

SOMESTHESIE

Docteur Mor DIAW

Laboratoire de Physiologie et d'Explorations Fonctionnelles FMPO/UCAD

INTRODUCTION

Somesthésie: correspond à la sensibilité aux différentes stimulations du corps à l'exception de celles provenant des organes sensoriels (vision, ouïe, odorat, goût et équilibre)

INTRODUCTION

- ❖ Véhicule les informations sensibles de la peau, des articulations et des muscles (tact, température, douleur et proprioception)
- ❖ Permet l'interaction de l'organisme avec son environnement
- ❖ Est à l'origine de différentes réactions

INTRODUCTION

Selon la modalité de la perception:

❖ Tactile

❖ Proprioceptive: (sensibilité propre aux organes profonds de la vie de relation)

➤ Statique: renseigne sur la position des différentes parties du corps

➤ Dynamique (kinesthésie ou cinesthésie): renseigne sur la vitesse du mouvement

INTRODUCTION

Selon la modalité de la perception:

❖ Thermique: chaud ou froid

❖ Douloreuse

INTRODUCTION

Selon la source de l'information sensitive:

- ❖ **Extéroceptive:** renseigne l'organisme sur ce qui est en contact avec la peau et les muqueuses
- ❖ **Intéroceptive ou viscérale:** renseigne sur les modifications à l'intérieur de l'organisme (viscères)

INTRODUCTION

Etapes pour l'information sensitive:

- ❖ Recueil (réception): rôle du récepteur
- ❖ Transmission aux centres nerveux: par les voies sensitives
- ❖ Intégration par les centres nerveux qui élaborent des réponses appropriées

RECEPTEURS SENSITIFS

Définition:

- ❖ Terminaisons nerveuses libres
- ❖ Cellules sensorielles différenciées
- ❖ Connectées à des fibres sensibles
- ❖ Transforment les stimuli issus de l'environnement et ou de l'intérieur de l'organisme en influx nerveux

RECEPTEURS SENSITIFS

Classification fonctionnelle:

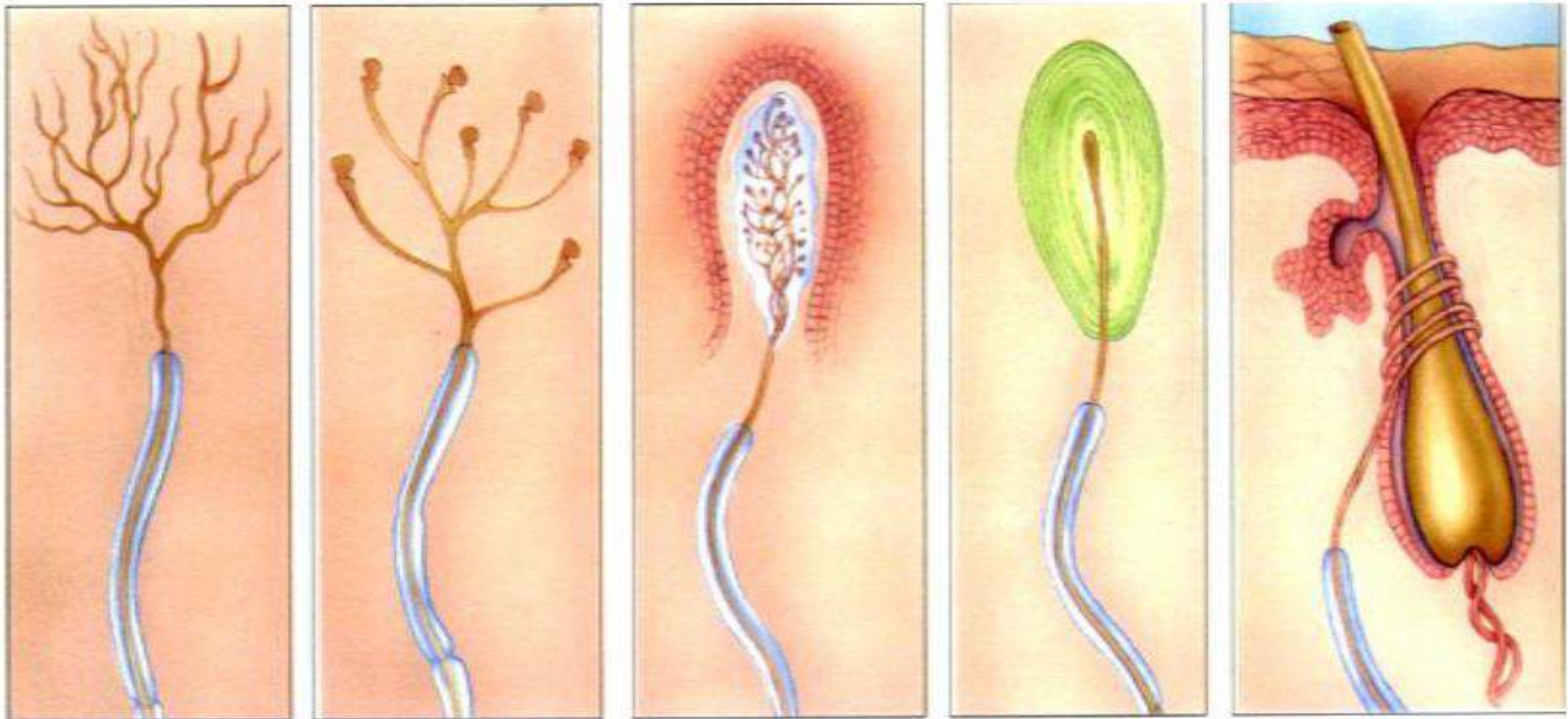
❖ **Mécanorécepteurs:**

- Corpuscules de Pacini, de Ruffini, de Krause, de Meissner
- Disques de Merkel

❖ **Nocirécepteurs = nocicepteurs:** en général terminaisons nerveuses libres (TNL)

❖ **Thermorécepteurs:** corpuscule de Ruffini, de Krause, TNL

RECEPTEURS SENSITIFS



Terminaison nerveuse
libre

Récepteur de Merkel

Corpuscule
de Meissner

Corpuscule
de Pacini

Récepteur folliculaire
des poils

Différents types de récepteurs

RECEPTEURS SENSITIFS

La stimulation du récepteur provoque une modification de son potentiel de membrane appelée **potentiel de récepteur**

Le potentiel de récepteur génère ensuite un potentiel d'action sur la fibre afférente

