

*Physiologie - Neurophysiologie*

# Chapitre 1: Douleur et somesthésie

Dr. Patrick Mouchet,  
Pr. Philippe Kahane

# Plan d'ensemble

I-Définitions et subdivisions.

II-Particularités de la sensibilité douloureuse.

III-Organisation des voies somesthésiques.

IV-Récepteurs somesthésiques: éléments communs importants.

V-Récepteurs somesthésiques: principaux types.

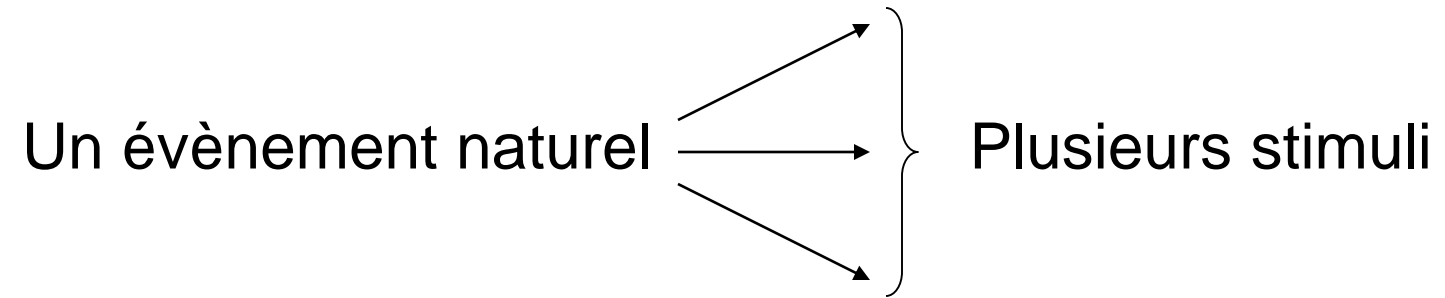
VI-Trajet et terminaisons des fibres afférentes primaires.

VII-Devenir central des informations somesthésiques.

VIII-Relais bulbaire et système lemniscal.

IX-Relais spinal et voies ascendantes de la nociception.

## Les stimuli

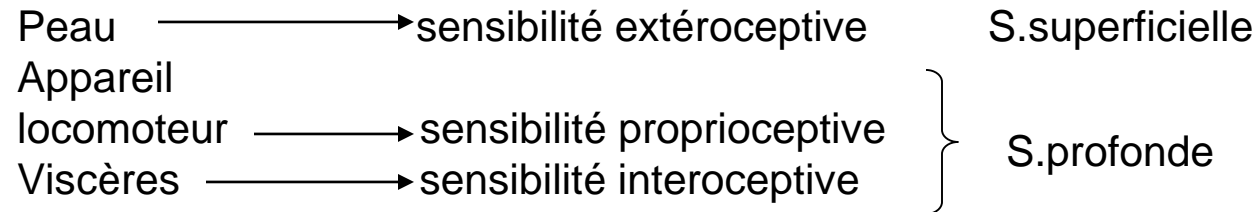


## I-B:Subdivisions

- 1-Selon les régions du corps à l'origine des messages.
- 2-Selon la nature de l'énergie délivrée par le stimulus.
- 3-Selon la qualité des sensations perçues.

# Trois modes de subdivision

## TOPOGRAPHIQUE



## PHYSIQUE

sensibilité mécanique  
sensibilité thermique  
sensibilité chimique

## PERCEPTIVE

tact → toucher-pression-vibration  
kinesthésie → sens de positions et déplacements articulaires  
température → chaud-froid  
douleur

## II-Particularités de la sensibilité douloureuse

A-Présentation.

B-Les stimuli nociceptifs.

C-Douleur et nociception.

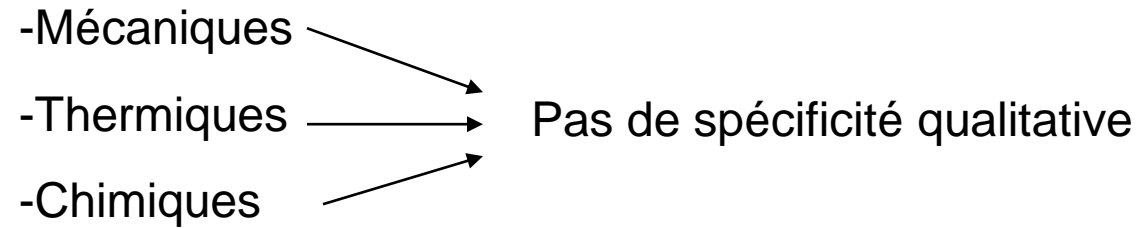
D-Définition officielle de la douleur.

E-Questions concernant la composante sensitive.

F-Classification des douleurs.

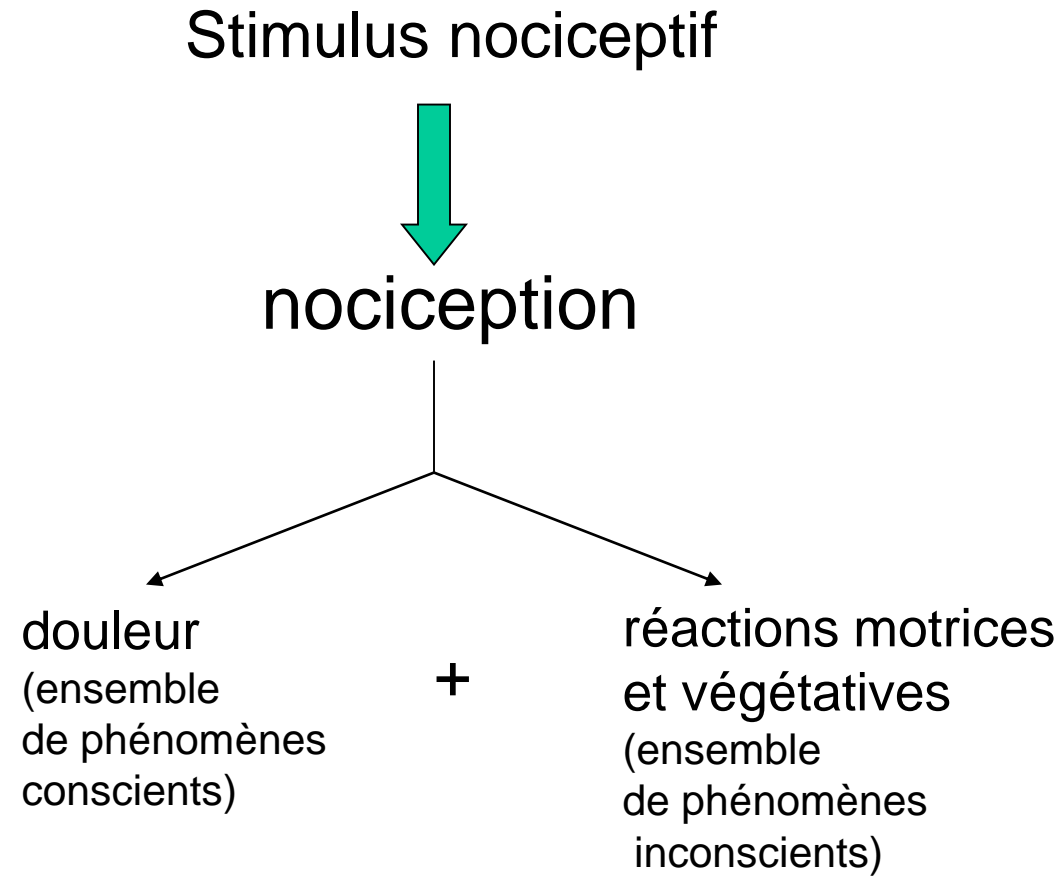
G-Un phénomène caractéristique: l'hyperalgésie.

## II-B: Les stimuli nociceptifs



Capables  
d'endommager les tissus ———> Critère quantitatif d'intensité

## II-C: Douleur et nociception





## II-D: Définition officielle de la douleur

Expérience sensitive et émotionnelle désagréable, associée à un dommage tissulaire réel ou potentiel, ou décrite comme un tel dommage.

## Le caractère distinctif

Expérience sensitive et émotionnelle

désagréable associée à un dommage

tissulaire réel ou potentiel ou décrite comme un tel dommage.

## L'élément problématique

Expérience **sensitive et émotionnelle**  
désagréable associée à un dommage  
tissulaire réel ou potentiel ou décrite comme un  
tel dommage.

## Une cause objective

Expérience sensitive et émotionnelle désagréable associée à un **dommage tissulaire réel ou potentiel** ou décrite comme un tel dommage.

## Une variante subjective

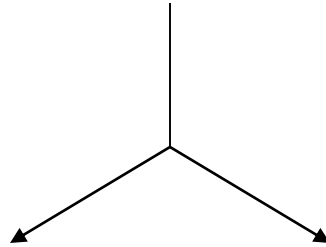
Expérience sensitive et émotionnelle désagréable  
associée à un dommage tissulaire réel ou potentiel  
ou décrite comme un tel dommage.

## II-E: Questions concernant la composante sensitive.

La douleur est elle une sensibilité spécifique comparable aux autres  
(comme la vision par exemple)?

# Deux conceptions

## Sensibilité douloureuse



conception non spécifique:

prédomine dans les centres supérieurs  
de l'encéphale

conception spécifique:

prédomine en périphérie

## II-F: Classification

<i>FORME</i>	<i>DUREE</i>	<i>FONCTION</i>
“Normale”: pas de lésion préalable	Transitoire	Protectrice: alarme, défense
Présence d’un foyer lésionnel	Persistante	Protectrice: réparation
<i>Douleurs chroniques et douleurs neurologiques</i>	<i>Persistante</i>	<i>Aucune</i>



## Deux fonctions

une fonction **discriminative**

(reconnaissance du stimulus)

+

une fonction **homéostasique**

(prévenir et réparer les dommages tissulaires)

## II-G: Un phénomène caractéristique: l'hyperalgésie.

1-Définition.

2-Traduction par le profil stimulus-réponse.

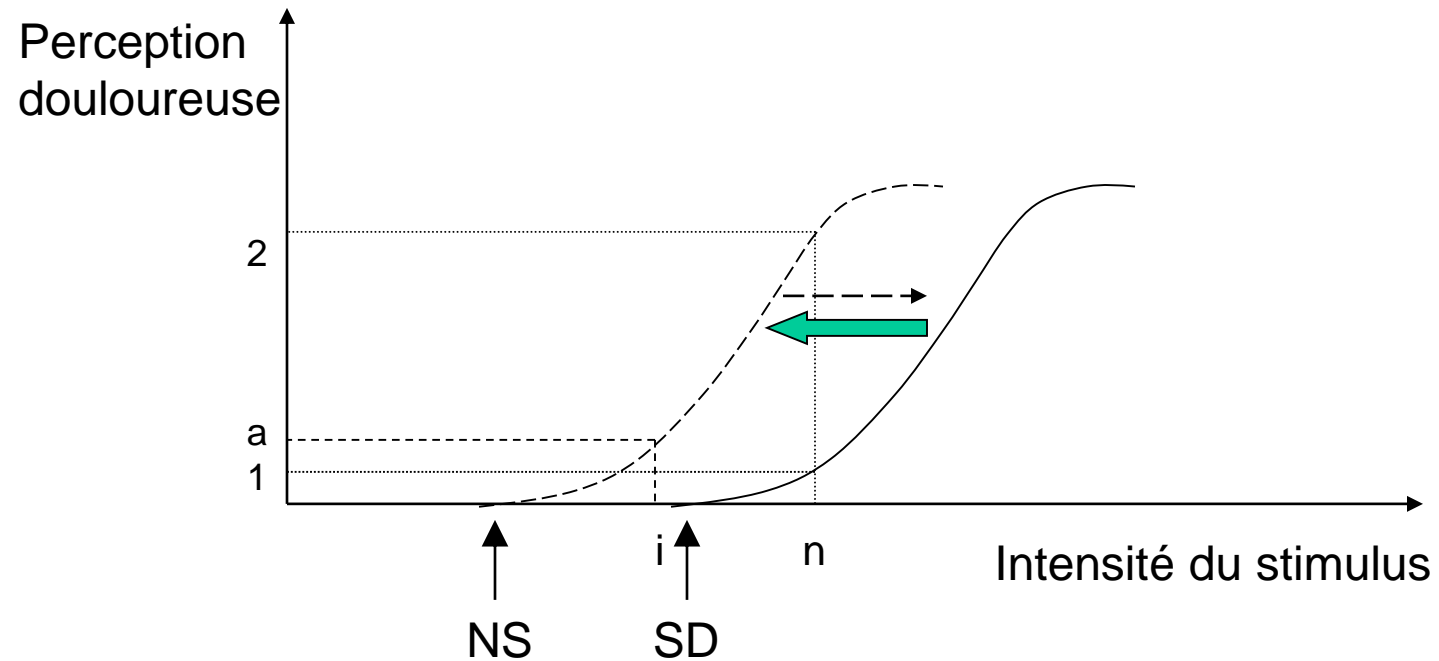
3-Topographie des hyperalgésies.

4-Douleurs persistantes.

## Hyperalgésie: définition

Sensibilité douloureuse accrue.

