principes d'organisation des voies sympathiques et parasympathiques du système nerveux autonome depuis le SNC jusqu'aux organes
- Expliquer les rôles des voies sympathiques et parasympathiques dans le fonctionnement des organes
- Connaitre les neurotransmetteurs et leurs principaux récepteurs dans les voies sympathiques et parasympathiques
- Comprendre les effets de l'activation des récepteurs acétylcholinergiques et noradrénergiques
- Savoir expliquer l'action des voies sympathiques et parasympathique sur le cœur, les vaisseaux et dans l'oeil
- Connaitre les mécanismes d'action des principaux agonistes et antagonistes des synapses acétylcholinergiques et noradrénergiques
- Décrire l'organisation du système nerveux entériques et ses interactions avec les vois sympathiques et parasympathiques