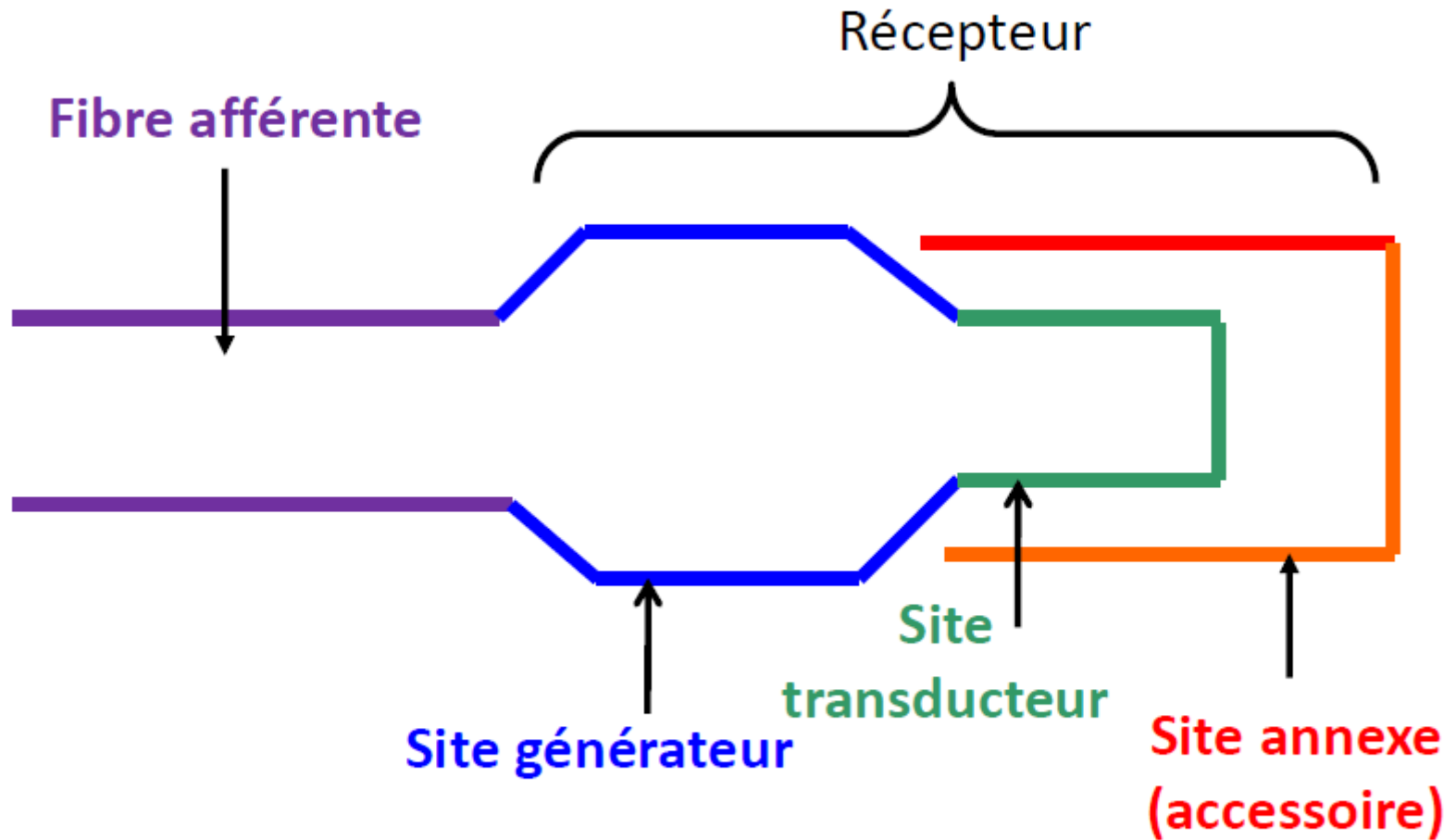
Ce processus est possible grâce à l'existence de **sites fonctionnels** au niveau du récepteur

RECEPTEURS SENSITIFS

Sites du récepteur:

- ❖ Site accessoire: adapte la nature du stimulus à la fibre nerveuse. Permet la sélectivité du récepteur donc le filtrage
- ❖ Site transducteur: convertit le stimulus physique, chimique ou thermique en potentiel de récepteur (**transduction**)
- ❖ Site générateur: transforme le potentiel de récepteur en potentiel générateur qui va engendrer un PA sur la fibre nerveuse

RECEPTEURS SENSITIFS



Différents sites du récepteur

CARACTERISTIQUES DU POTENTIEL DE RECEPTEUR

	PPS	PA
Evolution le long de la membrane cellulaire	Reste local = électrotonique	Se propage
Amplitude	Graduable (varie avec l'intensité de la stimulation)	Fixe, constante (loi du tout ou rien)
Durée	Plus importante	Brève
Seuil d'apparition	Non	Oui
Période réfractaire	Non	Oui
Possibilité de sommation	sommables	Non sommables
Réponse à une seule stimulation	Unique	Répétitif (train de PA)

RECEPTEURS SENSITIFS

Codage de l'information sensitive:

Chaque fibre sensitive transporte une information codée au niveau du récepteur sur le plan de la nature, de l'intensité, de la durée et de la localisation de la stimulation

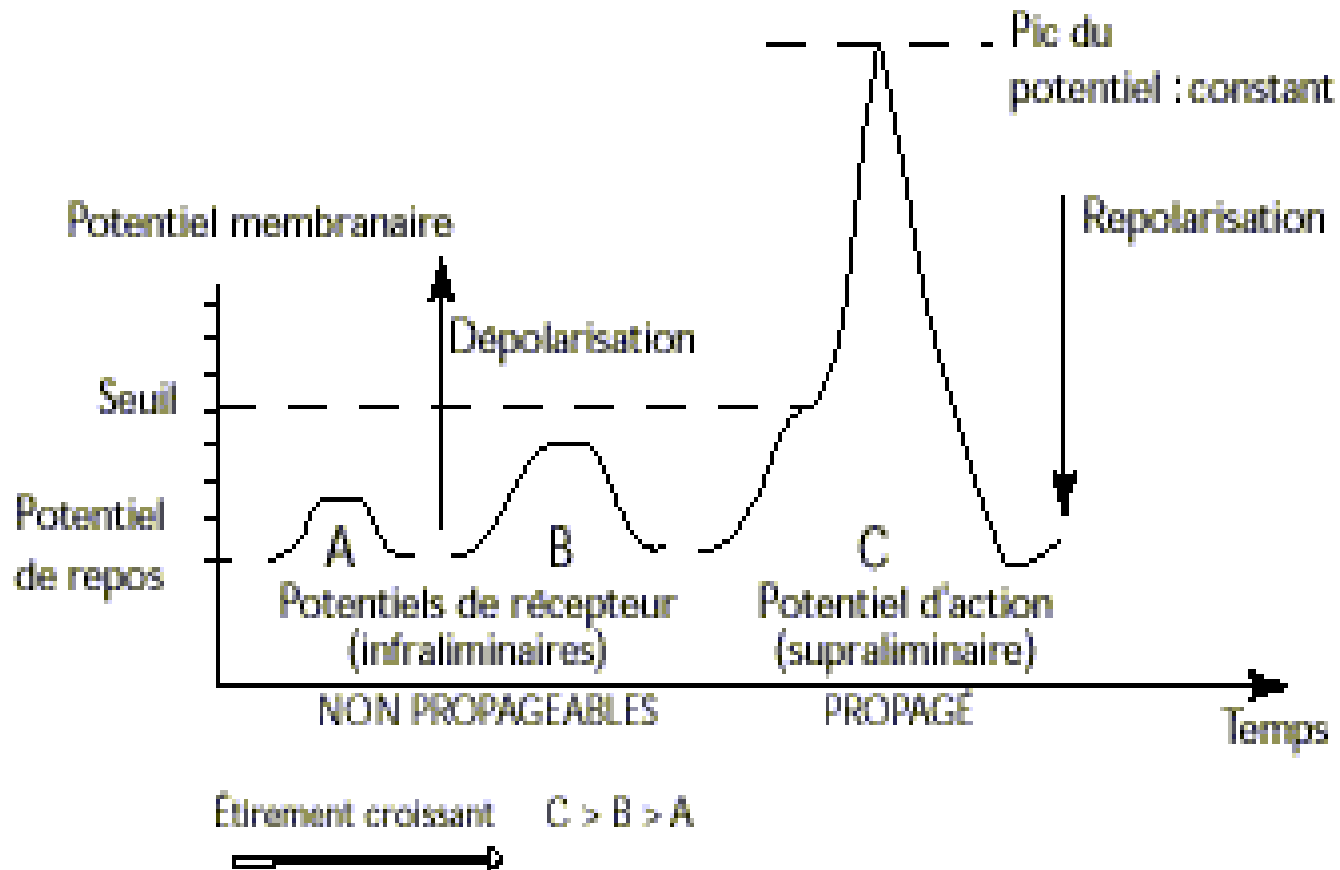
RECEPTEURS SENSITIFS

Codage de l'information sensitive:

- ❖ Codage de la nature: par le site accessoire
- ❖ Codage de l'intensité:
 - Utilise les variations d'amplitude du potentiel de récepteur et la fréquence de décharge des potentiels d'action sur la fibre afférente
 - L'amplitude du potentiel de récepteur est proportionnelle à l'intensité de la stimulation

RECEPTEURS SENSITIFS

Transduction et potentiels de récepteur



RECEPTEURS SENSITIFS

Codage de l'information sensitive:

❖ Codage de l'intensité:

- La fréquence (f) des PA. $f_{PA} = a \cdot \log i + b$
(Loi de Weber et Fechner)
- La fréquence maximale des PA ($f_{\max PA}$) est influencée par la période réfractaire

$$f_{\max PA} = 1 / PRA$$

PRA: période réfractaire absolue

RECEPTEURS SENSITIFS

Codage de l'information sensitive:

❖ Codage de la durée: lié au degré d'adaptation du récepteur

Un récepteur est dit adaptable si sa stimulation prolongée, de même intensité, s'accompagne d'une diminution de la fréquence de décharge des PA sur sa fibre afférente

