

Ministère de l'enseignement supérieur  
université Ferhat Abbas Sétif 1 faculté de Médecine - Laboratoire de Physiologie  
Service de neurologie médicale -CHU Sétif

Cours de Physiologie

# PHYSIOLOGIE DE LA SOMESTHÉSIE

Dr.BELLOUZ.I

# Plan

I.Introduction

II.Modalités sensorielles

III.organisation générale du système somesthésique

1-recepteurs

2-Afférences primaires

3-racines rachidiennes

4-Moelle épinière

V.voies centrales

1- système cordonal postérieur

2-système spinothalamique

3- sensibilité de la face

VII.Structure sous corticales

VIII.cortex somesthésique

VIII.conclusion

# I. INTRODUCTION

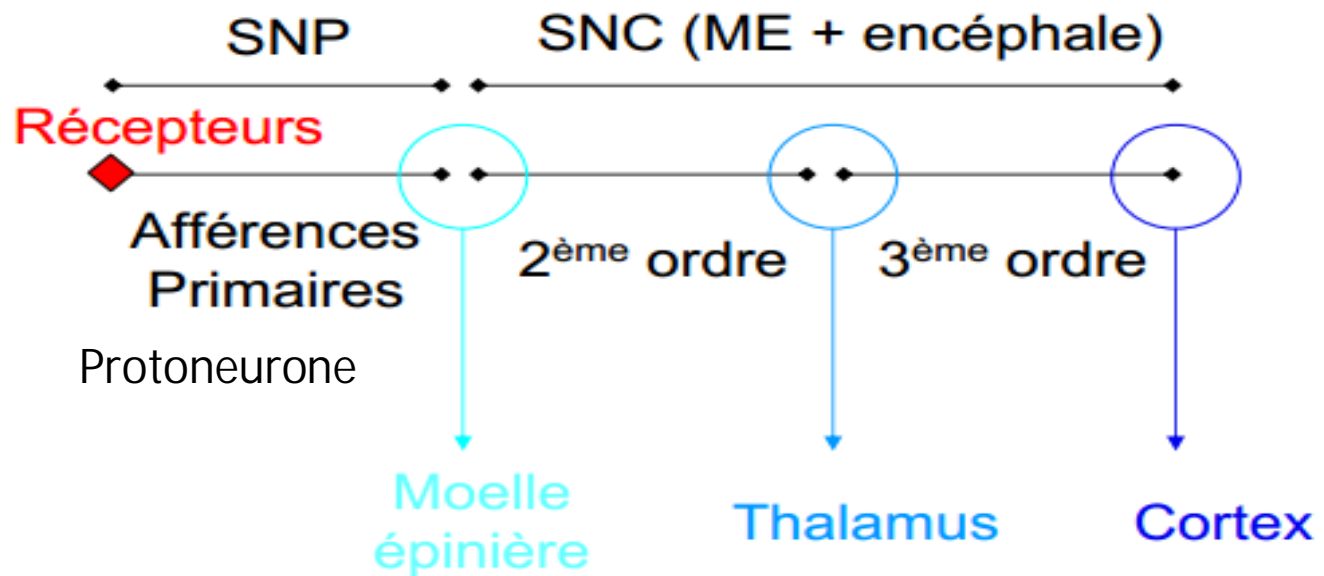
- Le système somesthésique = système sensoriel somatique
- « sôma » corps , et « aïsthêsis », sensibilité,
- Sensibilité somatique générale
- Il nous renseigne sur l'état de notre corps et environnement
- modalité sensorielle de perception au même titre que l'audition, la vision, la gustation, l'olfaction, l'équilibration.
- Implique les mécanismes qui sont à la base des sensations induites par les stimulations :
  - ✓ Cutanées
  - ✓ Proprioceptives
  - ✓ Viscérales

## II. Les modalités sensorielles somethésiques

- *Le tact épicrotique*: forme , texture des objets
- *Le tact prothopatique* : grossier
- *La proprioception*: sensibilité profonde
- *La nociception*
- *Le sens thermoréceptif* : sensibilité thermique

# III. Organisation générale du système Somesthésique :

- récepteur sensoriel : (la transduction).
- Des voies afférentes
- Des structures centrales perception.



# 1-Les récepteurs périphériques :

- Filtre et amplificateur du stimulus
- Transduction
- Se trouvent dans l'ensemble du corps
- Sélectifs
- Font synapse avec les dendrites du protoneurone

## Classification :

- morphologie
- Nature et seuil du Stimulus
- Position anatomique
- Adaptation

# Classification des récepteurs

A - Selon la situation anatomique

- Extéroceptif

- proprioceptif

- Intéroceptif (viscérocepteurs)

ions, pH, substances algogènes, pression...)

# Classification des récepteurs

B - Selon le type de stimulus

- Mécanorécepteurs
  - tact épicrotique et protopathique
  - pallesthésie
  - statesthésie, kinesthésie
  - Pression (viscères)
- Thermorécepteurs
- nocicepteurs
- chémorécepteurs

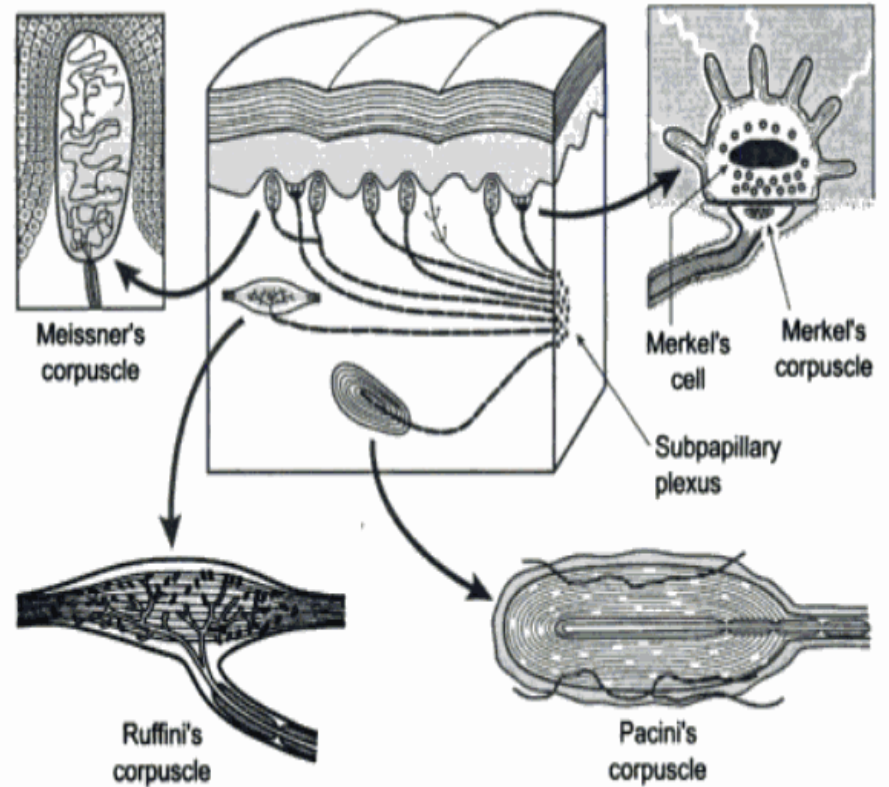


# Mécanorécepteurs de la peau

type de mécanorécepteur	sensibilité	rôles
Adaptation lente type I (Merkel) Champs récepteur petit	Pression de longue durée	Analyse de la texture – discrimination fine de la forme - force exercée par l'extrémité des doigts
adaptation rapide type I (Meissner)	variation dans la déformation cutanée (5-50 Hz)	détection des vibrations lentes - détection du stimulus mobile – discrimination fine de la forme – changements dans la force exercée par les doigts
Adaptation rapide type II (corpuscule de Pacini)	variation dans la déformation cutanée (50– 700Hz)	détection de vibrations rapides (déformations cutanées transitoires)
Adaptation lente type II (Ruffini)	Pression de longue durée - étirement latéral de la peau	position des doigts

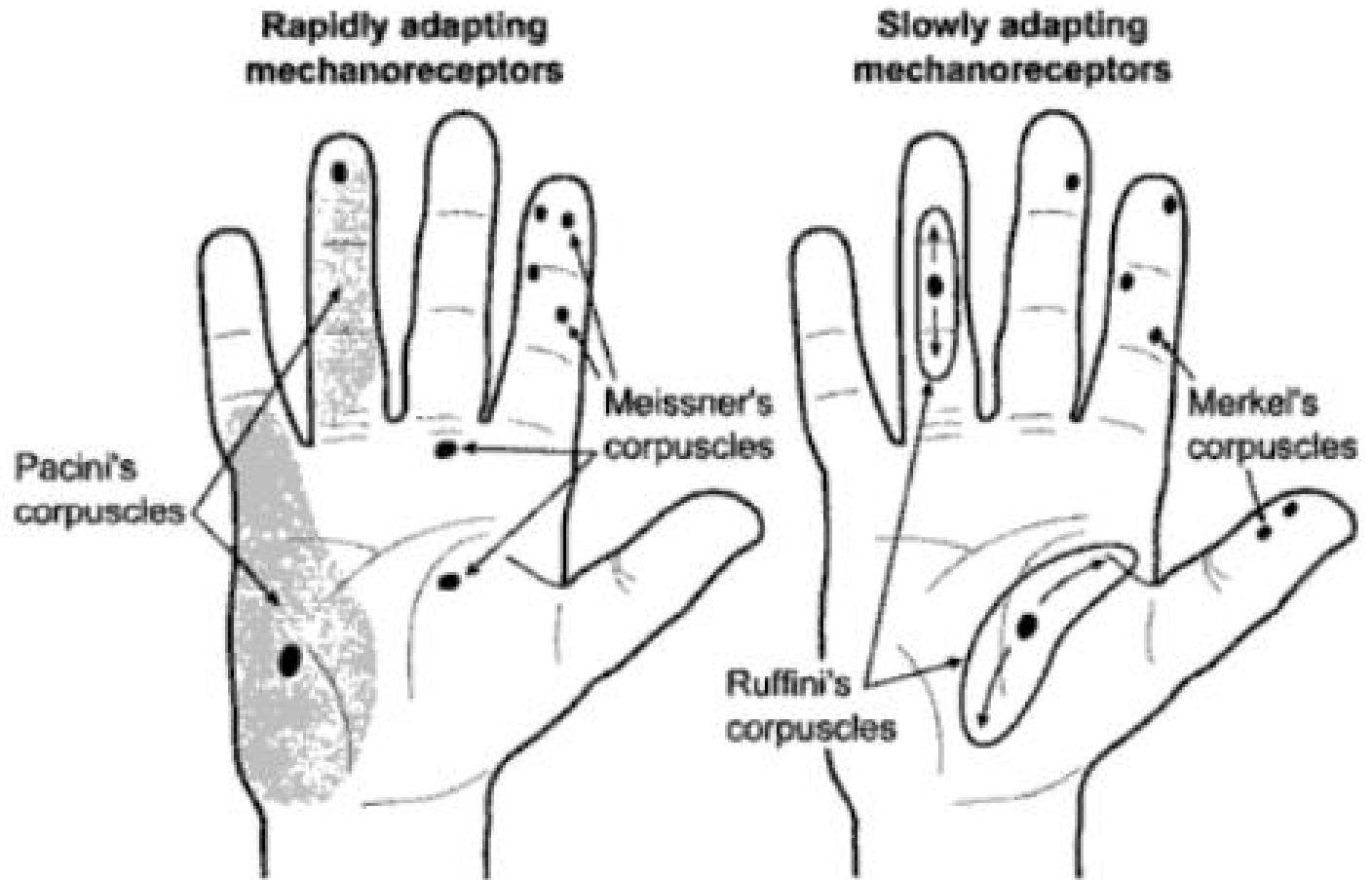
# Mécanorécepteurs de la peau

Récepteurs histologiquement  
Différenciés au niveau de la peau glabre  
(face PALMAIRE DE LA MAIN et DES DOIGTS)  
régions très importantes dans les fonctions  
somesthésiques d'exploration), face  
plantaire du pied



