

# PHYSIOLOGIE & PHARMACOLOGIE DU SYSTEME NERVEUX AUTONOME

Dr. CAILLOCE



**SAMU -  
SMUR**



# HISTORIQUE

- Du grec *sumpatheia*, «communauté de sentiments» (du préfixe *sun*, «avec», et *pathè*, «souffrance», «affection»).
- **Winslows** (1716) : lui donne pour rôle de régir le monde intérieur (viscères)
- **Langley** (1903) l'appelle système nerveux autonome parce qu'il échappe à la volonté de l'homme
- **Blessing** (1997) préfère le terme de système nerveux viscéral, plus approprié car il caractérise fonctionnellement les neurones qui le composent.



# GENERALITES

- Le fonctionnement du système nerveux végétatif est indépendant de la volonté.
- Il règle et coordonne le fonctionnement des organes, bien qu'il ne soit pas à l'origine de ce fonctionnement. Il ne fait que l'adapter aux besoins de l'organisme.



# DEFINITION

Le système nerveux, autonome ou végétatif assure l'homéostasie et l'équilibre du milieu intérieur :

- Motricité et sensibilité des viscères, du cœur, des poumons, des vaisseaux.
- Régulation des sécrétions hormonales et glandulaires (systèmes neuro-endocriniens).
- Sudation (glandes sudoripares et piloérection des téguments)



**Il organise la défense contre l'agression extérieure et assure la survie de l'individu et de l'espèce.**

**Il permet par des réactions viscérales adaptatives d'être le plus opérant lors de l'agression.**

**Il oriente le système nerveux cérébro-spinal vers une performance optimale**



## Deux versants : le stress / le repos

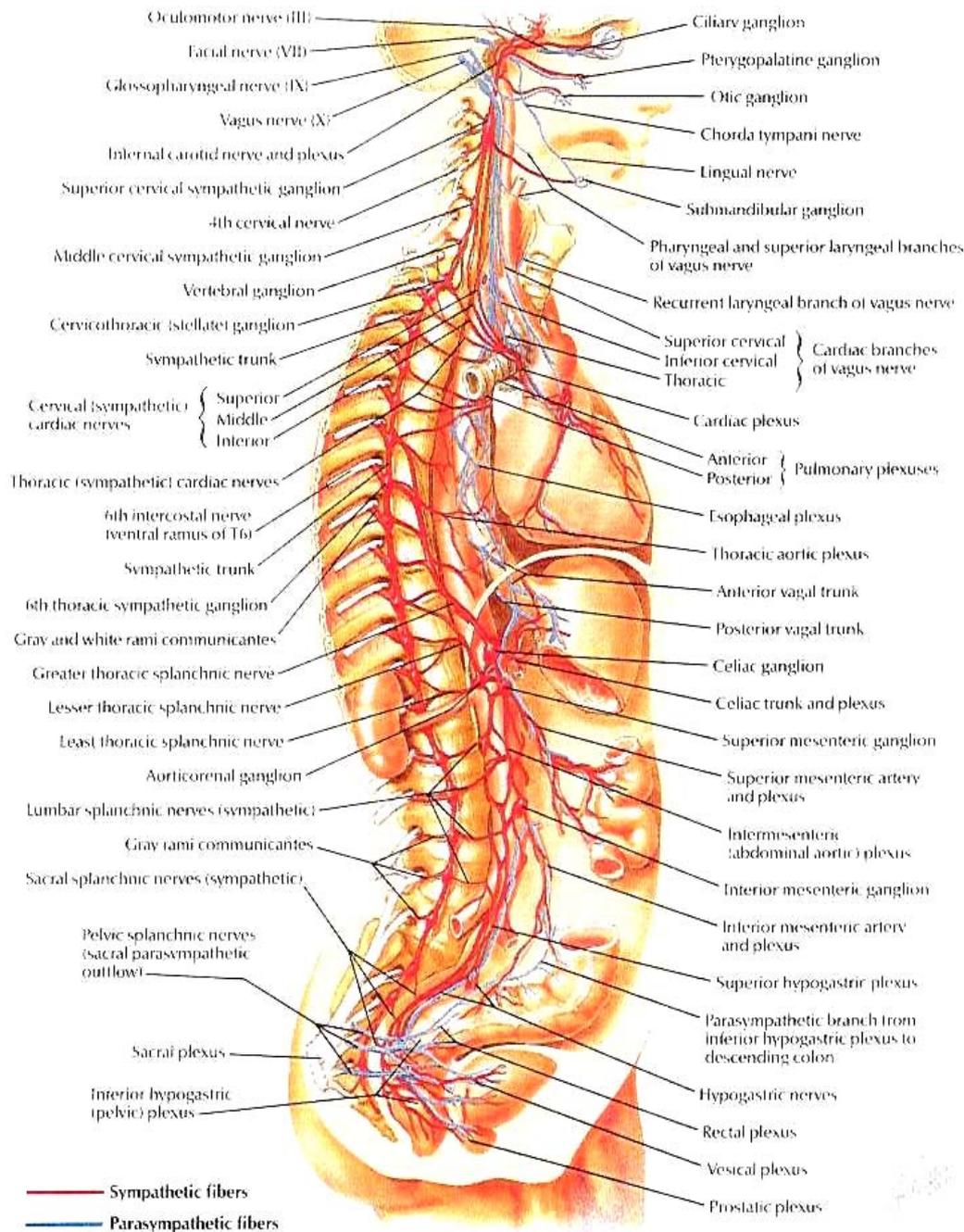
Le système nerveux autonome permet l'adaptation de l'organisme à ces situations.



## Système modulateur des fonctions végétatives (digestion, respiration, circulation, ...)

- Contrairement aux fibres nerveuses motrices du système nerveux somatique, qui sont formées d'un seul neurone moteur, la **voie afférente du système nerveux végétatif est formée de deux neurones qui font synapse au niveau d'un ganglion.**
- Le premier neurone est appelé préganglionnaire ou pré synaptique et le deuxième neurone post ganglionnaire ou post synaptique.
- Le premier neurone sécrète de l'acétylcholine alors que le deuxième peut sécréter soit de la noradrénaline (fibre adrénergique) soit de l'acétylcholine (fibre cholinérgique)
- La différence entre ces deux neurotransmetteurs explique pourquoi les systèmes para et orthosympathique ont des actions différentes sur les organes et les viscères.





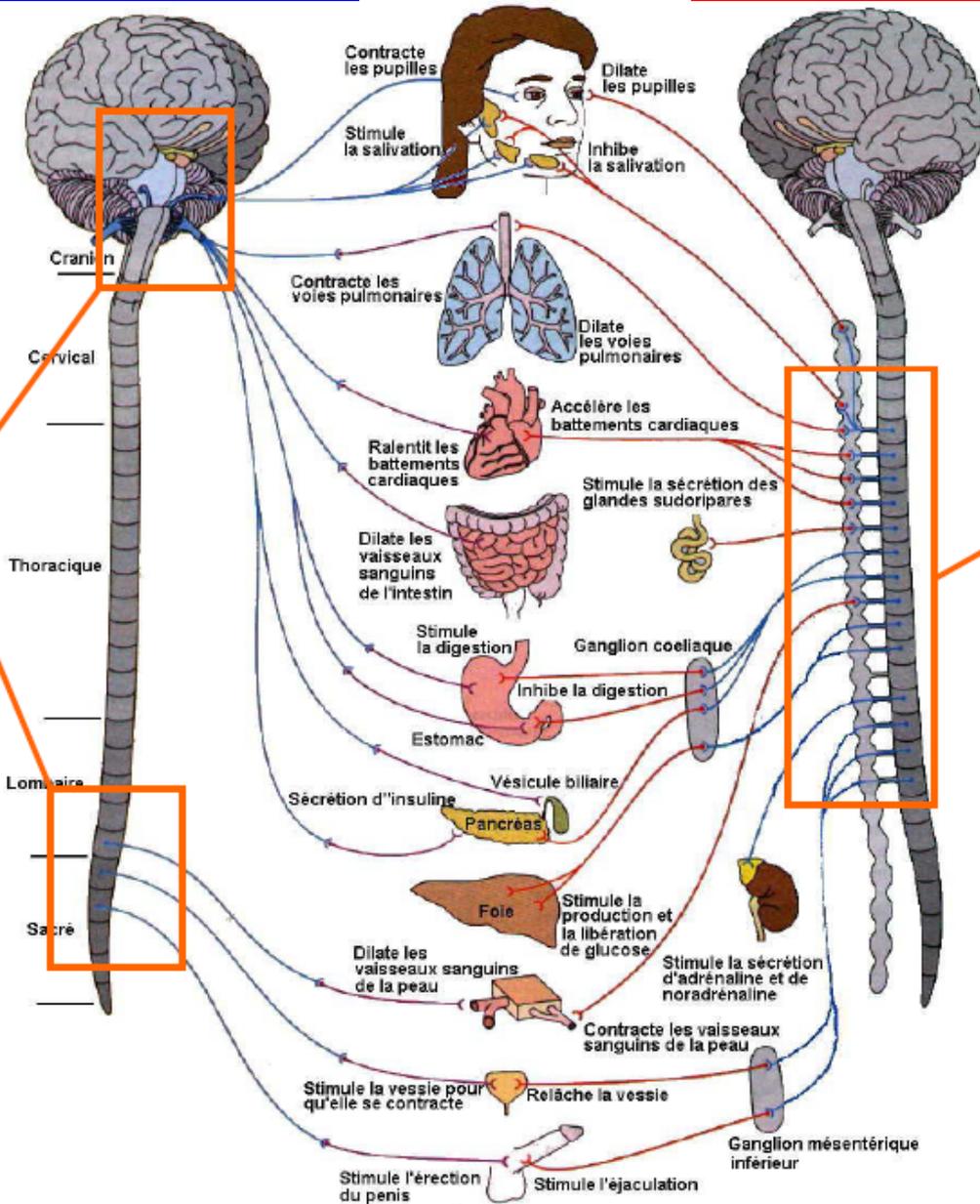
## systeme nerveux végétatif

# Parasympathique

# Sympathique

Contrôle  
Tronc  
cérébral et  
sacré

Contrôle  
thoraco-  
lombaire  
T1-L2



# Versant sympathique

Les centres supérieurs ou cerveau végétatif sont situés à la base du cerveau : c'est l'hypothalamus.

Ils existent des centres inférieurs, situés au niveau de la moelle

De ces centres inférieurs partent des neurones vers les ganglions sympathiques : neurones pré ganglionnaire ou neurone connecteur

Du ganglion, part un autre neurone vers les organes cibles, c'est le neurone post ganglionnaire ou neurone effecteur



# Versant sympathique

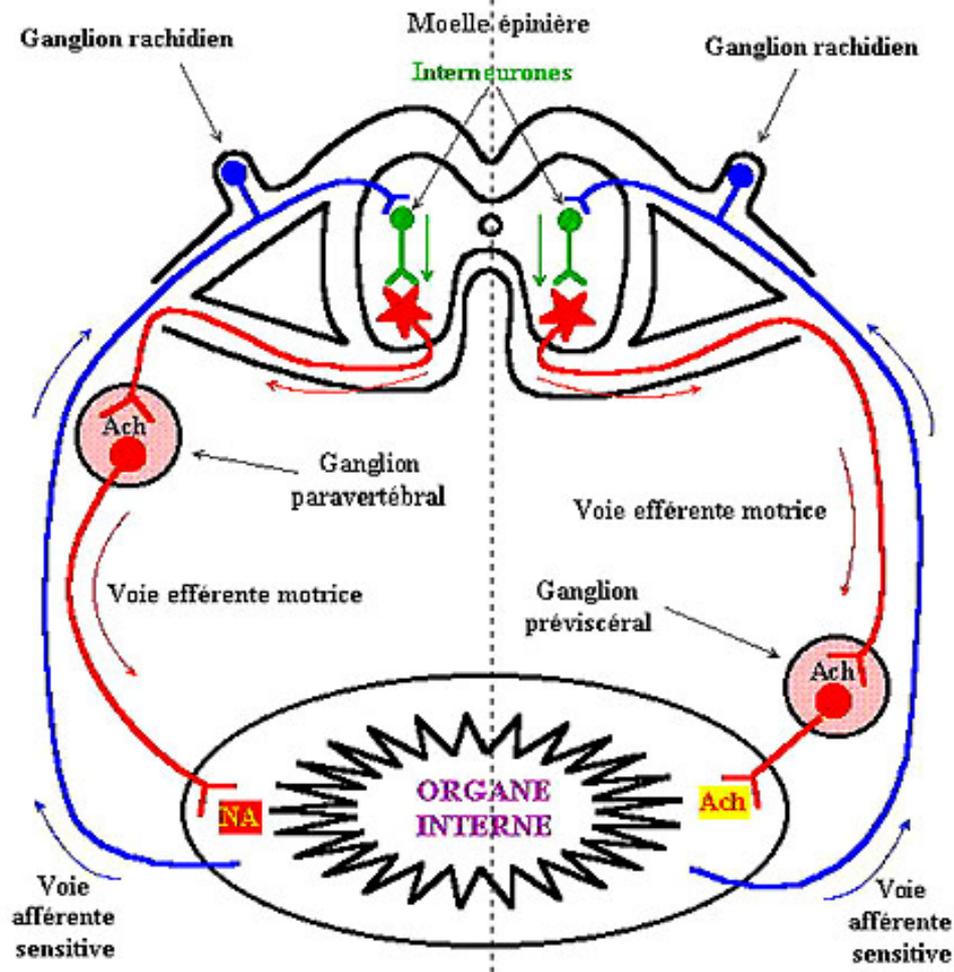
- D'une façon générale les effets du système sympathique favorisent le catabolisme. Ce système intervient pour préparer l'individu à faire face à une situation de stress physiologique et d'urgence (peur, hémorragie, privation d'aliments).
- La décharge adrénérgique augmente la pression cardiaque par vasoconstriction périphérique et par augmentation de la fréquence cardiaque