# Hyperalgésie: profil stimulus-réponse



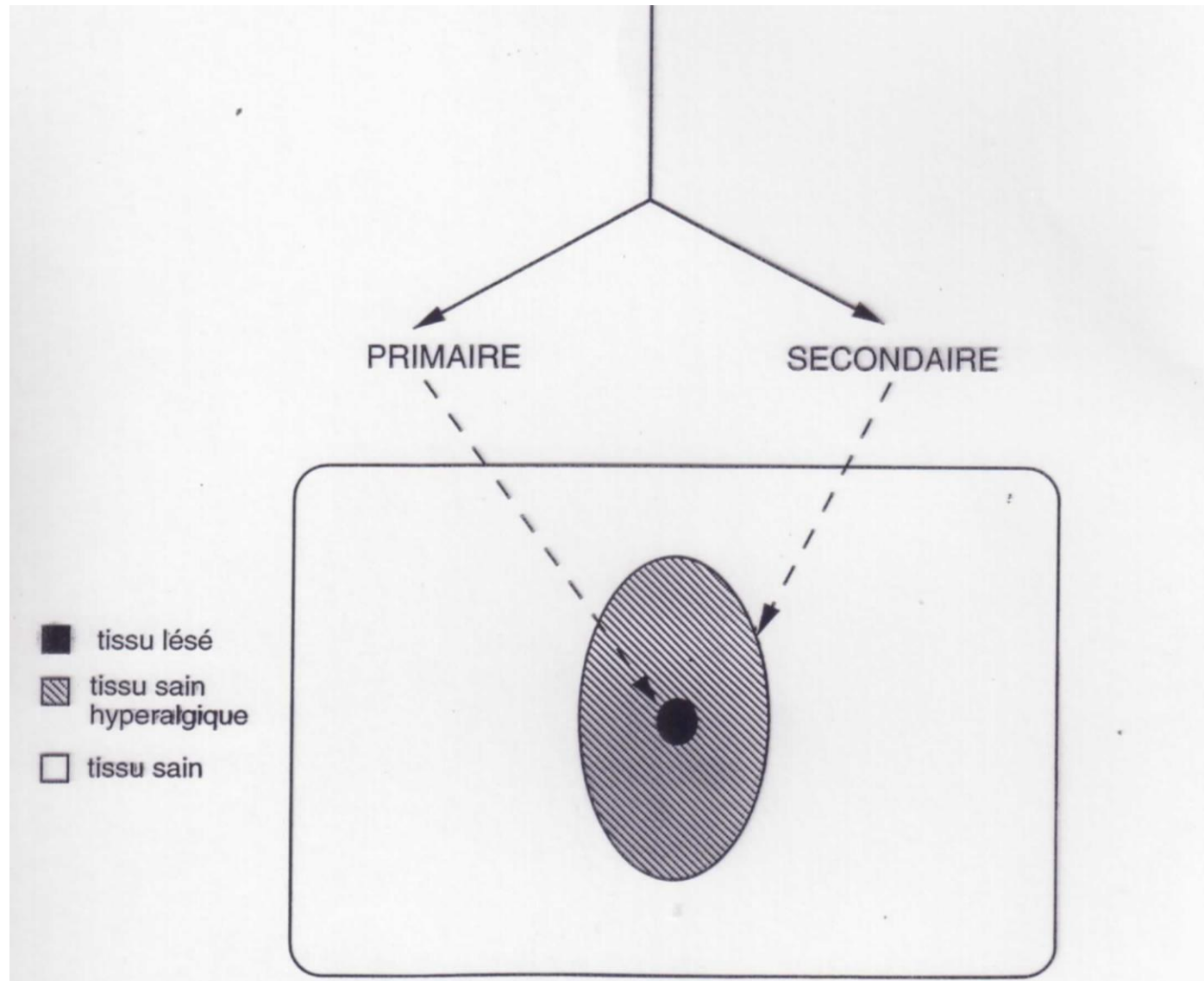
**SD:** seuil de perception de la douleur (intensité à partir de laquelle le stimulus est ressenti comme douloureux)

**NS:** nouveau seuil, résultant de l'hyperalgésie

**n:** stimulus normalement nociceptif

**i:** stimulus normalement indolore

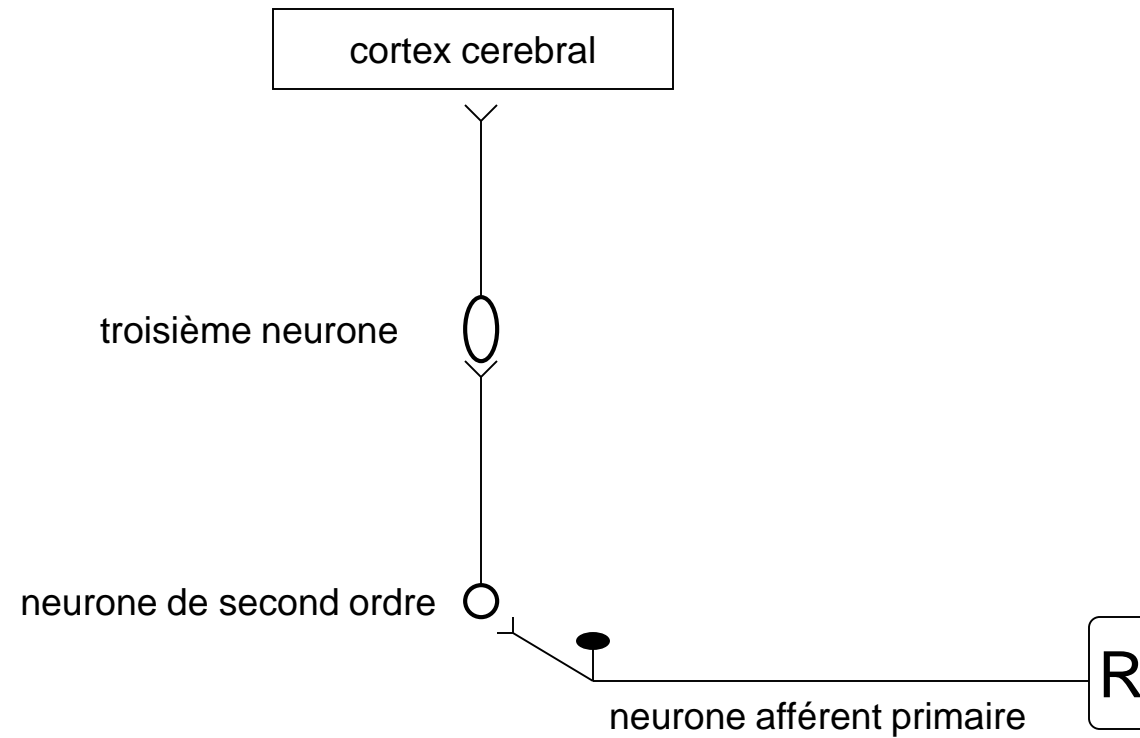
# Topographie des hyperalgésies



## Douleurs persistantes

Douleurs survenant spontanément, sans stimulation externe. La stimulation est liée à l'inflammation dans le foyer lésionnel.

### III-Voies somesthésiques



Bien que pouvant se compliquer, ce schéma se retrouve pour toutes les subdivisions de la somesthésie. Dans ce cours le troisième neurone sera toujours thalamique. R: récepteur somesthésique.

## IV-Récepteurs somesthésiques: éléments communs importants

A-Présentation.

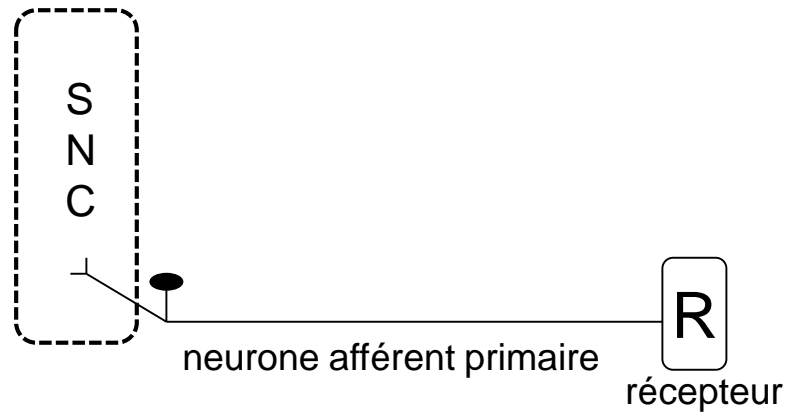
B-Naissance du message.

C-Structure des récepteurs

D-Classification des fibres afférentes primaires.



## IV-A: Position des récepteurs.



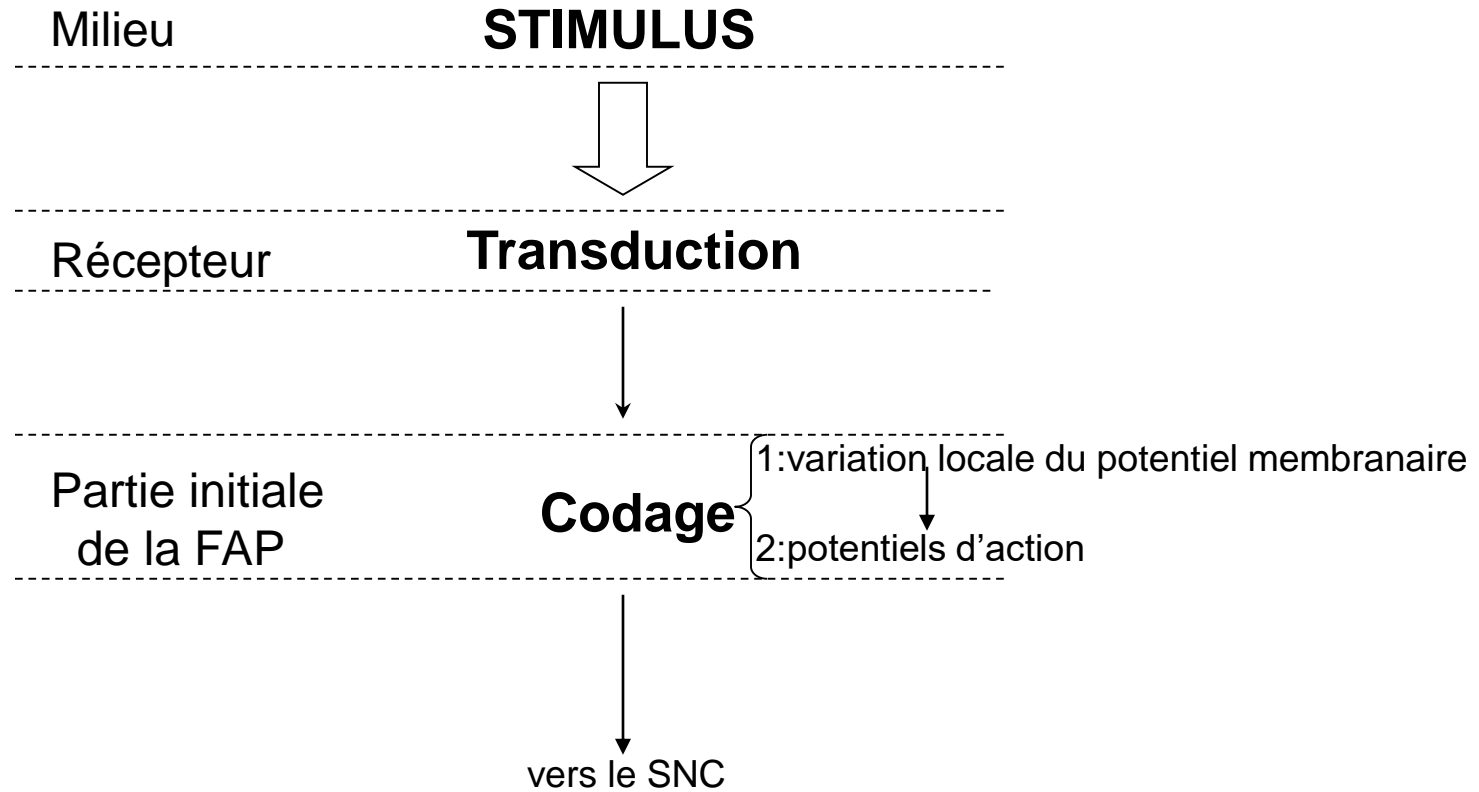
SNC: système nerveux central

## IV-B: 2 Naissance du message.

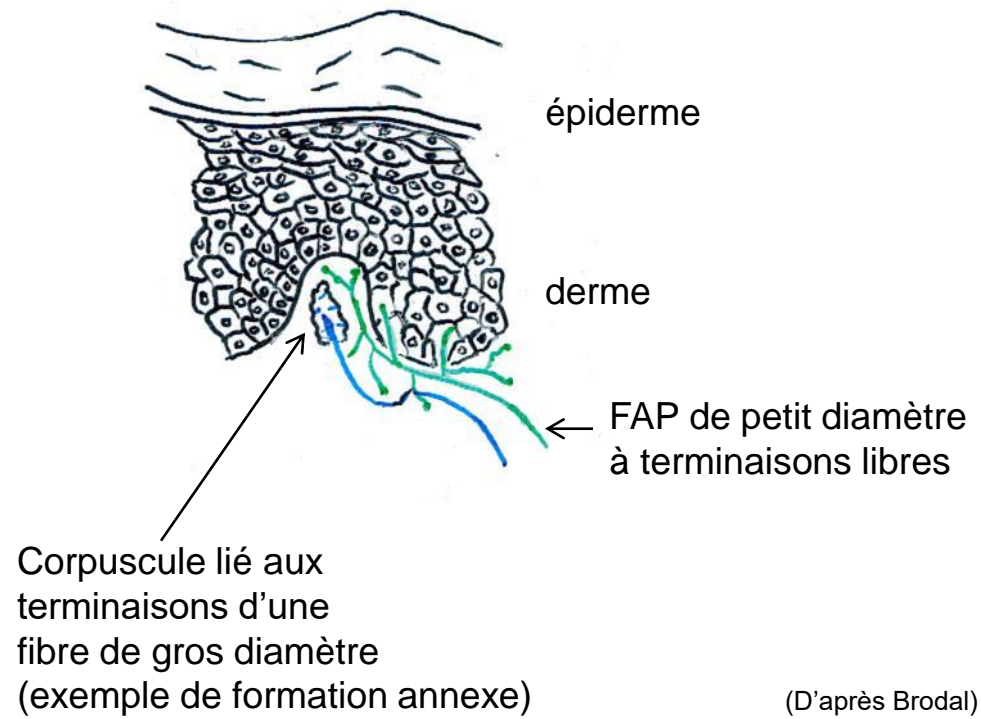
1-La transduction.