# Mécanorécepteurs de la peau

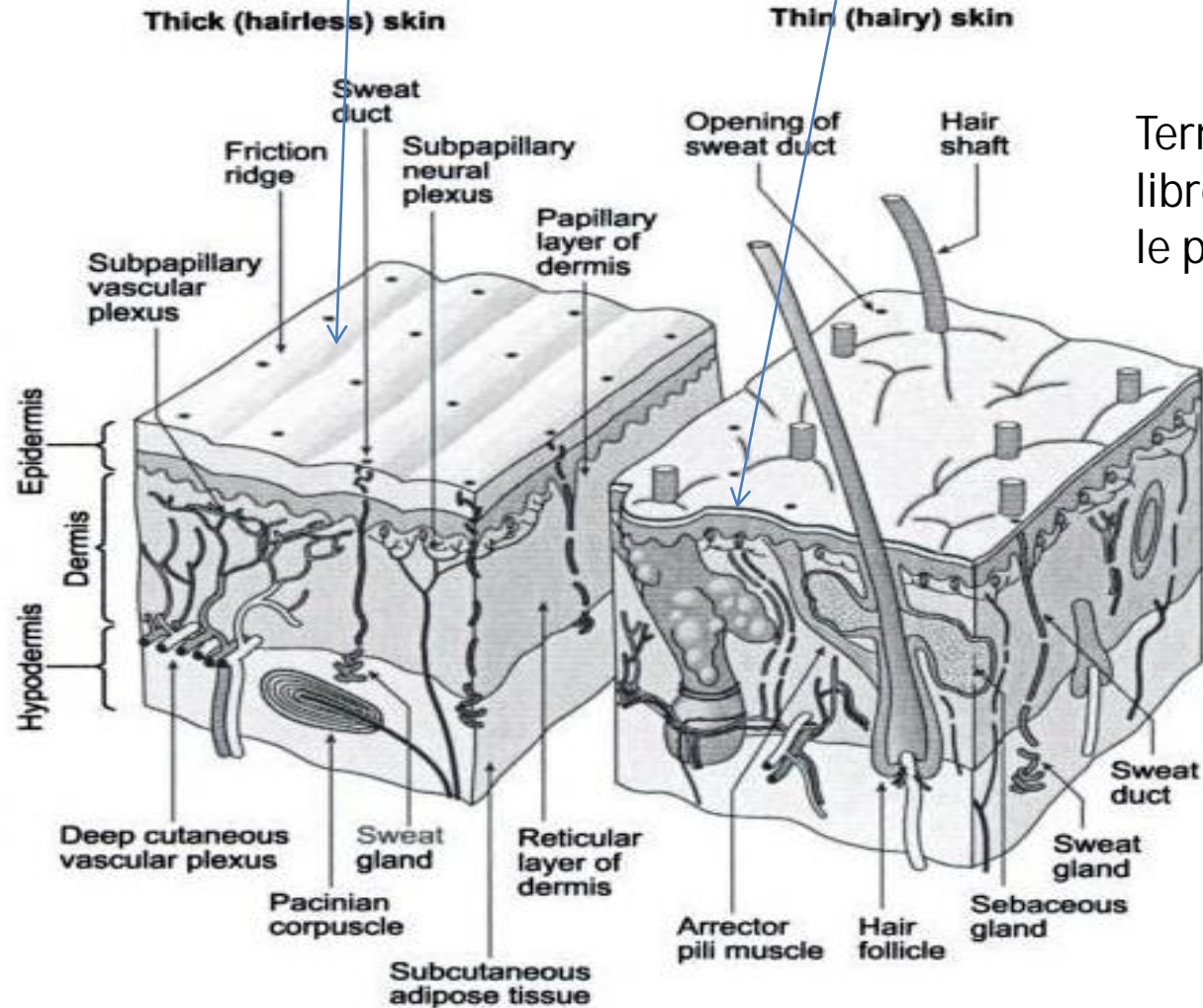
Figure 1



# Mécanorécepteurs de la peau

## PEAU GLABRE

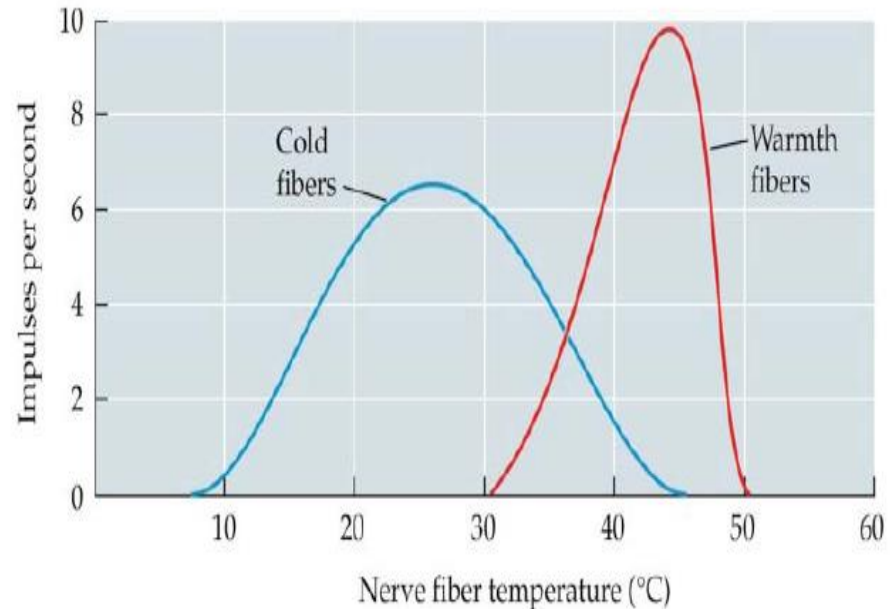
## PEAU AVEC POILS



Terminaisons  
libres entourant  
le poil

# Les thermorécepteurs

- Les récepteurs au froid
  - superficiels
  - Activés lors du refroidissement cutané (innervé par la fibre Fibre  $A\delta$ )
  - Les récepteurs au chaud actives lors du réchauffement cutané profond (Fibre C)
- 
- Adaptation lente
  - La réponse maximale de ces récepteurs survient avant que des températures nociceptives ne soient atteintes



# Les nocicepteurs

- *Ce sont des terminaisons nerveuses libres appartenant aux fibres fines*
- *Les nocicepteurs mécaniques : fibre A $\delta$  ou III*
- *Les nocicepteurs sensibles aux agents chimiques ; histamine , K<sup>+</sup>(cellule blessée), bradykinine*
- *Les nocicepteurs thermiques (> 45°C) (< 10° C); fibre C ou IV*
- *Les nocicepteurs polymodaux activé par toute les formes de stimulation douloureuses*

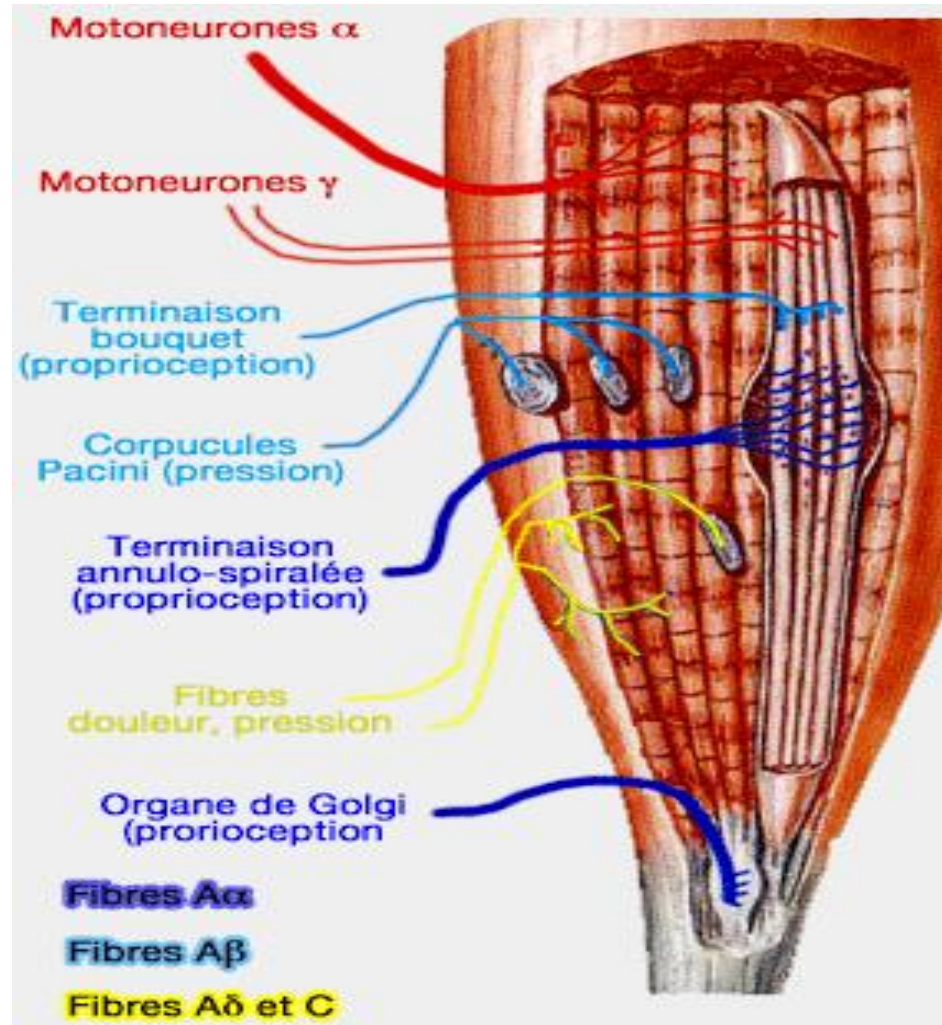
# Les nocicepteurs

- Seuil élevé : ne répondent que lorsque la stimulation représente un danger pour l'intégrité de la peau – stimulations nociceptives ;
- La réponse augmente avec l'accroissement de l'intensité de la stimulation
- La réponse est tonique ( non adaptable )
- La répétition des stimulations nociceptives peut induire des phénomènes de sensibilisation avec :
  - Diminution du seuil de réponse
  - accroissement de la réponse a des stimulations de même intensité
  - Apparition parfois d'une activité spontanée
  - Cette sensibilisation peut être responsable de l'hyperalgésie

# Les propriocepteurs :

## de bas seuil

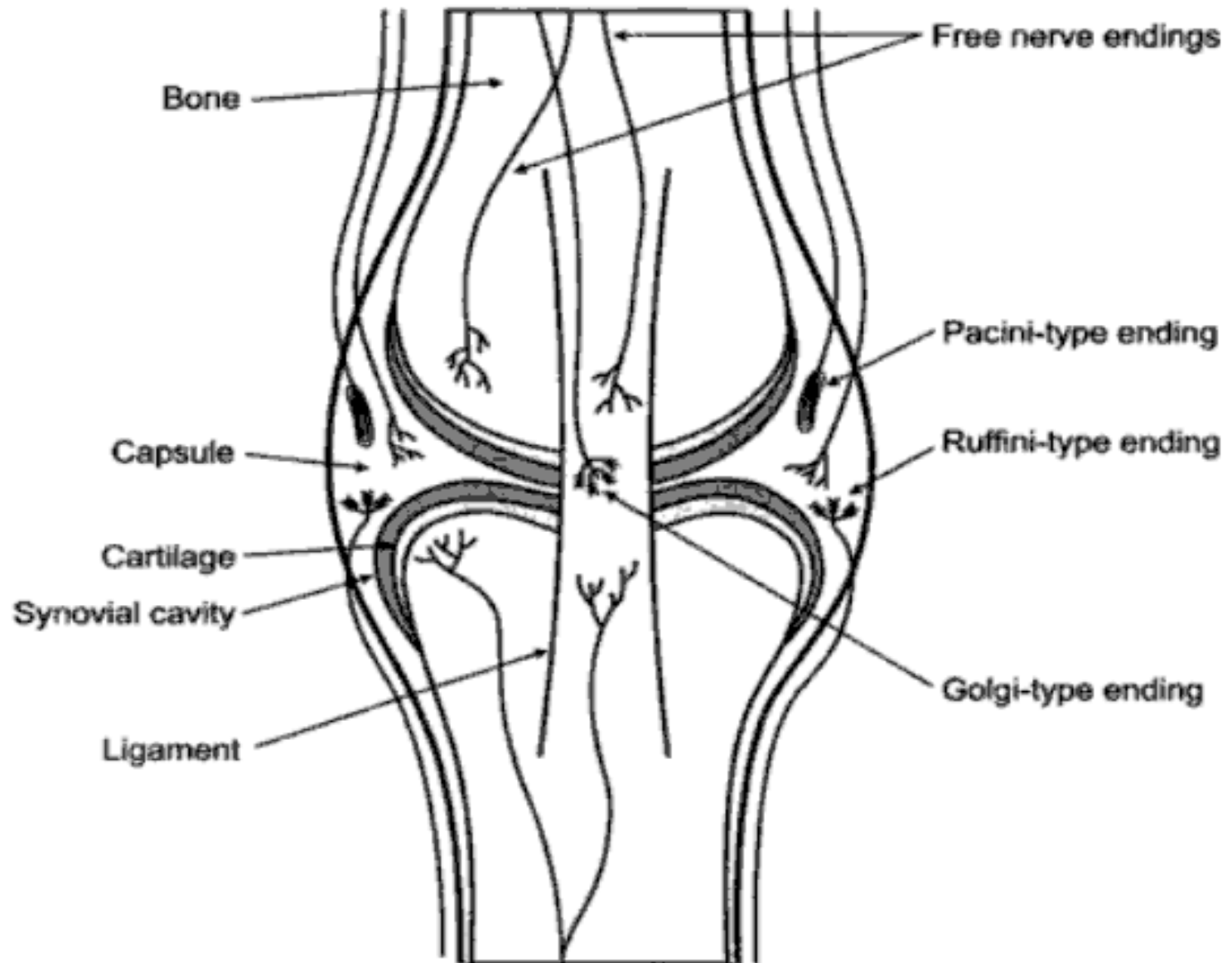
- Le fuseau neuromusculaire impliqué dans le reflexe myotatique  
Innervé par:
  - ✓ Les terminaisons primaires Ia
  - ✓ Les terminaisons secondaires II
- Le récepteur tendineux de Golgi (innervé par la fibre Ib 10-12 $\mu$ m)
- Les récepteurs articulaires (innervé par les Fibres I, II, III)  
(ligaments – capsule)





# Les propriocepteurs :

## Articulaire



# Les propriocepteurs

- Propriocepteurs de seuil élevé :  
nocicepteurs polymodaux
- Terminaisons libres ( FIBRES III et IV )

# Les récepteurs viscéraux :

- Les viscères contiennent des **mécanorécepteurs** signalant la distension
- **des nocicepteurs** susceptibles de signaler une lésion ou une inflammation d'un viscère (appendicite, péritonite...)
- De bas seuil : distension des viscères
- De haut seuil : nocicepteurs polymodaux