# Arcs réflexes polysynaptiques neurovégétatifs

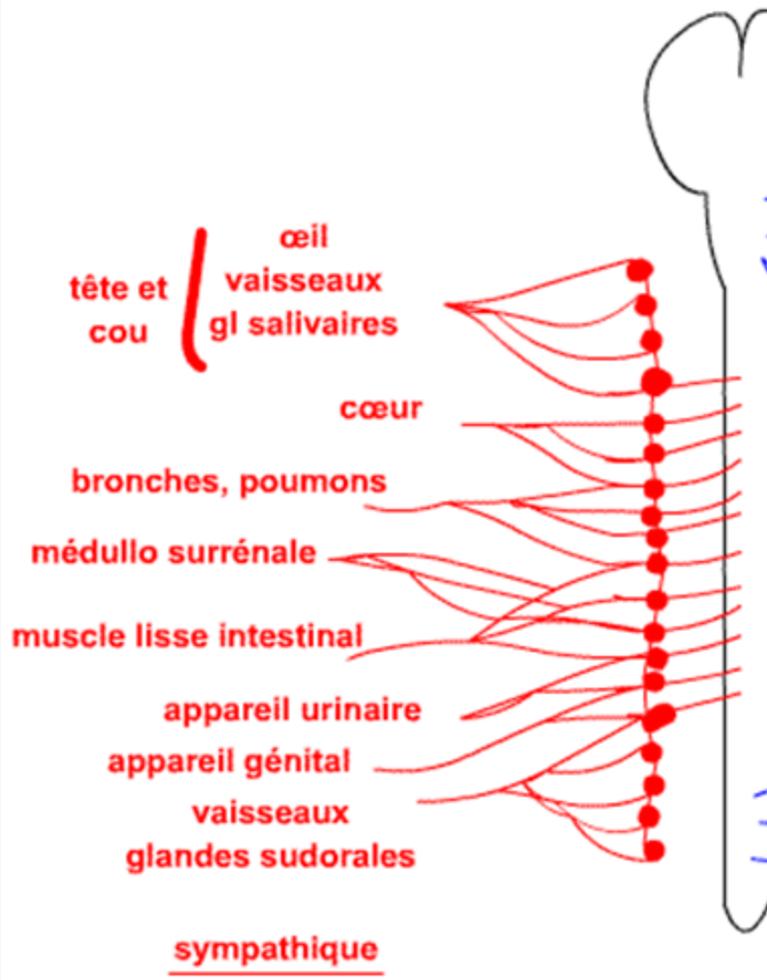
ORTHOSYMPATHIQUE

PARASYMPATHIQUE



# Versant sympathique

schéma anatomique de l'innervation végétative



Les centres sympathiques  
sont situés dans la moelle

12 racines dorsales

# Voies sympathiques

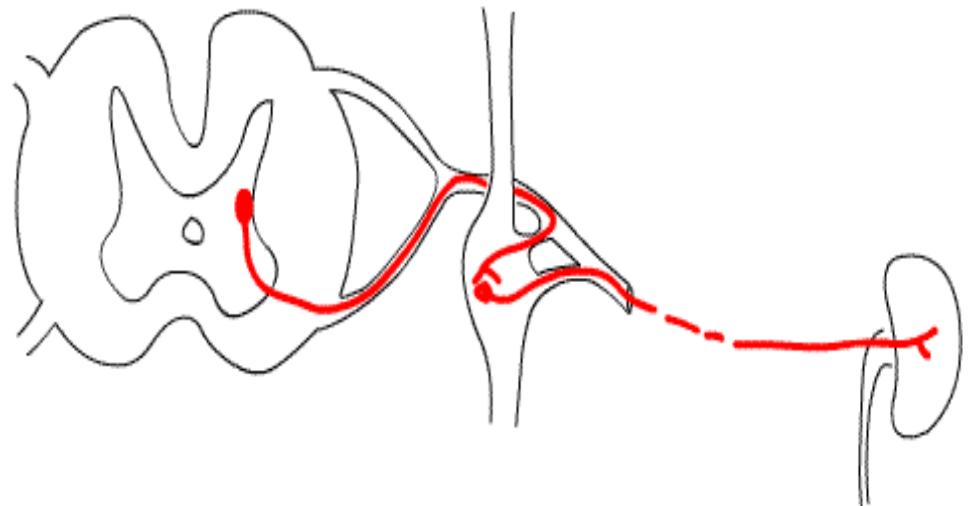
## Fibre pré-ganglionnaire courte

- Relais ganglionnaire loin des organes paravertébral, pré-vertébral
- Fibre post-ganglionnaire longue
- Cas particulier: médullo-surrénale



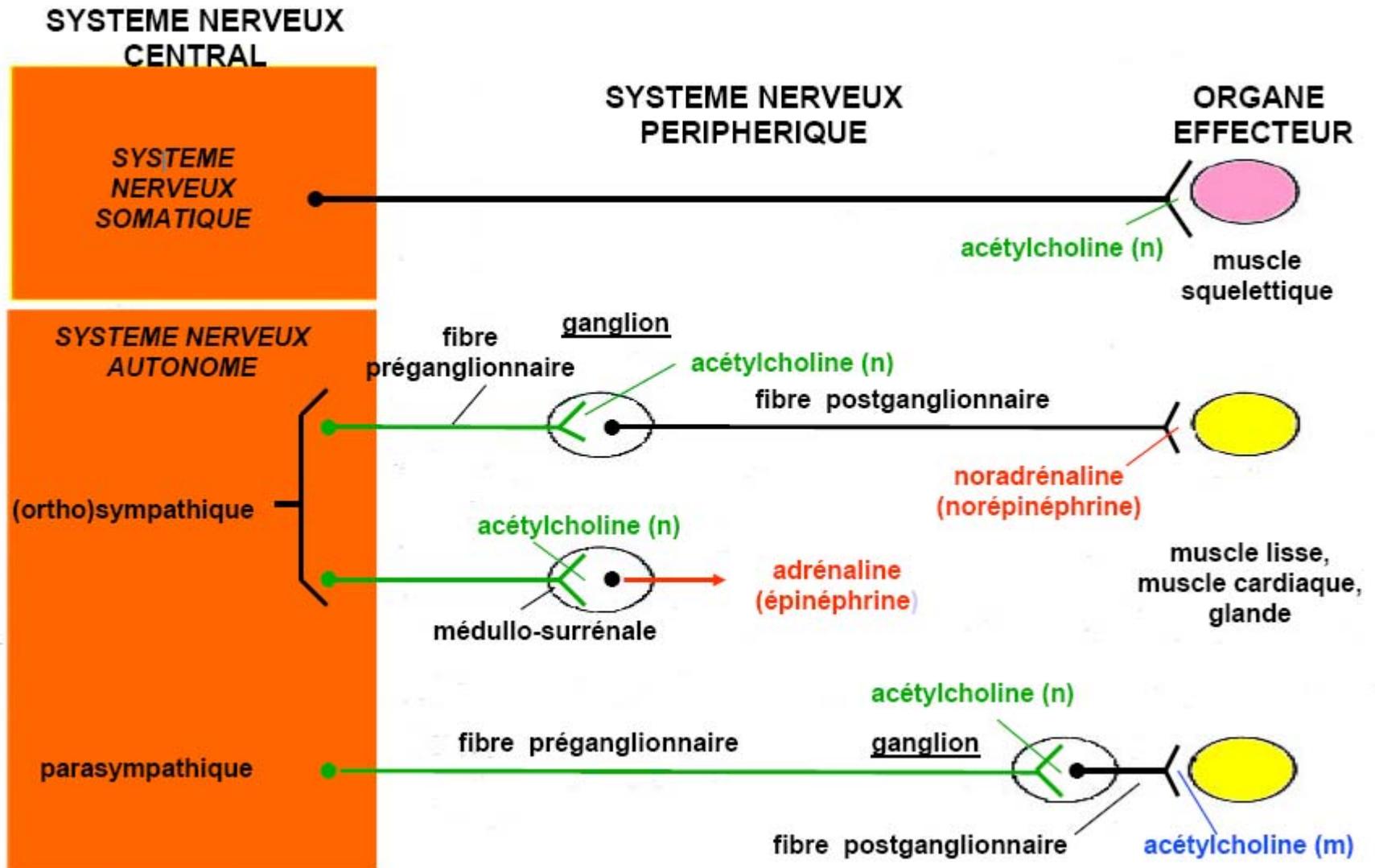
# Voie efférente sympathique

centre médullaire dorsal  
premier neurone court  
relais ganglionnaire  
deuxième neurone long

