

UE3-2:PH(1) – Physiologie – Neuroanatomie fonctionnelle

Systeme nerveux autonome (suite)

Colin Deransart, MCU-PH

III-Organisation anatomique

B-Système parasympathique

1- Neurones et fibres **pré-ganglionnaires**

Origine morcelée: 2 centres PΣ

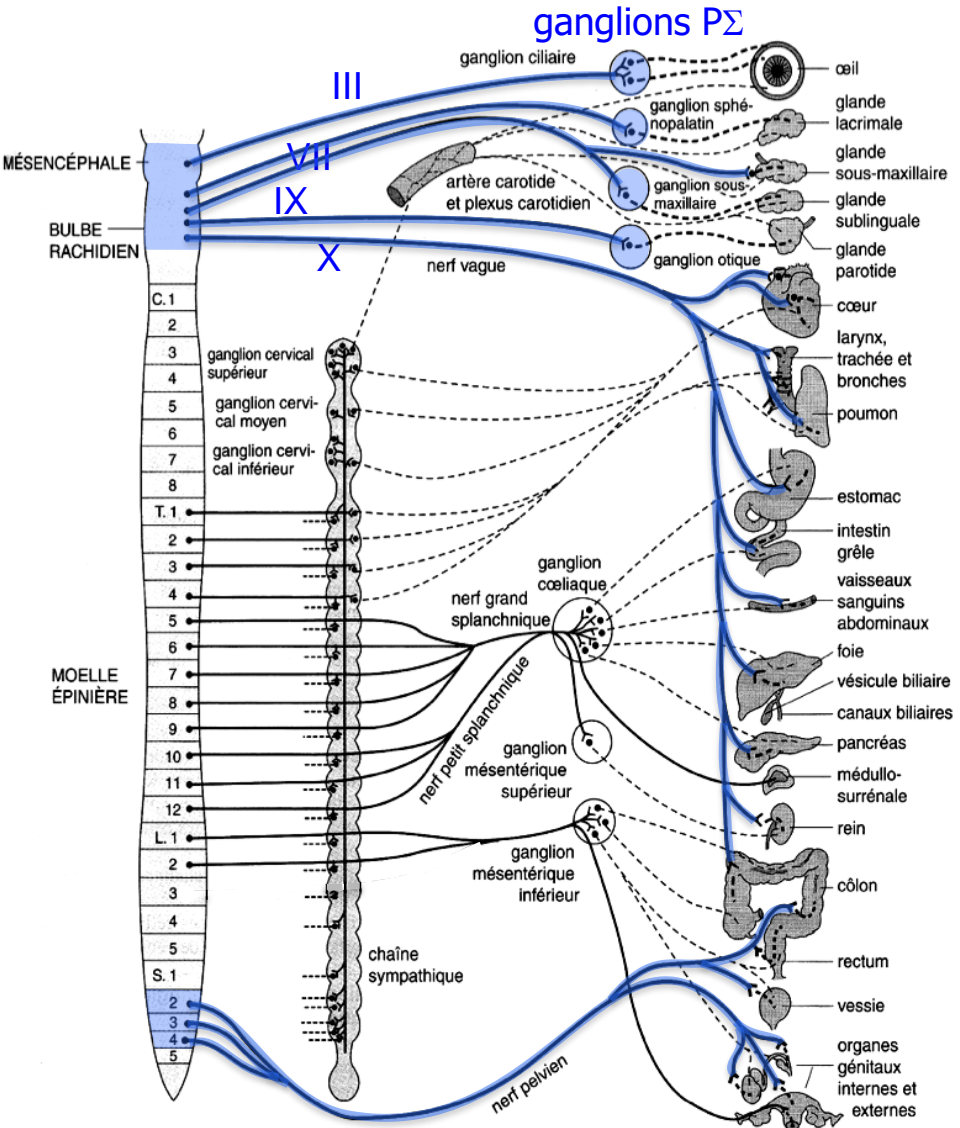
Centre PΣ Crânien

- Noyaux des nerfs **III, VII et IX**: vers **ganglions PΣ** de la **tête**
- N. Edinger-Westphal du III: sphincters pupillaires et muscles ciliaires de l'œil
- N. salivaire sup. du VII: glandes lacrymales et nasales, sublinguales et sous-maxillaires
- N salivaire inf. du IX: parotides
- Noyau du nerf **X**: vers organes du **thorax** et **abdomen** (cœur, bronches, œsophage, estomac, intestin grêle, côlon proximal, foie, vésicule biliaire, pancréas, partie haute des uretères)