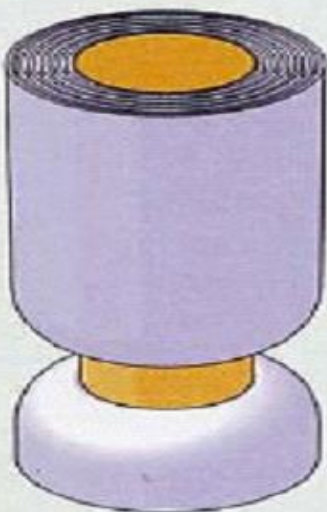



## 2-Les afférences primaires

- corps cellulaire situé dans le ganglion rachidien
- Leur axone comprend une branche périphérique en contact avec les récepteurs périphériques et une branche centrale projetant vers le SNC  
( neurone en T)
- Les fibres qui véhiculent les informations sensorielle diffèrent dans la taille et la vitesse de conduction

## 2-Les afférences primaires

<div> Diamètre ↓ </div> <div> Origine → </div>	Cutanée	Musculo-tendineuse	vitesse de conduction (ordre de grandeur)
gros ( $>6\mu\text{m}$ ) myélinisées	$A\beta$	I ( $=A\alpha$ ) II	100 m/sec 60 m/sec
petit ( $<5\mu\text{m}$ ) myélinisées	$A\delta$	III	25 m/sec
petit ( $\leq 1\mu\text{m}$ ) amyélinique	C	IV	1 m/sec

# Les afférences primaires

Axons from skin		A $\beta$	A $\delta$	C
Axons from muscles	Group I	II	III	IV
				
Diameter (μm)	13–20	6–12	1–5	0.2–1.5
Speed (m/sec)	80–120	35–75	5–30	0.5–2
Sensory receptors	Proprioceptors of skeletal muscle	Mechanoreceptors of skin	Pain, temperature	Temperature, pain, itch

# Les afférences primaires

- blocage des fibres fines: par des anesthésiques locaux:
- la sensibilité tactile n'est pas affectée
- les sensibilités thermique et douloureuse sont atteintes.
- blocage de des grosses par compression nerveuse
- la sensibilité tactile est affectée.
- Les sensibilités thermique et douloureuse ne sont pas atteintes

# Les afférences primaires

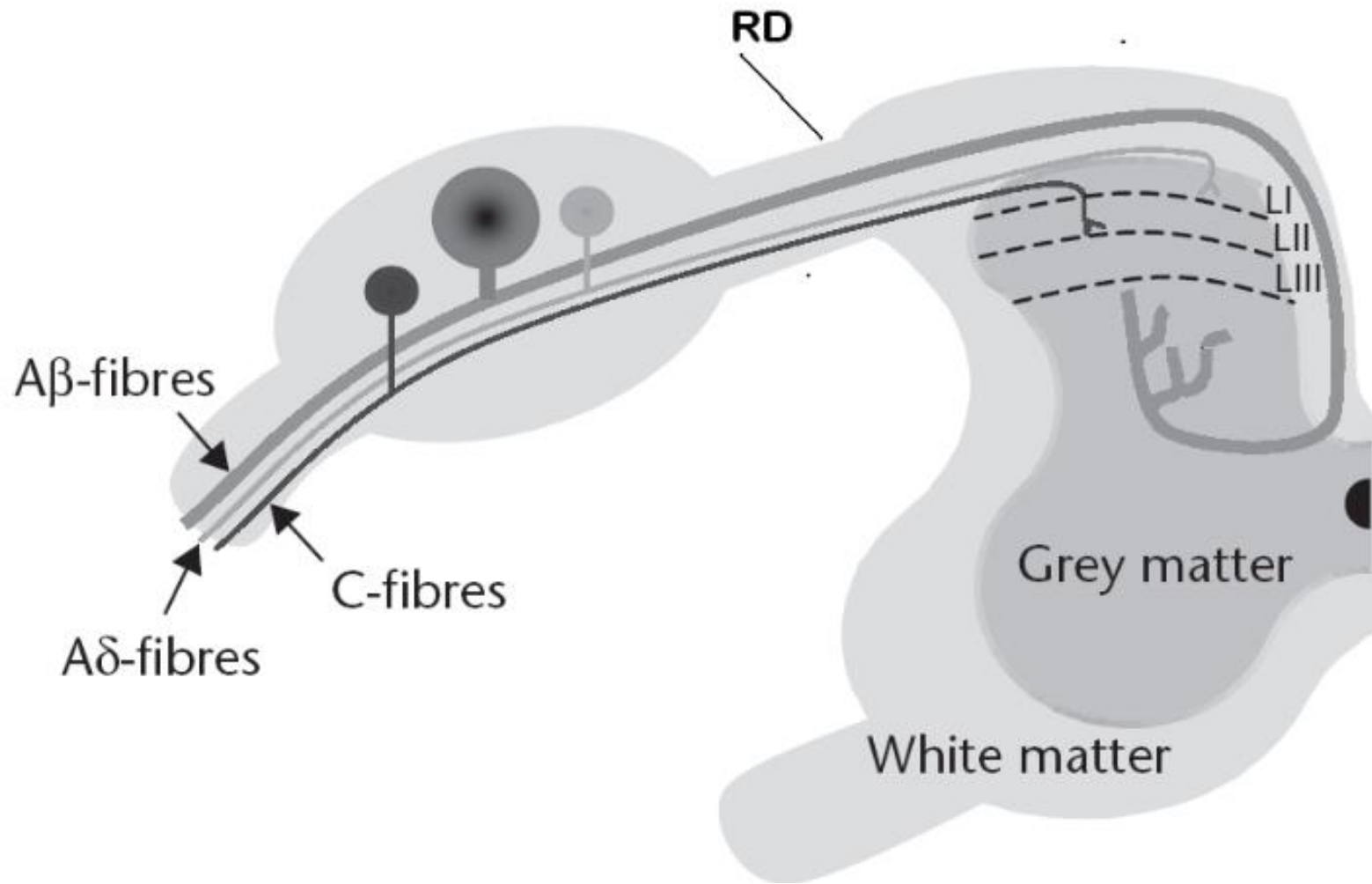
- Les fibres fines → sensibilités thermique et douloureuse
- Les fibres de gros diamètre → sensibilité tactile



# 3-Les racines rachidiennes

- 8 segments cervicaux
- 12 thoraciques (dorsaux)
- 5 lombaires
- 5 sacrés
- Tous les messages afférents arrivent à la moelle épinière par les racines rachidiennes Postérieures (ou leurs équivalents pour les messages issus de la face véhiculés essentiellement par le nerf trijumeau

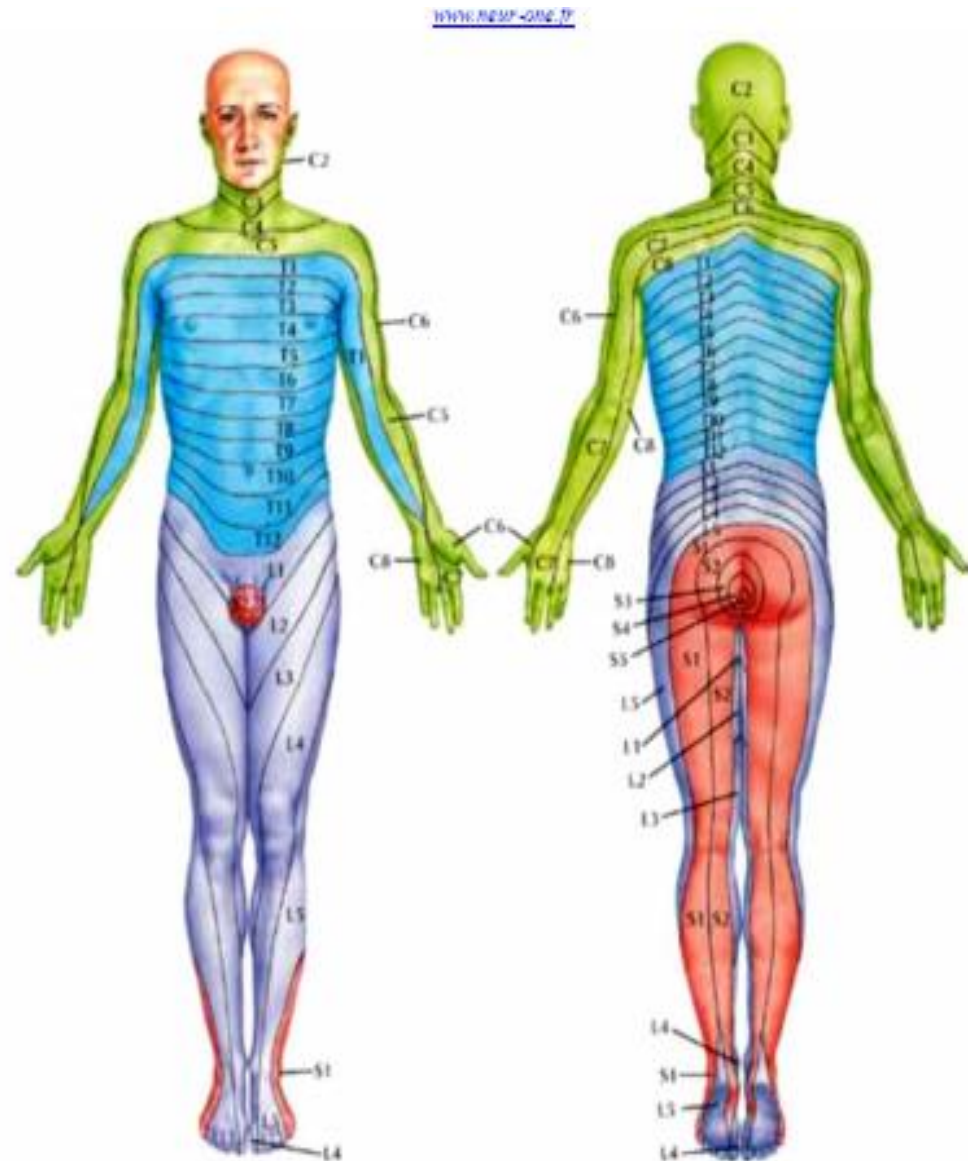
### 3-Les racines rachidiennes



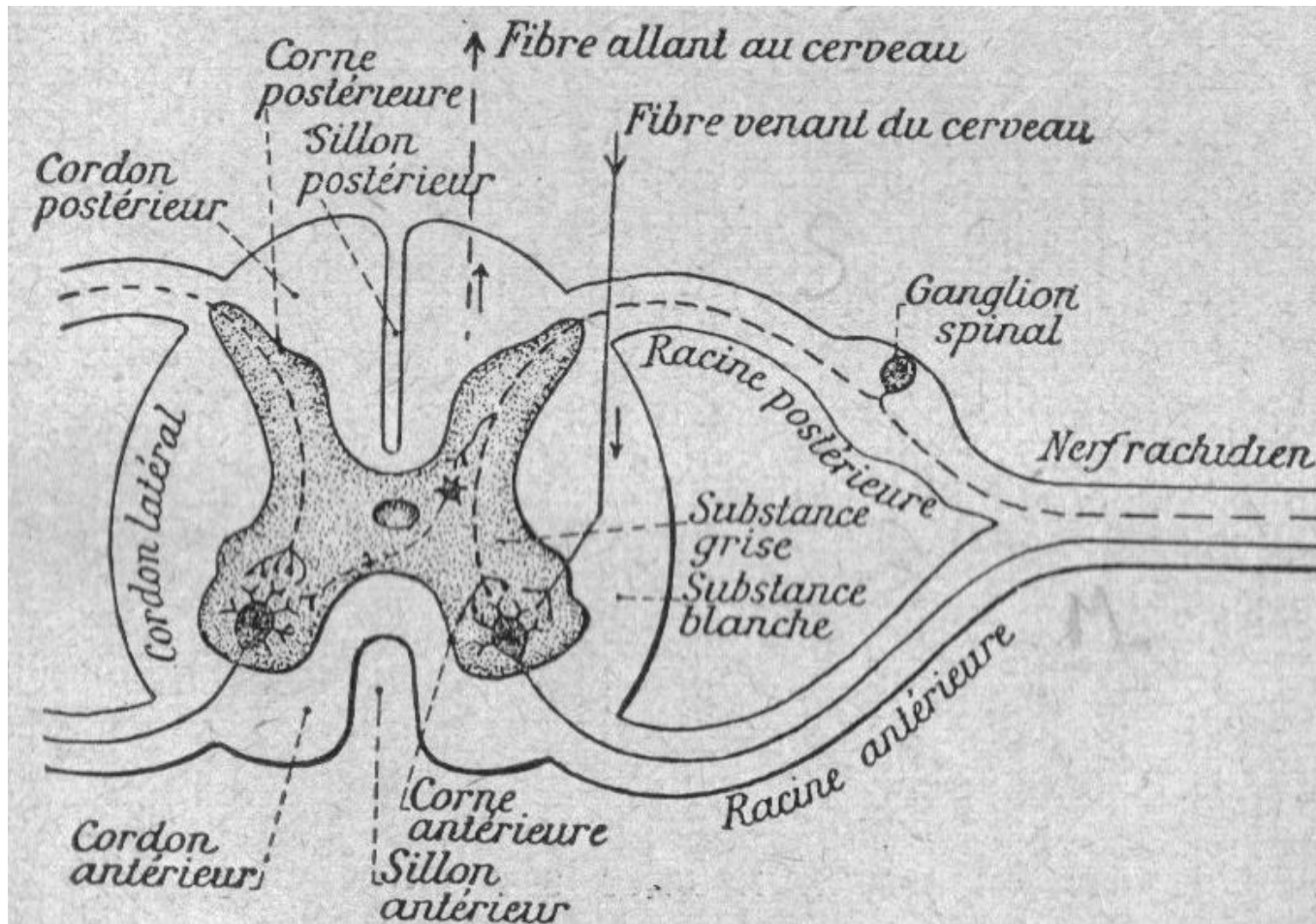
# Les dermatomes

Territoire cutané dont l'innervation sensitive est assurée par les fibres d'une seule racine dorsale