RECEPTEURS SENSITIFS

Codage de l'information sensitive:

❖ Codage de la durée:

➤ Récepteurs à adaptations rapides: récepteurs phasiques

❑ Répondent aux stimuli par une décharge maximale, brève et qui diminue malgré la persistance de la stimulation

❑ Sont connectés à des fibres de gros calibre

RECEPTEURS SENSITIFS

Codage de l'information sensitive:

❖ Codage de la durée:

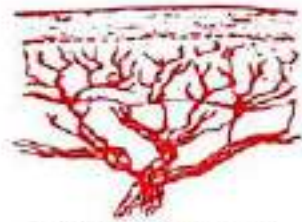
➤ Récepteurs à adaptation lente: récepteurs toniques

- ❑ Continuent de décharger aussi longtemps que dure le stimulus
- ❑ Les récepteurs de la douleur ne s'adaptent pas: **adaptation nulle**
- ❑ L'adaptabilité est une propriété liée en partie à la capsule du récepteur

RECEPTEURS SENSITIFS

Type de récepteur	Structure	Adaptation
Corpuscules de Pacini	Encapsulés +++	Rapide +++
Corpuscules de Meissner	Encapsulés	Rapide++
Terminaisons annexées aux poils	Non encapsulés	Rapide+
Disques de Merkel	Renflés	lente
Corpuscules de Ruffini	Encapsulés	Lente
Corpuscules de Krause	Encapsulés	Lente
Terminaisons nerveuses libres TNL	Non encapsulés	Lente
Nocicepteurs (sont des TNL) - mécanorécepteurs - polymodaux	Non encapsulés	- Lente - Nulle
Fuseau neuromusculaire	Musculo-tendineux (M-T)	-
Organe tendineux de Golgi	M-T	-

RECEPTEURS SENSITIFS



Terminaison nerveuse libre



Disque de Merkel



Récepteur pileux



Corpuscule de Pacini



Corpuscule de Meissner



Corpuscule de Krause



Organe de Ruffini



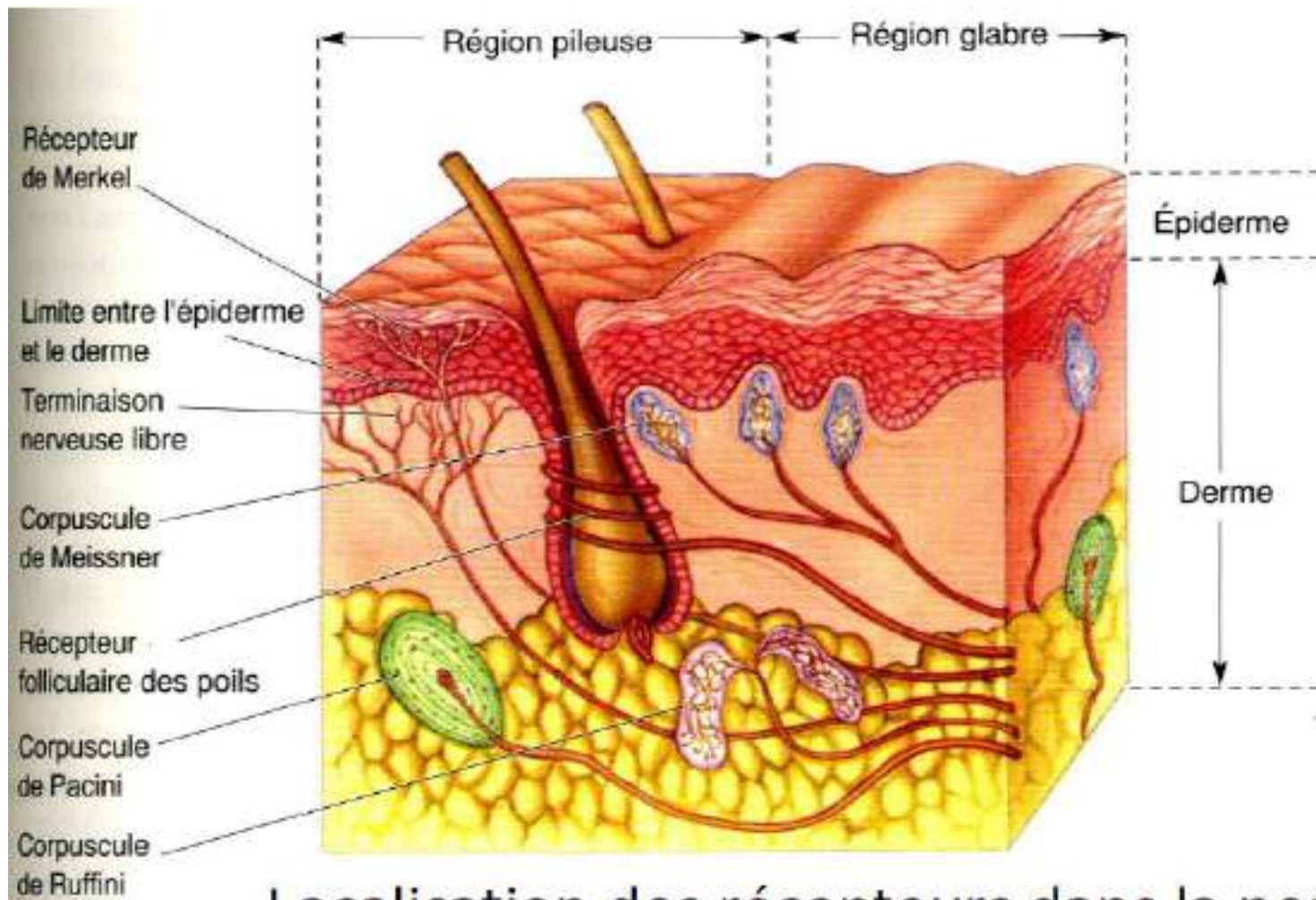
Organe tendineux de Golgi



Fuseau neuromusculaire

Différents types de récepteurs

RECEPTEURS SENSITIFS



Localisation des récepteurs dans la peau

RECEPTEURS SENSITIFS

Codage de l'information sensitive:

❖ Codage de la localisation spatiale:

- Possible grâce à l'existence de champs de récepteurs
- Dépend de la densité des champs de récepteurs
- Dépend aussi de l'importance des projections corticales

RECEPTEURS SENSITIFS

Codage de l'information sensitive:

❖ Codage de la localisation spatiale:

Le champs de récepteur d'un neurone somesthésique correspond à la région dont la stimulation modifie la fréquence de décharge du neurone

RECEPTEURS SENSITIFS

Codage de l'information sensitive:

❖ Codage de la localisation spatiale:

- ❑ Le territoire cutané innervé par une racine sensitive constitue un dermatome
- ❑ Il est formé des champs de récepteurs des neurones qui composent cette racine
- ❑ Les zones du corps ayant une plus grande densité en champs de récepteurs ont une plus grande capacité de discrimination sensitive

RECEPTEURS SENSITIFS

Codage de l'information sensitive:

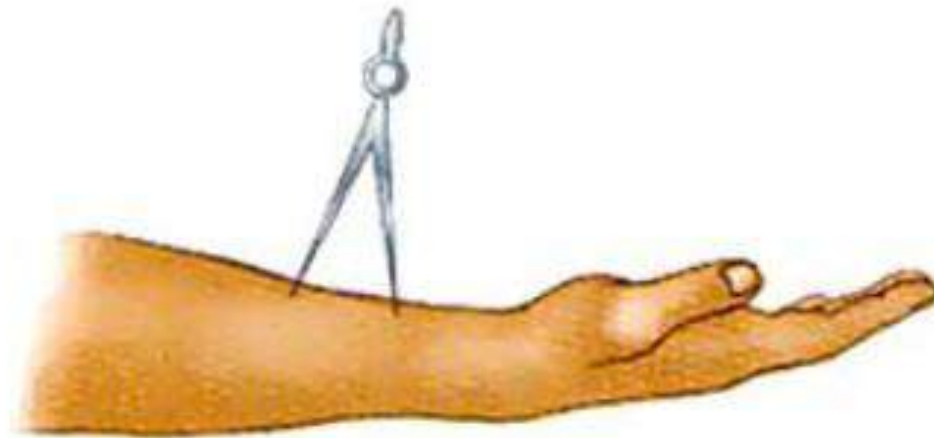
❖ Codage de la localisation spatiale:

➤ La discrimination spatiale:

❑ S'étudie en mesurant la distance minimum entre 2 points perçus comme séparés (grâce aux pointes d'un compas)

❑ Cette distance est très variable. Exemple: 2mm à la pulpe des doigts, 30mm sur le bras et 70mm dans le dos.