2-Le codage.

# Transduction et codage



## IV-C Structure des récepteurs



## IV-D: Classification des fibres afférentes primaires

<div> <div>Origine →</div> <div>Diamètre ↓</div> </div>	Catégorie	Origine	Vitesse de conduction (ordre de grandeur)
gros ( $>6\mu\text{m}$ ) myélinisées	$A\alpha$	musculo-tendineuse	100 m/sec
	$A\beta$	tous territoires	60 m/sec
petit ( $<5\mu\text{m}$ ) myélinisées	$A\delta$	tous territoires	30 m/sec
petit ( $\leq 1\mu\text{m}$ ) amyéliniques	C	tous territoires	1 m/sec

Cette nomenclature est universelle (elle vaut pour les fibres de toutes origines anatomiques, mais l'usage conduit parfois à une autre désignation pour les fibres venant des muscles et des tendons.

# V-Récepteurs somesthésiques: principaux types

A-Récepteurs cutanés

B-Récepteurs de l'appareil locomoteur.

C-Récepteurs des viscères.

D-Nocicepteurs.

## V-A: Récepteurs cutanés

1-Mécaniques indolores.

2-Thermiques indolores.

## V-B: Récepteurs de l'appareil locomoteur.

1-Articulaires.

2-Musculo-tendineux.



V-C

A-Récepteurs cutané

B-Récepteurs de l'appareil locomoteurs

**C-Récepteurs des viscères.**

D-Nocicepteurs.

# V-D Nocicepteurs

1-Définition.

2-Nature.

3-Classification.

4-Distribution topographique.

5-Principales propriétés.

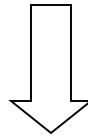
6-Sensibilisation.

## Définition des nocicepteurs

Récepteurs spécifiquement activés par des stimuli susceptibles d'endommager les tissus.

# Nature des nocicepteurs

nocicepteurs  $\equiv$  terminaisons libres



portés par des fibres A $\delta$  et C

# Classification des nocicepteurs

Spécifiques de variétés particulières de stimuli  
nociceptifs (mécanique, chaud, froid)

Sensibles à tout stimulus nociceptif:  
**nocicepteurs polymodaux**

# Topographie des nocicepteurs

1-Définition.

2-Nature des nocicepteurs.

3-Classification.

**4-Distribution topographique.**

5-Principales propriétés.

6-Sensibilisation.

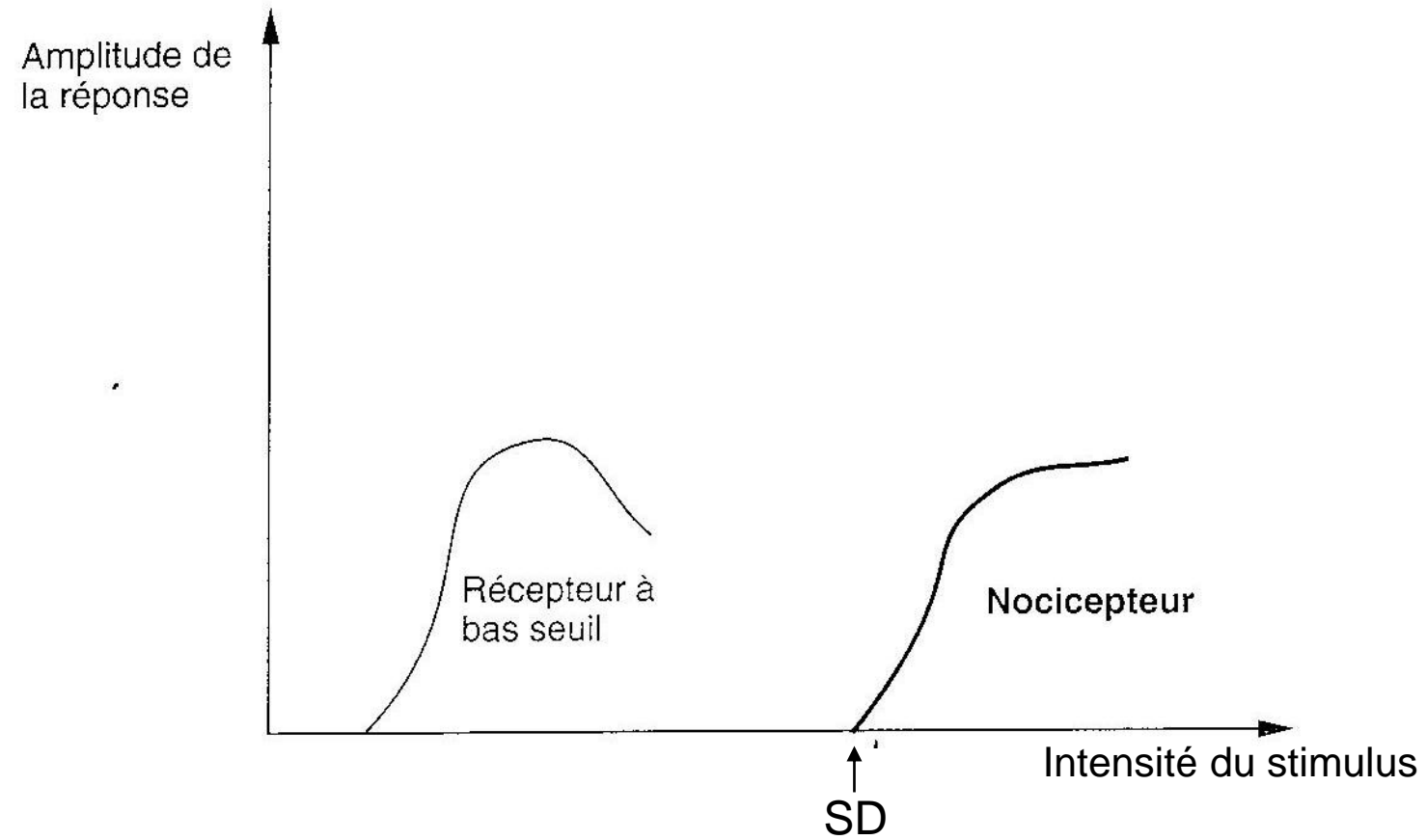
# Principales propriétés des nocicepteurs

a-Seuil de stimulation.

b-Capacités discriminatives.

c-Qualités des douleurs évoquées

# Seuil de stimulation





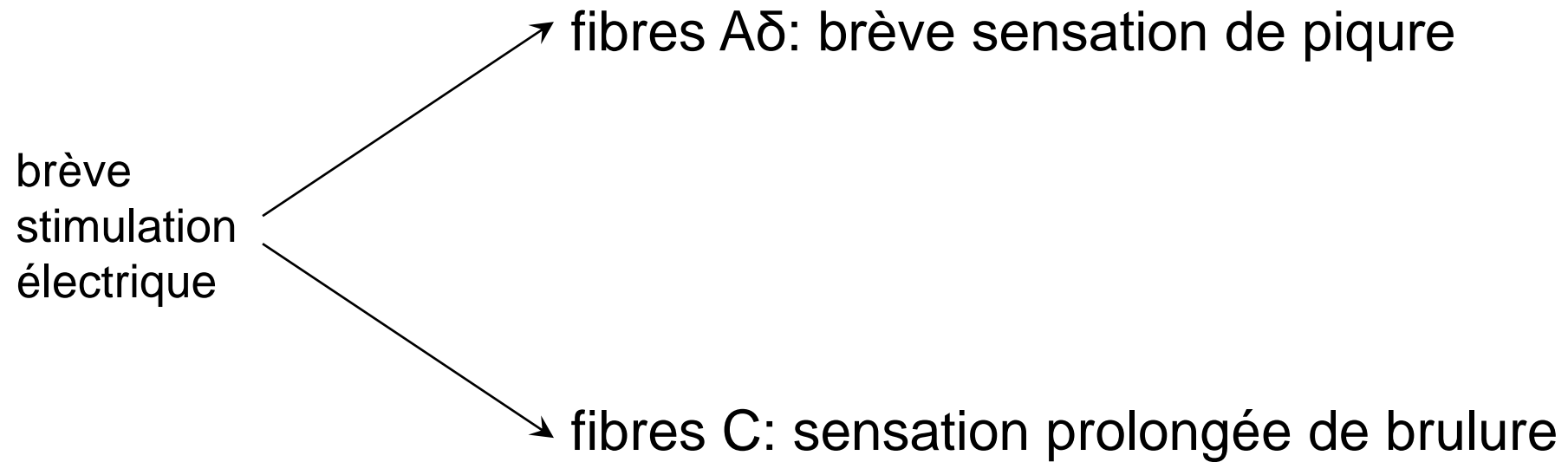
## V-B: 5-Principales propriétés des nocicepteurs

a-Seuil de stimulation.

**b-Capacités discriminatives.**

c-Qualités des douleurs évoquées

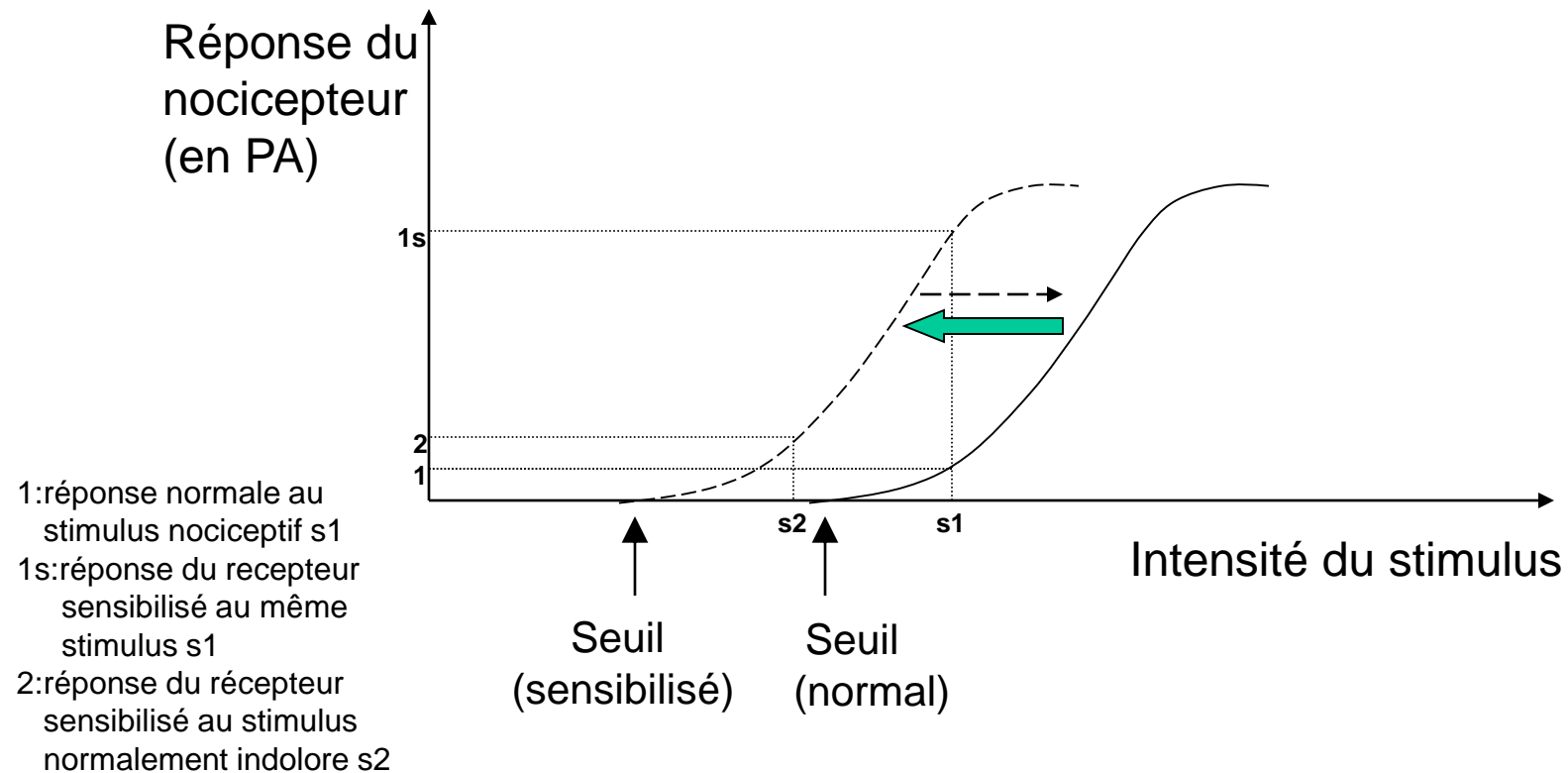
## Qualités des douleurs évoquées



## V-D: 6- Sensibilisation des nocicepteurs

Modification à la fois durable et réversible  
des réponses des nocicepteurs aux stimuli.