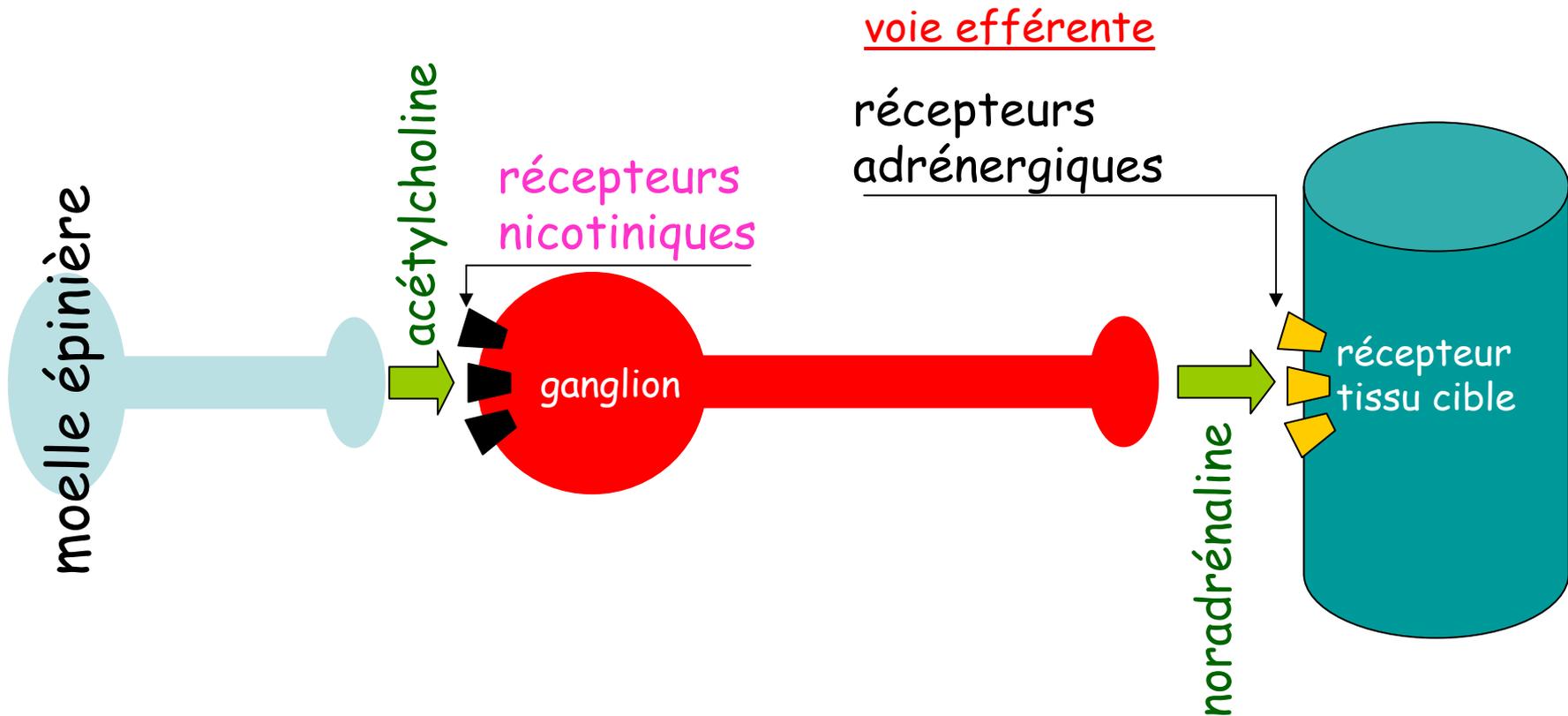


voie efférente sympathique

# organisation générale des voies efférentes



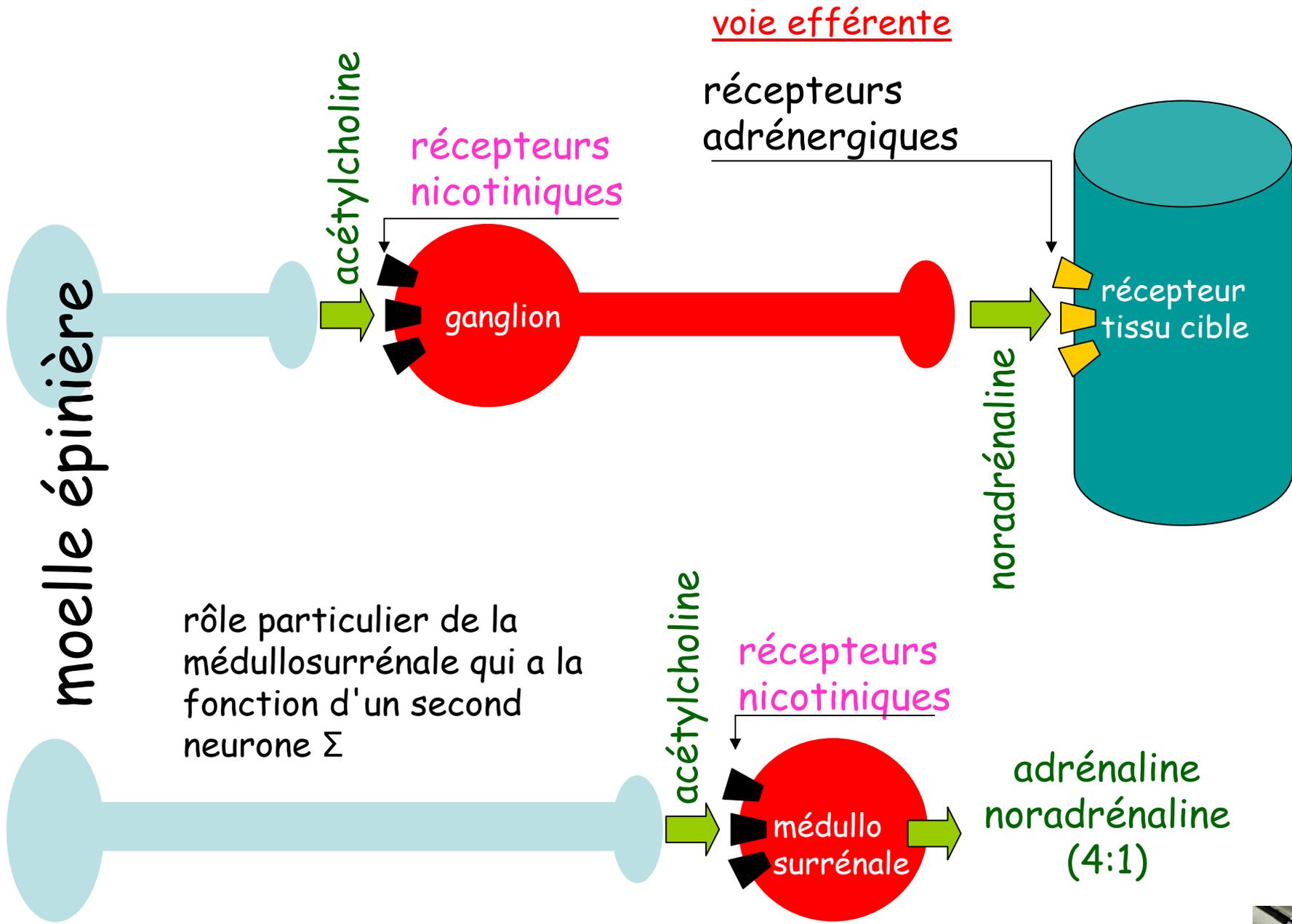
(n= nicotinique m= muscarinique)



relais ganglionnaire:  
neuromédiateur = acétylcholine  
récepteurs nicotiniques

synapse terminale:  
neuromédiateur = noradrénaline

nicotiniques parce que nicotine = agoniste



rôle particulier de la médullosurrénale qui a la fonction d'un second neurone  $\Sigma$

voie efférente

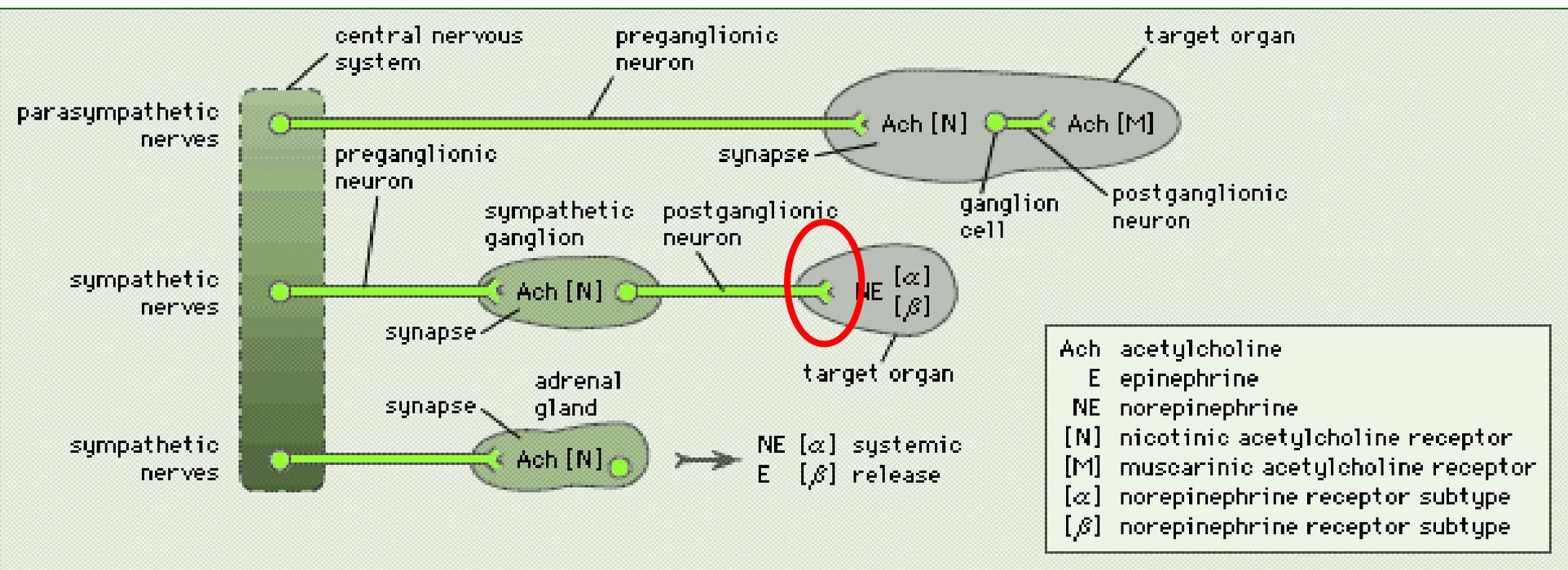
récepteurs adrénergiques

noradrénaline

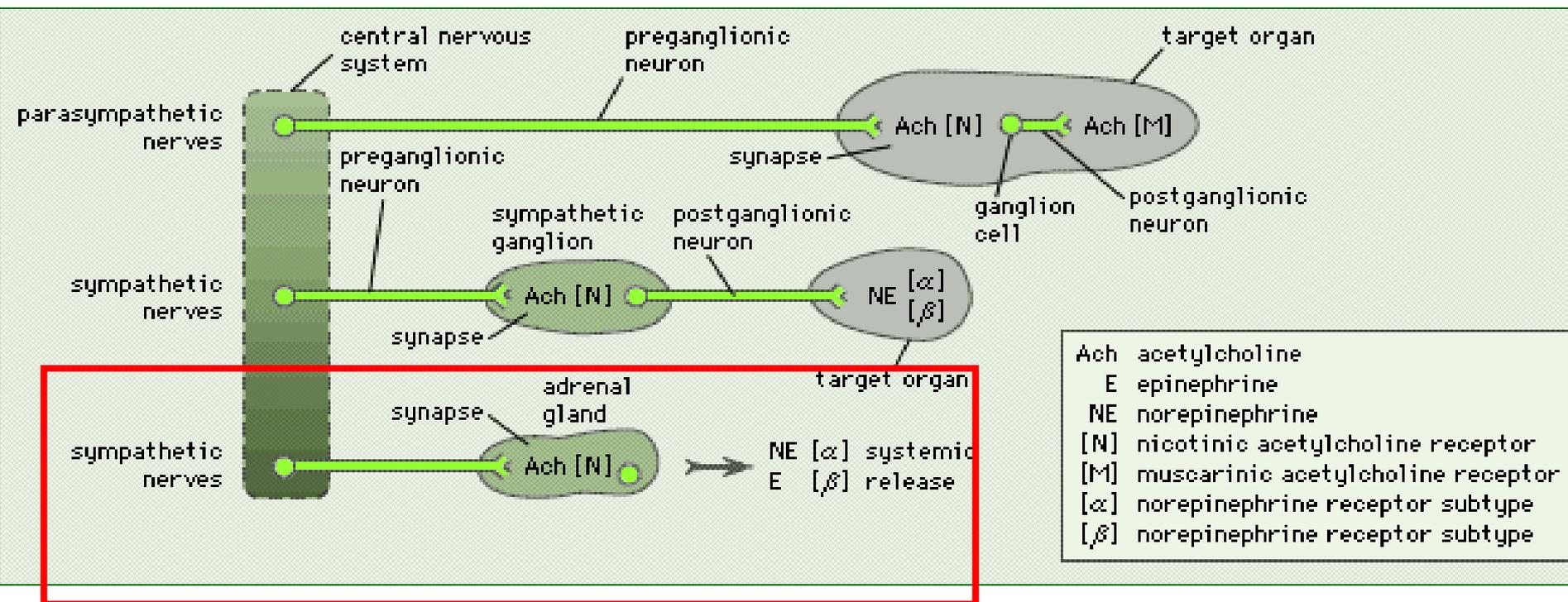
adrénaline  
noradrénaline  
(4:1)



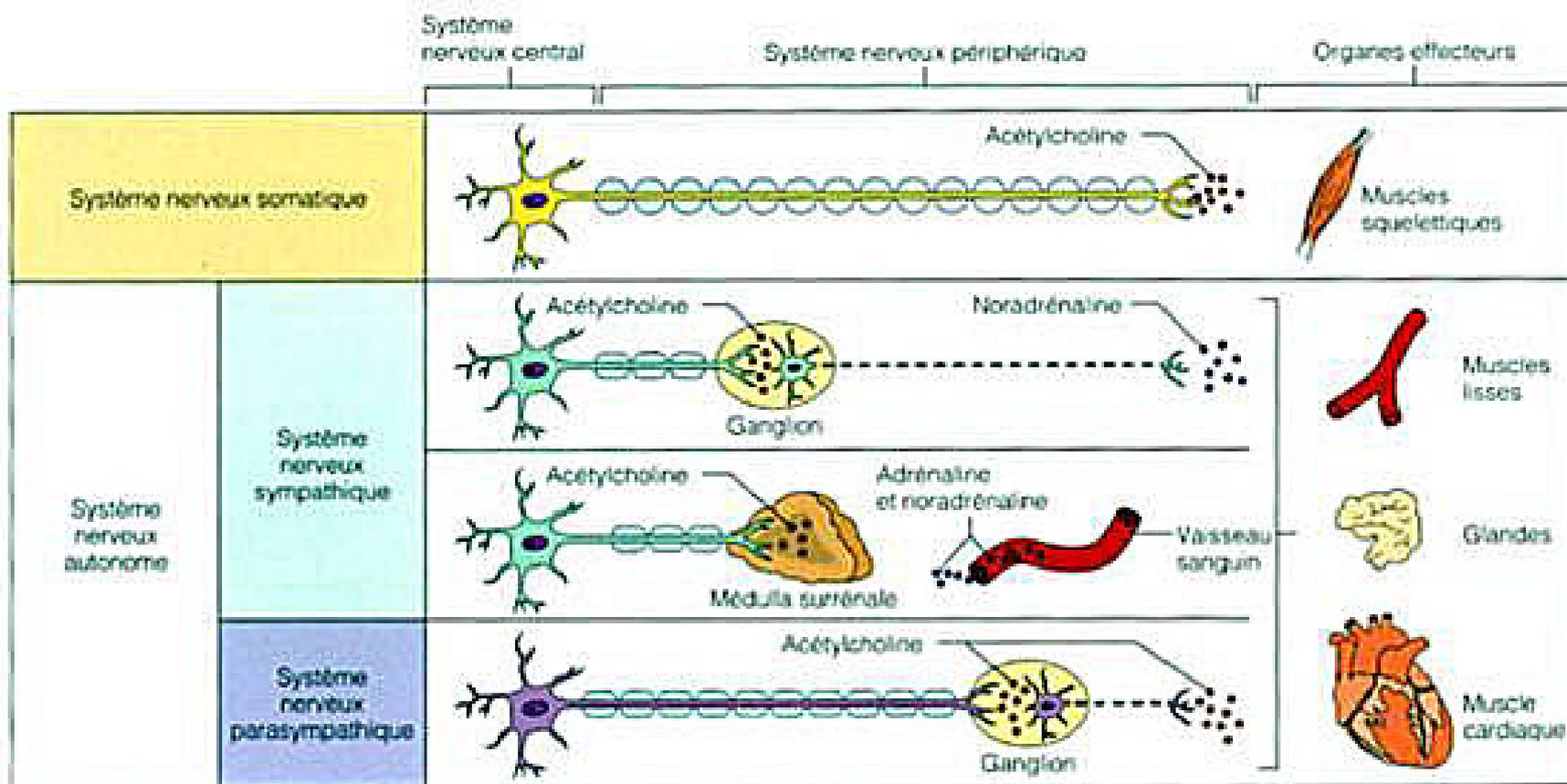
# Voie efférente sympathique



# Voie efférente sympathique



Glande sudoripare et muscle pilo érecteur : fibre post ggl fonctionnement avec acétyl-choline.