Nerf X: 75% fibres **PΣ**

Centre PΣ Sacré

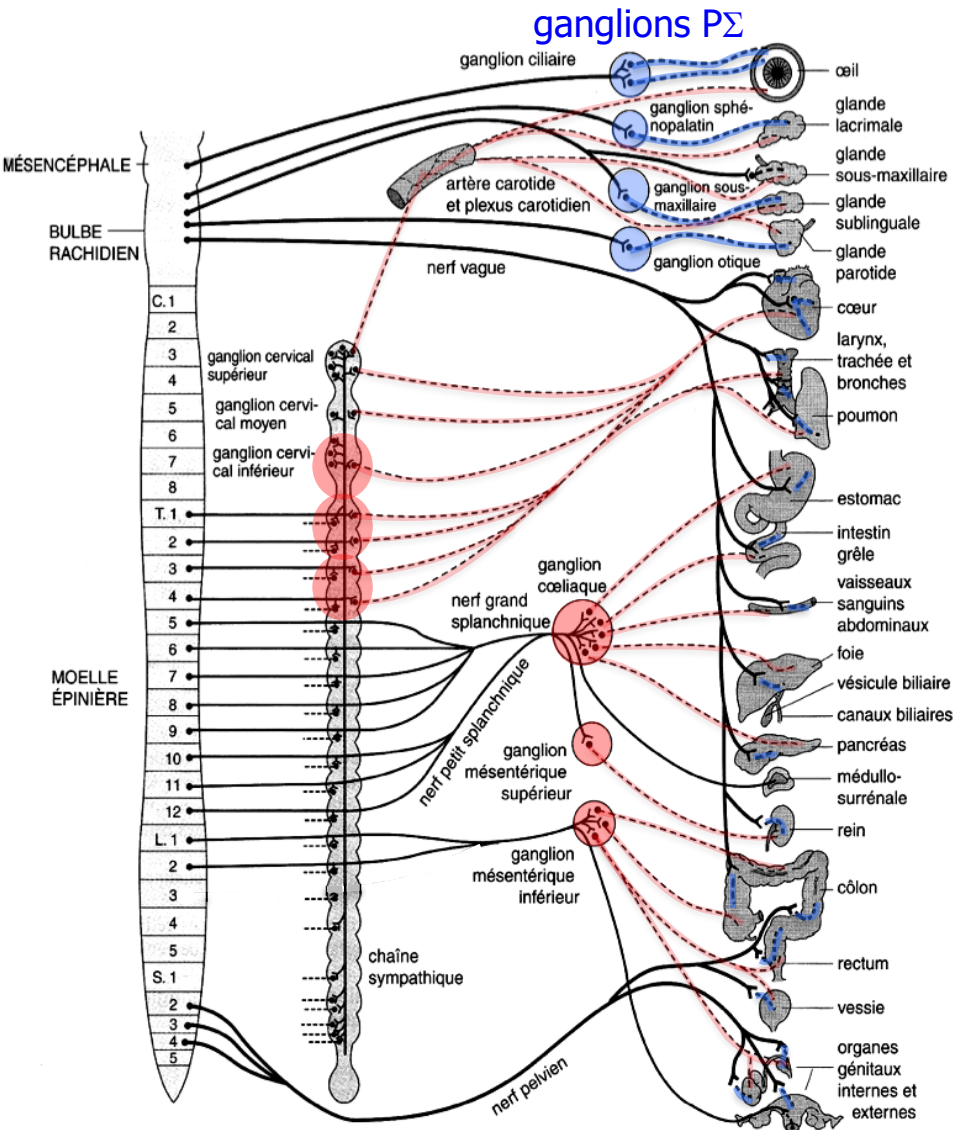
- S2-S4: vers **viscères pelviens** ou paroi de ces organes
- Partie distale du gros intestin (côlon descendant et rectum)
 - Vessie
 - Partie basses des uretères
 - Tissus érectiles des organes génitaux



III-Organisation anatomique

B-Système parasympathique

2- Neurones et fibres **post**-ganglionnaires



Système PΣ

Neurones post-gg

Proche de ou dans la **paroi** de l'organe cible

Fibres post-gg

Courtes
fraction de millimètres à quelques centimètres

Etendue

N'innerve pas:

- muscles piloérecteurs
- glandes sudoripares
- médullo-surrénale

Réponses

Spécifiques, localisées

Système Σ

Dans les **ganglions** de la chaîne sympathique (**para**-vertébraux) ou divers autres ganglions isolés (**pré**-vertébraux)

Longues
Plusieurs centimètres

Innervation vaste

Massive > ciblée

III-Organisation anatomique

C- Comparaison des deux innervations

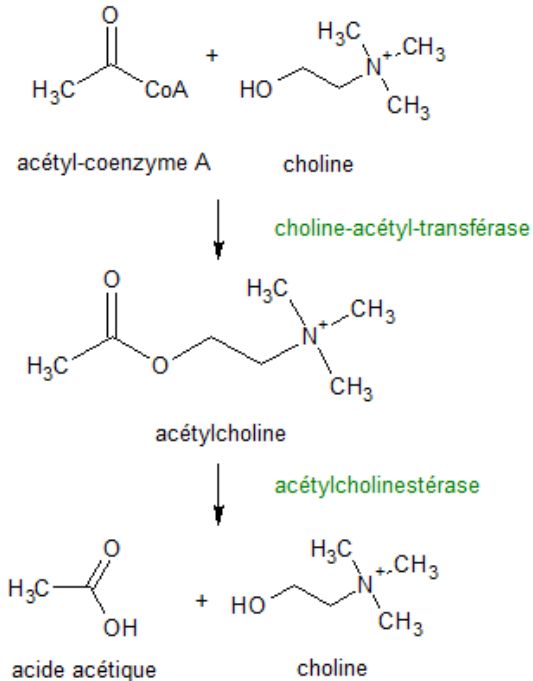
	SNS	SNA
Caractéristiques	Moteur somatique	Moteur autonome
Organes effecteurs	Muscles squelettiques	Muscle cardiaque, lisse et glandes
Présence de ganglions	Pas de ganglions	Paravertébraux, prévertébraux, terminaux et intramuraux
Nb de neurones du SNC vers l'effecteur	Un	Deux (pré- et post-gg)
Type de jonction effectrice	Plaquette motrice spécialisée	Présynaptique: chapelet de varicosités Pas de spécialisation de la mb post-syn
Neurotransmetteurs	Acétylcholine	Σ : NA (exceptions!); $P\Sigma$: Ach
Récepteurs	Récepteurs canaux	Récepteurs canaux et couplés à ptot.G
Effet de l'activité nerveuse sur le muscle	Excitateur uniquement	Excitateur ou inhibiteur
Type de fibres nerveuses	Rapides, larges (9-13 μm), myélinisées	Lentes, fines: pré-gg.: faiblement myélinisées, fine (3 μm) post-gg: non myélinisées, très fines (1 μm)
Effet de la dénervation	Paralysie flasque et atrophie	Tonus musculaire et fonction persistent Hypersensibilité de dénervation des cellules cibles

IV-Neurotransmetteurs et récepteurs.