# Profil de réponse des nocicepteurs sensibilisés



## VI-Trajet et terminaisons des fibres afférentes primaires

A-Trajet.

B-Terminaisons des fibres de petit diamètre.

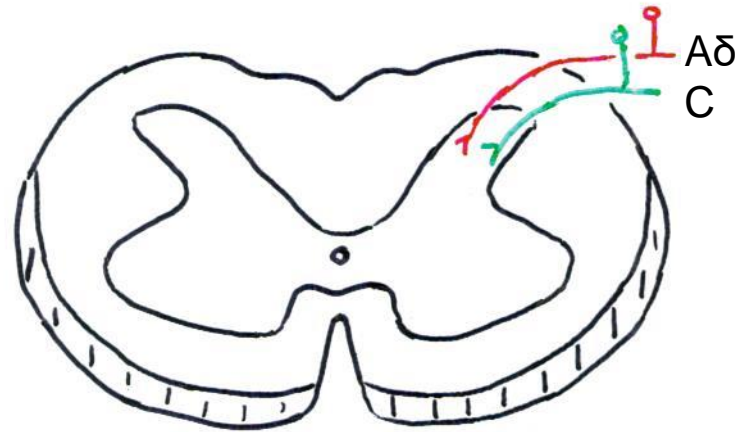
C-Terminaisons des fibres de gros diamètre.

1-Branche spinale.

2-Branche ascendante.

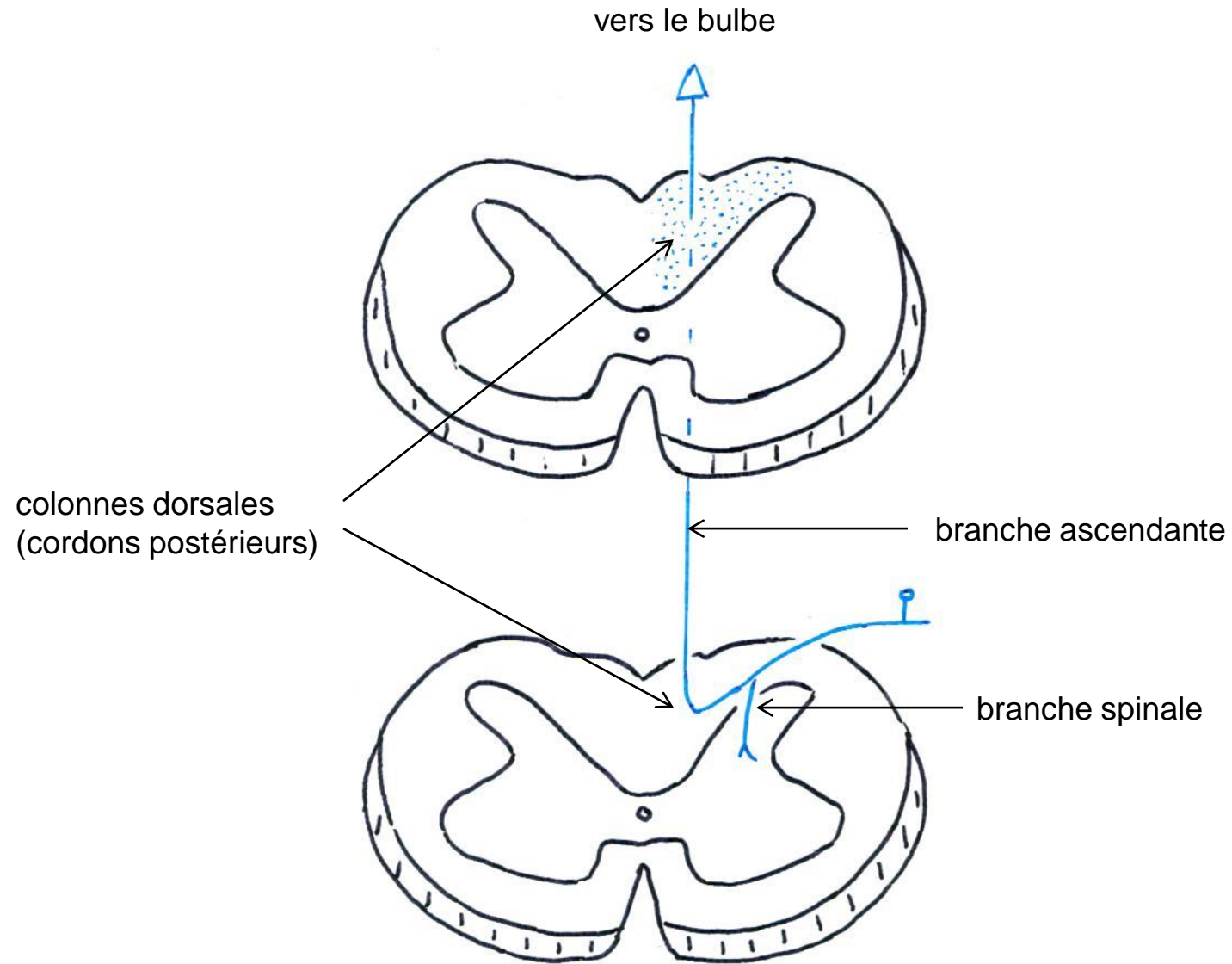
D-Neurotransmetteurs.

## Terminaisons des fibres de petit diamètre.



Toutes ces fibres se terminent dans la substance grise spinale (principalement dans la corne dorsale) homolatérale par rapport au territoire d'origine de ces fibres.

# Terminaisons des fibres de gros diamètre



Toutes les terminaisons sont homolatérales, mais il y a deux sites distincts. Chaque message venant de la périphérie est dupliqué en deux exemplaires et chacun des sites (spinal et supra-spinal) recevra l'une des copies.

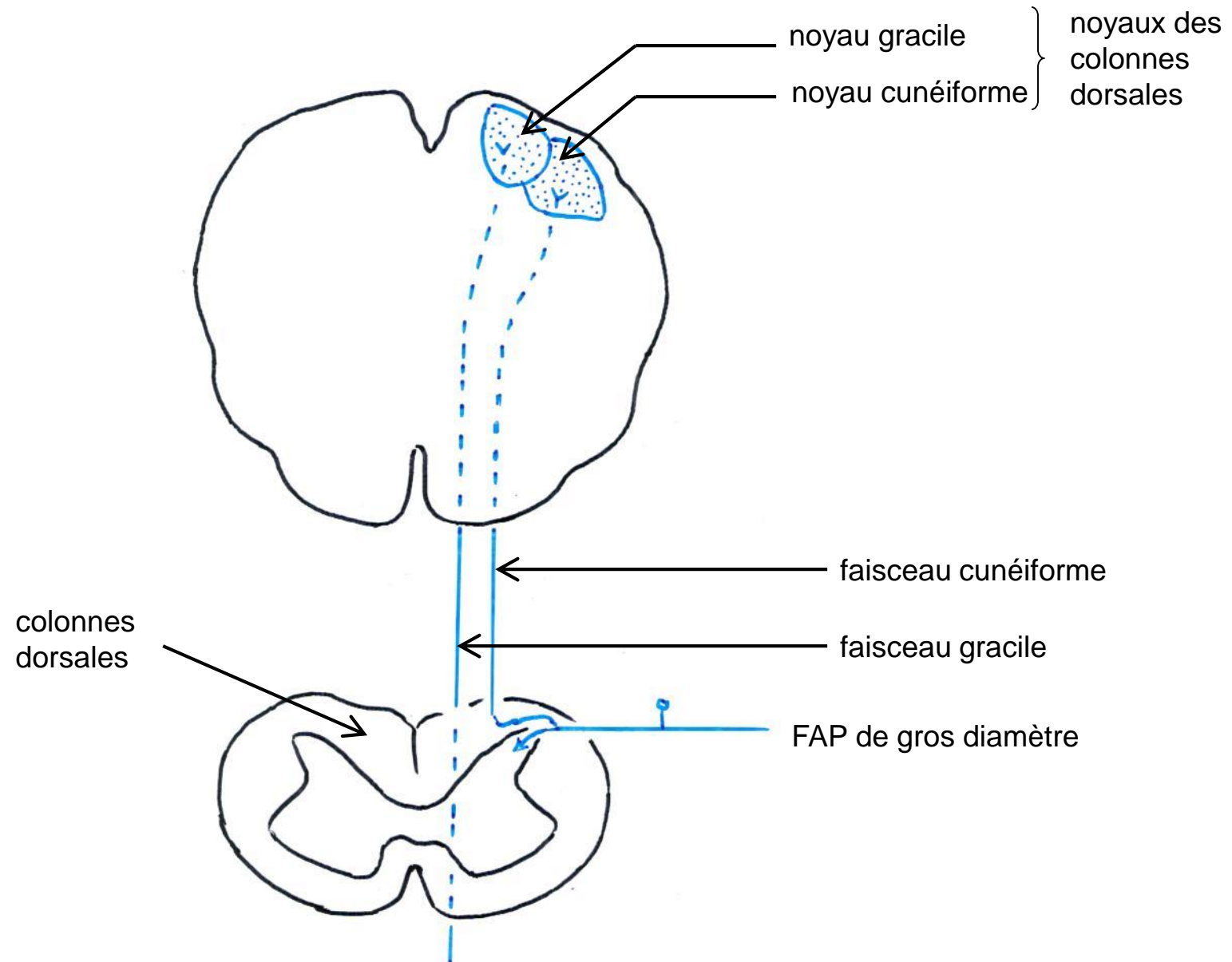
## Branche spinale des fibres de gros diamètre

A $\alpha$  (fibres I) —————> corne ventrale

A $\beta$  —————> corne dorsale



## Branche ascendante



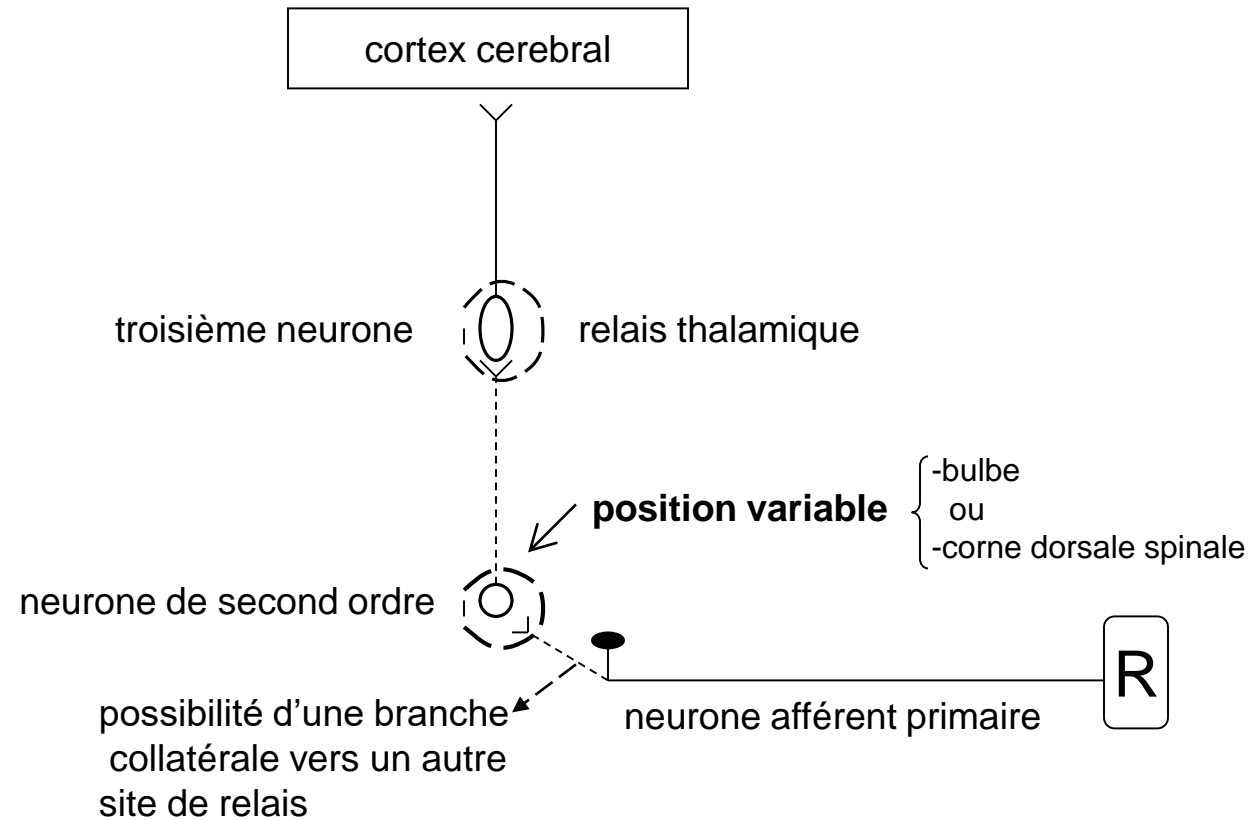
## VI-D: Neurotransmetteurs

Glutamate  
(acide aminé)

$\pm$

Peptide  
(fibres de petit diamètre)

## VII-Devenir central des informations somesthésiques



## VIII-Relais bulbaire et système lemniscal

A-Relais bulbaire.