- Il est de connaître la Topographie des dermatomes en pratique médicale

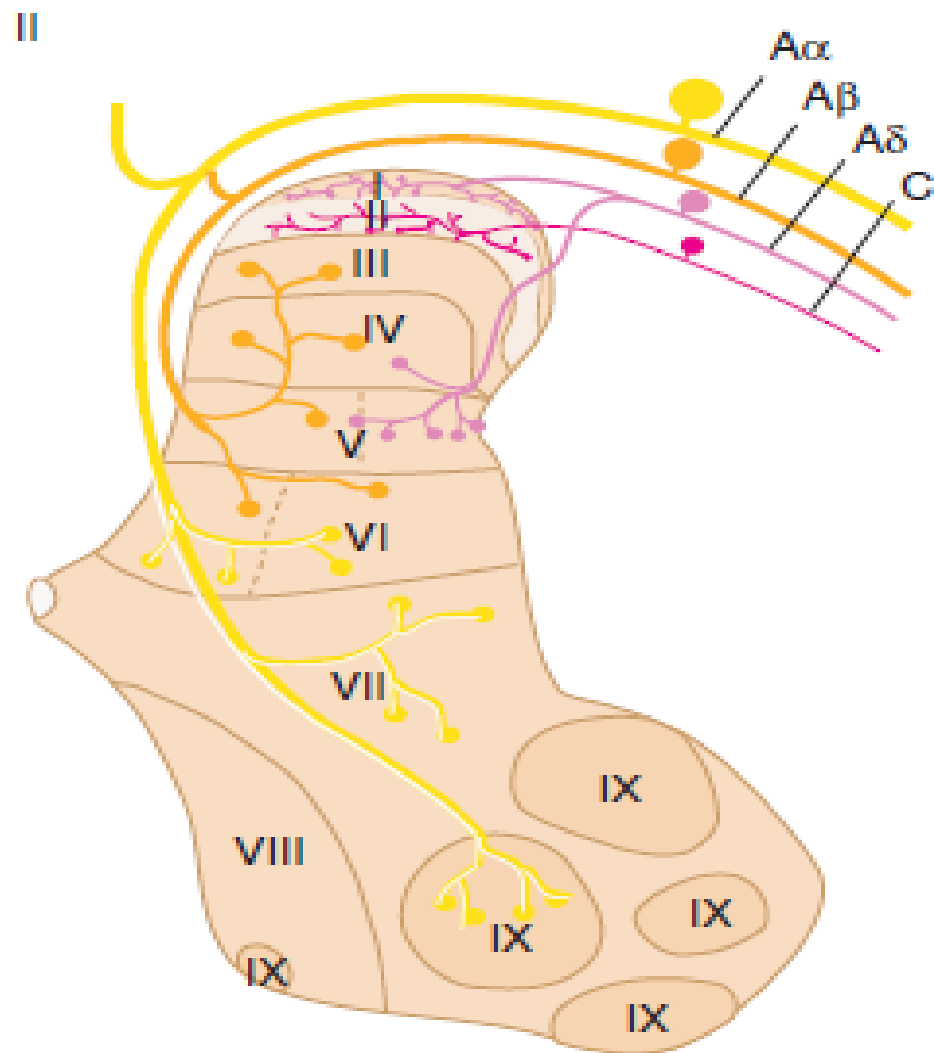


# la Moelle épinière



# Terminaisons des afférences primaires

- FIBRES I au niveau de la corne ventrale et couches VI et VII
- FIBRES A BETA au niveau des couches III, IV, V et VI donnent des branches qui montent dans le cordon postérieur ipsilateral
- FIBRES FINES A DELTA et C au niveau des couches superficielles I et II et V pour les fibres A delta



# IV. La cytoarchitectonie de la Moelle épinière :

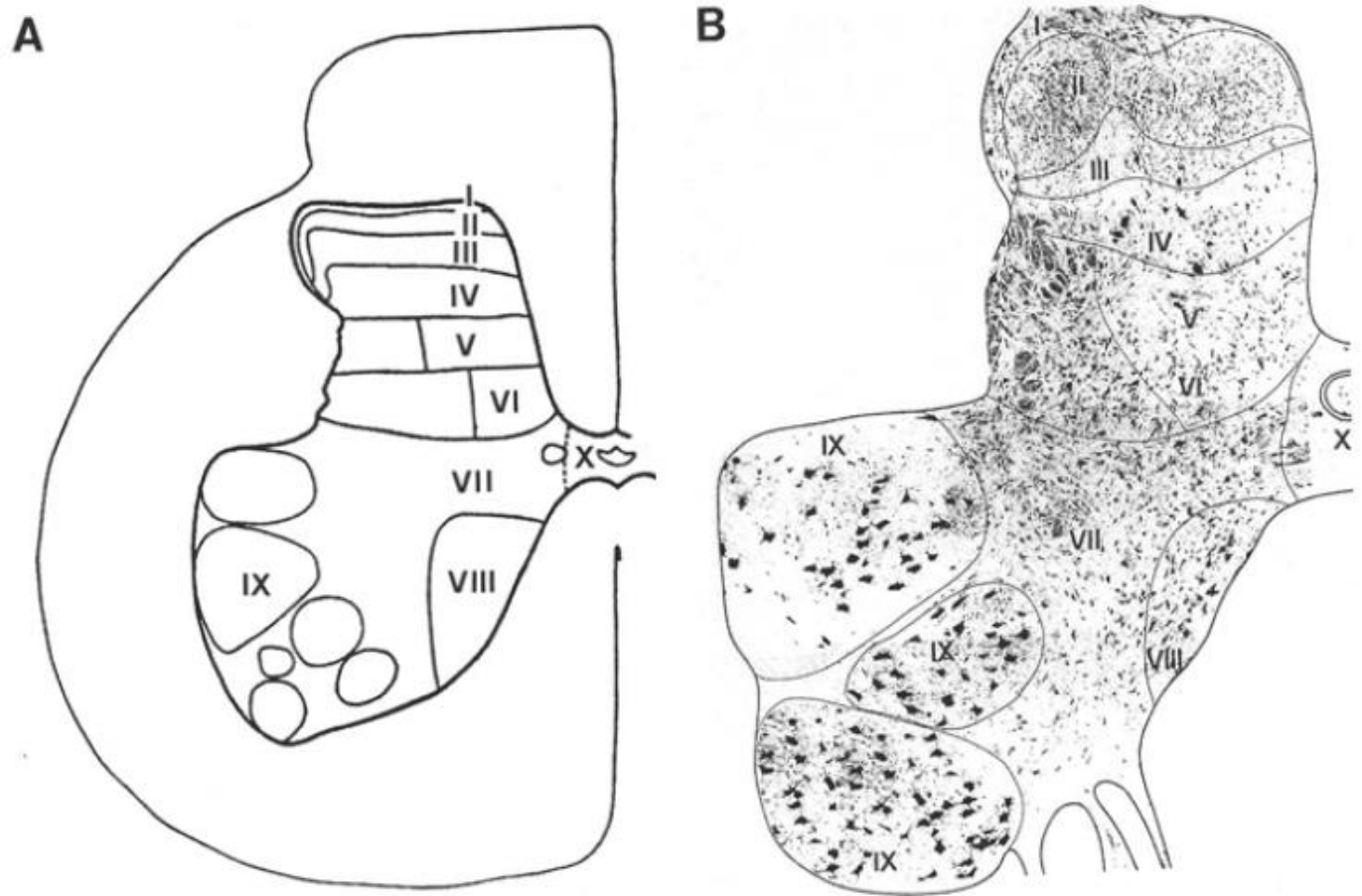


Fig :cytoarchitectonie substance grise (REXED)

# IV. La cytoarchitectonie de la Moelle épinière :

- la couche I ( zone marginale) : relais des informations thermiques et nociceptives
- la couche II ( substance gélatineuse) reçoit des afférences de fibres amyéliniques
- les couches III à VI correspondent au nucleus proprius (ou noyau propre).
- la couche VII (noyau de Clarke et au noyau intermédiaire latéral) présente dans la moelle thoracique et lombaire supérieure seulement. relaie des informations proprioceptives vers le cervelet (noyau de Clarke) et comprend les motoneurones préganglionnaires orthosympathique (noyau intermédiaire latéral)
- la couche VIII contient des interneurones contrôlant l'activité musculaire
- la couche IX : motoneurones des muscles squelettiques.
- la couche X entoure le canal central , comparable aux couches I et II.



## V. Les voies ascendantes impliquées dans la somesthésie :

- *voie lemniscale des colonnes dorsales*
- *voie spinothalamique*
- *Les 2 sont caractérisés par :*
  - *Succession de 3 neurones*
  - *Somatotopie*
  - *Inhibition latérale*

*Autres voies :*

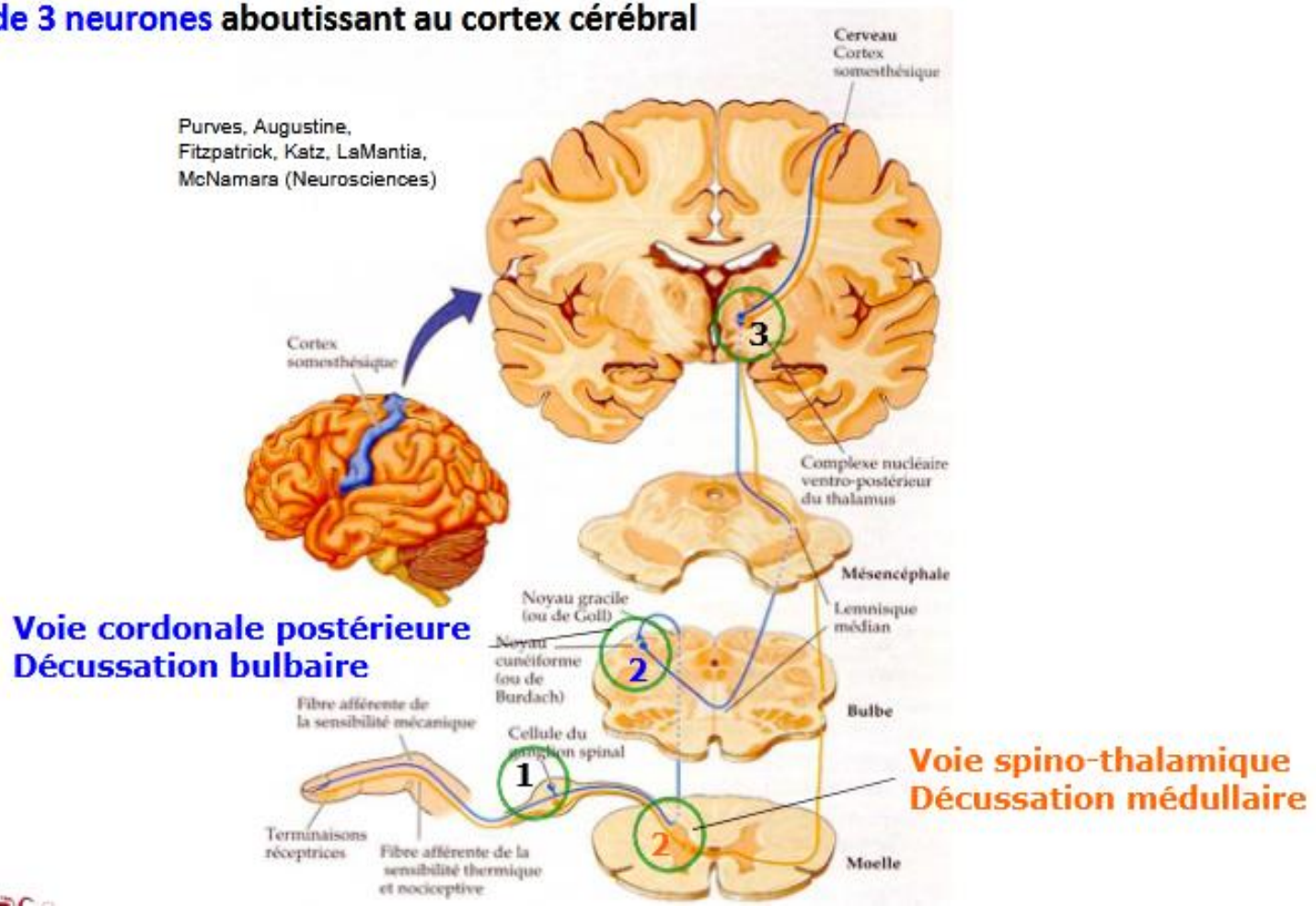
- *Voie spinocerebelleuse (proprioceptive inconsciente)*
- *Voie de la sensibilité interoceptive*



# V. Les voies ascendantes impliquées dans la somesthésie :

## Organisation des voies cordonale postérieure et spino-thalamique

### Chaîne de 3 neurones aboutissant au cortex cérébral



# 1) Le système cordonal postérieur

- origine :

Les cellules en T dont le prolongement central A $\beta$  qui pénètre par les racines rachidiennes postérieures et remontent sans croisement dans le cordon postérieur ipsilatéral (après avoir donné une collatérale à la corne dorsale).