RECEPTEURS SENSITIFS



Principe du test
de la sensibilité
au toucher

RECEPTEURS SENSITIFS

Codage de l'information sensitive:

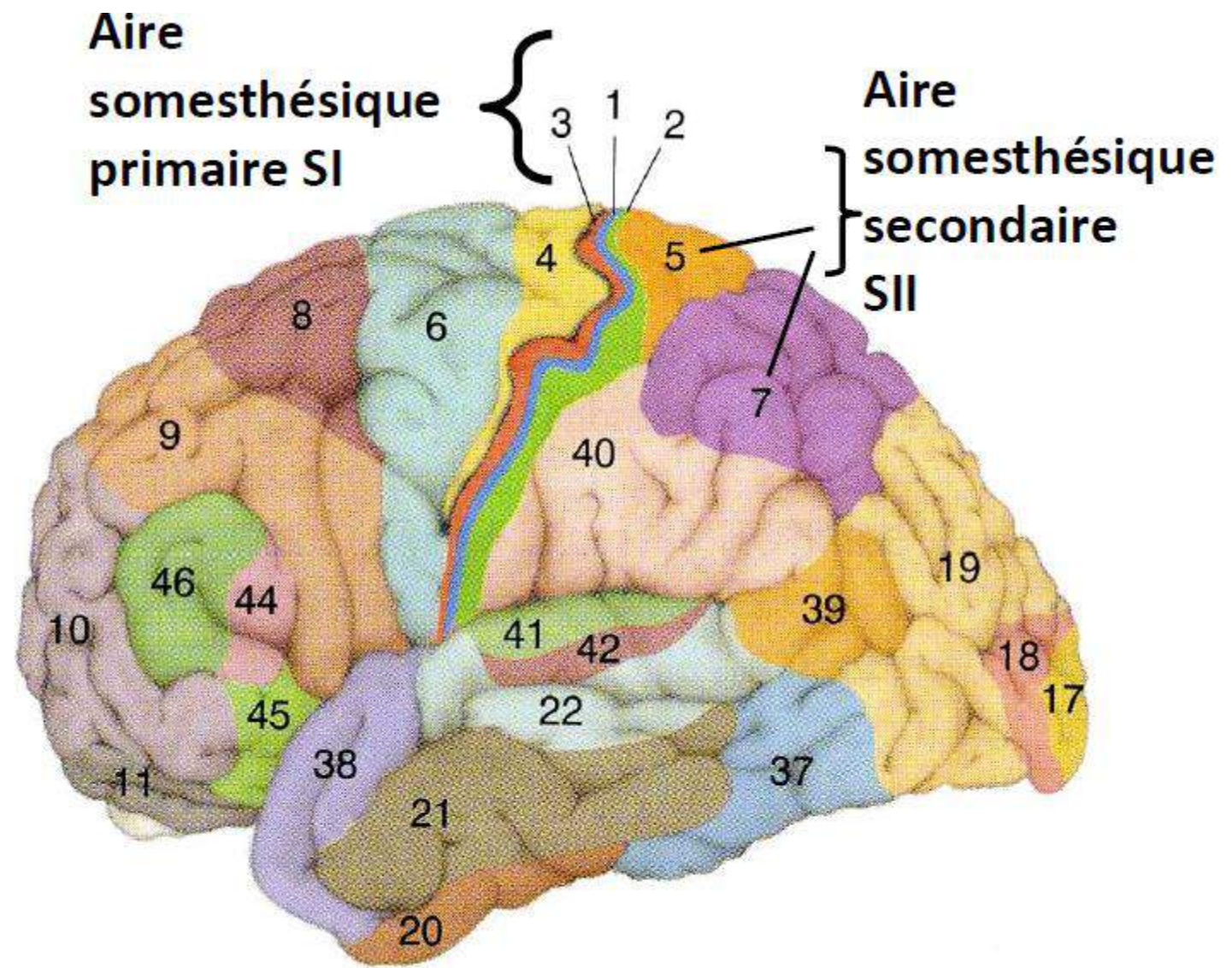
❖ Codage de la localisation spatiale:

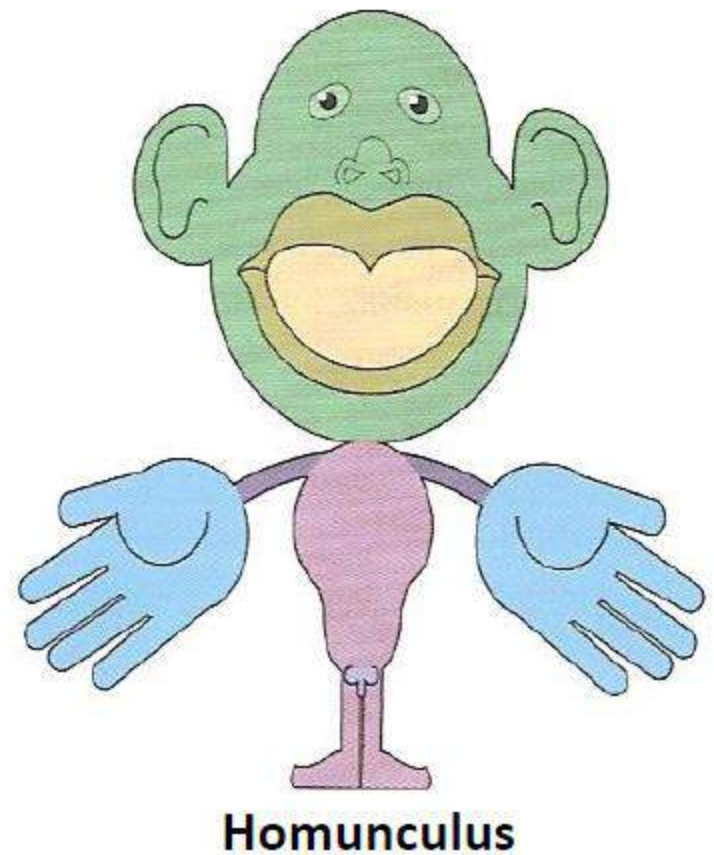
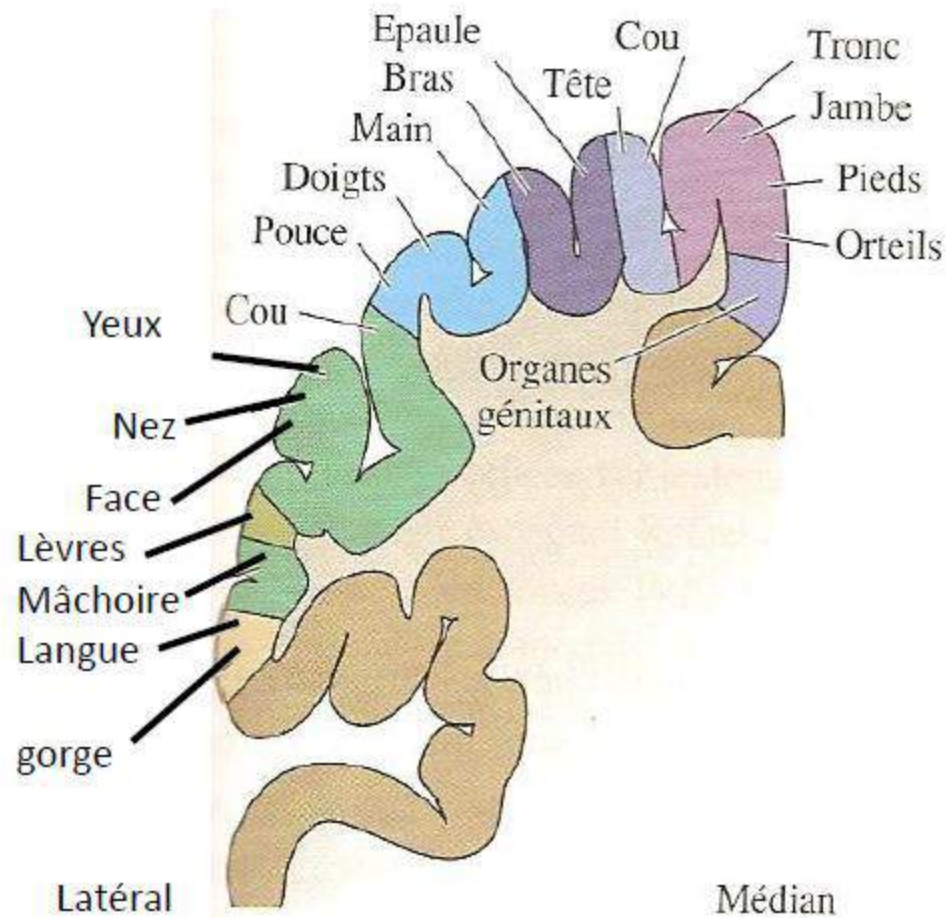
➤ La discrimination spatiale:

□ La topographie des représentations du corps humain sur le cortex somesthésique:

✓ Permet d'obtenir un **homonculus** «petit homme»

✓ Face et main surdimensionnées par rapport au torse et aux segments proximaux des membres





Somatotopie du cortex somesthésique
primaire humain

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Systeme cordons posterieurs ou lemniscal:

Regroupe:

- ❖ La sensibilité tactile épicrotique
- ❖ La sensibilité vibratoire
- ❖ La sensibilité articulaire (proprioceptive consciente)

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Systeme des cordons postérieurs ou lemniscal:

❖ La sensibilité tactile épicrotique

- Donne une sensation fine très discriminative et à conduction rapide
- Discrimination tactile spatiale lorsqu'une zone du corps est touchée

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Systeme des cordons postérieurs ou
lemniscal:

- ❖ La sensibilité tactile épicrotique
- Reconnaissance du volume, de la forme et de la texture des objets par le simple toucher, les yeux fermés (**stéréognosie**)
- On y ajoute l'évaluation pondérale: estimation de la masse des objets

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Systeme des cordons postérieurs ou lemniscal:

❖ La sensibilité tactile épicrotique

➤ **Récepteurs:** mécanorécepteurs répondant au contact avec la peau et la dépression de celle-ci.

❑ Terminaisons annexées aux poils (récepteurs des follicules pileux)

❑ Corpuscules de Meissner (peau glabre)

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Systeme des cordons postérieurs ou lemniscal:

❖ La sensibilité tactile épicrotique

➤ Récepteurs: mécanorécepteurs

❑ Corpuscules de Pacini dans le tissu sous cutané

❑ Disque de Merkel

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Systeme des cordons postérieurs ou
lemniscal:

- ❖ La sensibilité articulaire
- Sensibilité proprioceptive consciente
- Renseigne sur la position exacte et les mouvements des parties du corps

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Systeme des cordons postérieurs ou lemniscal:

❖ La sensibilité articulaire

➤ Récepteurs:

- ❑ Corpuscule de Pacini répondant aux variations de positions de l'articulation
- ❑ Corpuscules de Ruffini activés dans les positions extrêmes de l'articulation

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Systeme des cordons postérieurs ou
lemniscal:

❖ La sensibilité vibratoire

➤ Récepteurs:

Corpuscules de Pacini sont sensibles aux vibrations à basse pression

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Systeme des cordons postérieurs ou
lemniscal:

❖ Voie

➤ Le **premier neurone** quitte le récepteur →

Cordon dorsal homolatéral → noyaux
gracile de Goll et cunéiforme de Burdach
au niveau du bulbe rachidien

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Systeme des cordons postérieurs ou lemniscal:

❖ Voie

- Le **deuxième neurone** prend le relais
- ➔ décusse (croise la ligne médiane) en cheminant dans le lemnisque médian (ruban du Reil médian) ➔ projection dans le noyau ventropostérolatéral (VPL) du thalamus

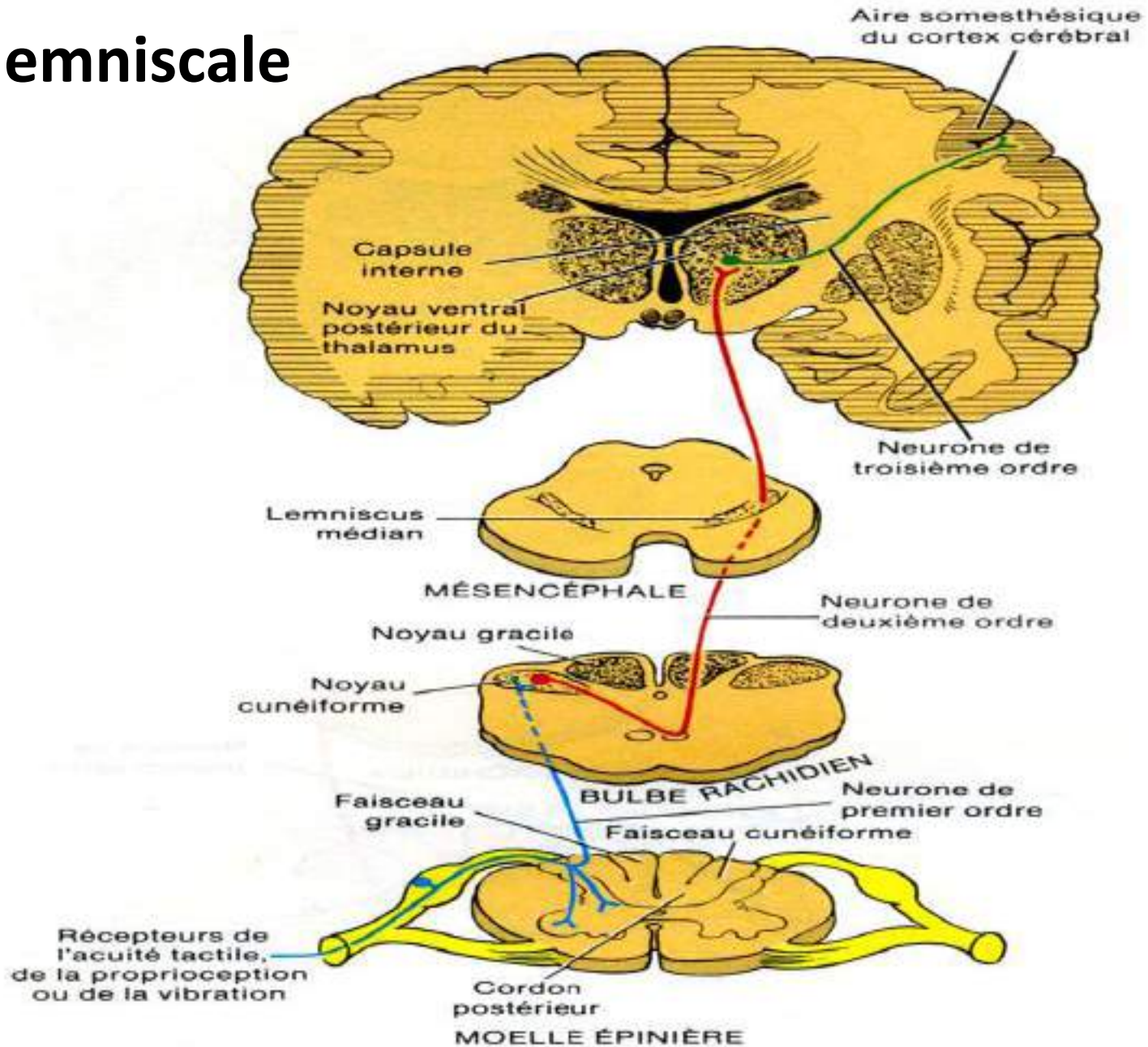
TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Systeme des cordons posterieurs ou
lemniscal:

❖ Voie

- Le **troisième neurone** prend le relais
- ➔ se projette sur l'aire somesthésique
primaire (SI)

Voie lemniscale



TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Lésions des cordons dorsaux, des neurones de la voie lemniscale ou de SI:

- ❖ Astéréognosie (incapacité à reconnaître les objets par le toucher les yeux fermés)
- ❖ Une baisse de la capacité discriminative spatiale
- ❖ Une ataxie sensitive exacerbée par la fermeture des yeux et qui associe:
 - Trouble de l'équilibre statique
 - Trouble de la marche