Les principaux neurotransmetteurs du SNA

Acétylcholine

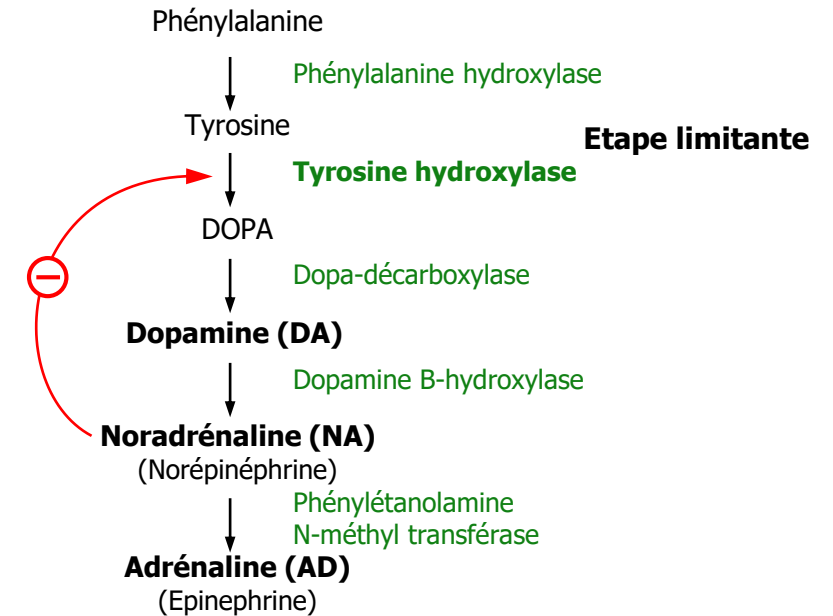
- Synthèse dans le cytosol
- Transport des vésicules vers la synapse
- Dégradation rapide (<1/100 sec) par **AchE**



- **Tous** les neurones **pré-ganglionnaires** (Σ et $P\Sigma$)
 - Récepteurs: Nicotiques (ionotropes)
- Neurones **post-ganglionnaires** $P\Sigma$ et Σ **des glandes sudoripares & m. piloérecteurs, certains vaisseaux sanguins**
 - Récepteurs: Muscariniques M1 à M5 (métabotropes)

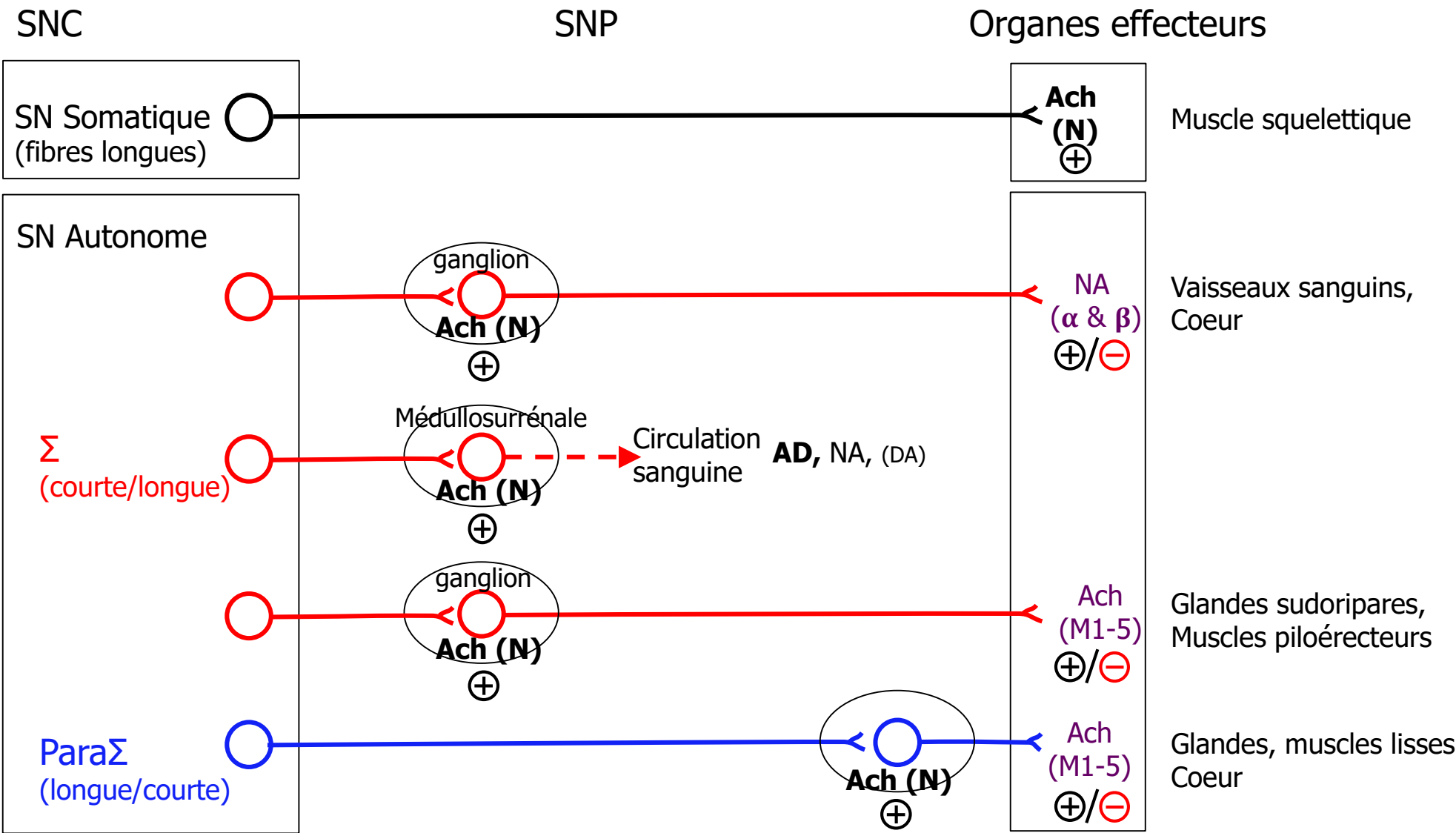
Catécholamines: DA, NA & Adrénaline

- Synthèse dans le cytosol
- Etape limitante: TH
- Transport des vésicules vers la synapse
- Dégradation lente par **MAO** et **COMT**