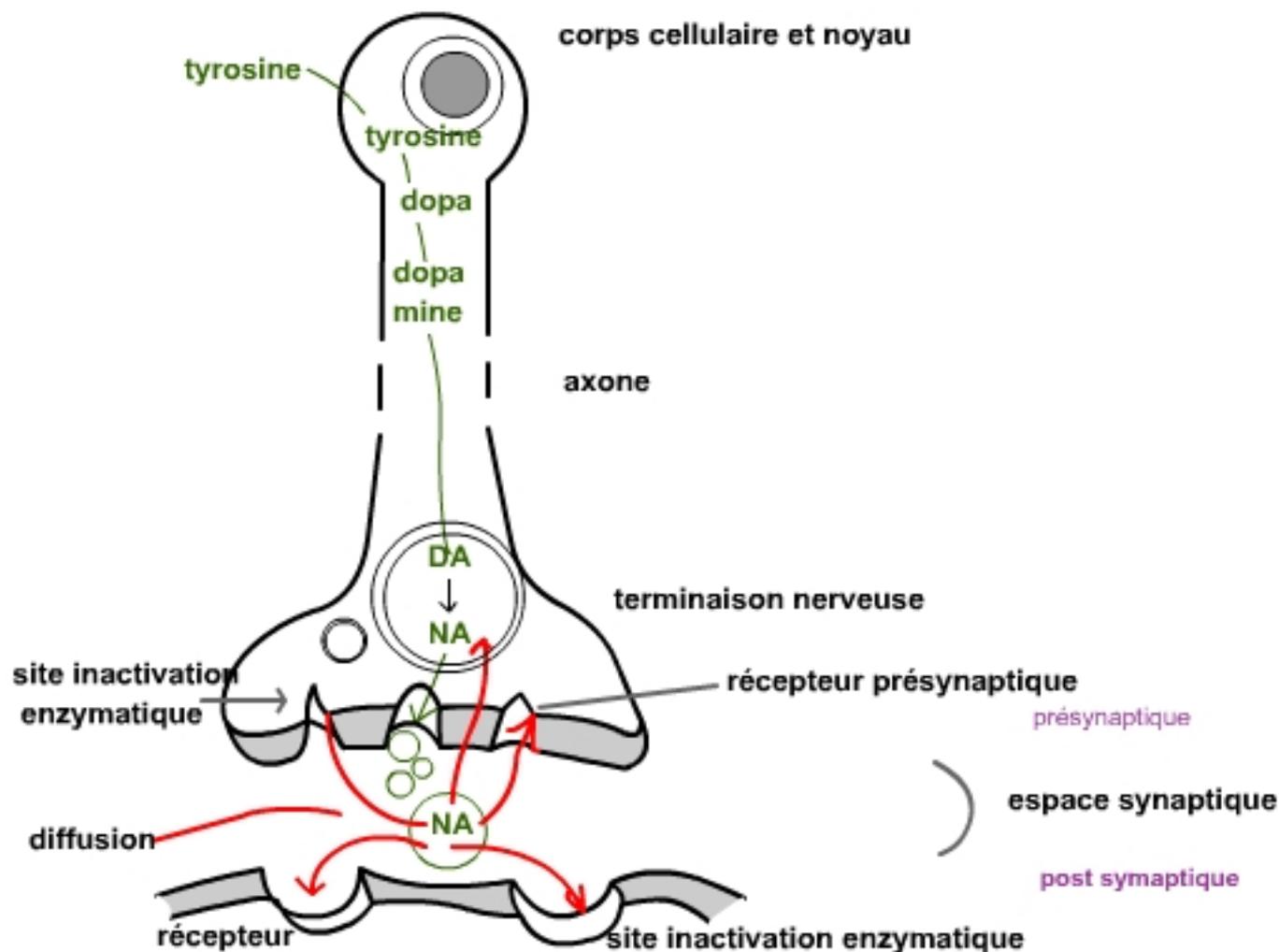


# La synapse sympathique

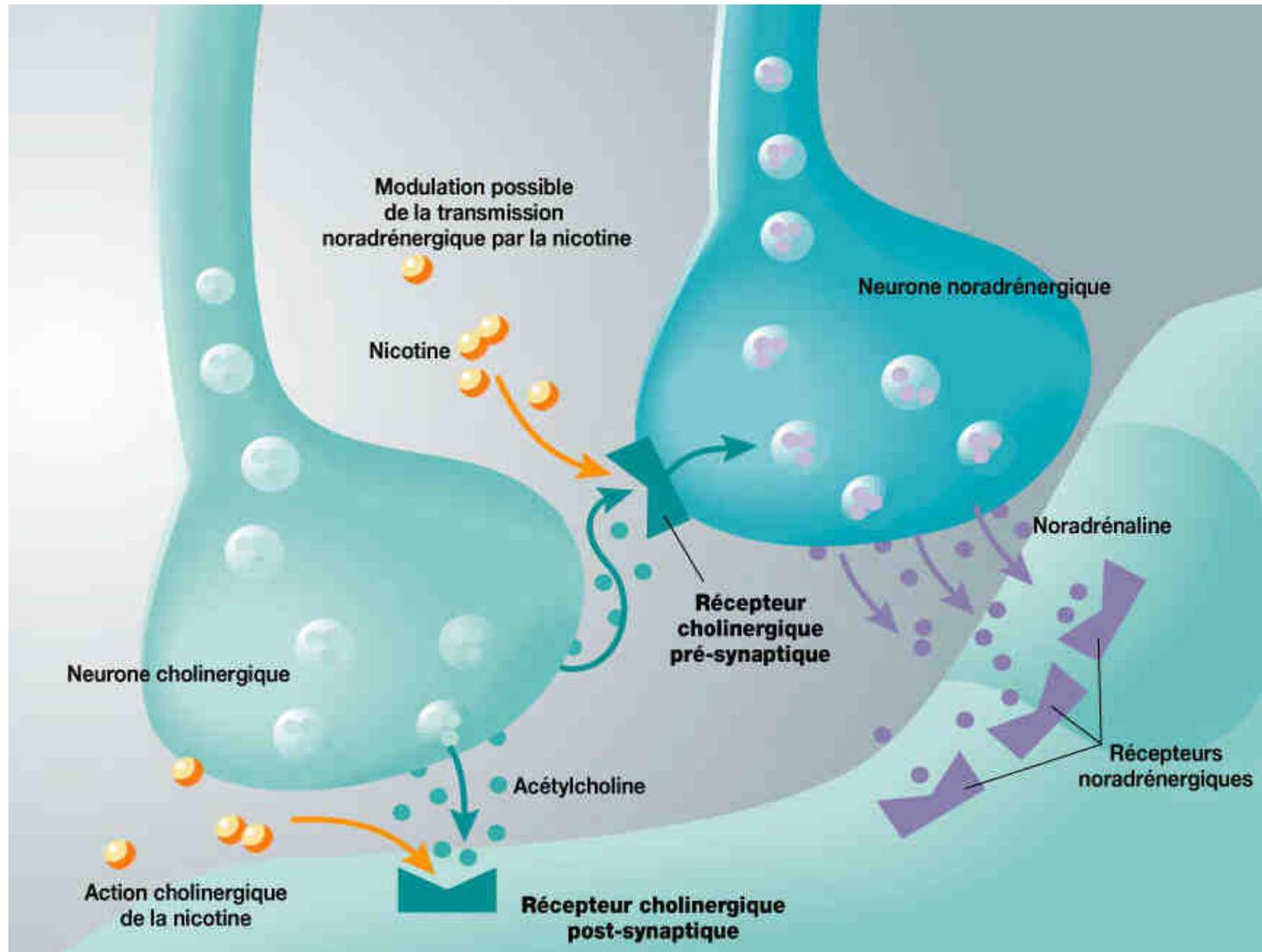


# Versant sympathique

## La synapse sympathique

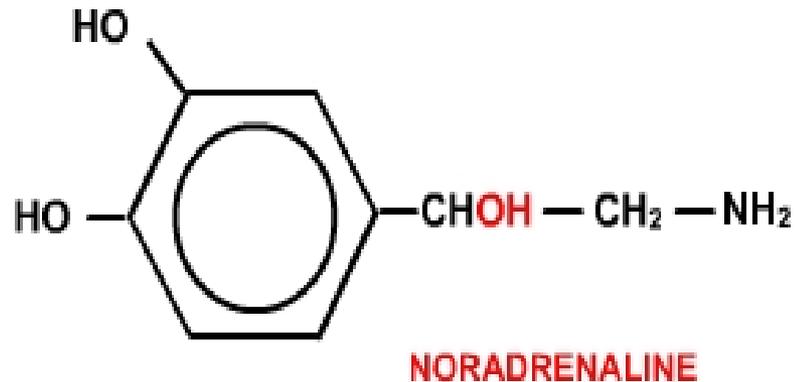


# Physiologie

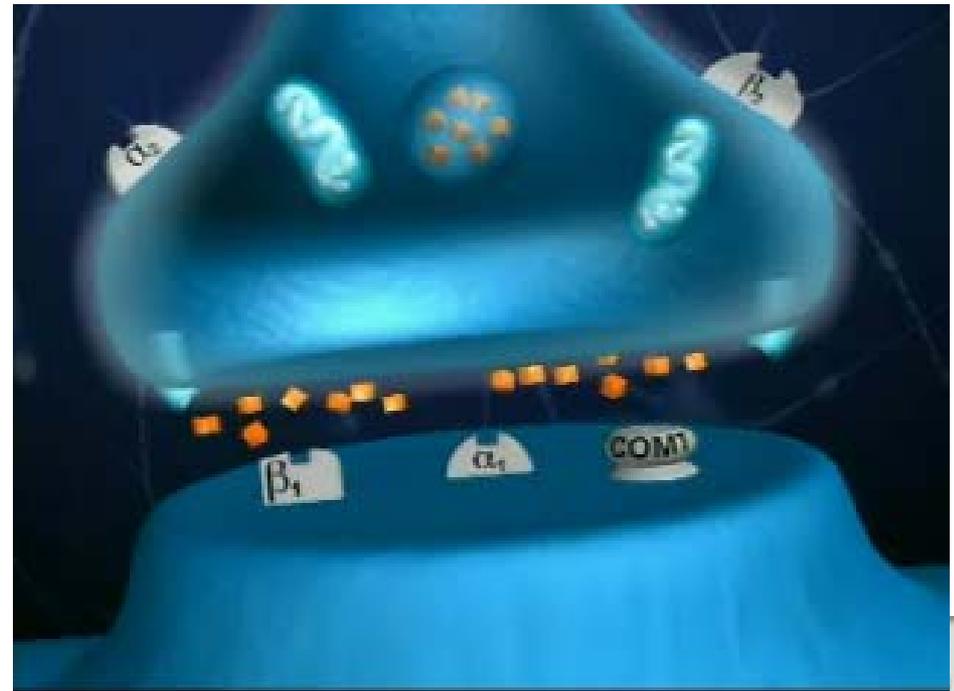


# Versant sympathique

## Le neuromédiateur



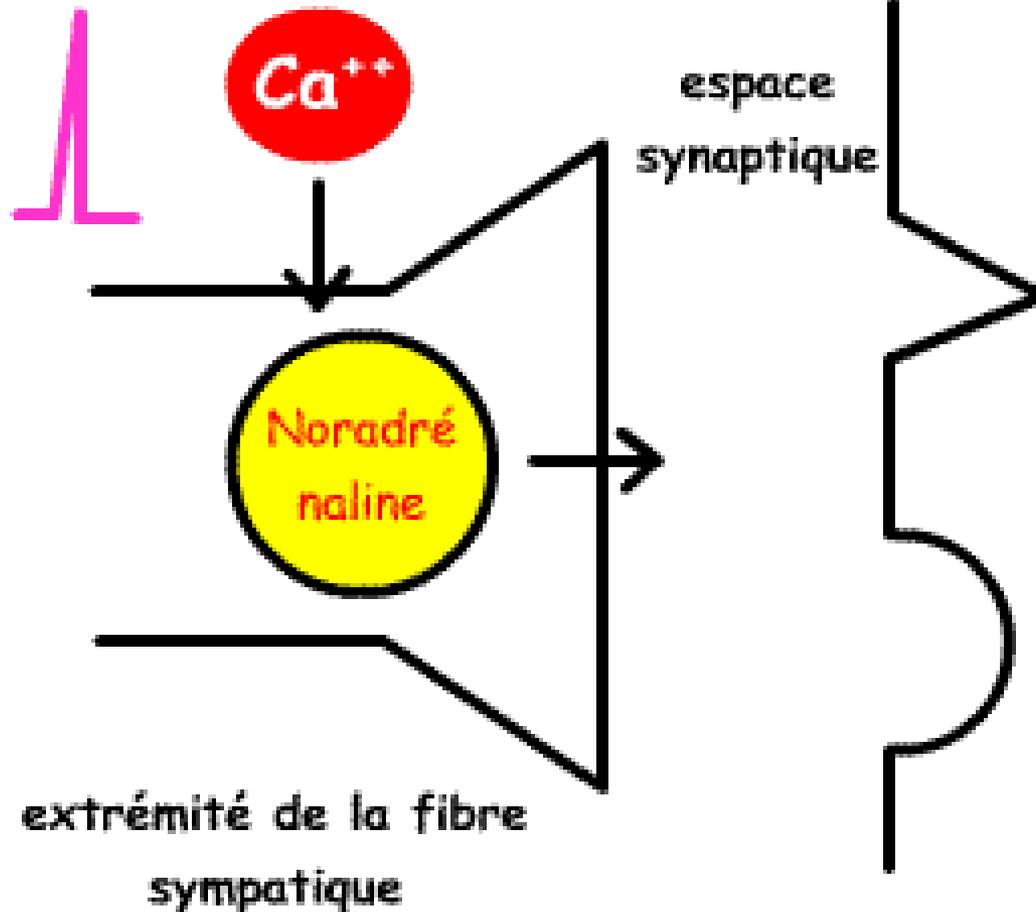
La Noradrénaline est stockée au niveau présynaptique. Et se fixe sur des Récepteurs spécifiques dits catécholaminergiques



# Systeme sympathique

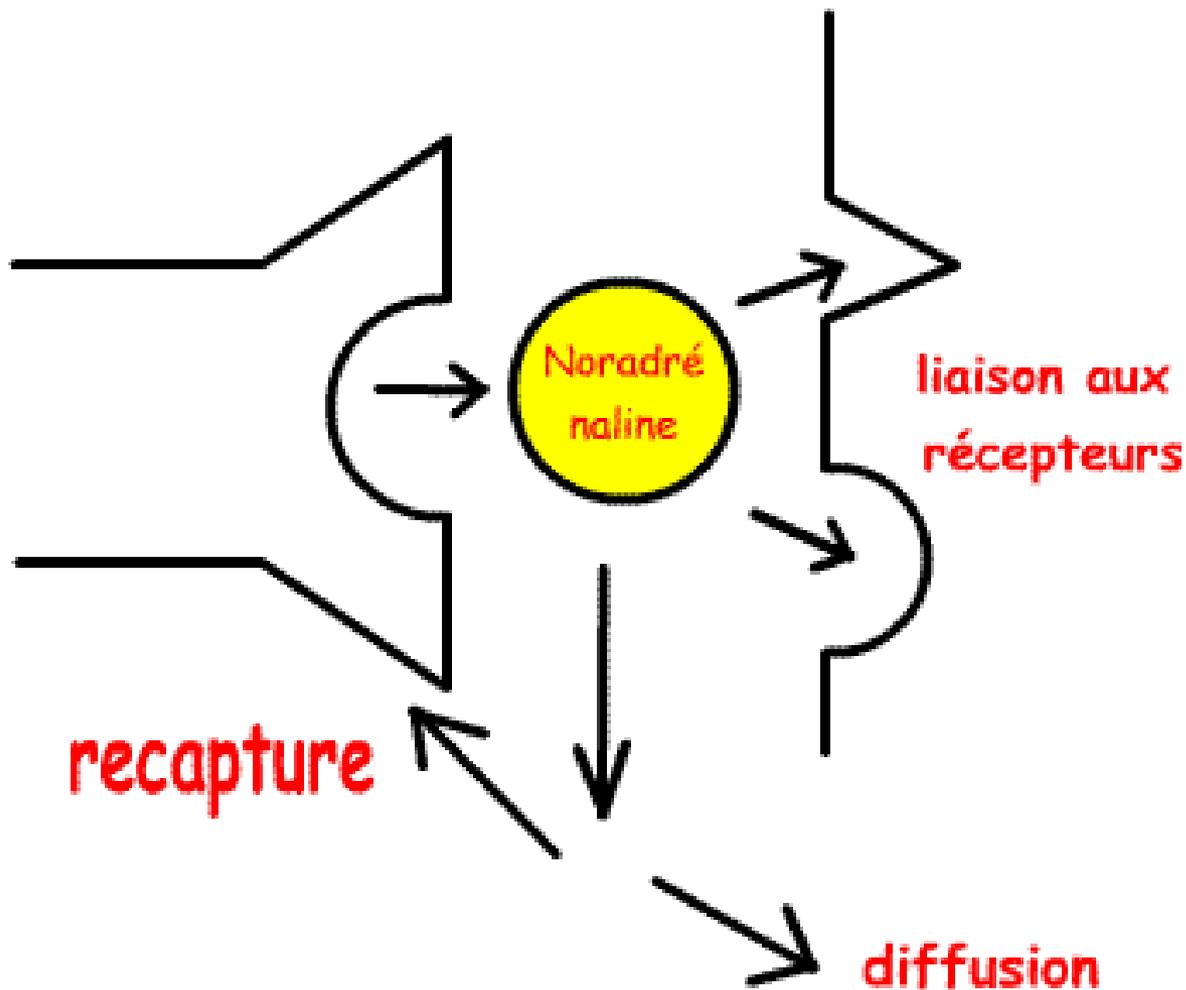
**Libération:** potentiel d' action, entrée de calcium, fusion des vésicules avec la membrane de la terminaison nerveuse

potentiel  
d' action



# Systeme sympathique

Inactivation du neuromédiateur



# Systeme adrenergique

devenir de la noradrénaline:

Présynaptique Recapture +++

(inhibition recapture par cocaïne, amphétamine)

Post synaptique : dégradation



# Systeme adrenergique

## Degradation

### Enzymatique

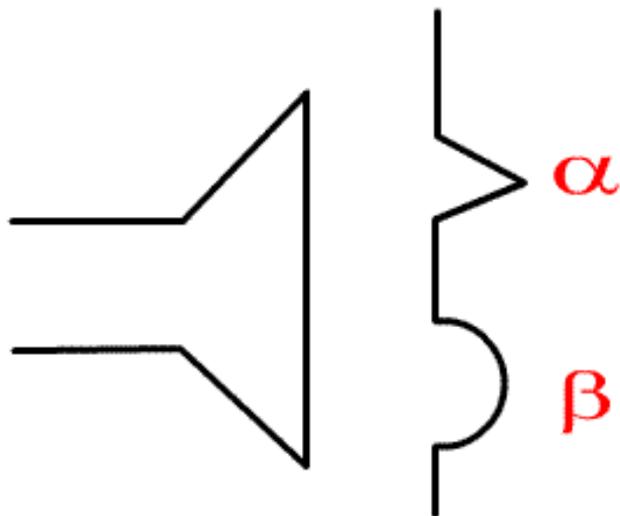
-monoamine-oxydases MAO (abondantes dans les terminaisons adrenergiques, peu specifiques, agissant sur 5HT, dopamine)

-catéchol-O-méthyl-transférases COMT (présentes dans les terminaisons nerveuses et les structures post-synaptiques, specifiques des catécholamines)