- La nature :

Des fibres myélinisées de gros diamètre A bêta

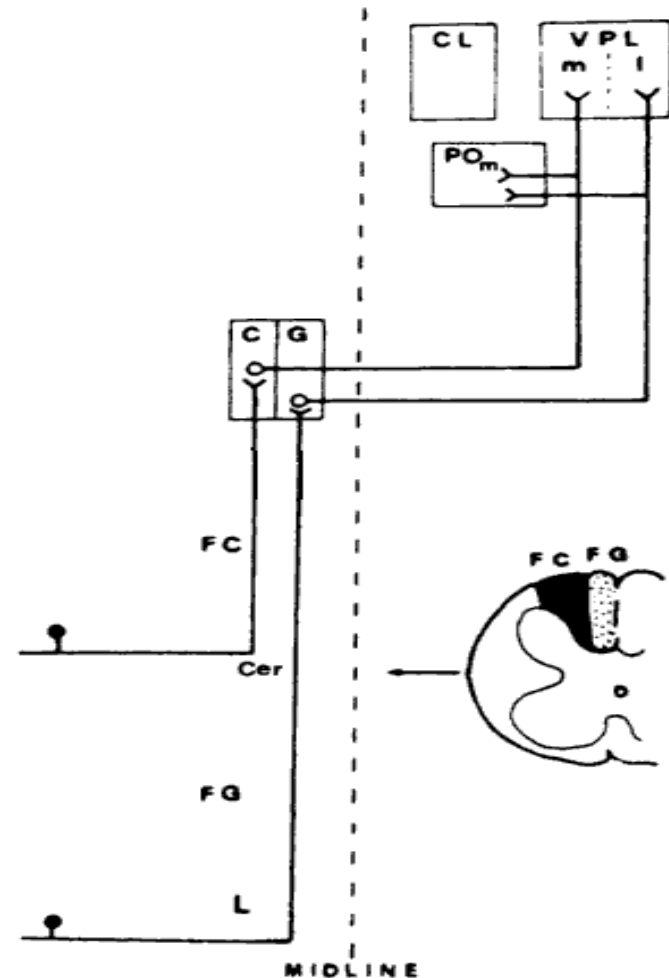
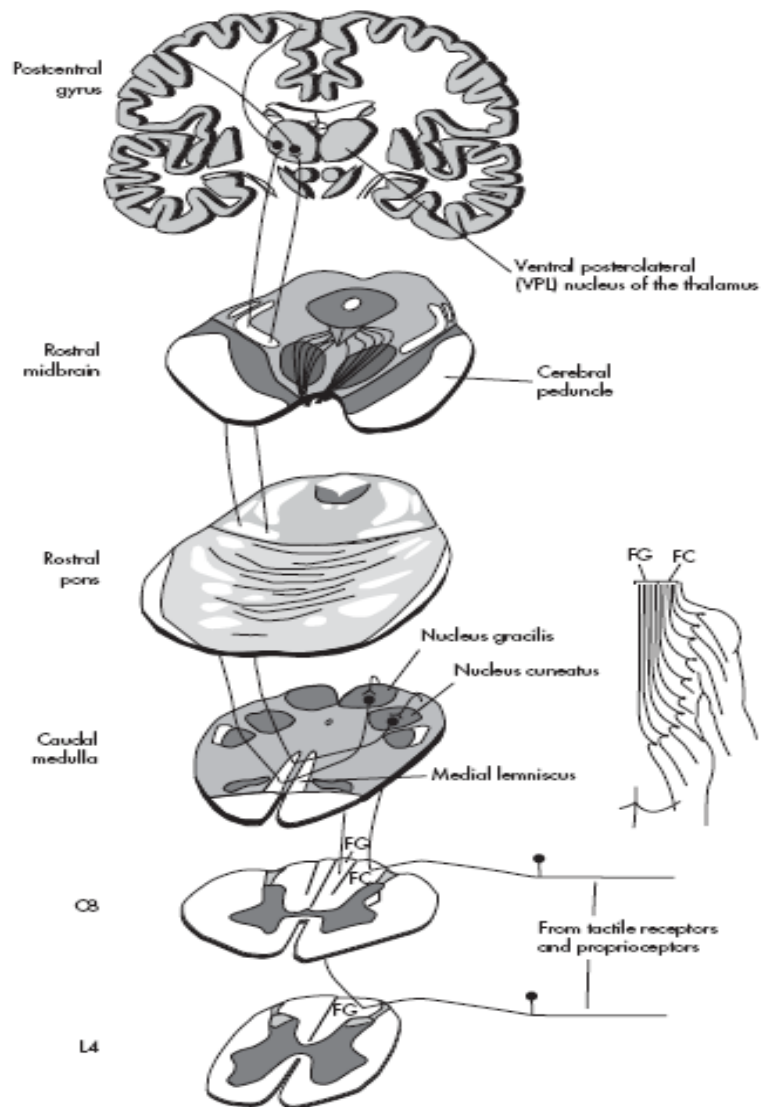
Message véhiculé :

messages issus de mécanorécepteurs cutanés , proprioceptifs articulaires de bas seuil

trajet :

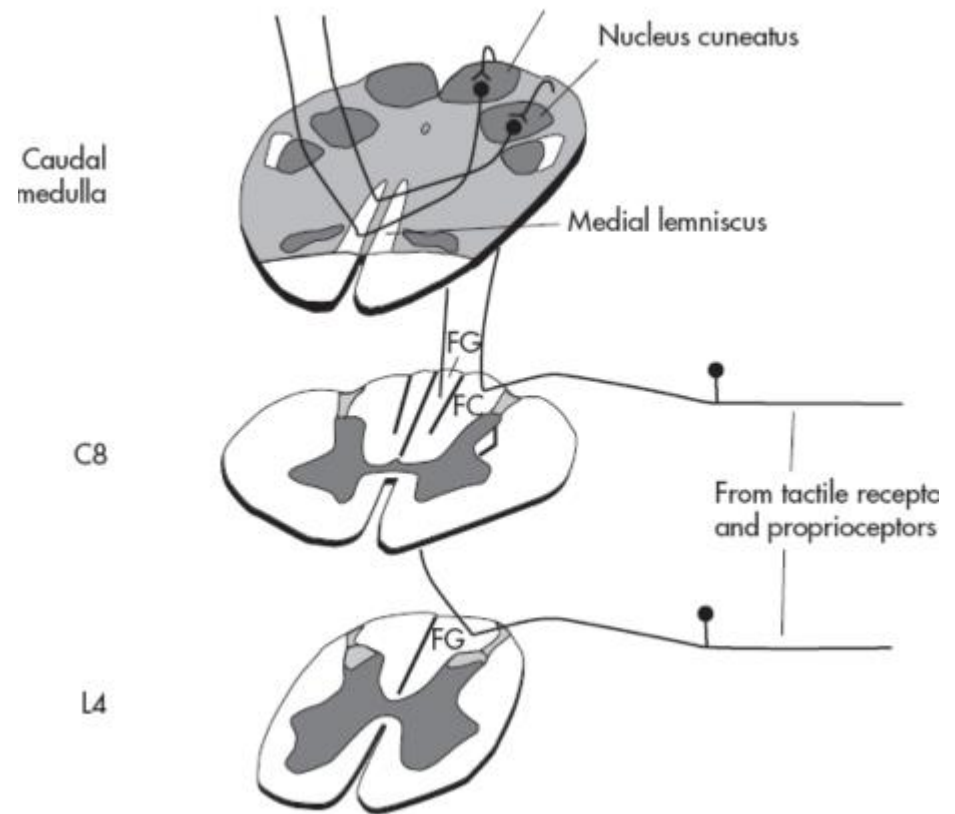
- Ces fibres motent dans le cordon postérieur ipsilatéral → noyaux de GOLL ( gracil) et BURDACH(cunéaire)
- Les neurones de ces noyaux donnent l'axone 2eme ordre qui croise la ligne médiane au niveau du bulbe (lemnisque médian) →thalamus controlatéral(VPL)
- Deux faisceaux des cordons postérieurs =Les faisceaux de GOLL et de BURDACH.
- NOYAUX DES CORDONS POSTERIEURS = NOYAUX DE
- GOLL et de BURDACH

# Le système cordonal postérieur:



# Le système cordonal postérieur:

Fibres afférentes primaires



# Fonctions du système cordonal postérieur

- discrimination tactile
- perception de la vibration et sens de position.
- Lésion:  
température douleur Conservées  
Altération
- Stéréognosie ( capacité de reconnaître les objets par le toucher
- Graphesthésie ( capacités de reconnaître des signes dessinés sur la peau)

## 2) La voie spinothalamique

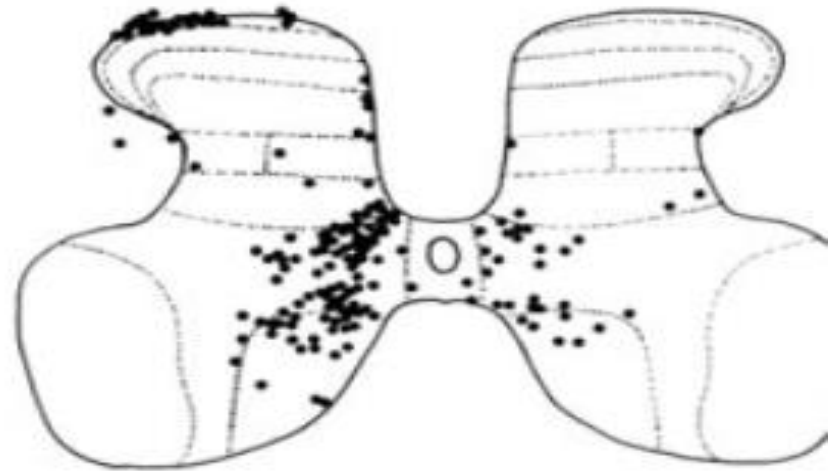
- Les axones de neurones issus des différentes couche de la substance grise croisent les commissures grises
- montent vers le thalamus dans le cordon antérolateral.

# La voie spinothalamique

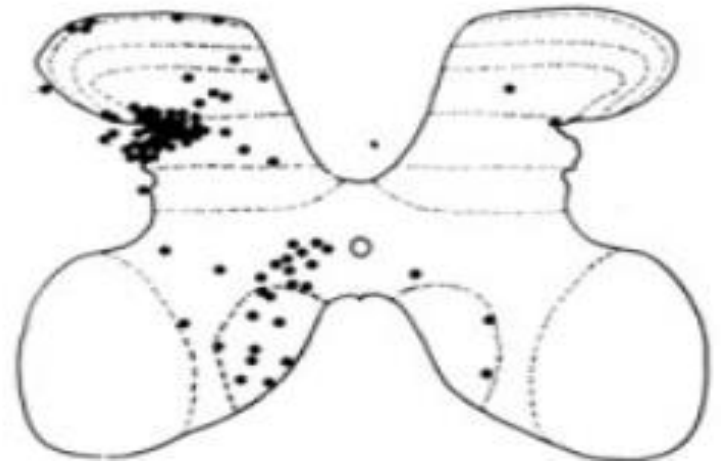
- *Les cellules d'origine sont situées dans la moelle*
- *neurone 1<sup>er</sup> ordre (protoneurone) véhicule l'information de nocicepteurs( peau , muscle , viscères), thermorécepteurs, mécano- récepteurs.*
- *neurone 2eme ordre (couche I ,V) décusse du coté opposé et chemine dans le cordon antérolatéral ( faisceau en «croissant» de Dejerine)*
- *neurone 3eme ordre du thalamus vers le cortex*

- Localisation des neurones d'origine de la voies ST selon la méthode du transport rétrograde
- B chez le chat
- D chez le singe

B

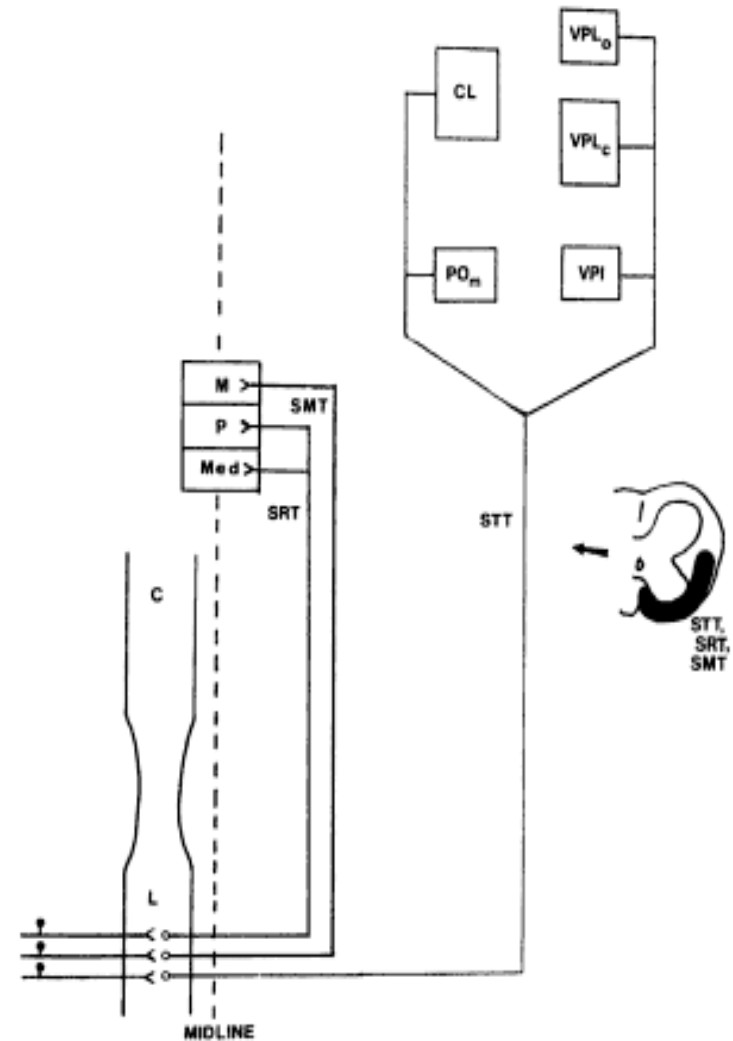
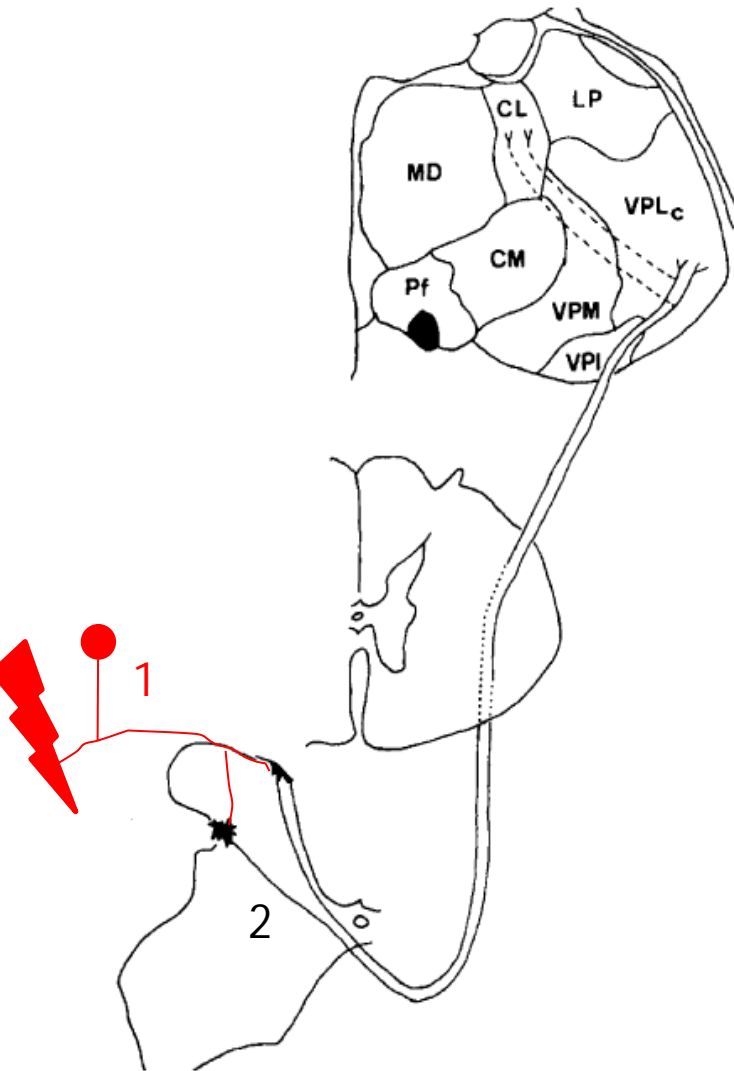