- Noradrénaline: la plupart des neurones **post-ganglionnaires** Σ (**exceptions ci-contre!**)
- Attention: médullo-surrénale libère AD (80%) et NA (20%)
 - Adrénorécepteurs (AD et NA): α_1 , α_2 & β_1 , β_2 , β_3 (métabotropes)

Neurotransmetteurs & Récepteurs

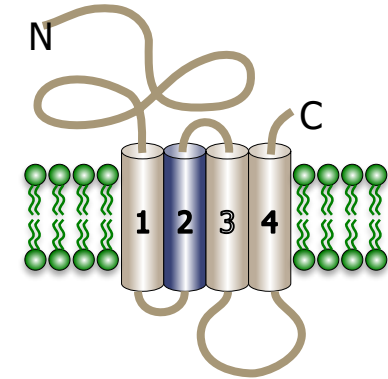


AD: adrénaline (épinéphrine), NA: noradrénaline (norépinéphrine); DA: dopamine
Ach: acétylcholine; **N**: nicotinique (récepteur canal: rapide); **M**: muscarinique (PGCR: lent)
 \oplus/\ominus Action excitatrice ou inhibitrice

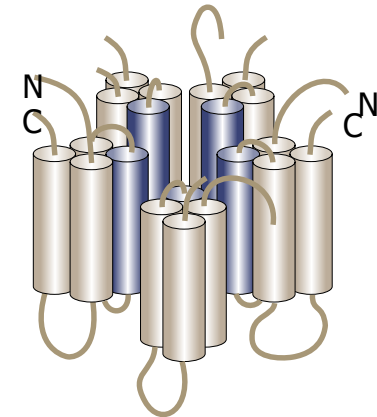
Récepteurs nicotiques (Ach)

Récepteur type	Localisation	Effet / fonction
Musculaire: $(\alpha 1)_2\beta 1\delta \epsilon$ ou $(\alpha 1)_2\beta 1\delta \gamma$	Jonctions neuromusculaires	PPSE, essentiellement par augmentation perméabilités Na^+ et K^+
Ganglionnaire: $(\alpha 3)_2(\beta 4)_3$	Ganglions autonomes	
Centraux: $(\alpha 4)_2(\beta 2)_3$, $(\alpha 3)_2(\beta 4)_3$ $(\alpha 7)_5$	Cerveau	Excitation pré- et post-synaptique

Pentamères de sous-unités
 α , β , γ , δ , et ϵ



Le pore (juxtaposition segments
M2) forme un canal:

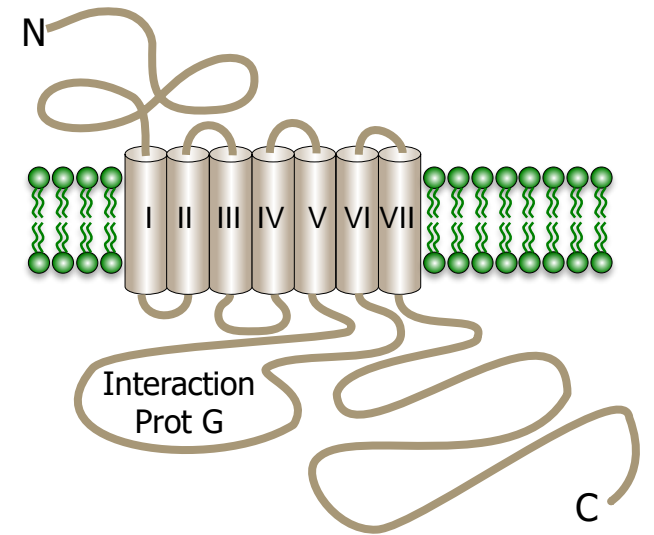


Spécificité ionique: constitution
en a.a. des segments M2

Récepteurs muscariniques (Ach)

Principaux effets de la liaison de l'Ach aux:

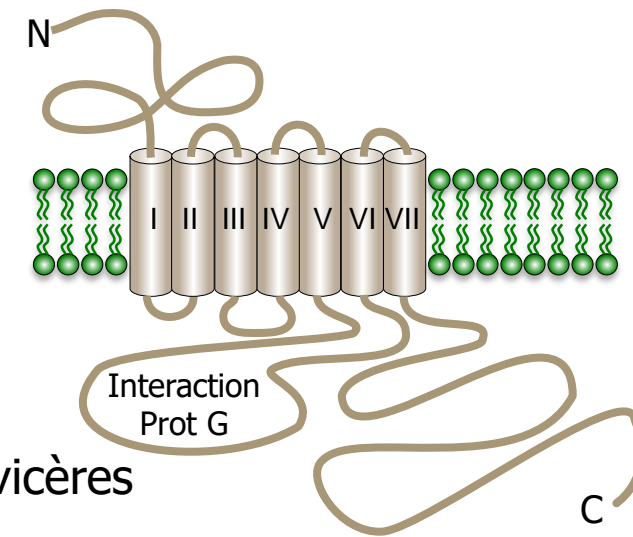
- Récepteurs M1, M3, M5: **excitateurs**
(couplage Qq, stimulation PLC, augmentation DAG +IP₃)
 - M1**: Glandes salivaires et gastriques, cortex cérébral,
Augmentation sécrétions
 - M3**: Muscles lisses (vessie, tractus GI), Glandes salivaires (parotide) et gastriques
Contraction muscles lisses bronchiques et tractus GI, sécrétions
 - M5: Hippocampe, substance noire
- Récepteurs M2, M4: **inhibiteurs**
Couplage Gi, inhibition AC, diminution AMPc
 - M2**: Muscles lisses (vessie, tractus GI) et cardiaque, ensemble cerveau
Diminution du rythme cardiaque et contractilité GI (& libération présynaptique)
 - M4: Muscles lisses, Hippocampe, substance noire,
relaxation muscles lisses utérus, vessie & vaisseaux sanguins
stimulation de la lipolyse