# Les récepteurs (1)

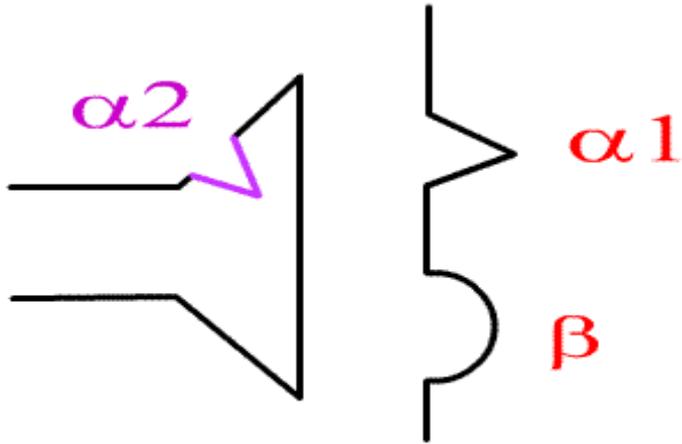
On distingue plusieurs types de récepteurs catécholaminergiques



Si le récepteur réagit à l'adrénaline en provoquant une contraction des cellules musculaires lisses, on l'appelle récepteur  $\alpha$

Si le récepteur réagit à l'adrénaline en provoquant un relâchement des cellules musculaires lisses, on l'appelle récepteur  $\beta$

# Les récepteurs (2)

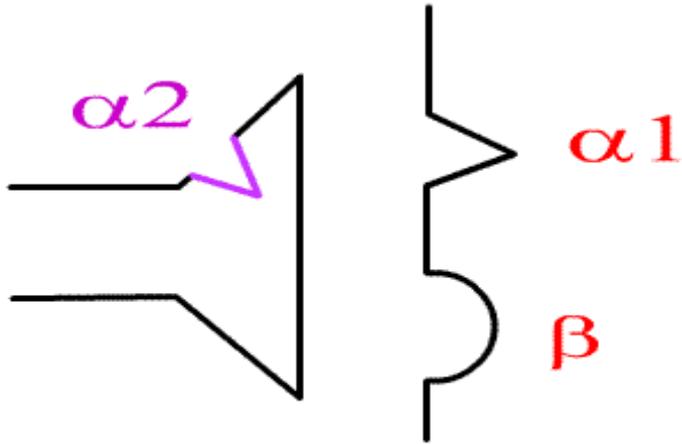


En fait on distingue deux types de récepteurs  $\alpha$

Les récepteurs  $\alpha 1$  post synaptiques dont la stimulation entraîne principalement une vasoconstriction

Les récepteurs  $\alpha 2$  pré synaptiques sont inhibiteur de la libération des catécholamines

# Les récepteurs (3)



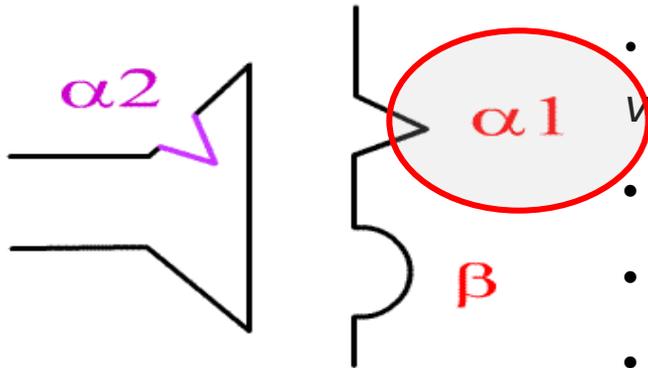
On considère à priori qu'il n'y a pas de récepteurs  $\alpha$  au niveau bronchique et cardiaque.

- Récepteurs  $\alpha 1$  sont majoritairement post synaptiques
- Récepteurs  $\alpha 2$  sont majoritairement pré-synaptiques

Au niveau des récepteurs adrénergiques du système nerveux central, les récepteurs  $\alpha 2$  sont prédominants

# Effets de la stimulation des récepteurs alpha-1 périphériques Action excitatrice

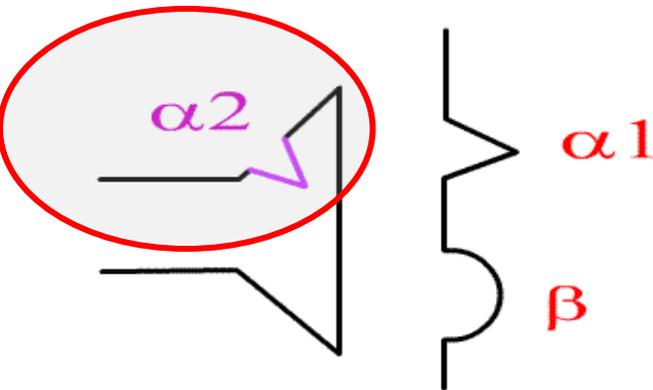
## Contraction des fibres lisses.