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal: Regroupe

- ❖ Le tact protopathique ou tact grossier
- ❖ Sensibilité thermique
- ❖ Douleur
- ❖ Chatouillement et démangeaisons
- ❖ Sensations sexuelles
- ❖ La sensibilité musculaire (proprioceptive inconsciente) a aussi des voies extra-lemniscales

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

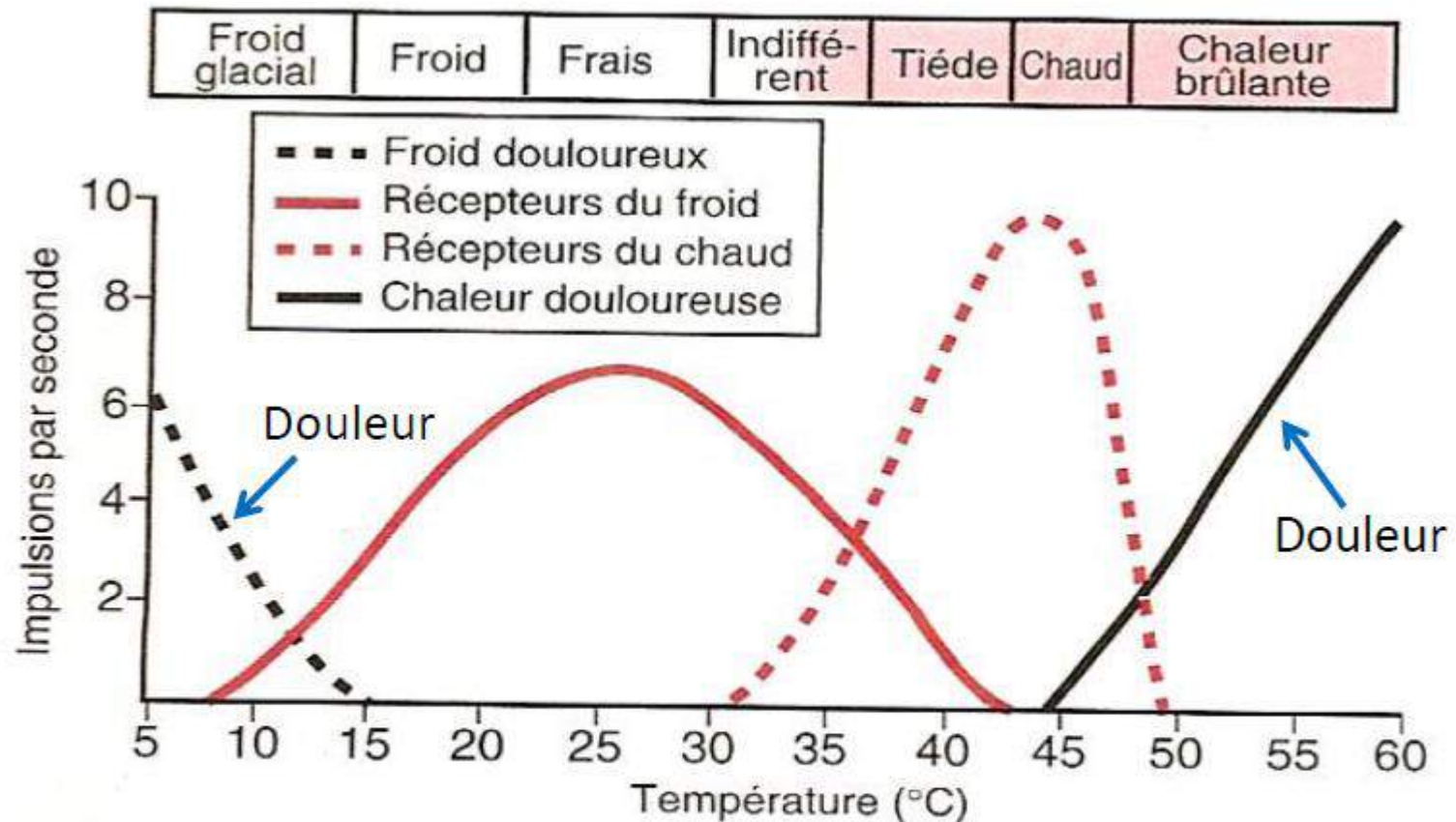
Le système extra-lemniscal:

- ❖ Le tact protopathique ou tact grossier
 - Souvent qualifié de tactile non discriminatif, il a cependant un faible degré de discrimination
 - Renseigne sur les contacts continus et les pressions appuyées
- ❖ La sensibilité thermique: au chaud et au froid

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

FROID	CHAUD
Récepteurs stimulés aux basses températures	Récepteurs stimulés au-delà de 30°C
Douloureux: jusqu'à 10-15°C avec contact prolongé	Douloureux: $\geq 45^{\circ}\text{C}$
Pic de stimulation des récepteurs = 24°C	Pic de stimulation : 42°C
Arrêt de la stimulation: 42°C	Arrêt de la stimulation: 50°C. Tout est ressenti alors comme douleur
Reprise de stimulation: 45°C du fait de leur lésion par la chaleur	-

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE



Réponses de fibres connectées aux nocicepteurs et aux thermorécepteurs à différentes températures

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

❖ la douleur

- Se définit comme une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable associée à une lésion tissulaire réelle ou potentielle ou décrite en termes d'une telle lésion

(de l'IASP: international Association for the Study of Pain ou Association Internationale pour l'Etude de la Douleur)

- Nature du stimulus: mécanique, thermique, chimique, électrique

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

❖ La nociception

- Est définie comme l'ensemble des effets induits par les stimuli susceptibles de compromettre l'intégrité physique de l'organisme (Sherrington)
- Ou encore: perception de ce qui peut nuire (du la latin « nocere »)

Sensibilité	Récepteurs	Fibres nerveuses
Tact protopathique	TNL Ruffini	A δ A β
Sensibilité thermique	TNL Ruffini Krause	A δ et C A β A β
Douleur	TNL: - mécanoréceptives - polymodales	A δ C
Sensibilité musculaire	- Fuseaux neuro-musculaires - Organes tendineux de Golgi	A α \approx Ia A α \approx Ib
Chatouillement et démangeaisons	TNL	C
Sensations sexuelles	TNL Meissner	A δ A β

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

❖ Voie

➤ **Tact protopathique:** voie des cordons antérieurs ou voie spino-thalamique ventrale ou néospinothalamique