Récepteurs adrénergiques (NA & AD)

Principaux effets de la liaison de la NA aux:

- Récepteurs Alpha – plus grande sensibilité à l'AD
 - $\alpha 1$: stimulation
Contraction des vaisseaux sanguins de la peau et des viscères
 - $\alpha 2$: inhibition
Bronchodilatation, Inhibition de la sécrétion d'insuline par le pancréas
- Récepteurs Beta
 - $\beta 1$: stimulation
Augmentation de la force de contraction & fréquence cardiaque
Sécrétion de rénine
 - $\beta 2$: inhibition
Dilatation de vaisseaux coronaires et bronchioles
Relaxation muscles lisses digestif & urinaire
 - $\beta 3$: inhibition
relaxation muscles lisses utérus, vessie & vaisseaux sanguins
stimulation de la lipolyse



Fonctions régulatrices du SNA

Activités cardiovasculaires

Force de contraction, fréquence cardiaque, pression, distribution

Biochimie des fluides interstitiels

pH, osmolarité, soif, teneur en eau

Activités pulmonaires

Fréquence respiratoire, diamètre des bronchioles, O_2 , CO_2

Activités gastro-intestinales

Motilité, digestion mécanique et chimique

Réflexes viscéraux

Miction, défécation, réflexes sexuels

Stress

Libérations de diverses hormones pour faire face à la situation

Stress ou
Syndrome Général d'Adaptation
(Hans Seyle, 1925)



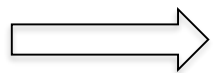
↓
Réponse combat-fuite
(Walter Bredford Cannon, 1929)

↓
Activation SN Sympathique

Fonctions régulatrices du SNA

Division sympathique - combat ou fuite (flight or fight): ergotrope

- Sang acheminé vers les muscles squelettiques, le cerveau et le cœur, loin des organes digestifs et de la peau
- Augmentation de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle
- Augmentation de la fréquence respiratoire, dilatation des bronchioles
- Dilatation des pupilles
- Libération de glucose par le foie pour répondre aux besoins énergétiques croissants
- Augmentation du métabolisme cellulaire
- Augmentation de la transpiration pour abaisser la température corporelle
- Augmentation de la production de globules rouges et de la capacité de coagulation
- Absorption de Na^+ / sécrétion de K^+ , diminution de la production d'urine

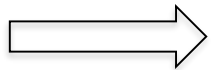


Permet au corps de faire face rapidement lors de situations d'urgence
Dominant lors d'excitations, d'effroi ou pendant l'exercice

Fonctions régulatrices du SNA

Division **parasympathique** - repos et digestion: trophotrope

- Sang transféré aux organes viscéraux
- Contraction des pupilles
- Augmentation des sécrétions et de l'activité glandulaires digestives
- Sécrétions respiratoires et lacrymales
- Maintien à bas niveaux de la tension artérielle, fréquences respiratoire & cardiaque



Conserve l'énergie et dirige les activités de maintenance telles que digestion et excrétion
Dominant dans des situations non stressantes