- fibres vasculaires ( $\uparrow$  *Pression artérielle et des résistances périphériques*)
- col de la vessie et urètre (*favorise la continence vésicale et évite l'éjaculation rétrograde*)
- intestin : contraction des muscles des sphincters
- Muscle dilatateur de l'iris (mydriase)
- Muscle lisse pilomoteur (hérissé le poil)
- Cœur : augmente la force des contraction (très faible effet chez l'homme)
- Glycogénolyse hépatique ( $\uparrow$  glycémie)

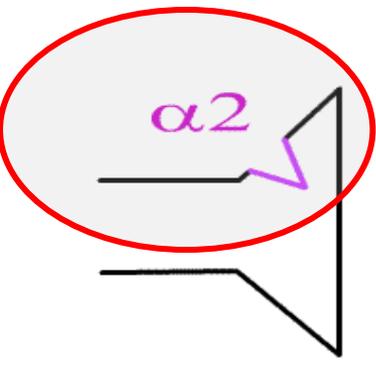
# Effets de la stimulation des récepteurs alpha 2 périphériques **Action inhibitrice**

Contraction de  
certaines fibres lisses  
vasculaires.



- Adipocytes : inhibition de la lipolyse
- Relaxation du muscle lisse intestinal (par réduction de la libération d'acétylcholine : action alpha-adrénergique pre-synaptique).
- Diminution de la sécrétion d'eau et de sel (mis à profit dans le traitement de certaines diarrhées comme celle induite par le choléra)
- Stimulation de l'agrégation plaquettaire
- Diminution de la sécrétion de rénine
- Diminution de la libération de noradrénaline (effet pré-synaptique)
- Diminution de la sécrétion d'insuline

# Effets de la stimulation des récepteurs alpha 2 centraux Action inhibitrice



$\alpha 1$

$\beta$

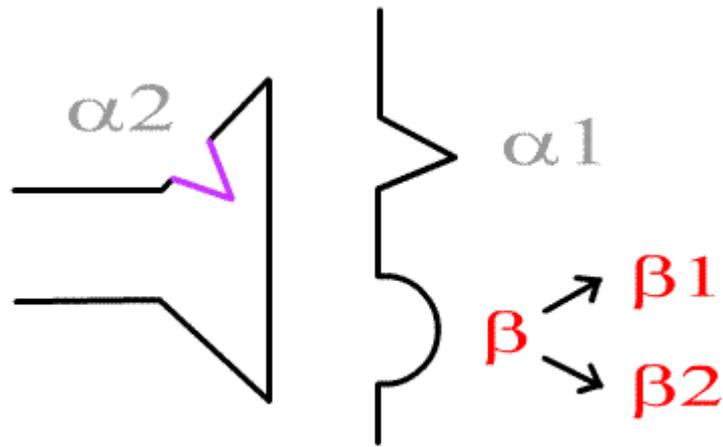
- Sédation

- Réduction du tonus sympathique (baisse de pression artérielle)

- Réduction de la sécrétion de certaines glandes exocrines comme les glandes salivaires (induisant une sécheresse de la bouche)



# Les récepteurs (4)



Bêta 1 stimulation cardiaque

Bêta2 relaxation  
vasodilatation,  
bronchodilatation

(Bêta3 lipolyse)

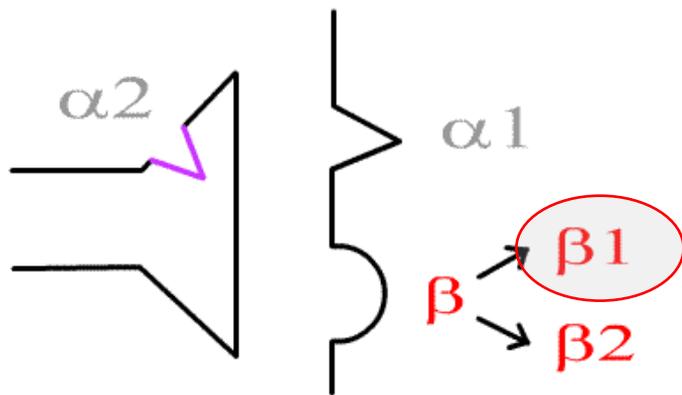
(Bêta4.... ??? )

L'action  $\beta$  est inhibitrice ou relâchante.

- Les  $\beta 1$  sont situés au niveau cardiaque, intestinal et du métabolisme lipidique

- Les  $\beta 2$  sont situés au niveau des vaisseaux, des bronches et du métabolisme glucidiques

# Bêta 1 stimulation cardiaque action excitatrice



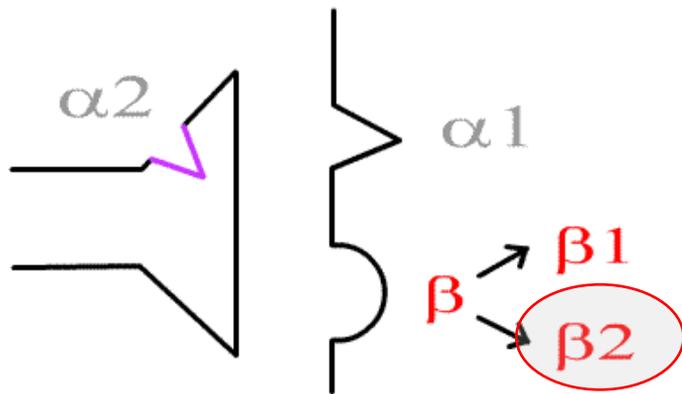
- Inotrope :  $\uparrow$  force des contraction cardiaque
- Chronotrope :  $\uparrow$  Fréquence cardiaque
- Dromotrope :  $\uparrow$  vitesse de conduction auriculo-ventriculaire
- Bathmotrope positif : **Excitabilité ventriculaire augmentée**, à l'origine d'un effet arythmogène.

Accélération de la relaxation cardiaque  
 $\uparrow$  lipolyse (stimule la lipase des triglycérides)  
 $\uparrow$  Sécrétion de rénine par l'appareil juxta-glomérulaire



# Bêta 2 : relaxation des fibres lisses

## Action inhibitrice



- Vasorelaxation
- Bronchorelaxation
- Relaxation intestinale et du muscle utérin

## UNE RENCONTRE... SYMPATHIQUE

### Systeme nerveux central

éveil ↑  
attention ↑  
émotions ↑

### Mydriase

Salive visqueuse.

### Bronchodilatation

### Foie

glycogénolyse  
⇒ glycémie ↑

### Peau

piloérection  
vasoconstriction  
lipolyse

### Muscles

vasodilatation  
glycogénolyse

### Cœur

fréquence ↑  
force ↑

### Tension artérielle ↑

### Rate : contraction

### T. digestif

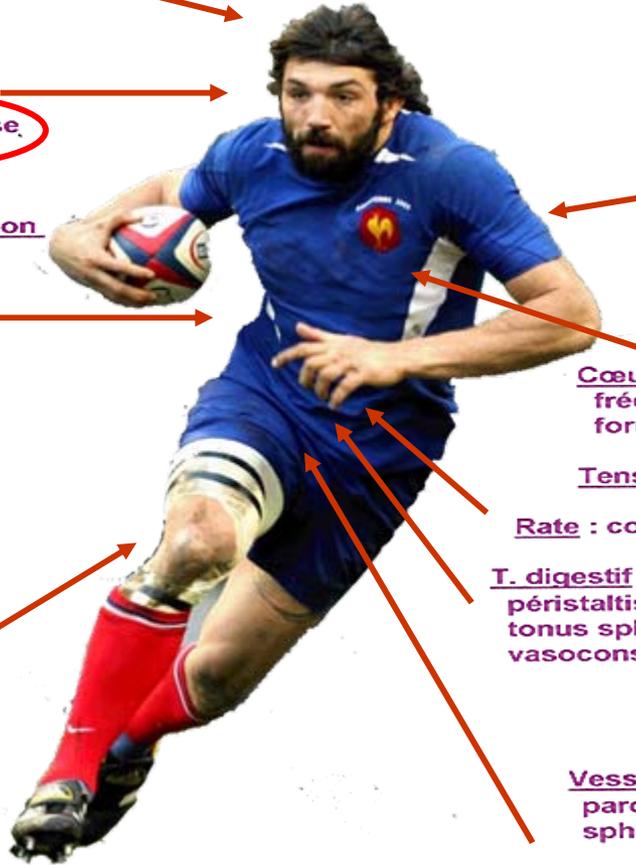
péristaltisme ↓  
tonus sphincters ↑  
vasoconstriction

### Vessie : tonus

paroi (detrusor) ↓  
sphincter ↑

### Ejaculation

Effets liés à l'augmentation  
Du tonus **sympathique**



# Systeme adrenergique

## Organes innervés

ORGANE	TYPE DE RÉCEPTEUR	RÉPONSE
Oeil iris	$\alpha_1$	mydriase (par contraction du dilatateur irien)
Muscle ciliaire	$\beta_2$	relâchement (vision de loin)
Cœur	$\beta_1$	chrono+ ino+ dromo+ bathmo+ (ou - selon origine des troubles de l'excitabilité)
Artéριοles		
Muscles	$\alpha_1$	vasoconstriction
Coronaires	$\alpha_1$	vasoconstriction
	$\beta_2$	vasodilatation <i>prédominante</i>
Peau, rein	$\alpha_1$	vasoconstriction
Bronches	$\beta_2$	relâchement (broncho-dilatation)
Fibre lisse intestin	$\alpha_1 \beta_2$	relâchement
Utérus	$\beta_2$	relâchement
Glandes salivaires	$\alpha_1 \beta$	sécrétion épaisse
Effets métaboliques		
Lipolyse	$\beta_1$	augmentation des acides gras
Foie : glycogénolyse	$\beta_2$	hyperglycémie
Tractus urinaire		
Trigone et sphincter	$\alpha_1$	contraction
Uretère	$\alpha_1$	augmentation motilité et tonus
Organes sexuels mâles	$\alpha_1$	éjaculation

**alpha 2 centraux : sécheresse**



# Systeme adrenergique

## Organes innervés

<b>œil</b>					
muscle radié iris	$\alpha 1$				mydriase
muscle ciliaire			$\beta 2$		relaxation
<b>tube digestif</b>					
muscle lisse	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\beta 1$	$\beta 2$	relaxation
sphincters	$\alpha 1$				contraction
<b>pancréas endocrine</b>		$\alpha 2$			baisse sécrétion
			$\beta 2$		augmentation sécrétion +++
<b>foie</b>	$\alpha 1$				glycogénolyse
			$\beta 2$		gluconéogénèse
<b>cœur</b>			$\beta 1$	$\beta 2$	effet inotrope    effet chronotrope, dromotrope
<b>artères</b>					
coronaires	$\alpha 1$			$\beta 2$	constriction dilatation +++
cutanées	$\alpha 1$				constriction+++
cérébrales	$\alpha 1$			$\beta 2$	constriction    dilatation
pulmonaires	$\alpha 1$			$\beta 2$	constriction    dilatation
rénales	$\alpha 1$			$\beta 2$	constriction    dilatation
<b>veines</b>	$\alpha 1$			$\beta 2$	constriction    relaxation
<b>bronches</b>				$\beta 2$	relaxation
muscle lisse				$\beta 2$	
<b>reins</b>		$\beta 1$			sécrétion de rénine
<b>vessie</b>				$\beta 2$	relaxation
détrusor				$\beta 2$	contraction
sphincter	$\alpha 1$				
<b>utérus</b>	$\alpha 1$			$\beta 2$	contraction relaxation (utérus gravide)
<b>org. génitaux mâles</b>	$\alpha 1$				éjaculation
<b>peau</b>	$\alpha 1$				piloérection, sudation
<b>adipocytes</b>				$\beta 3$	lipolyse, thermogénèse



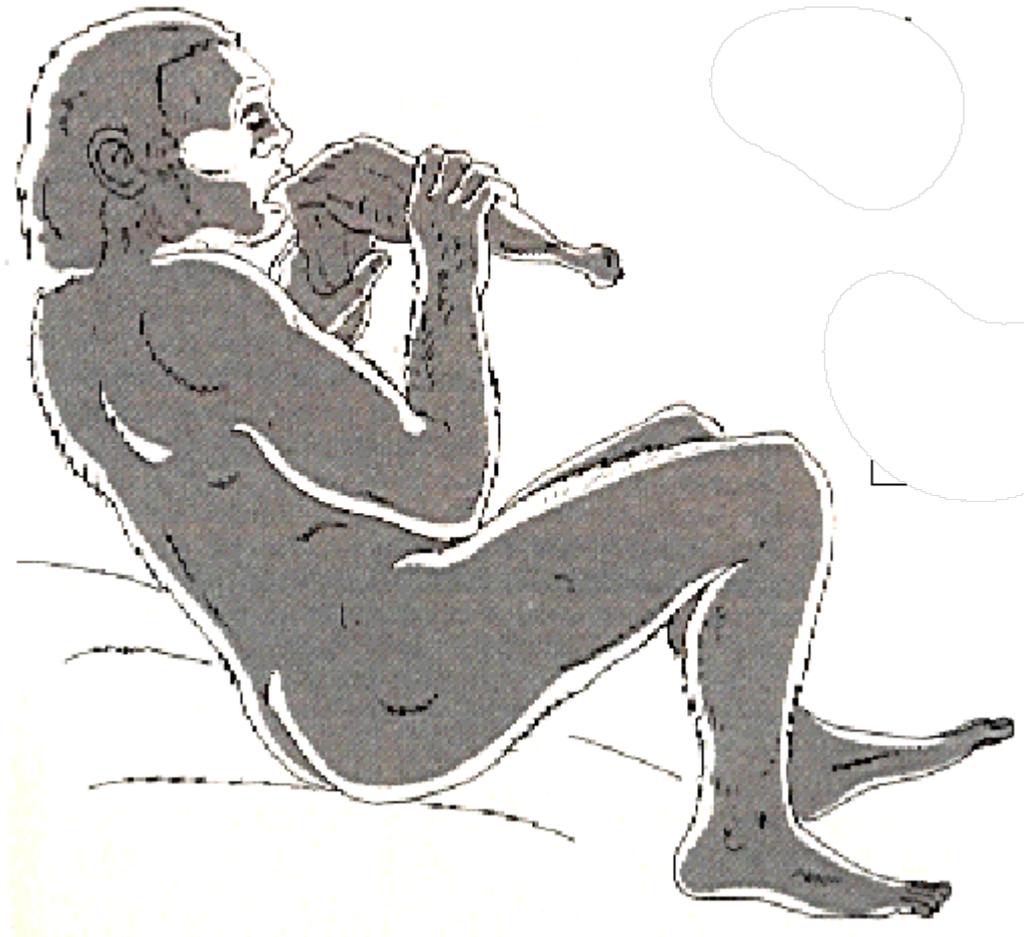
# Versant parasympathique

D'une façon générale, les effets du système parasympathique sont des effets qui vont favoriser l'activité anabolique de l'organisme.