D



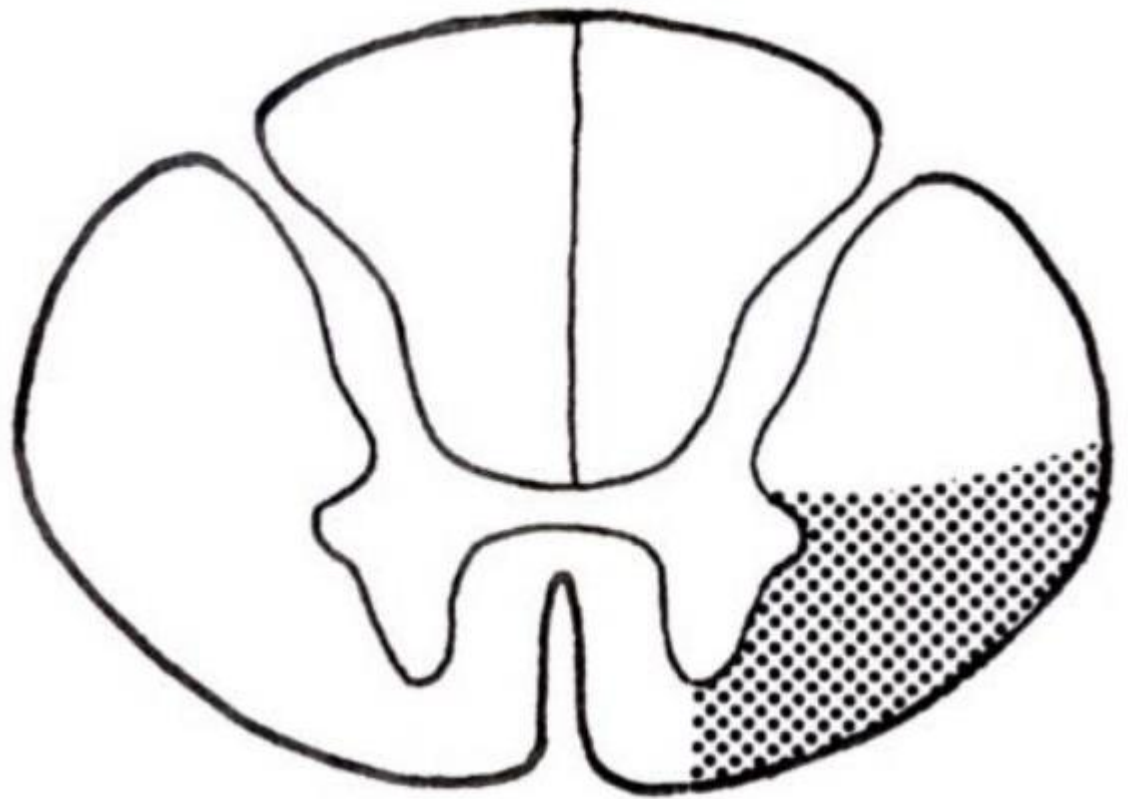


# La voie spinothalamique

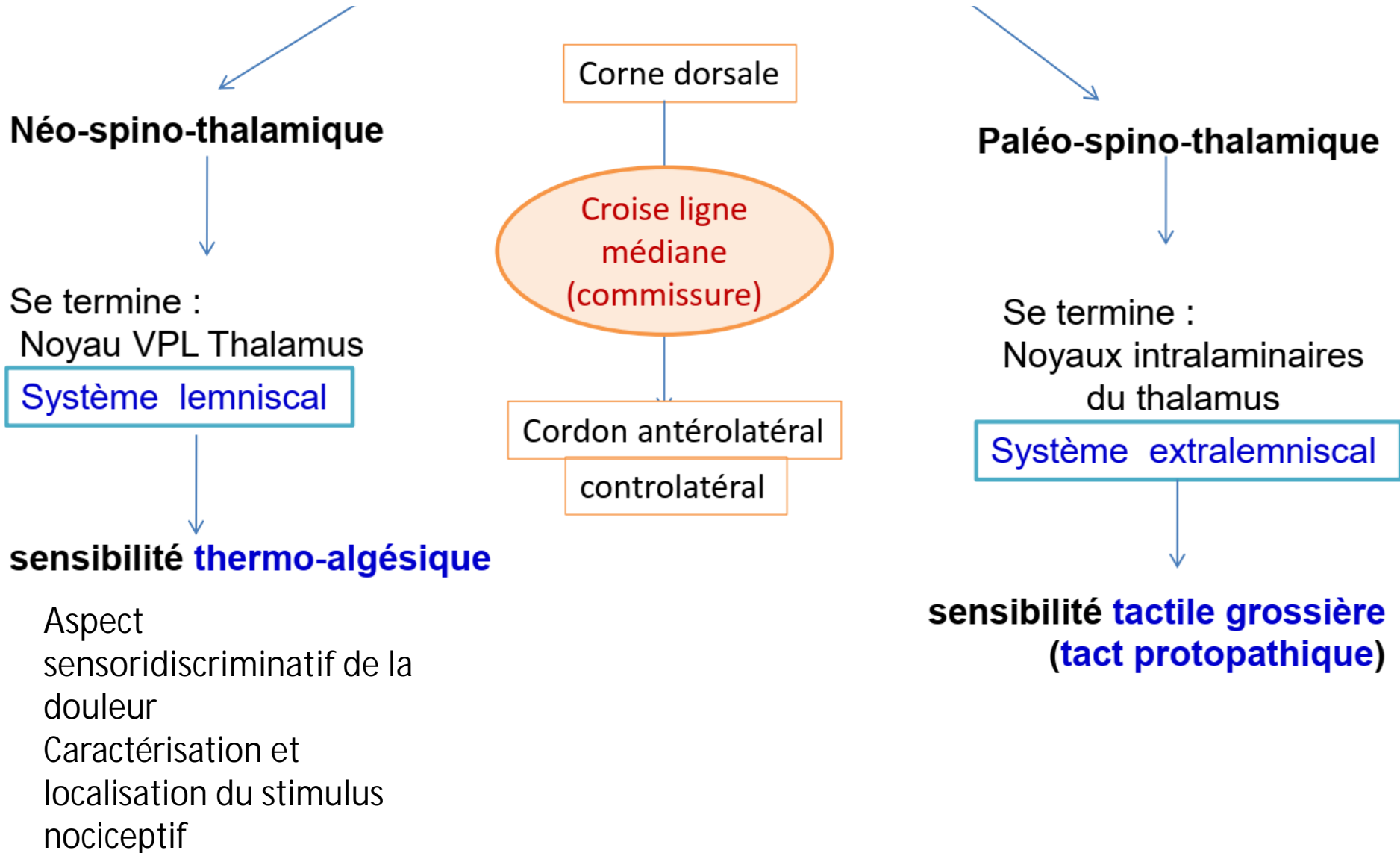


# La voie spinothalamique

Les fibres montent dans  
le cordon antérolatéral



# La voie spinothalamique



# Fonctions de la voie spinothalamique

- Le Faisceau spinothalamique est très important pour les perceptions thermiques et douloureuses,
- il contribue, dans une certaine mesure, aux perceptions tactiles (tact grossier ou protopathique).

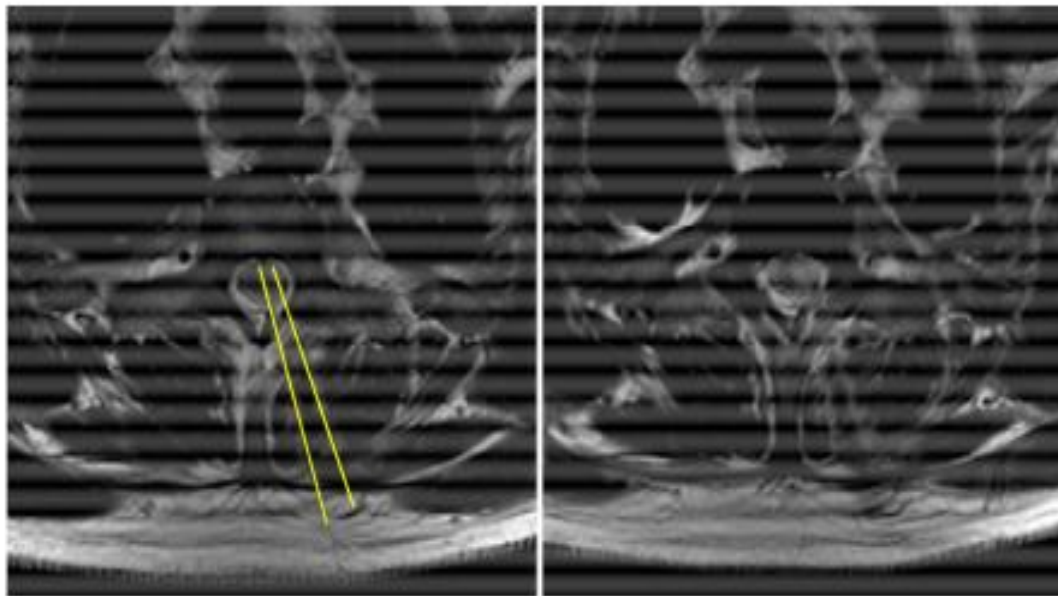
Lésion :

- Perte de la douleur du côté opposé (aspect sensoridiscriminatif)
- Altération de la sensibilité au chaud et de froid du côté opposé
- Tact +/- touché

# Application clinique

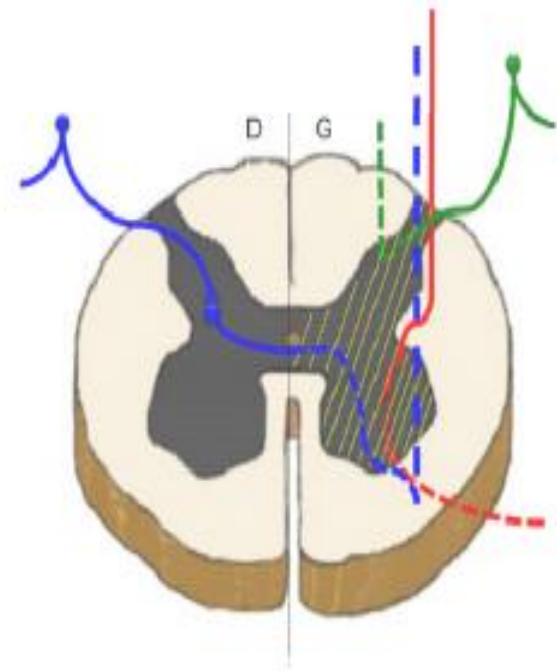
## Syndrome de Brown-Séquard

IRM médullaire T2 TSE axiale mettant en évidence la plaie médullaire gauche



## Hémi-section médullaire G

- Déficit moteur G
- Déficit épicritique et proprioceptif G
- Déficit thermo-algique D



# VOIES et CENTRES IMPLIQUES DANS LA SOMESTHESIE

## LE SYSTEME LEMNISCAL

- Un groupe avec les cordons posterieurs , les noyaux des cordons posterieurs ,la partie du faisceau spinothalamique issue de neurones de la corne dorsale ( couches I et V ) parfois dénommée faisceau neo spinothalamique , le VPL , le VPM et SI caractérisé par une somatotopie précise et des réponses neuronales spécifique ; ce groupe permet une analyse discriminative des messages somesthesique permettant leur localisation précise et la détermination de leur nature il participe dans la sensibilité tactile fine dite discriminative – la kinesthésie – le sens de position des membres et les aspects discriminatifs des sensibilités thermiques et douloureuse