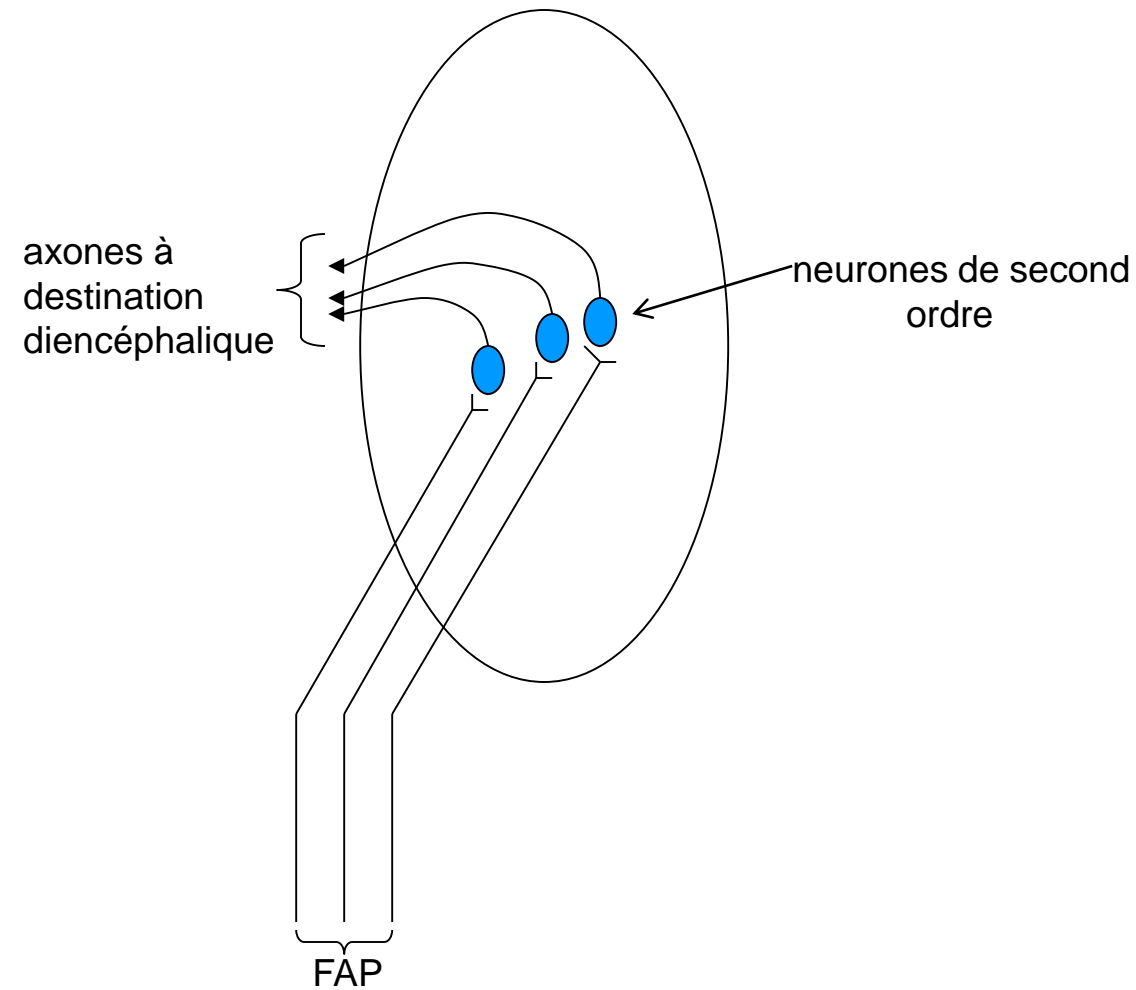
B-Voie lemniscale et relais thalamique.

C-Etage thalamo-cortical.

# La somatotopie

Exclusivement: projection qui conserve les relations topographiques de proximité.

# Organisation du relais bulbaire



Les neurones de second ordre sont disposés de la même manière que les terminaisons des FAP. Les spécialisations fonctionnelles de ces fibres (tactiles fines, proprioceptives), ainsi que leur organisation spatiale (somatotopie) sont donc conservées dans le relais et se retrouvent au niveau des neurones de second ordre).

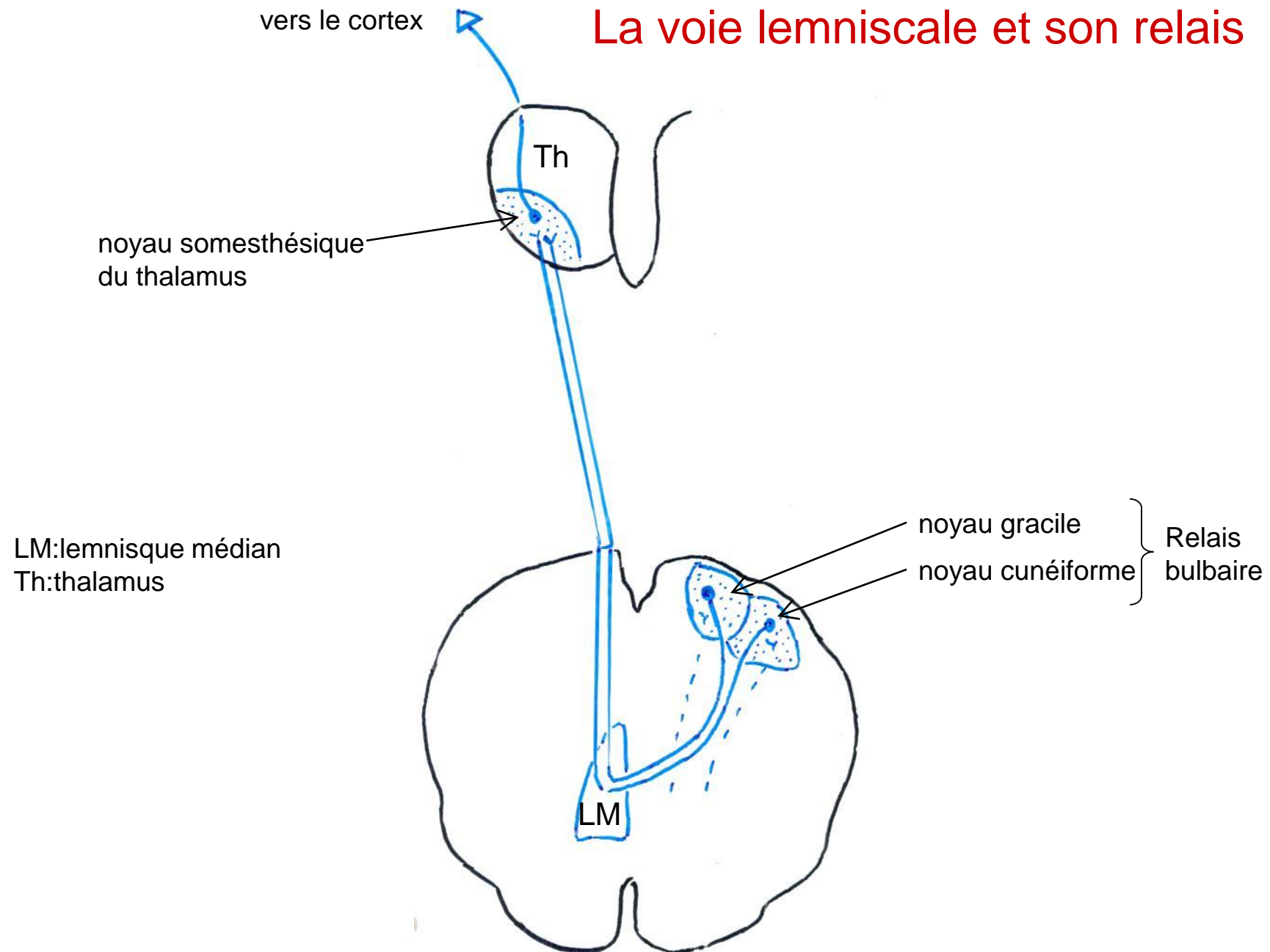
# Spécificité fonctionnelle

Sensibilité mécanique indolore uniquement

Pas de mélanges d'information: **très bonne conservation des messages**

Vrai pour tout le "système lemniscal" (aux niveaux thalamique et cortical aussi)