C'est pour cette raison que le système digestif reçoit une innervation parasympathique importante.

Une décharge cholinérgique provoquera une augmentation des sécrétions gastro-intestinales ainsi qu'une augmentation des contractions involontaires du tube digestif





Le repos du guerrier,  
restauration,

oeil  
myosis, accommodation,  
tension intra-oculaire ↓,  
larmes  
sécrétions exocrines ↑  
fréquence cardiaque ↓  
érection  
etc.....

Tonus **parasympathique**

# Versant parasympathique

## Organisation anatomique

schéma anatomique de l'innervation végétative

centres **cérébraux, sacrés**

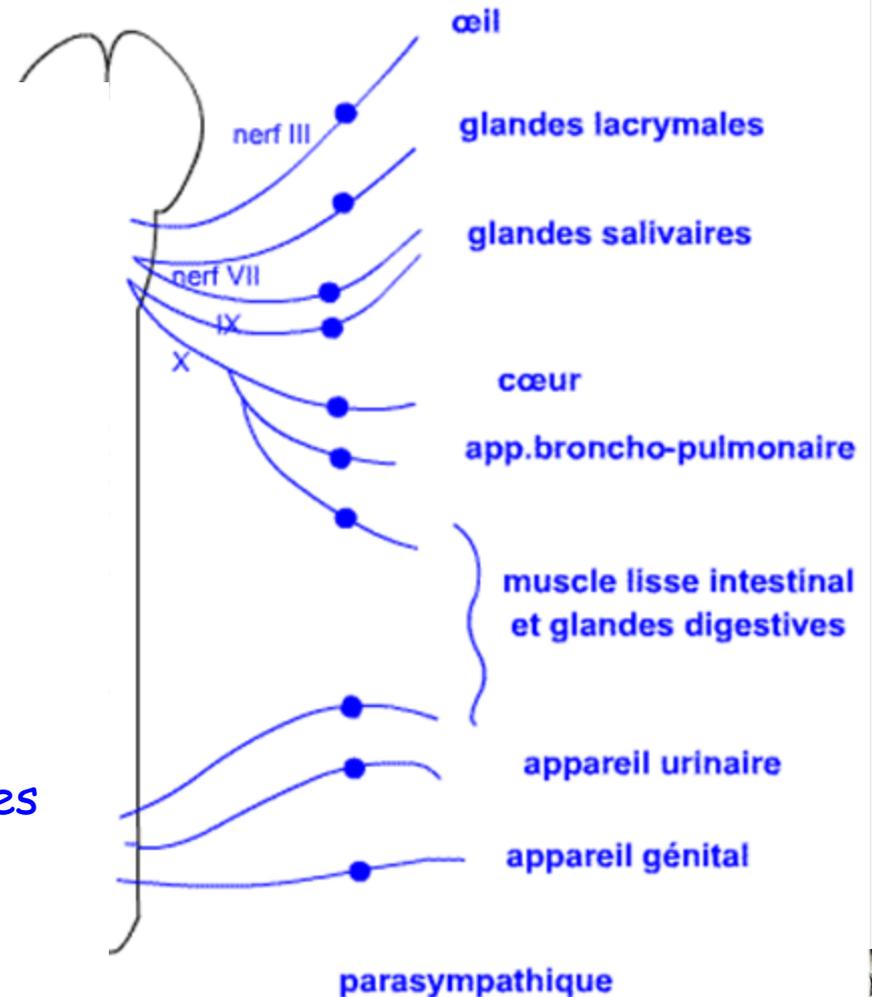
voie efférente parasympathique

**nerfs craniens** (III, VII, IX, X)

**nerfs sacrés** (racines S2, S3, S4)

**premier neurone long**  
**deuxième neurone court**

relais ganglionnaire **proche des organes**



# La synapse parasymphathique

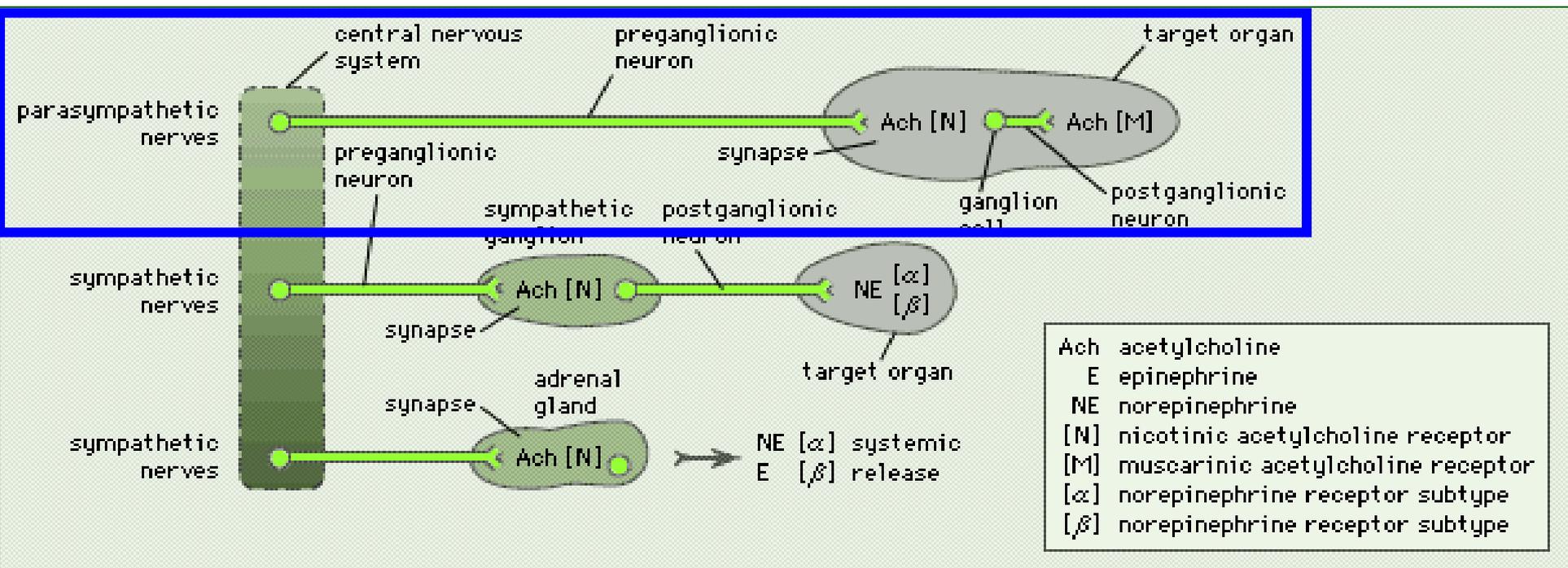


# Où y a-t-il des synapses cholinergiques ?

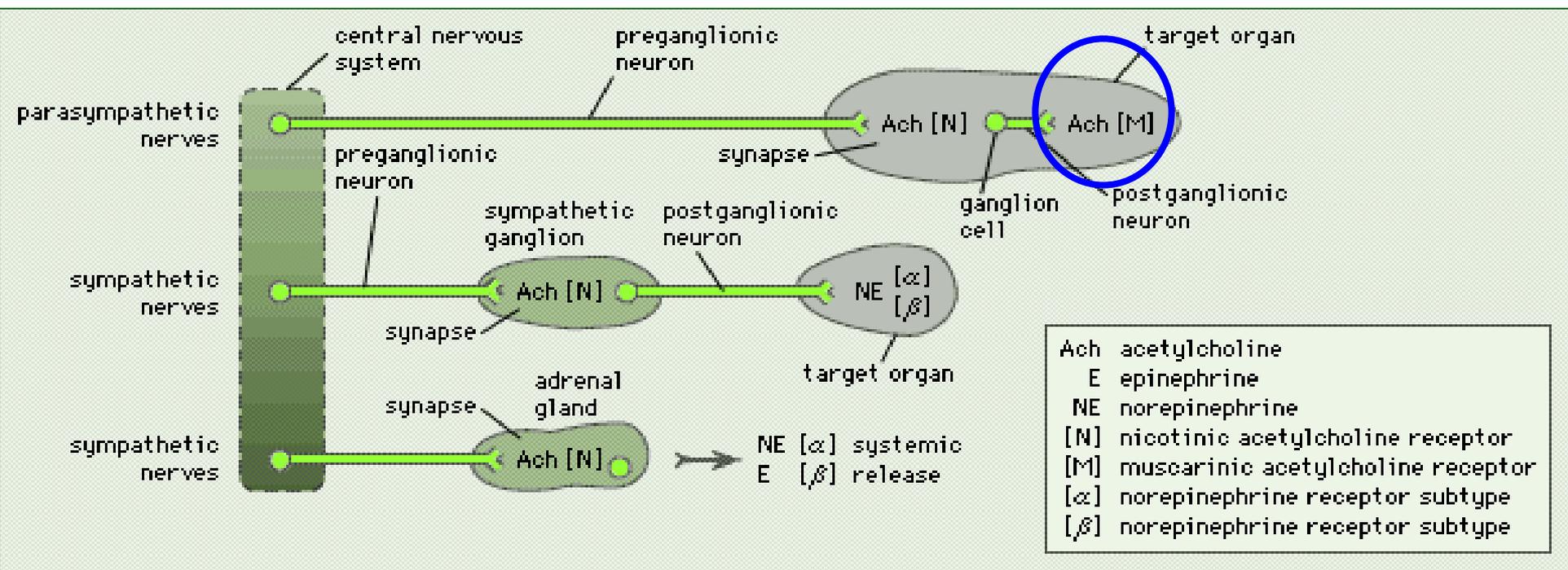
- dans le SNC
- dans les ganglions qu'ils soient parasympathiques ou sympathiques
- à la terminaison parasympathique
- à la jonction neuro-musculaire (plaque motrice).