# VOIES et CENTRES IMPLIQUES DANS LA SOMESTHESIE

## LE SYSTEME EXTRA LEMNISCAL

- l'autre groupe avec le faisceau spinothalamique issu de neurones des couches profondes de la moelle ( faisceau paléo spinothalamique ) , les faisceaux spinoreticulaires , différents noyaux de la formation réticulée et les noyaux intra laminaires du thalamus
- a ces niveaux il n' y' a pas de somatotopie ni de specificite des reponses
  - l'analyse discriminative est impossible
  - analyse des aspects quantitatifs
  - participation dans l'eveil induit par les stimulations et les aspects affectifs et émotionnels

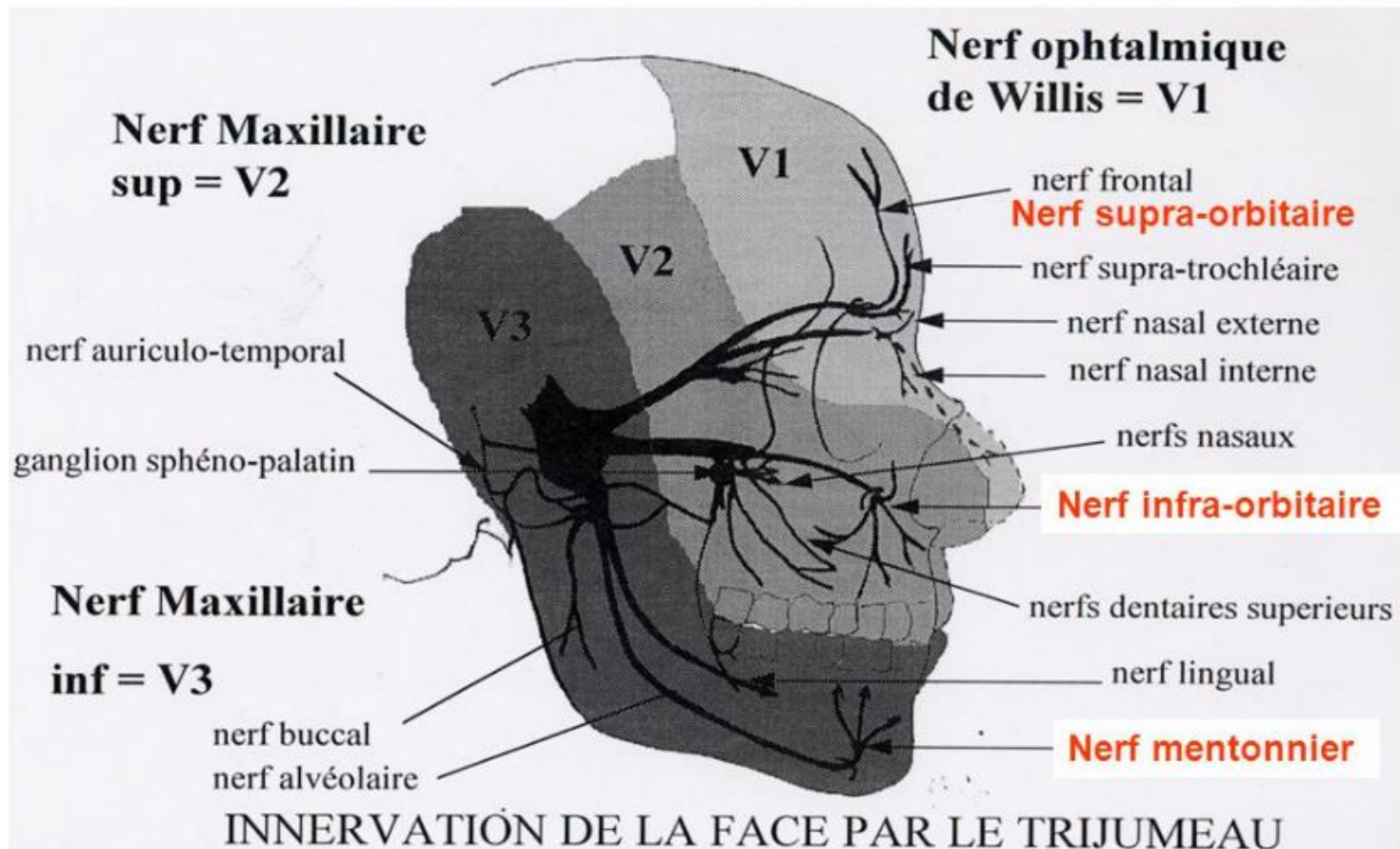
### 3) Sensibilité de la face

- informations sensorielles du visage et tête
- véhiculées par le système du trijumeau
- 3 branches (ophtalmique , maxillaire sup et inf)
- Relais Tronc cérébral
  - noyau sensitif du trijumeau (toucher)
  - noyau spinal du trijumeau (douleur)

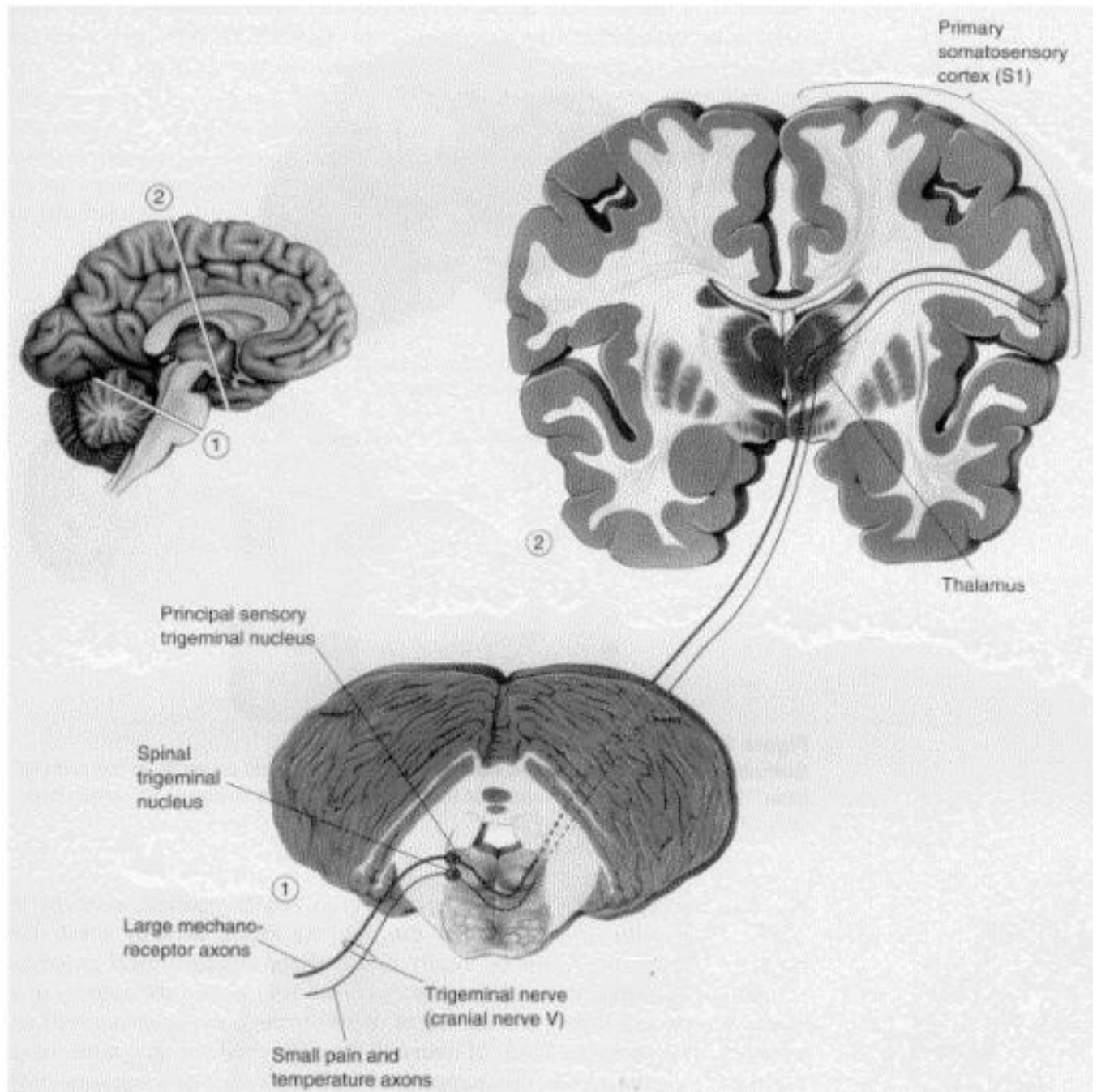


### 3) Sensibilité de la face

## Nerf Trijumeau V: Sensibilité



# Voies trigéminales

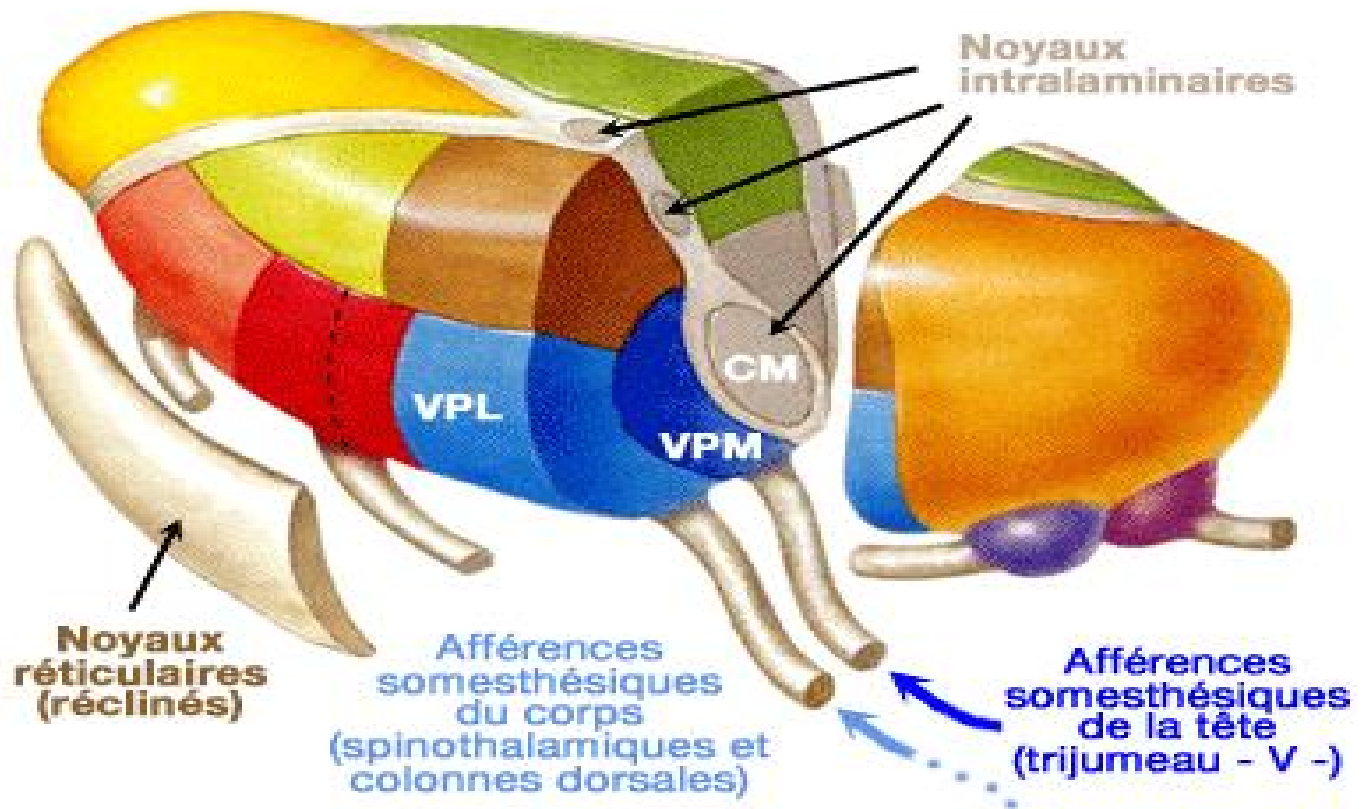


# VI. Structures sous corticales de la somesthésie

- Thalamus (VPL , VPM) caractérisé par :  
Somatotopie +++ : représentation topique de la surface corporelle ; les régions qui ont la plus grande représentation sont celles qui sont les plus importantes dans la somesthésie : main (doigts ) face c'est-à-dire la ou la densité en récepteurs est la plus élevée
  - ✓ Specificité de la réponse neuronale
  - ✓ Inhibition latérale
- Autre :
  - Formation réticulée
  - Noyau intralaminaire du thalamus