□ Le **premier neurone** quitte le récepteur

➡ racine postérieure ➡ corne postérieure
homolatérale

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

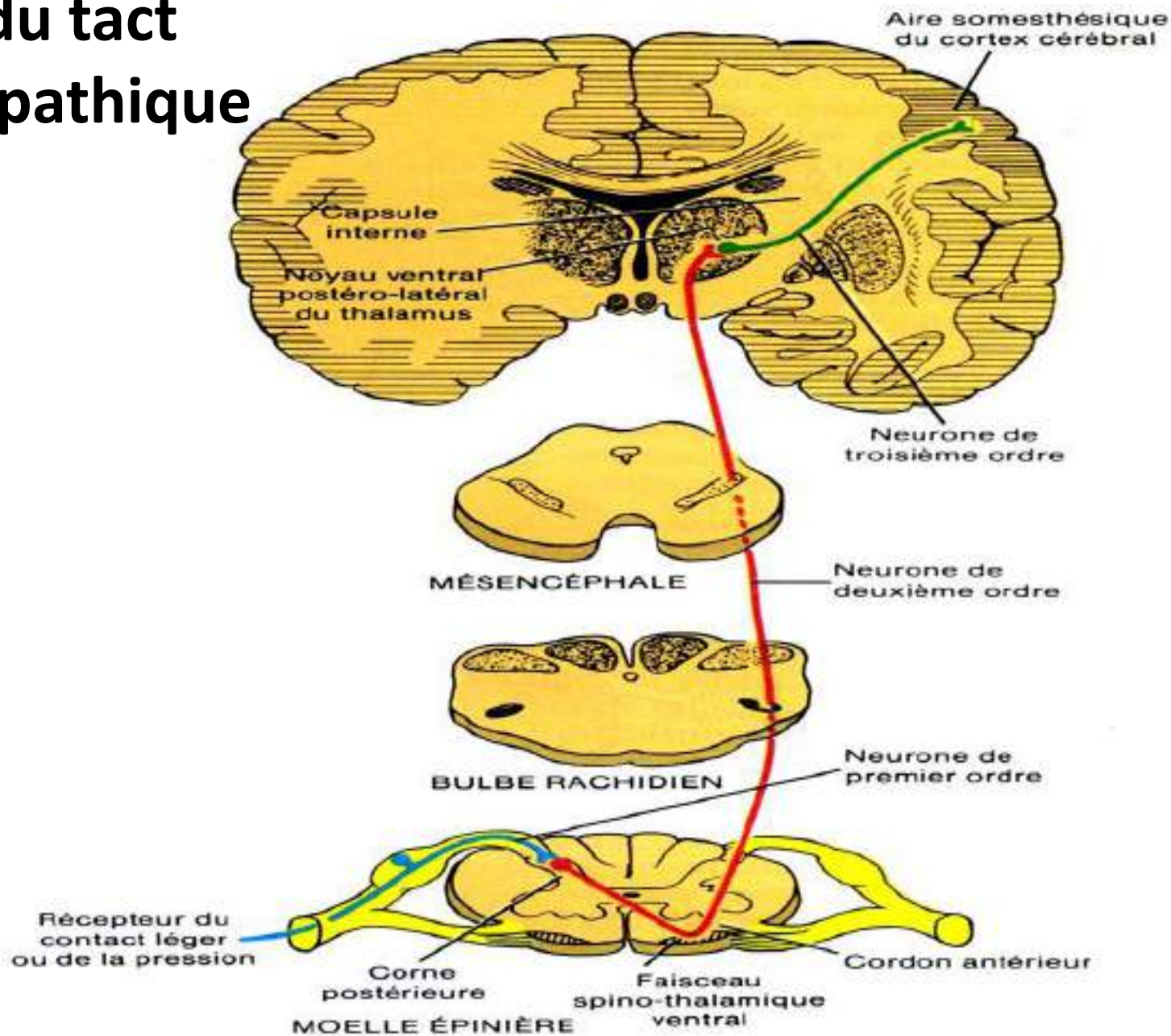
Le système extra-lemniscal:

❖ Voie

➤ Tact protopathique:

- ❑ Le **deuxième neurone** prend le relais, décusse, traverse le cordon antérieur de la moelle, atteint le bulbe, le pont puis le mésencéphale ➡ se projette dans le noyaux ventropostérolatéral du thalamus
- ❑ Le **troisième neurone** est thalamo-cortical et se projette sur l'aire somesthésique secondaire (SII) et accessoirement sur S1

Voie du tact protopathique



TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

❖ Voie

➤ **Sensibilité thermique:** voie des cordons latéraux ou voie spino-thalamique latéral ou paléospinothalamique

□ Le **premier neurone** quitte le récepteur
➡ racine dorsale de la moelle ➡ corne dorsale homolatérale

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

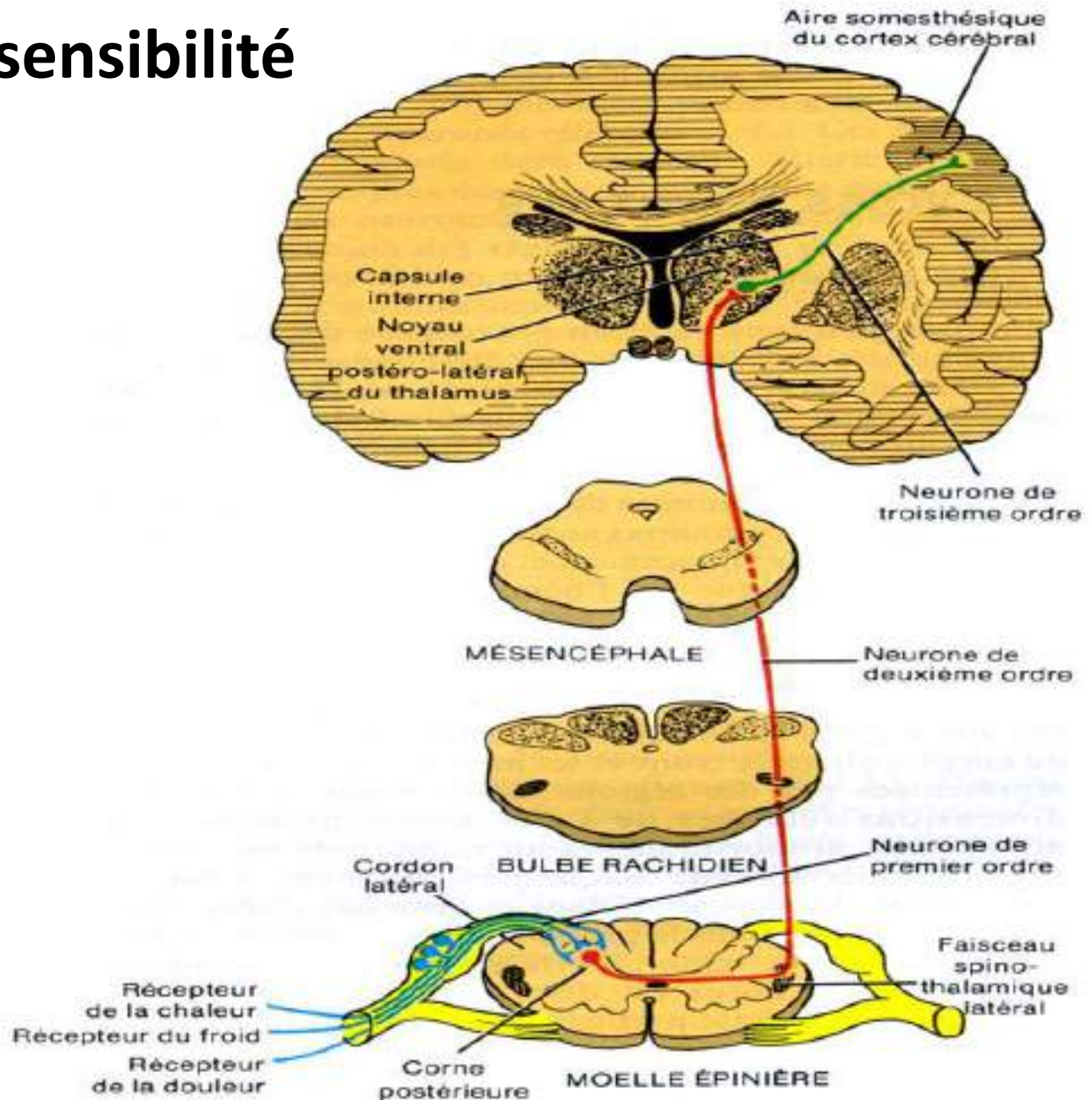
Le système extra-lemniscal:

❖ Voie

➤ Sensibilité thermique:

- ❑ Le **deuxième neurone** prend le relais, décusse, traverse le cordon latéral de la moelle, atteint le bulbe, le pont puis le mésencéphale → se projette dans le thalamus surtout au niveau des noyaux intralaminaires (NIL) du thalamus et en partie au niveau du VPL
- ❑ Le **troisième neurone** se projette sur SII et accessoirement sur SI

Voie de la sensibilité thermique



TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

Voie

➤ Sensibilité thermique:

Une lésion de la voie thermique est responsable d'une hypoesthésie ou d'une anesthésie au chaud et au froid

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

❖ Voie

➤ Sensibilité douloureuse:

- ❑ Le **premier neurone** quitte le récepteur
➡ corne dorsale de la moelle
- ❑ Le **deuxième neurone** prend le relais et va se projeter sur une des structures supramédullaires de transmission de la douleur
- ❑ Nous avons ainsi plusieurs faisceaux

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

❖ Voie

➤ Sensibilité douloureuse:

❑ Faisceaux spino-thalamique latéral ➡ vers les noyaux intralaminaires du thalamus puis vers SII: responsable de la composante sensorielle de la douleur

❑ Faisceau spino-réticulaire ➡ la formation réticulée activatrice du tronc cérébral: responsable de la réaction d'éveil lors de la douleur