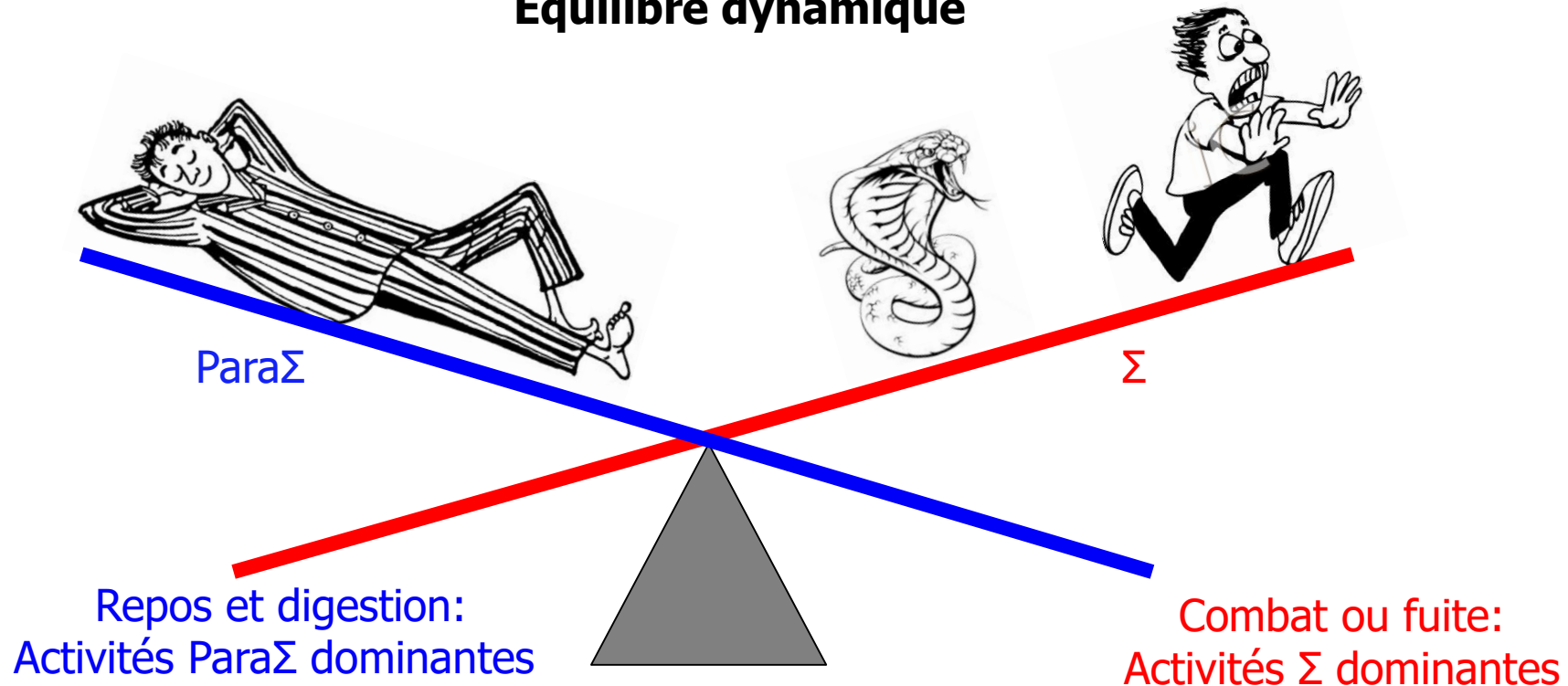
Equilibre entre divisions du SNA

Double innervation:

la plupart des organes internes sont innervés par les deux divisions autonomes

Contrôle antagoniste: les divisions se contrebalancent en faisant des **ajustements continus**
Le SNA excite ou inhibe davantage les organes

Equilibre dynamique



Comparaison des effets physiologiques des systèmes Σ et $P\Sigma$

Cibles	Σ	$P\Sigma$
Peau, muscles (vaisseaux, glandes sudoripares, muscles piloérecteurs)	Vasoconstriction, sudation, piloérection	Aucun
Iris	Mydriase	Myosis
Glandes lacrymales	Peu d'effets	Sécrétions
Glandes salivaires	Salive peu abondante, visqueuse	Salive abondante, fluide
Coeur	Tachycardie	Bradycardie
Bronches	Bronchodilatation	Bronchoconstriction
Tube digestif	Inhibition péristaltisme & sécrétions	Augmentation péristaltisme & sécrétions
Vessie	Contraction sphincters	Relâchement sphincters
	Relâchement paroi, remplissage	Contraction paroi, vidange
	Contraction sphincters	Relâchement sphincters
Organes reproducteurs	Clitoris: aucune action	Clitoris: vasodilatation (érection)
	Pénis: éjaculation	Pénis: vasodilatation (érection)

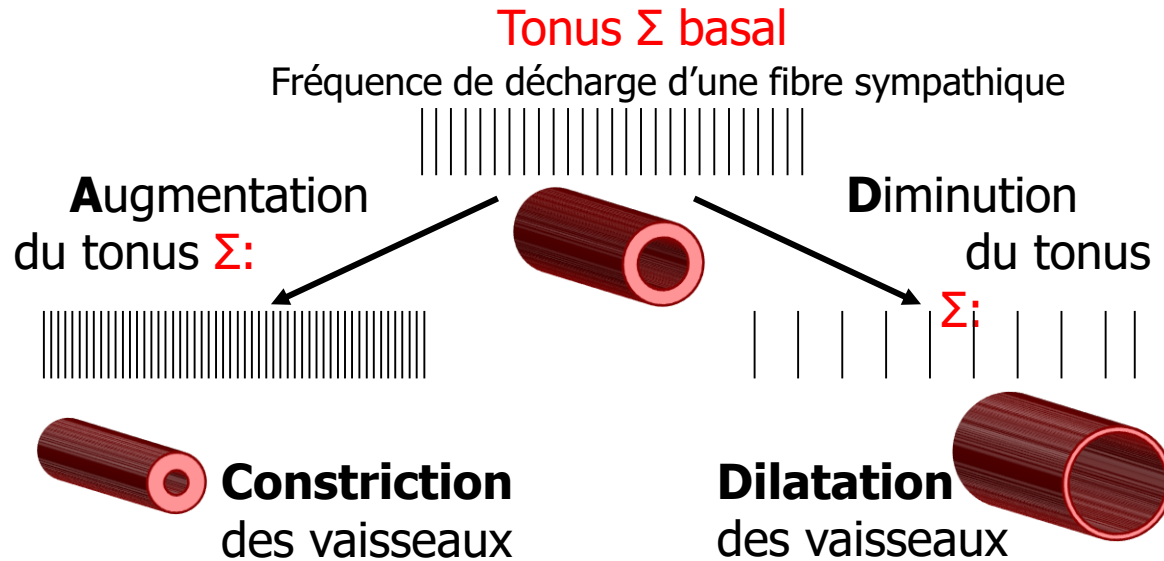
Antagonisme

Prédominance d'un des deux systèmes

Synergie, complémentarité

Notion de Tonus

La composante sympathique contrôle la pression sanguine et maintient les vaisseaux sanguins dans un **état continu de constriction partielle** (artères et veines)



Tonus **sympathique** & **parasympathique**:

Selon l'organe, l'un des deux tonus va prédominer:

Système vasculaire (artères & veines)