# VI. Structures sous corticales

## Thalamus



# VI. Structures sous corticales

## Thalamus somesthésique

Site de convergence et d'intégration de toutes les voies somesthésiques

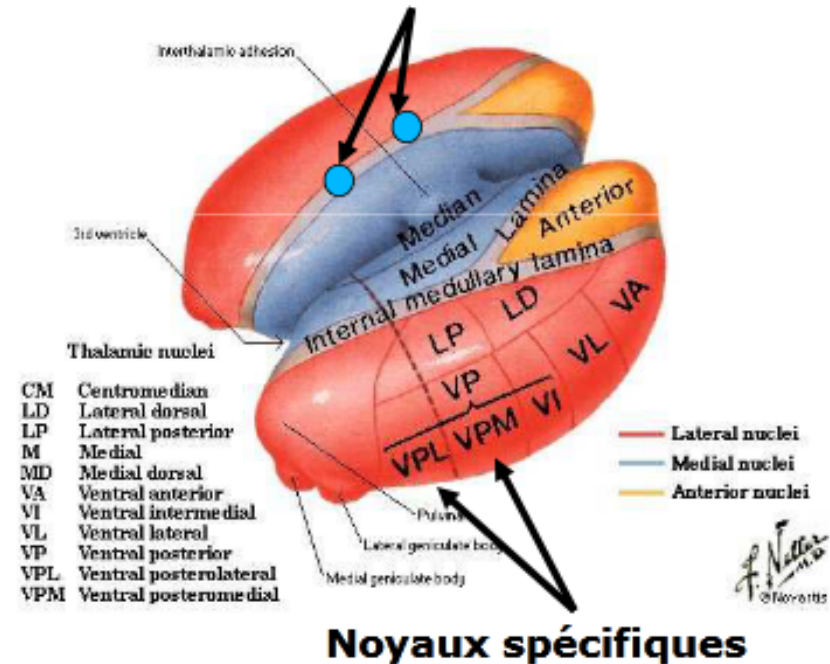
### Organisation somatotopique

- **noyau ventral postérieur latéral** (tronc et membre)
- **noyau ventral postérieur médian** (face)

Contient le **3<sup>e</sup> neurone** de la voie sensitive qui se projette sur le cortex somesthésique

Reçoit des afférences corticales qui modulent les messages sensoriels afférents

### Noyaux non spécifiques intralaminaires



# VII. Cortex sométhésique

- L'intégration + traitement des informations sensorielles
- neurone 3eme ordre → cortex sensoriel somatique primaire (SI)+++
- aires 3a, 3b, 1 et 2 BRODMANN
- cortex somesthésique secondaire (le SII)
- cortex somesthésique associatif



# VII. Cortex sométhésique

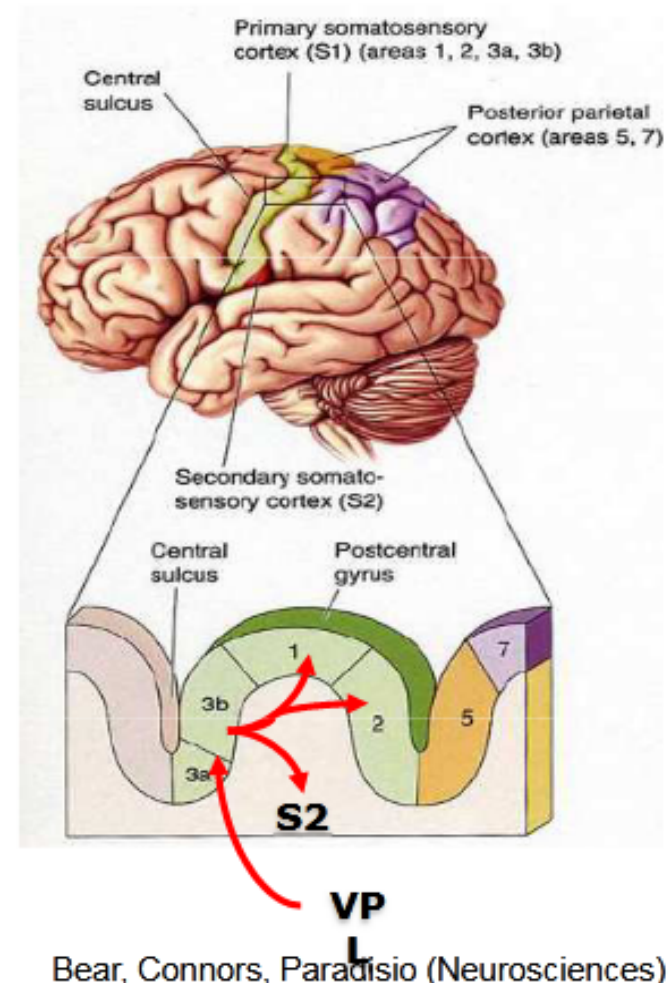
## Cortex somesthésique

**Cortex somesthésique primaire (S1) : circonvolution pariétale ascendante, gyrus post-central**

**Aires de Brodmann 1, 2, 3a et 3b**

**Informations sensorielles nociceptives, tactiles et proprioceptives provenant du côté controlatéral**

**Le noyau thalamique ventral postérieur se projette principalement sur les aires 3a et 3b qui se projettent à leur tour sur les aires 1 et 2 et sur le cortex somatosensoriel secondaire (S2)**



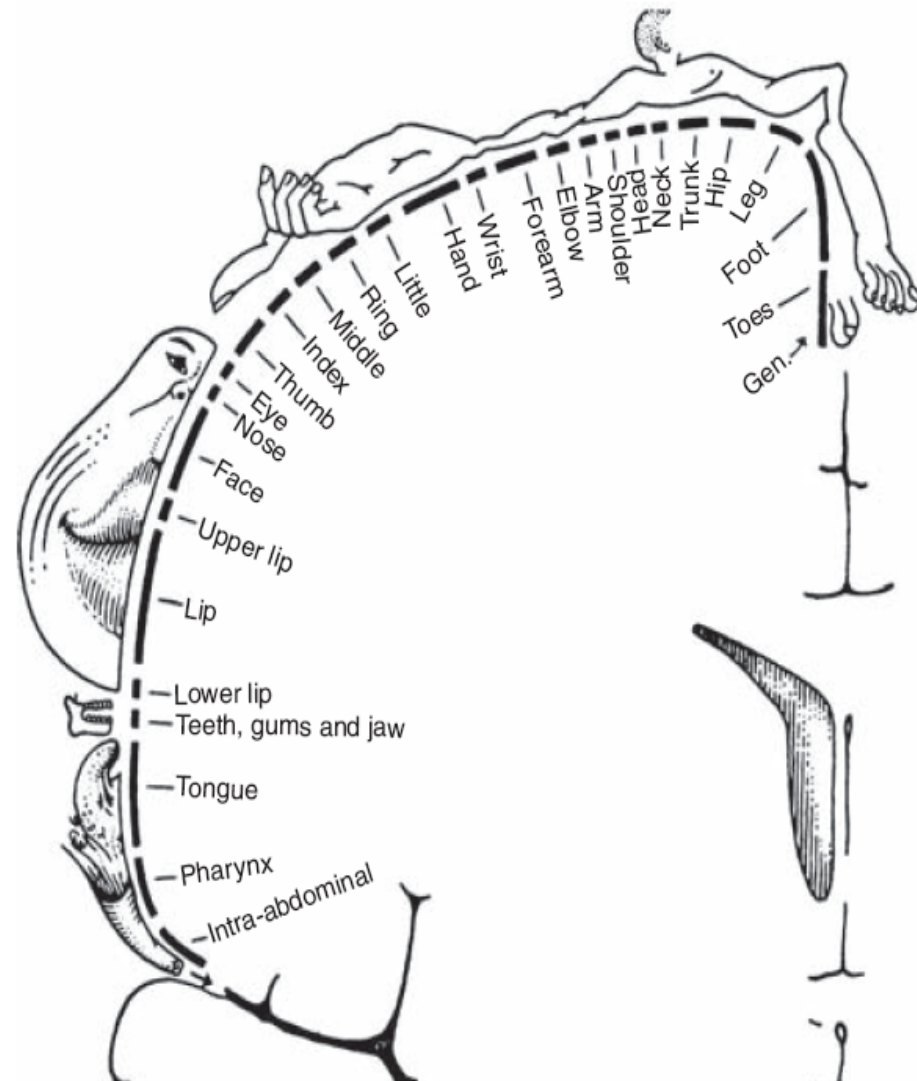
# VII. Cortex sométhésique

- Le cortex somesthésique secondaire (le SII) est situé latéralement et en dessous de S1, à la partie basse du lobe pariétal, au-dessus de l'insula, et reçoit des connections des neurones de chacune des de S1
- Le cortex somesthésique associatif Ou le cortex pariétal postérieur, situé immédiatement en arrière de S1. Il correspond aux aires associatives 5 et 7.
- Il synthétise l'ensemble des informations tactiles et proprioceptives issues de S1 et les intègre avec les informations de natures différentes (planification du mouvement, informations visuelles...



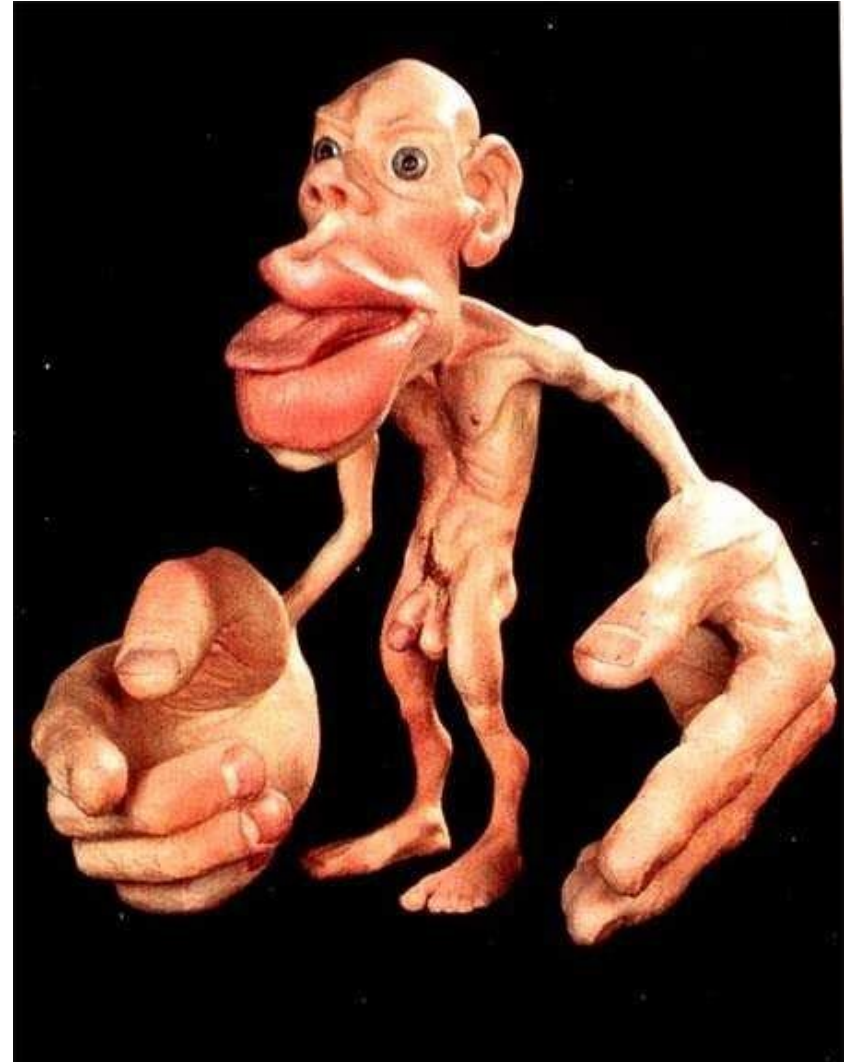
# Homunculus somesthésique

- Représentation somatotopique du corps
  - chaque région du corps est représentée en une zone déterminée
  - chaque région cérébrale traite l'information d'une région cutanée
- controlatérale



# Homunculus somesthésique

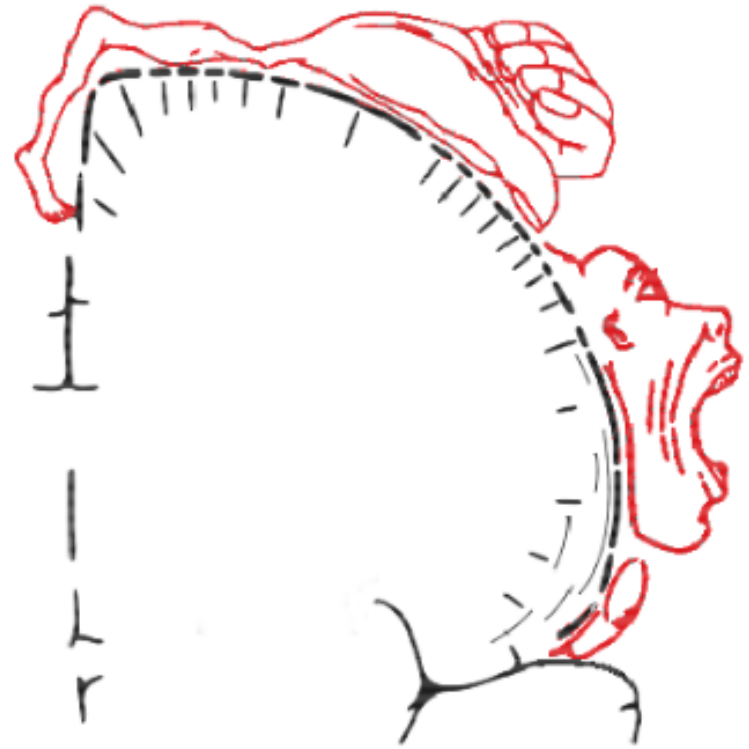
- Selon l'importance fonctionnelle
- plus grande représentation de la main (pouce surtout) et de la région péri buccale ou la densité en récepteurs est la plus élevée



## Organisation somatotopique



**Cortex somesthésique (sensoriel)**



**Cortex moteur primaire**

# VIII.Conclusion

- Le système sensoriel somatique transmet des informations sur quatre modalités.

*Tact epicritique , nociception ,prorioception , sens thermique*

- Au niveau cortical, l'information est traitée et devient une perception consciente.