## La voie lemniscale et son relais

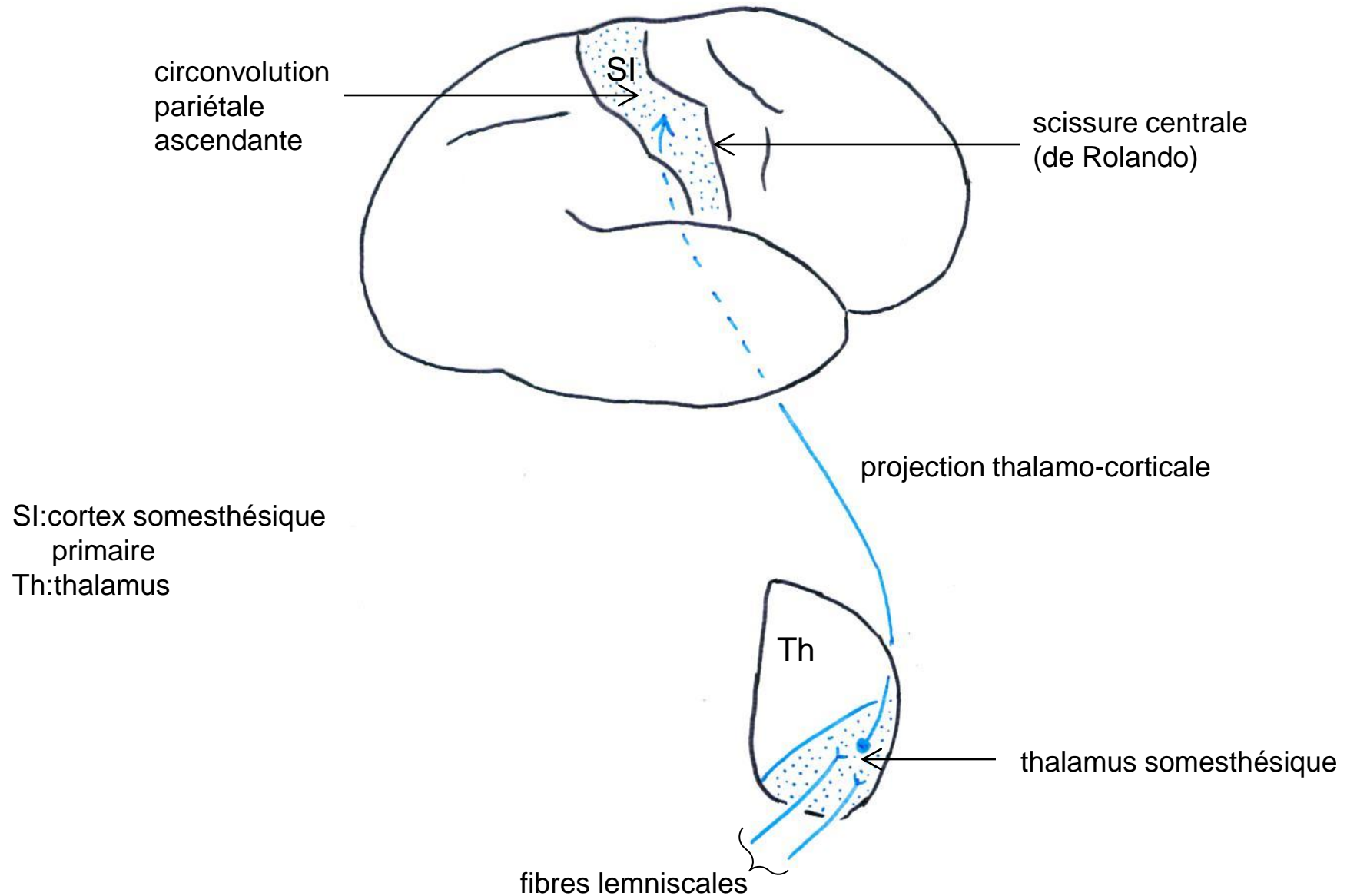




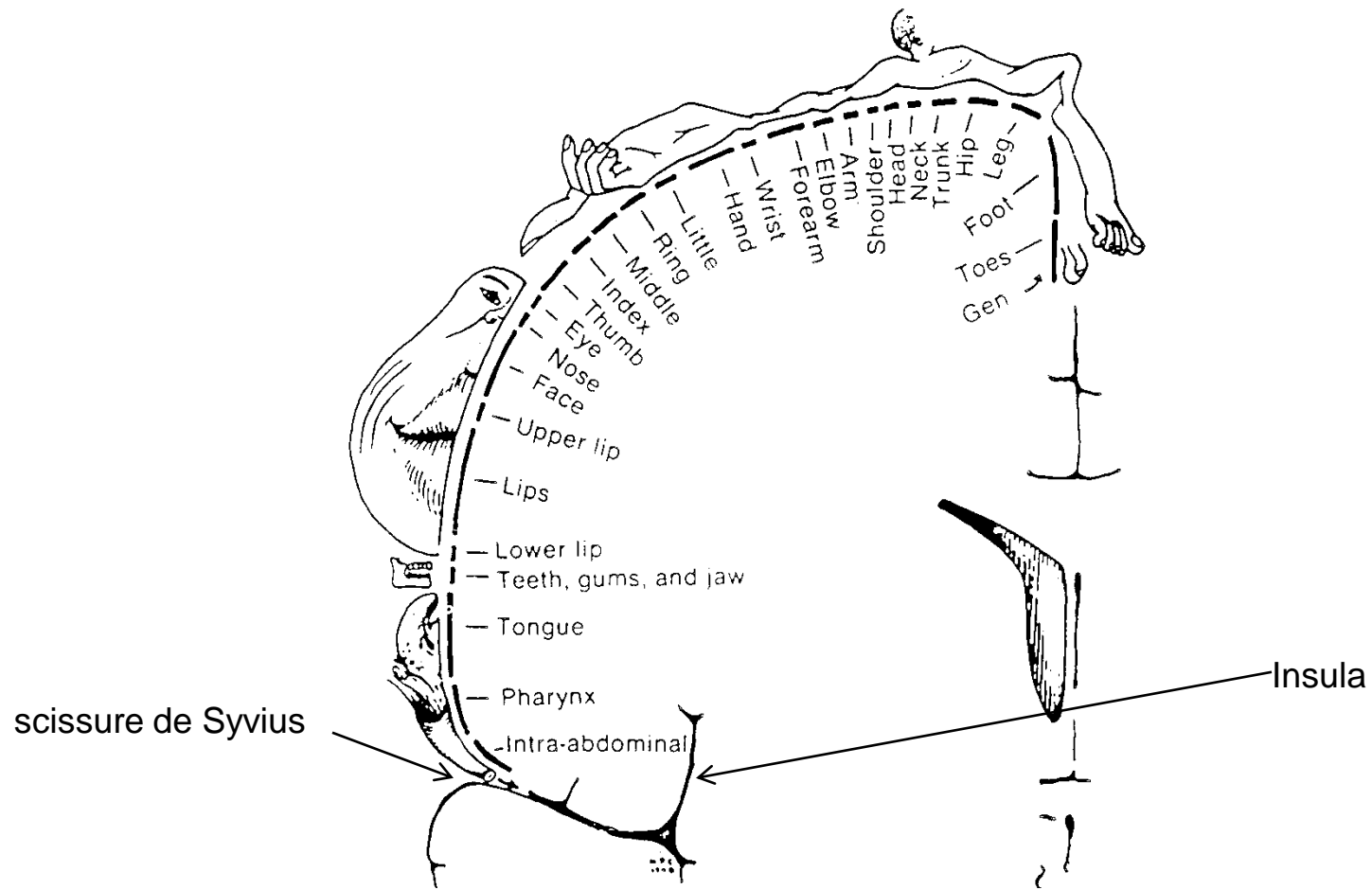
## VIII-C: Etage thalamo-cortical

- 1-Projection thalamo-corticale.
- 2-Représentation somesthésique corticale.
- 3-Traitement cortical des informations somesthésiques.

# Projection thalamo-corticale

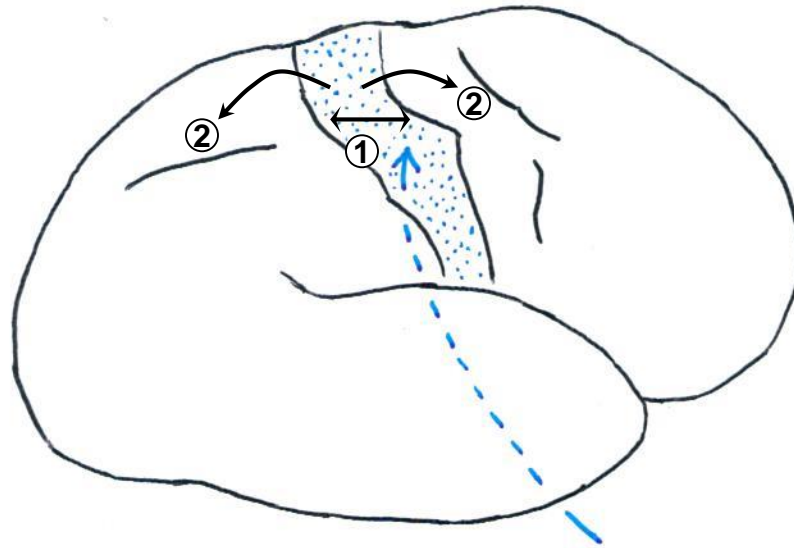


# Représentation somesthésique corticale



L'homonculus somesthésique (d'après Brodal)

## Traitement cortical des informations somesthésiques



1: traitement purement somesthésique

2: utilisation et nouveaux traitements par d'autres aires corticales

## IX-Relais spinal et voies ascendantes de la nociception

A-Vue d'ensemble et devenir des messages nociceptifs dans la moelle

B-Organisation du transfert spinal des messages somesthésiques.

C-Voies ascendantes.

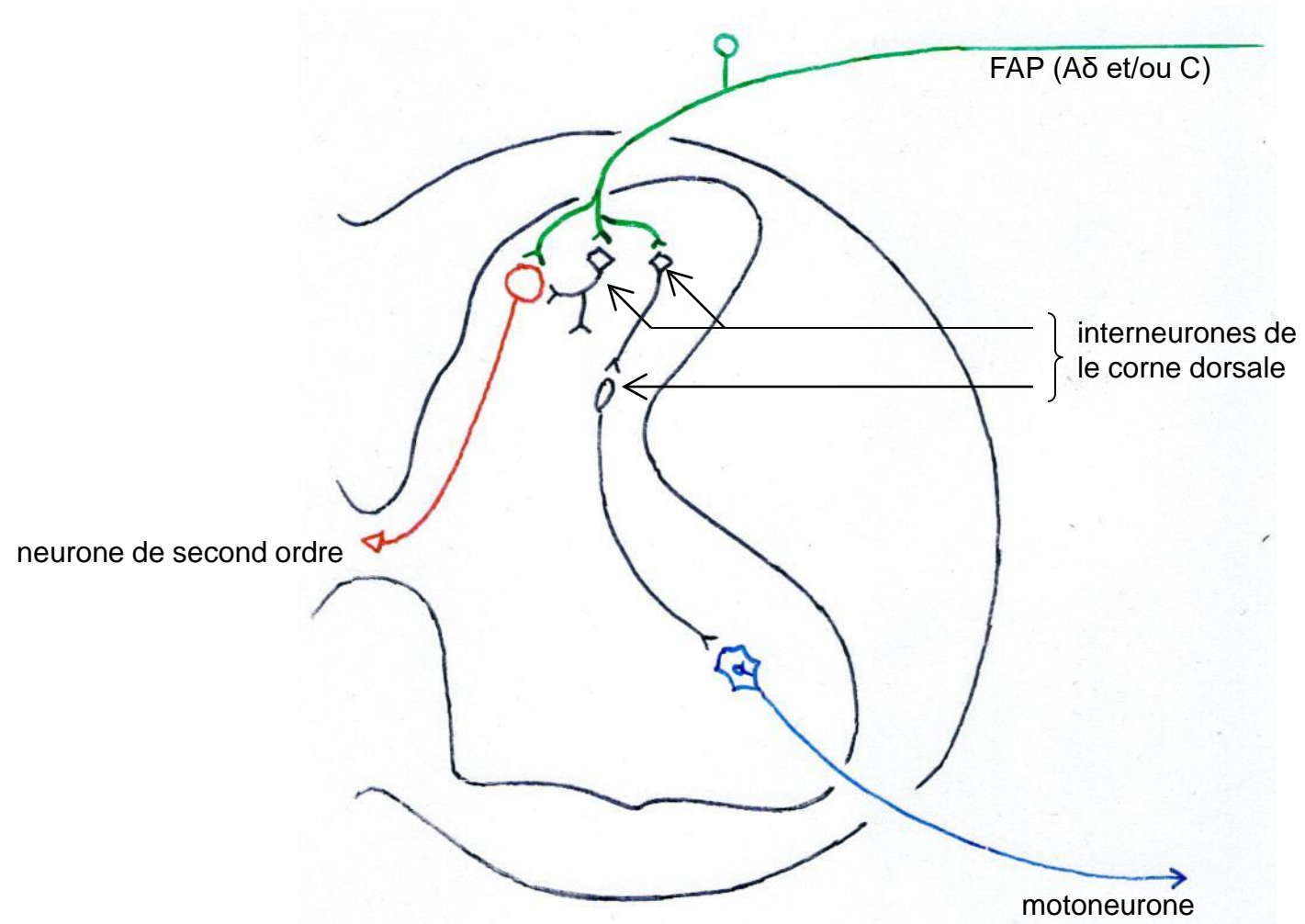
D-Devenir des messages nociceptifs dans l'encéphale.

## **IX-A: Vue d'ensemble et devenir des messages somesthésiques dans la moelle**

1-Place de la moelle dans la nociception.

2-Devenir spinal des messages noceptifs.