# Voie efférente parasympathique



# Voie efférente parasympathique



# parasympathique récepteurs

## Nicotiniques

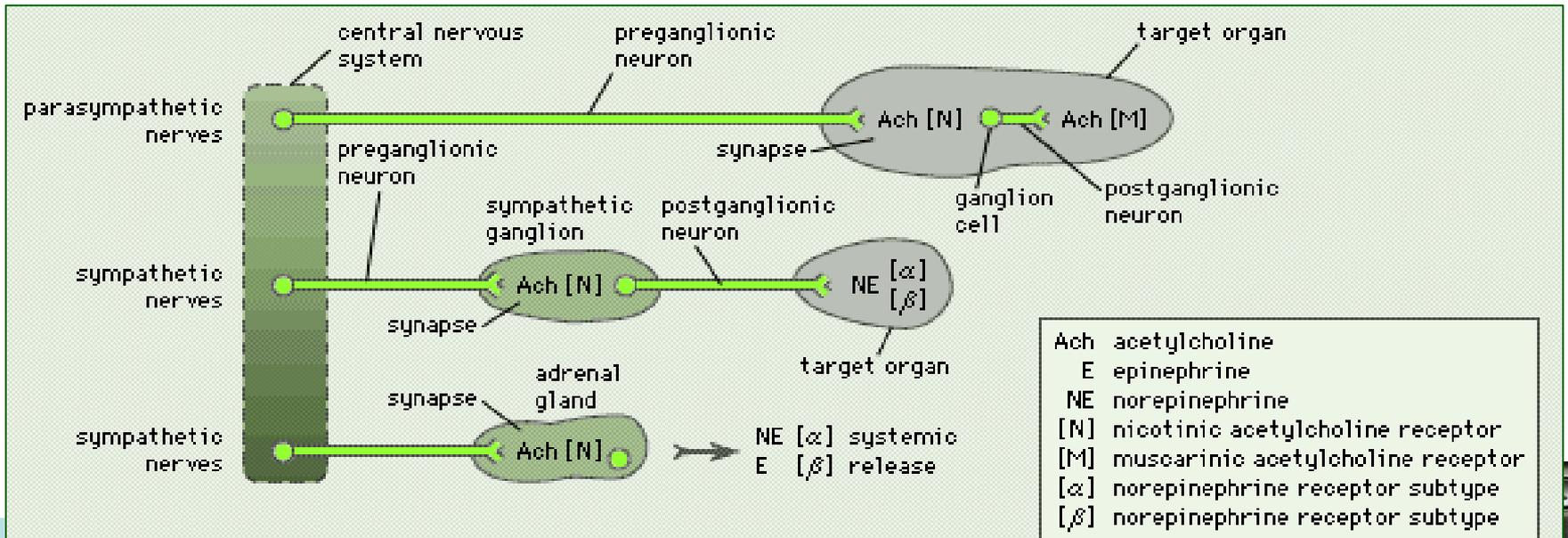
stimulés par la nicotine

Localisation post synaptique au niveau du relais ganglionnaire

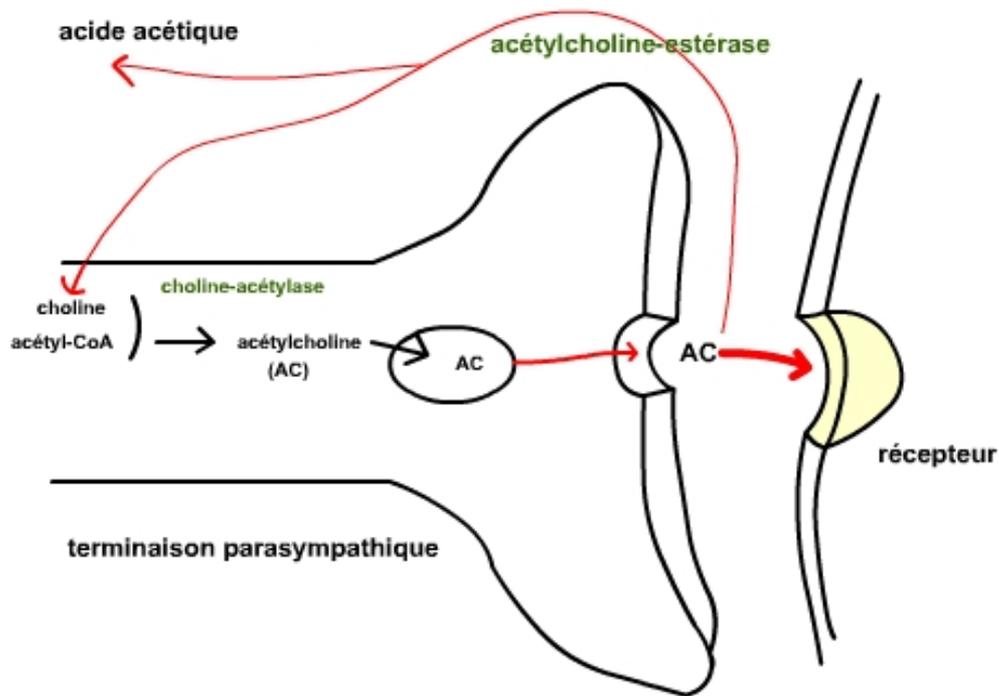
## Muscariniques

Stimulés par la muscarine, et antagonisés par l'Atropine.

Localisation au niveau de l'organe cible.



# Terminaison parasymphathique



L'acétylcholine

- est stockée dans des vésicules
- est synthétisé dans le cytoplasme à partir de choline et d'acétyl coenzyme A.
- est dégradée par les cholinestérases en choline et acétate

## Récepteur M1

Dans les ganglions et glandes sécrétrices,  
Action stimulante

## Récepteur M2

Myocarde et muscle lisse

### Effet inhibiteur

bradycardie : Chronotrope - ,

diminution conduction A.V. dromotrope -

Diminution forces contraction oreillettes : inotrope -



**Récepteur M3** : Muscle lisse

intestin : augmentation tonus, nausée, vomissement

Uretère : augmentation tonus

Bronche : bronchoconstriction

**Glandes sécrétrices,**

Salivation, encombrement bronchique, sueurs, pleurs  
endothélium

Post synaptique, stimulant

**M4, M5** existence dans le SNC



# Récepteurs muscariniques

- muscariniques (5 variétés : M1-M5)
- • **M2 : inhibiteur** (Coeur)
- • **M3 : excitateur** (Muscle lisse)
- • Antagonistes des R muscariniques = **Atropine** (anticholinergique)

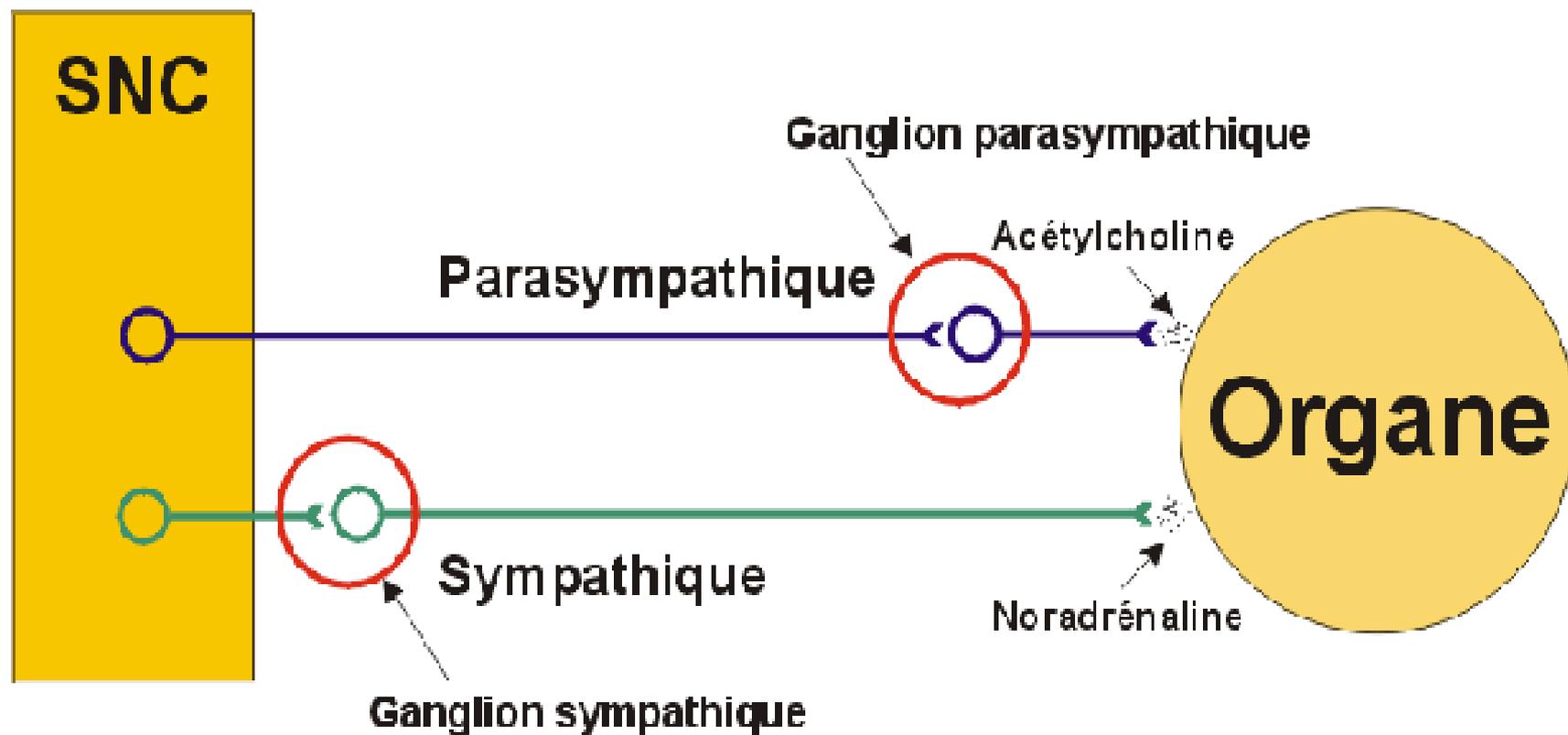


# Versant parasympathique

Organe	Effet
Sécrétions sueur larmes salive sécr. arbre respir. Secr digestives	Augmentation des sécrétions
Œil Sphincter de l'iris m ciliaire du cristallin	myosis spasme de l'accommodation
Cœur	ralentissement - noeud SA - noeud AV - force de contract↓
Vaisseaux C endothéliales	des récepteurs non innervés ⇒ petite dilatation via libération de Monoxyde d'azote (NO)
F lisse vessie	contraction du détrusor
F lisse intestinale	contraction fibres (cardia) augmentation du péristaltisme
F lisse bronchique	contract, spasme
Secr ou motilité gastriques	augm secr acide



# RECAPITULATIF 1



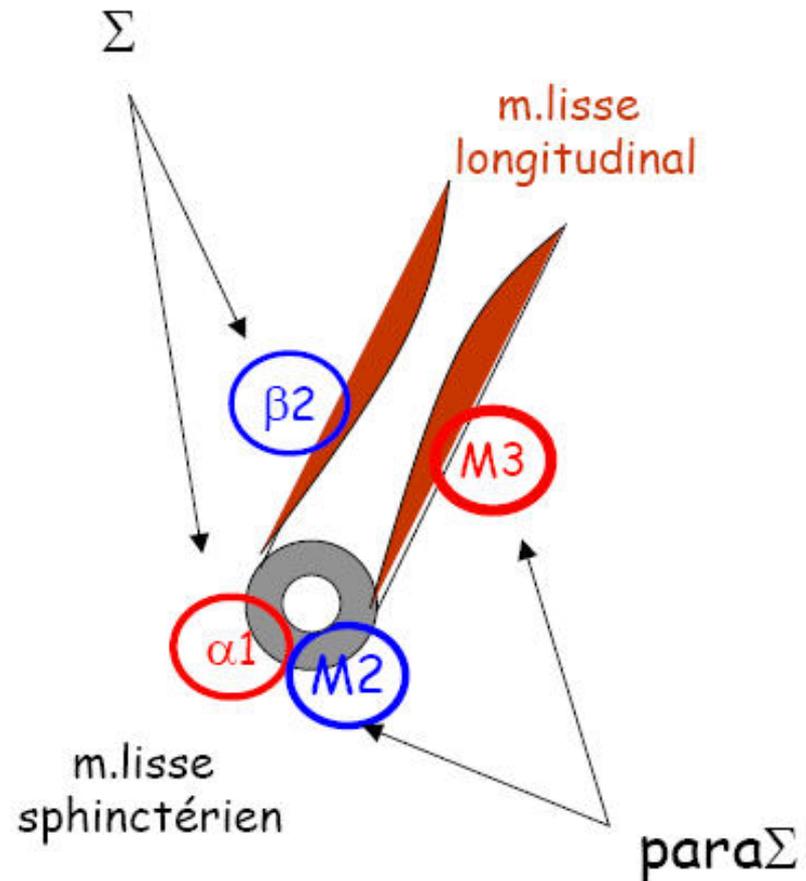
# RECAPITULATIF 2

ORGANE	SYMPATHIQUE	PARASYMPATHIQUE
Glandes sudoripares	stimulation	
Poils	horripilation	
Pupille	dilatation	constriction
Coeur	accélération	ralentissement
<b>Vaisseaux sanguins</b>		
artères coronaires	dilatation	constriction
artères musculaires	dilatation	constriction
artères cutanées	constriction	dilatation
Bronches	dilatation	constriction
<b>Appareil digestif</b>		
sécrétions	diminuée	augmentées
motilité	diminuée	augmentée
rectum	(remplissage)	vidange
sphincter lisse	contracté	relâché
<b>Appareil urinaire</b>		
sécrétions	diminuées	augmentées
motilité	diminuée	augmentée
vessie	relâchement	vidange
sphincter lisse	contracté	relâché
Rate	contraction	
Foie	glyogénolyse	
Médullo-surrénale	sécrétion ++	
Métabolisme	catabolisme	anabolisme
Médiateur chimique	adrénaline	acétylcholine



# Muscle lisse: appareils digestif & urinaire

- m.l. longitudinal
  - M3 : contraction
  - $\beta 2$  : relaxation
- sphincters
  - M2 : relaxation
  - $\alpha 1$  : contraction



# Muscle lisse en général = M3 / $\beta$ 2

Bronches :

- M3 => bronchoconstriction
- $\beta$ 2 => bronchodilatation
- Asthme: pour provoquer une bronchodilatation
  - Atropine (anticholinergique)
  - $\beta$ -mimétiques (salbutamol)