Tonus Σ

Tube digestif

Tonus $P\Sigma$

Utérus

Tonus $P\Sigma$

Vessie

Tonus $P\Sigma$

Glandes salivaires

Tonus $P\Sigma$

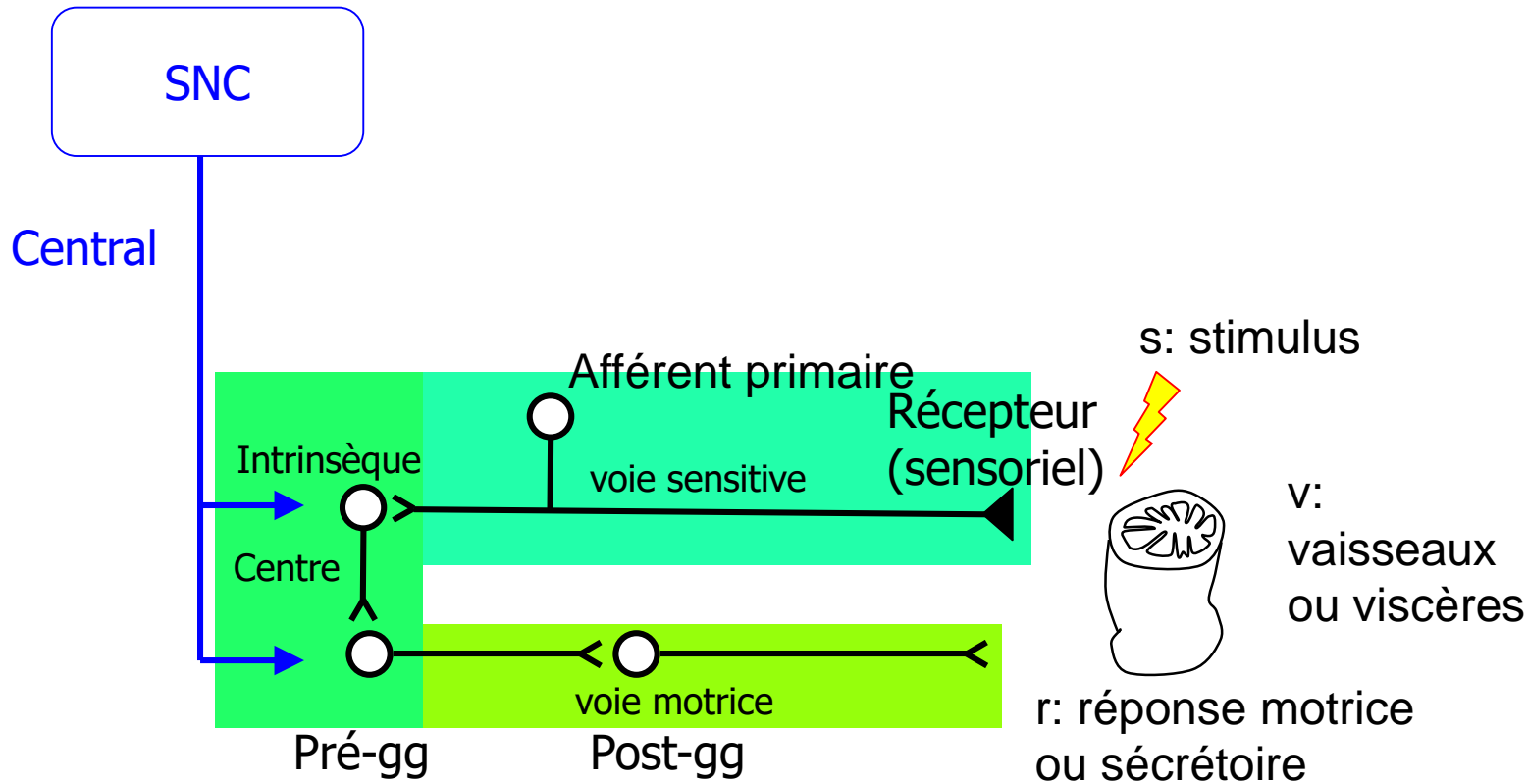
Origine du tonus: **extrinsèque**

Elle dépend de l'activité intrinsèque de neurones du tronc cérébral

Contrôle de l'activité des neurones pré-ganglionnaires

Contrôle Périphérique:

Les Réflexes



$$R/S = \text{Gain}$$

R: amplitude de r

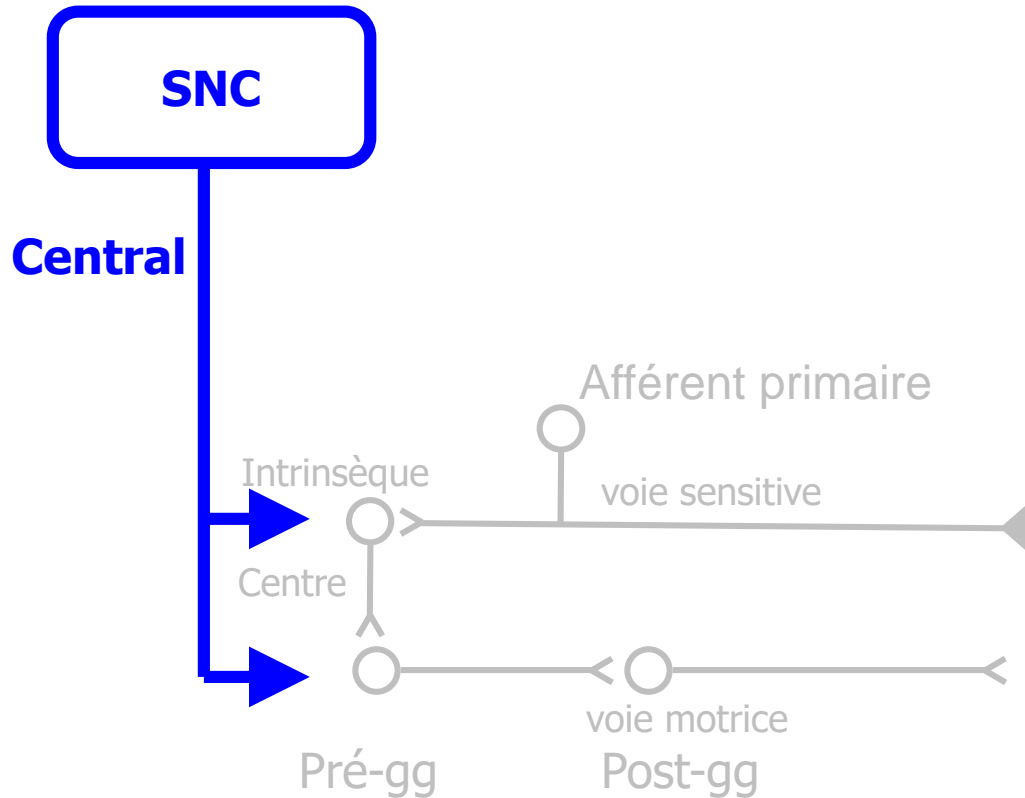
S: intensité de s

Réflexes mettant en jeu le SNA:

- somato-végétatifs
- viscéro-végétatifs

Contrôle de l'activité des neurones pré-ganglionnaires

Contrôle Central:



- Genèse **permanente** de l'activité tonique

Neurones du **pacemaker** du TC

- Modulation **permanente** des réflexes du SNA

Réglage du **Gain**: adaptation des réflexes aux conditions variables de l'organisme

- Commandes **transitoires** d'adaptation

- transition allongé → debout
- réaction « combat ou fuite » (stress)

Rôle de coordination entre:

- les réflexes végétatifs
- les différents groupes de neurones pré-ganglionnaires
- le Σ et $P\Sigma$
- le SNA & SNS

Contrôle de l'activité des neurones pré-ganglionnaires

Contrôle Central:

Cortex associatif préfrontal,

Amygdale (système limbique) : resp. des réponses autonomes au cours des états émotionnels (rougeur, pâleur, évanouissement, transpiration, fréquence cardiaque)

Hypothalamus: centre régulateur majeur du SNA

Intégration des réponses autonomes, somatiques et endocriniennes
Régulation température, soif, faim

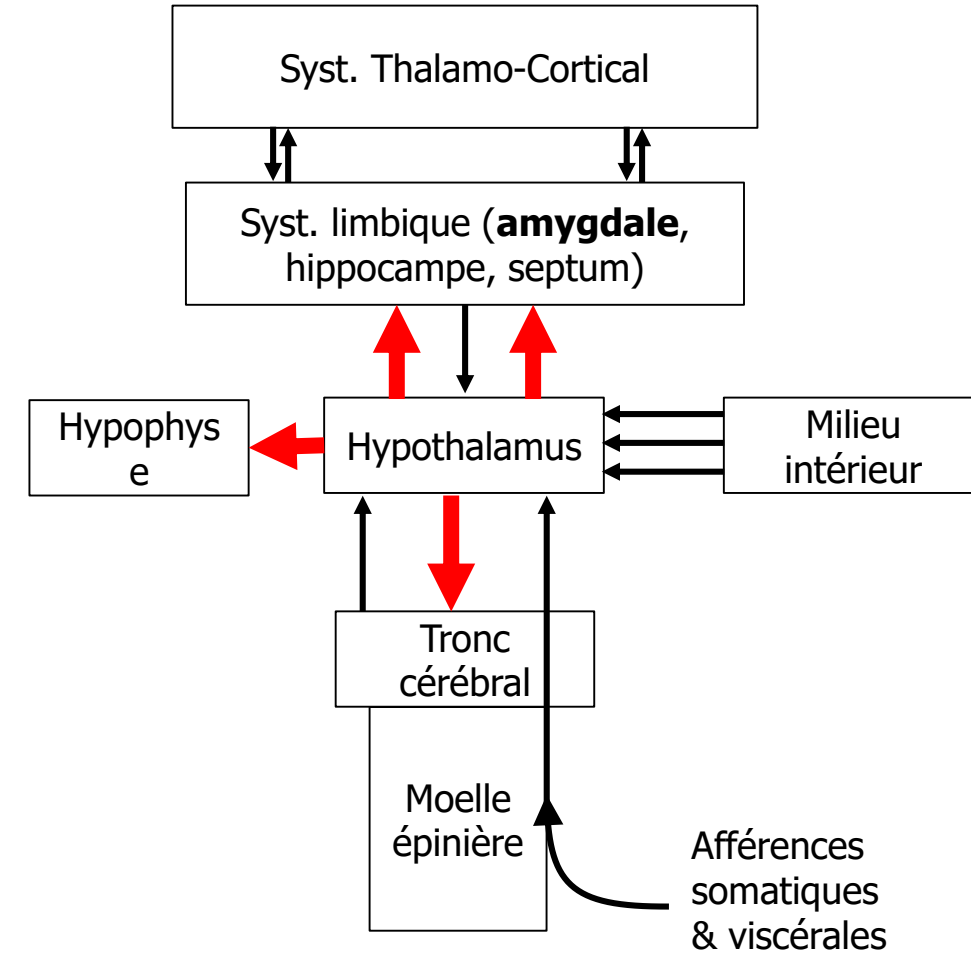
Tronc cérébral

Régulation diamètre pupillaire, respiration, activité cardiaque, pression artérielle, déglutition

Moelle épinière

Réflexes autonomes (miction, défécation, érection)

Ganglion autonome



Connexions nerveuses afférentes et efférentes et influences endocrines de l'**hypothalamus**

Messages essentiels du cours

- Le SNA contrôle des fonctions involontaires par action sur les fibres musculaires lisses et cardiaques et sur les glandes. Il comprend 2 divisions majeures:
 - Σ : mobilise les ressources de l'organisme pour faire face aux défis de tous genres.
 - $P\Sigma$: prédomine lors des états de repos relatif, de sorte que les sources d'énergie précédemment dépensées peuvent être restaurées.
- La régulation neuronale continue des dépenses et de la reconstitution des ressources du corps contribue de manière importante à l'équilibre physiologique global des fonctions corporelles appelé homéostasie.
- L'hypothalamus est le centre supérieur de commande et de coordination du SNA.
- Le statut du Σ et du $P\Sigma$ est modulé par des voies descendantes vers les neurones préganglionnaires du tronc cérébral et de la moelle épinière.
- Le niveau d'activité des neurones prégang détermine à son tour l'activité des neurones moteurs viscéraux primaires dans les ganglions autonomes.
- La régulation autonome de plusieurs systèmes d'organes revêt une importance particulière en pratique clinique.

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 à l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits en Première Année Commune aux Etudes de Santé (PACES) à l'Université Grenoble Alpes, et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.