# Devenir spinal des messages nociceptifs

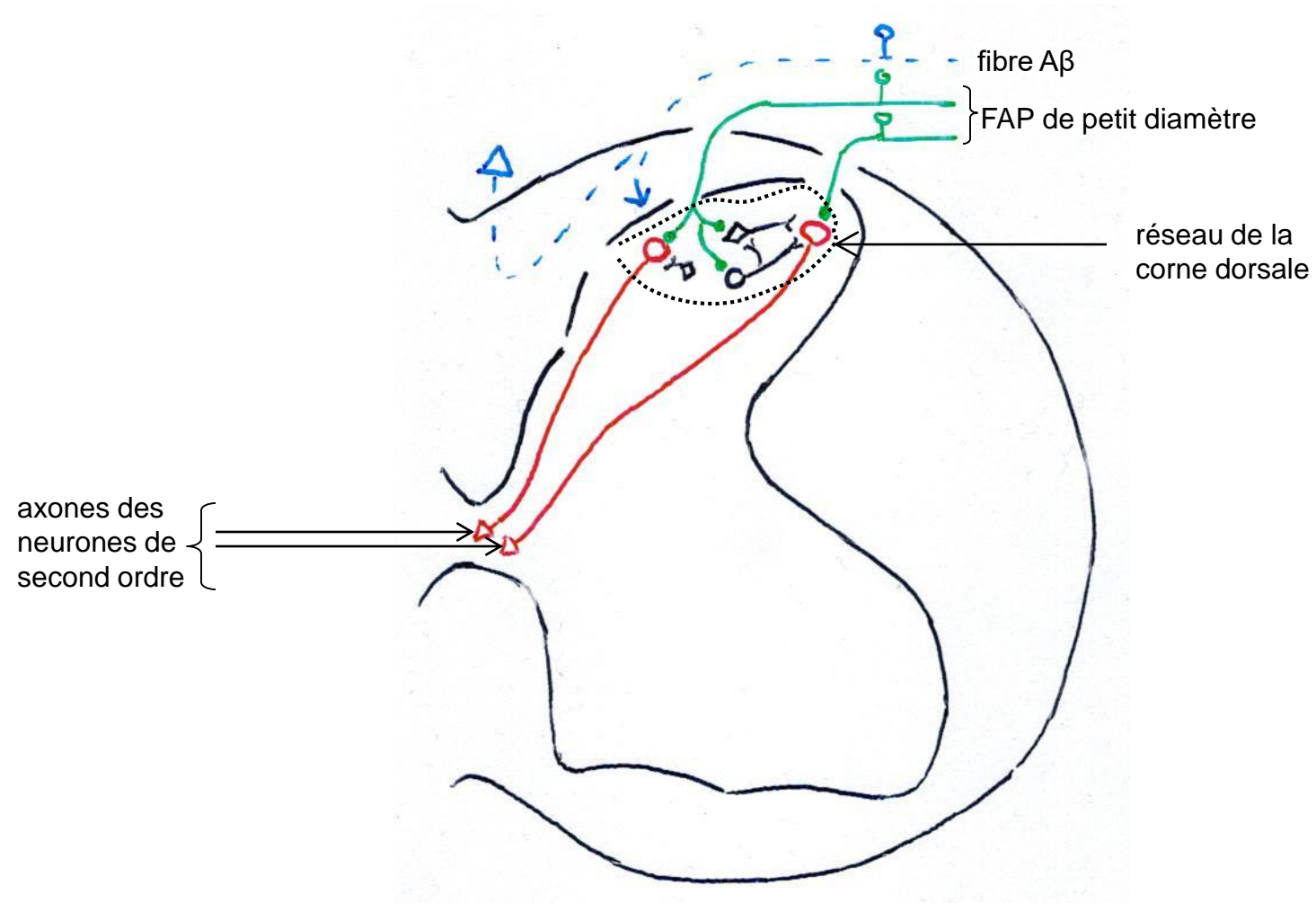


## IX-B Organisation du transfert spinal

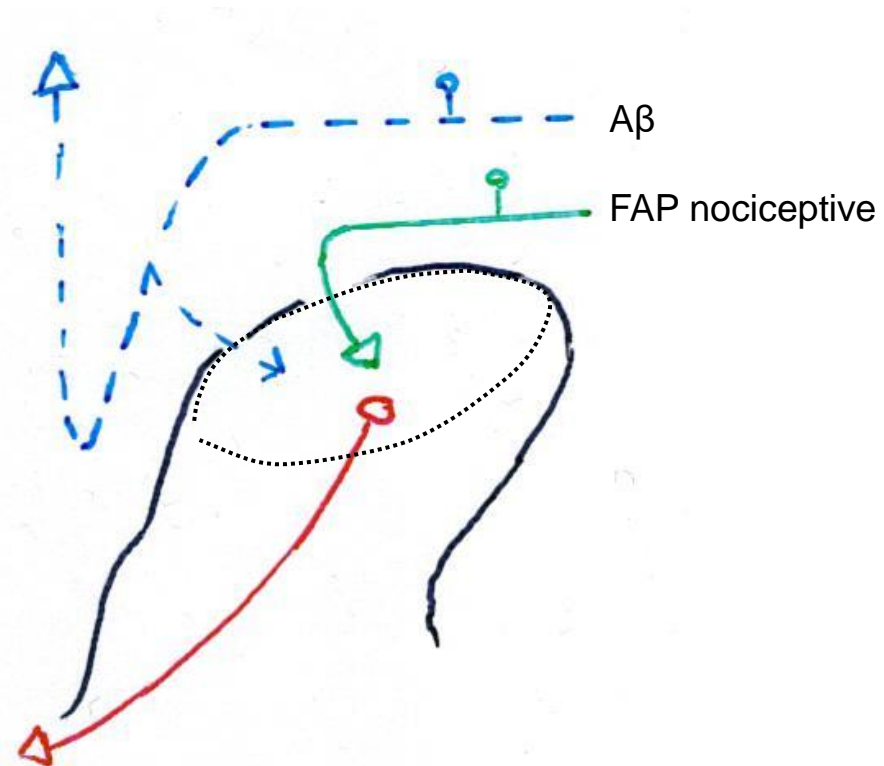
- 1-Le réseau de la corne dorsale.
- 2-Inhibition des transmissions nociceptives.
- 3-Amplification des messages douloureux dans l'hyperalgésie.
- 4-Modulation par les systèmes de contrôle descendants.



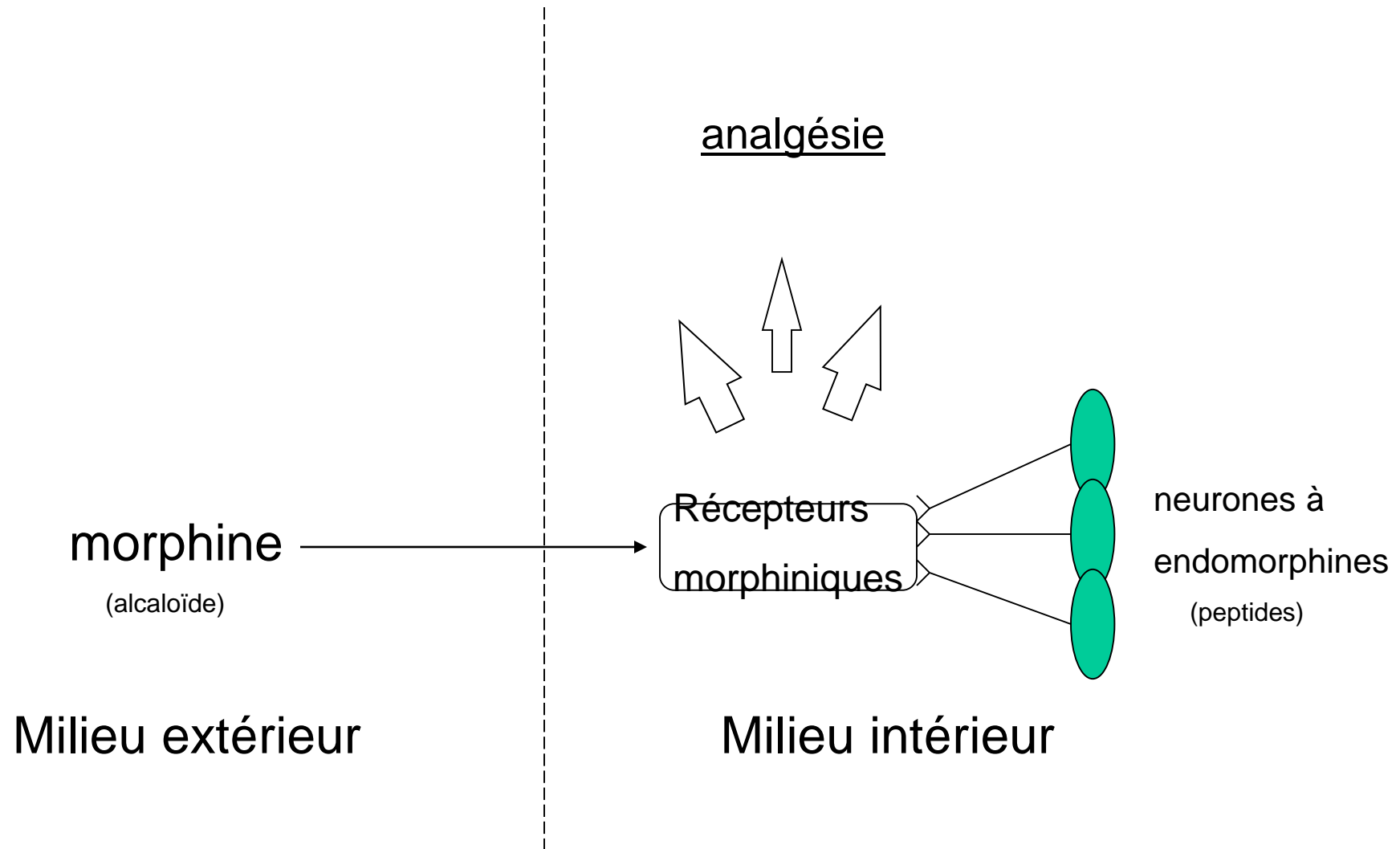
# Réseau de la corne dorsale



## Forme résumée du transfert spinal



# Morphine et endomorphines



## IX-B: 3

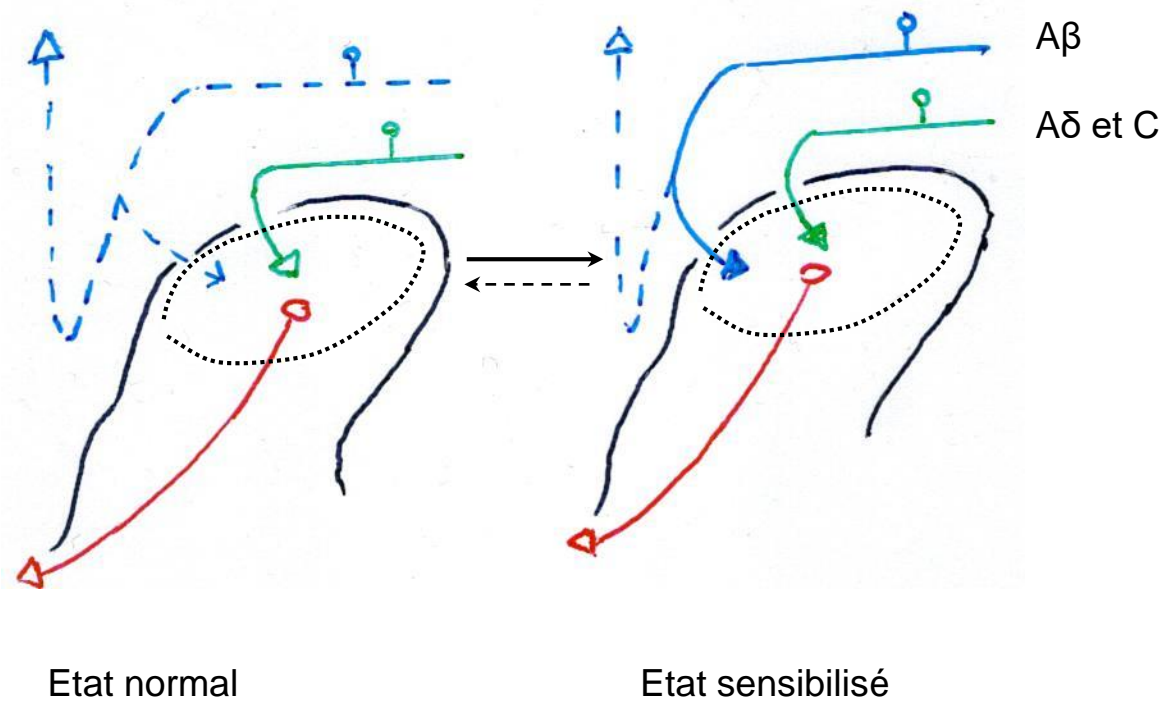
1-Le réseau de la corne dorsale.

2-Inhibition des transmissions nociceptives.

**3-Amplification des messages douloureux dans l'hyperalgésie.**

4-Modulation par les systèmes de contrôle descendants.

# Mécanismes spinaux de l'hyperalgésie



## Définition de l'allodynie

Douleur engendrée par la stimulation des récepteurs  
portés par les fibres A $\beta$

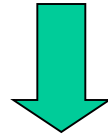
(fait partie de l'hyperalgésie)

# Résumé de mécanismes

1

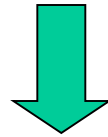
Lésion  
tissulaire

- activation soutenue des nocicepteurs
- sensibilisation des nocicepteurs



2

activation soutenue  
des neurones de  
second ordre



3

sensibilisation  
des neurones de  
second ordre

## IX-B 4

1-Le réseau de la corne dorsale.

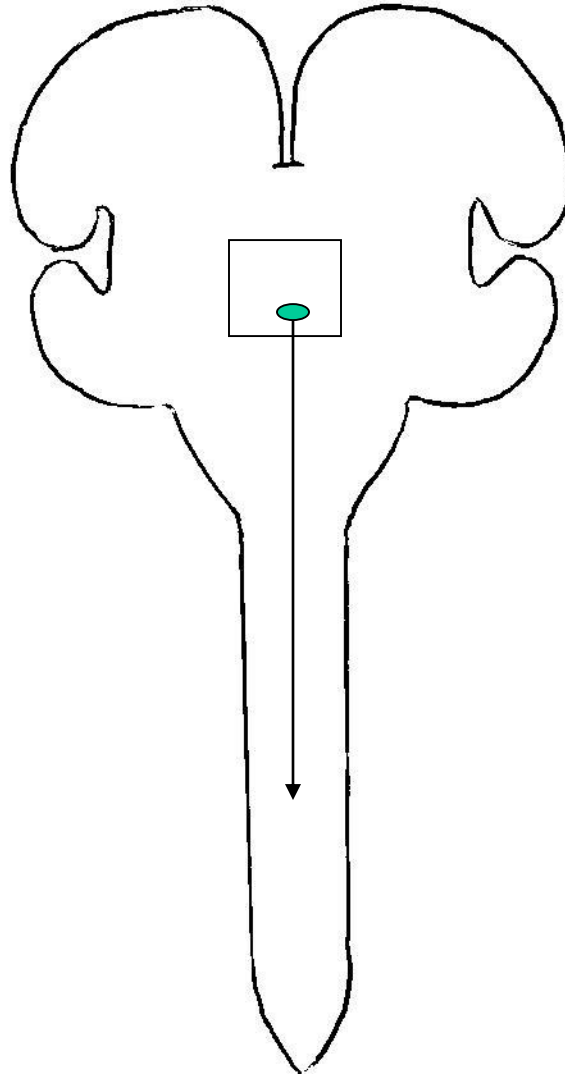
2-Inhibition des transmissions nociceptives.

3-Amplification des messages douloureux dans l'hyperalgésie.

**4-Modulation par les systèmes de contrôle descendants.**



# Systèmes de contrôle descendants



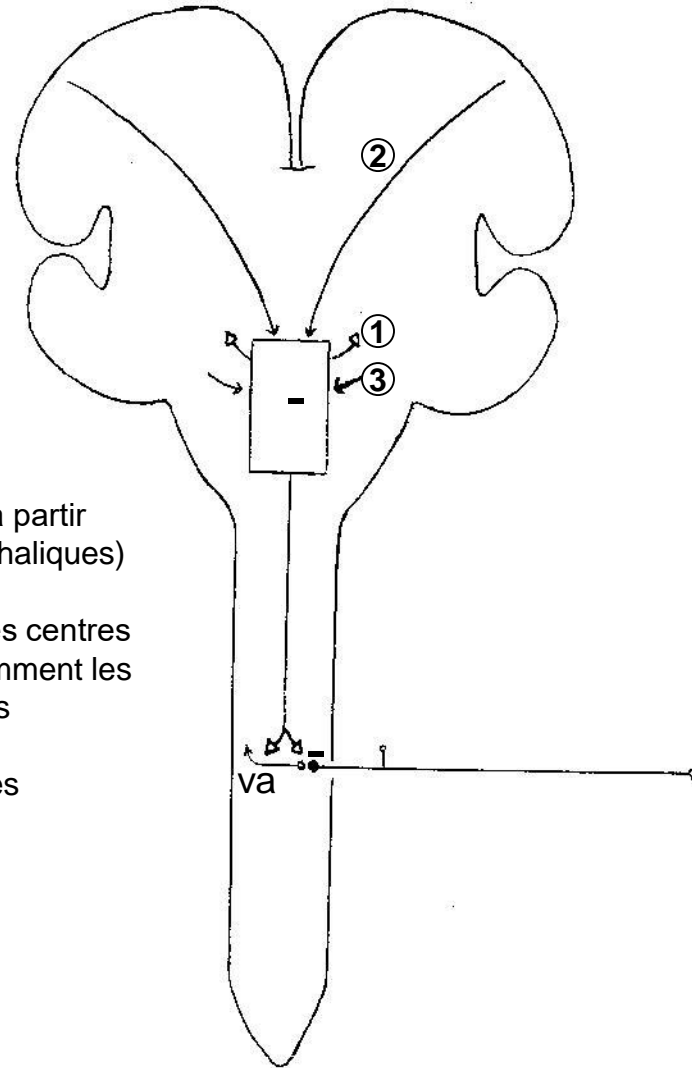
# Systemes inhibiteurs

**1:** ces systèmes exercent aussi des actions supra-spinales

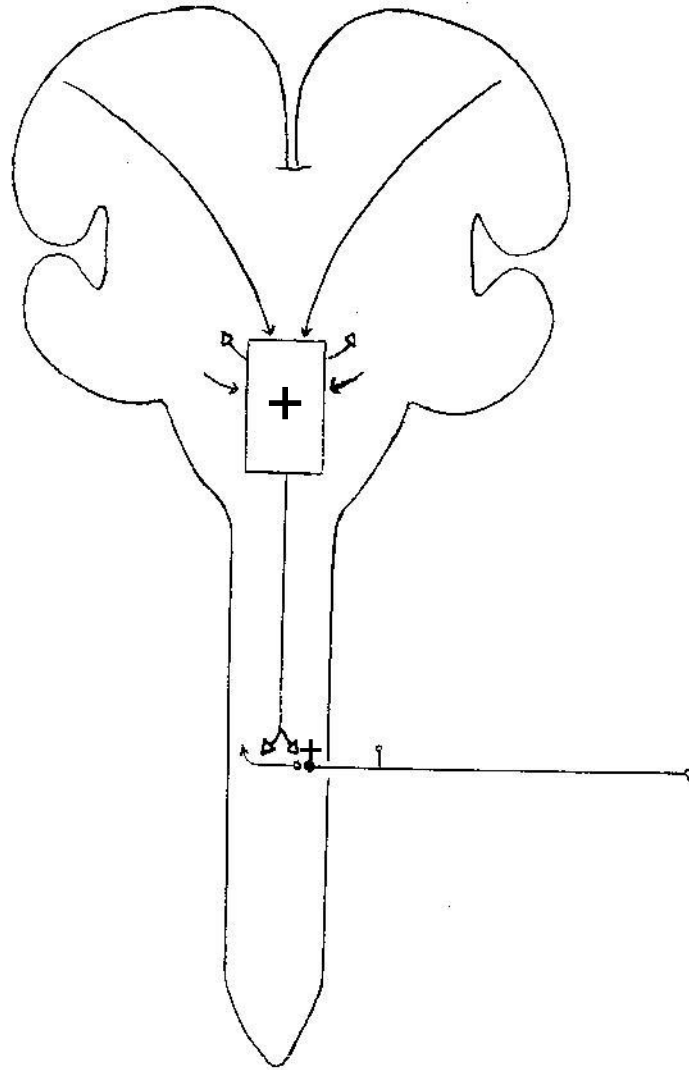
**2:** voies anatomiques d'activation à partir de régions haut situées (télencéphaliques)

**3:** voies d'activation à partir d'autres centres encéphaliques, acheminant notamment les effets de stimulations nociceptives

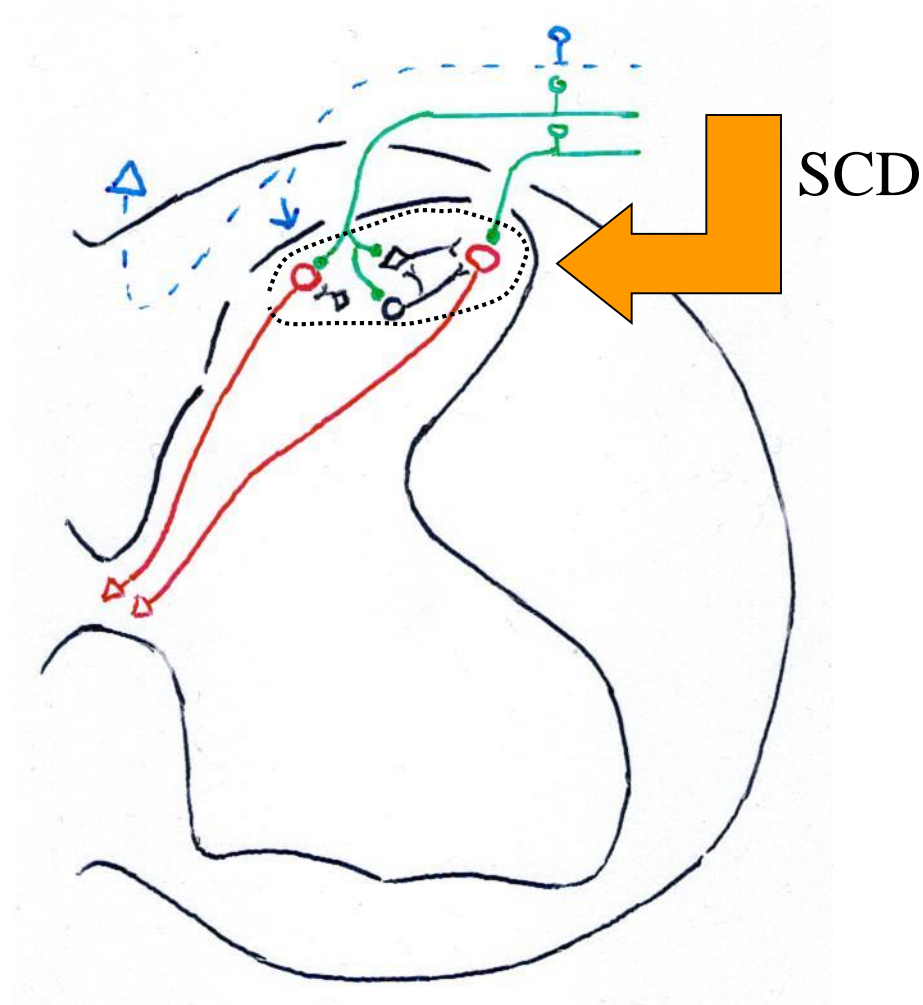
**va:** voies ascendantes nociceptives



# Systemes facilitateurs



## Addition au transfert spinal

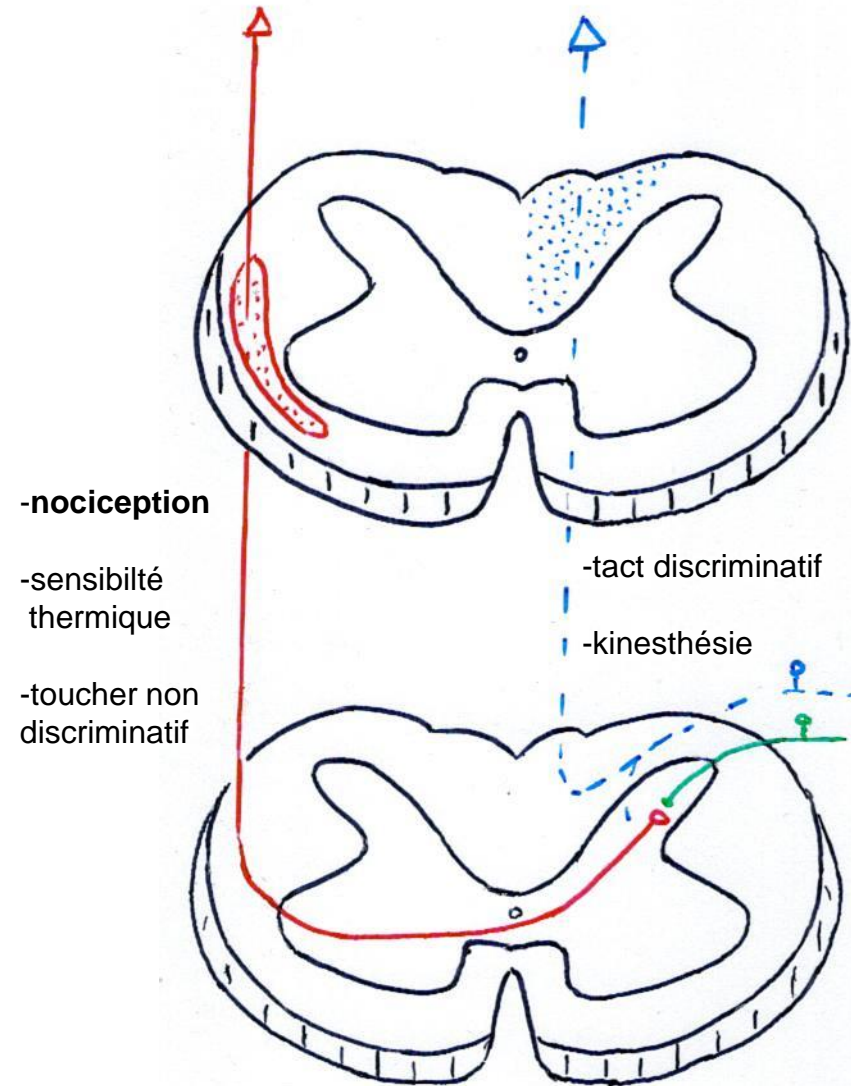


## IX-C: Voies ascendantes

1-Trajet spinal.

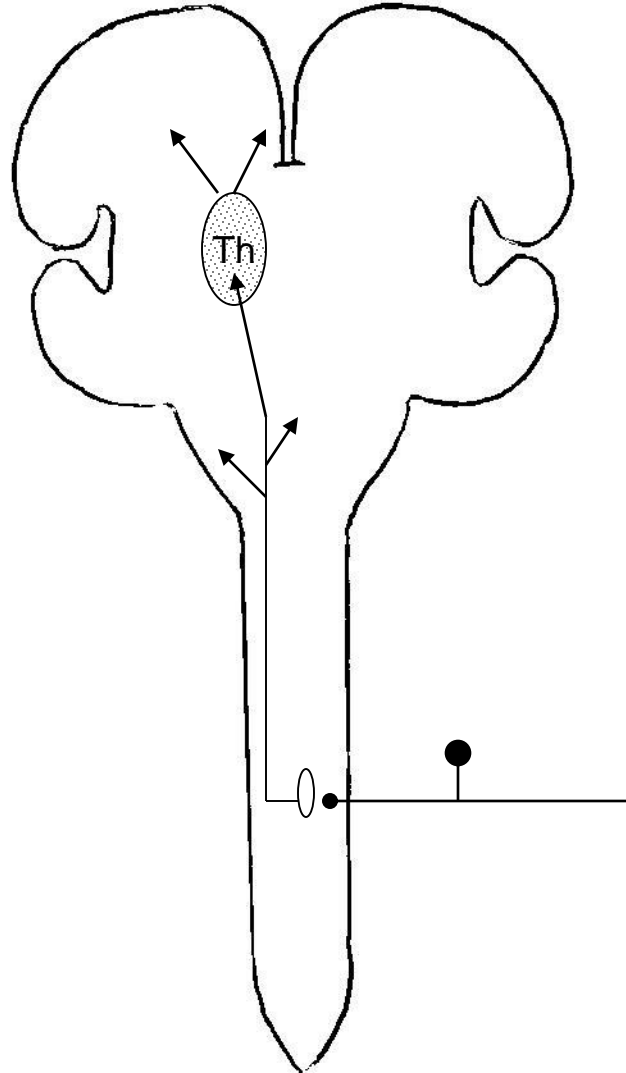
2-Destinations supra-spinales.

# Trajet spinal des voies ascendantes



## Destinations supra-spinales des voies ascendantes

Th: thalamus



## IX-D: Devenir des messages nociceptifs dans l'encéphale

Les centres impliqués sont très nombreux.

La conception non spécifique de la douleur prédomine.

Il n'existe pas de "centre de la douleur "



# Bibliographie

Brodal P. The central nervous system.  
Oxford University Press, 1998.

Kahle W., Leonhardt H., Platzer W. Anatomie: 3  
SYSTEME NERVEUX  
Flammarion Médecine France, 1998.

Roselyne Rey: Histoire de la douleur.  
Editions de la découverte, 1993.

# 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.