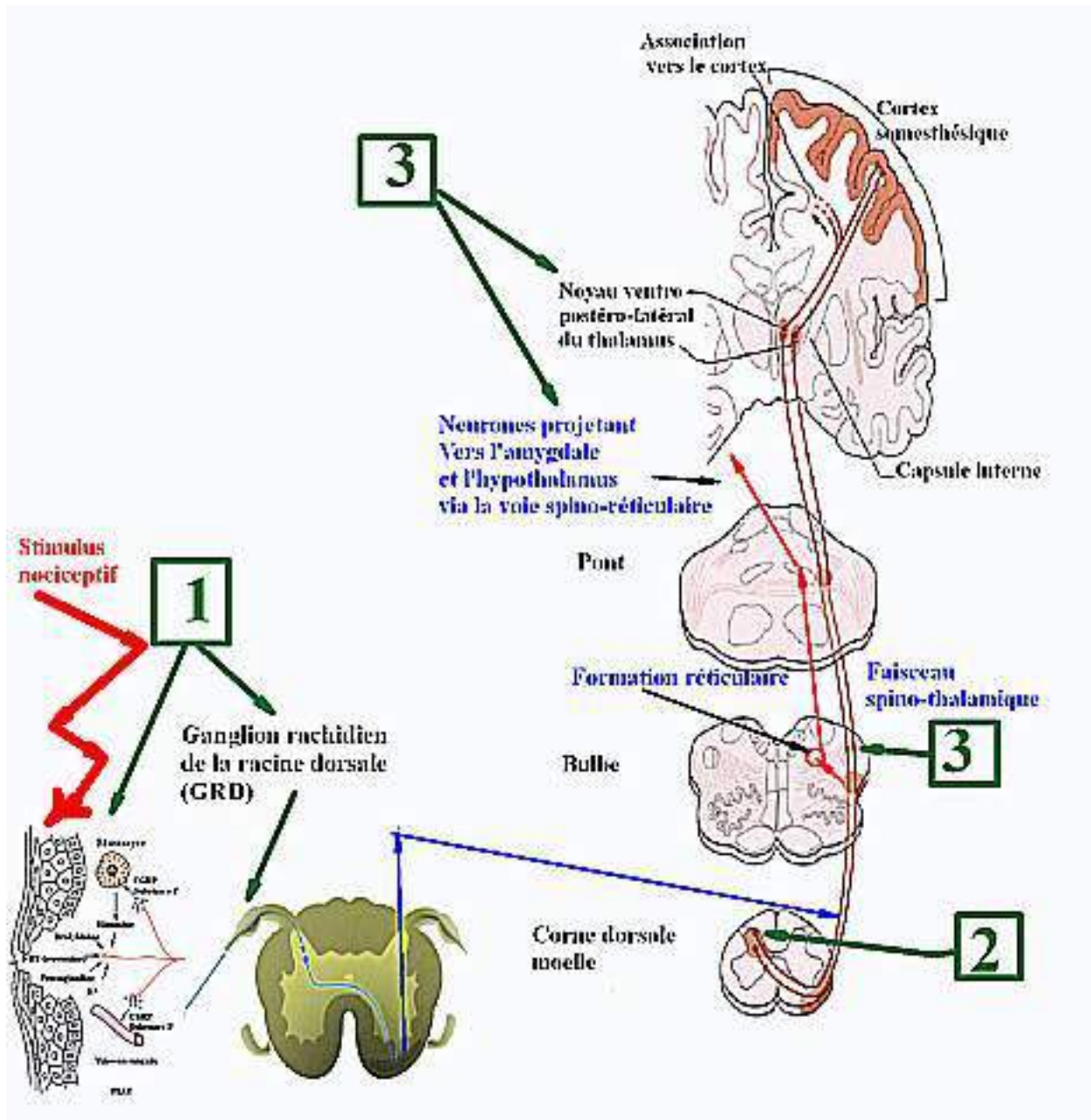
TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

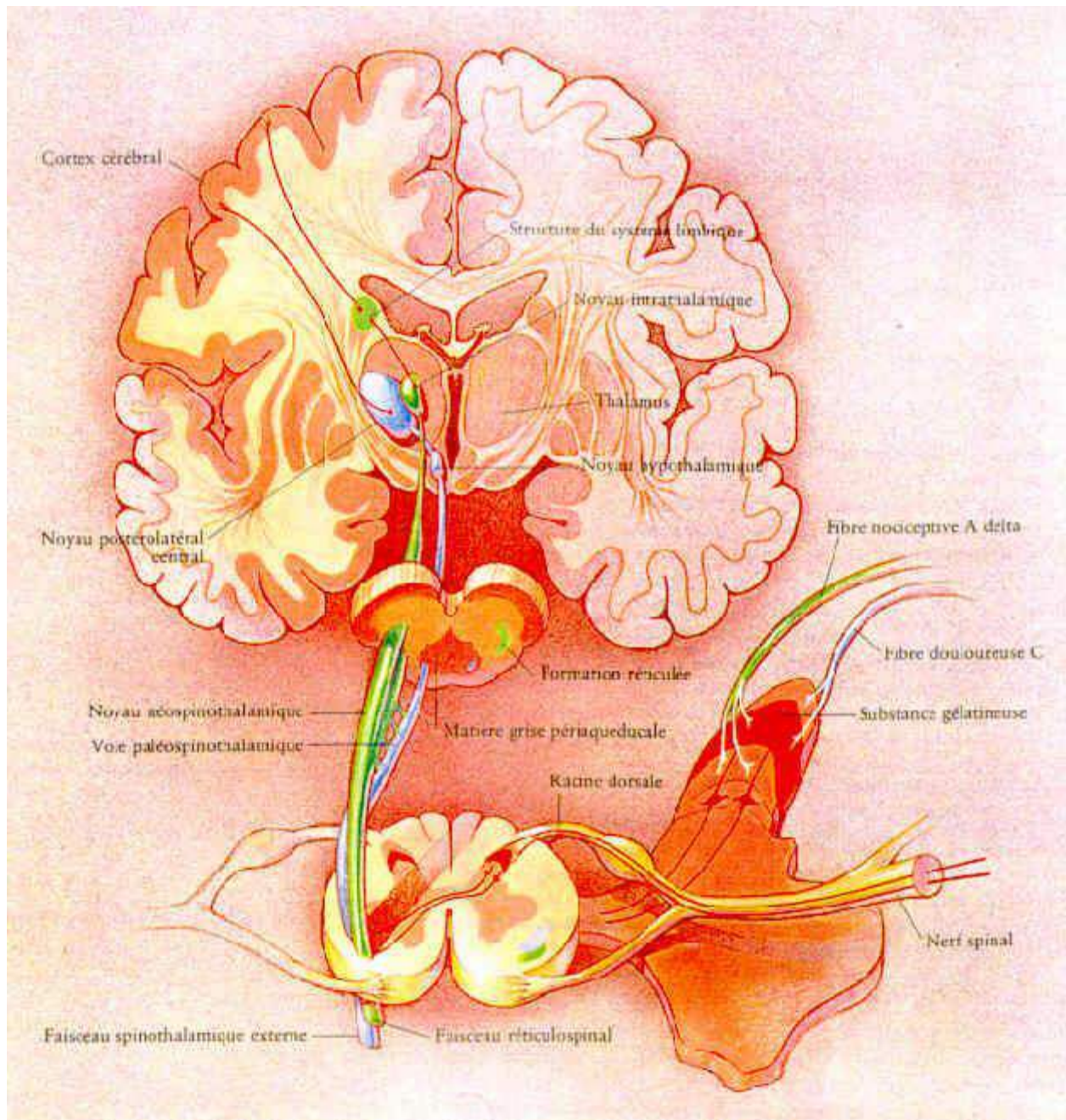
Le système extra-lemniscal:

❖ Voie

➤ Sensibilité douloureuse:

- ❑ Faisceaux spino-hypothalamique ➡ vers l'hypothalamus: responsable des réactions endocrino-végétatives lors de la douleur (sécrétions glandulaires, polypnée, tachycardie...)
- ❑ Faisceau spino-amygdalien ➡ vers les amygdales cérébraux: support des réactions cognitives et affectives de la douleur





TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

❖ Voie

➤ Sensibilité douloureuse:

- Du fait des sites de projections multiples de la douleur, une lésion isolée de la voie spino-thalamique latérale ne fait pas disparaître la sensation douloureuse
- Ce qui change, c'est la perception qu'on a de cette douleur

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

❖ Voie

➤ **Sensibilité musculaire:** proprioceptive
inconsciente

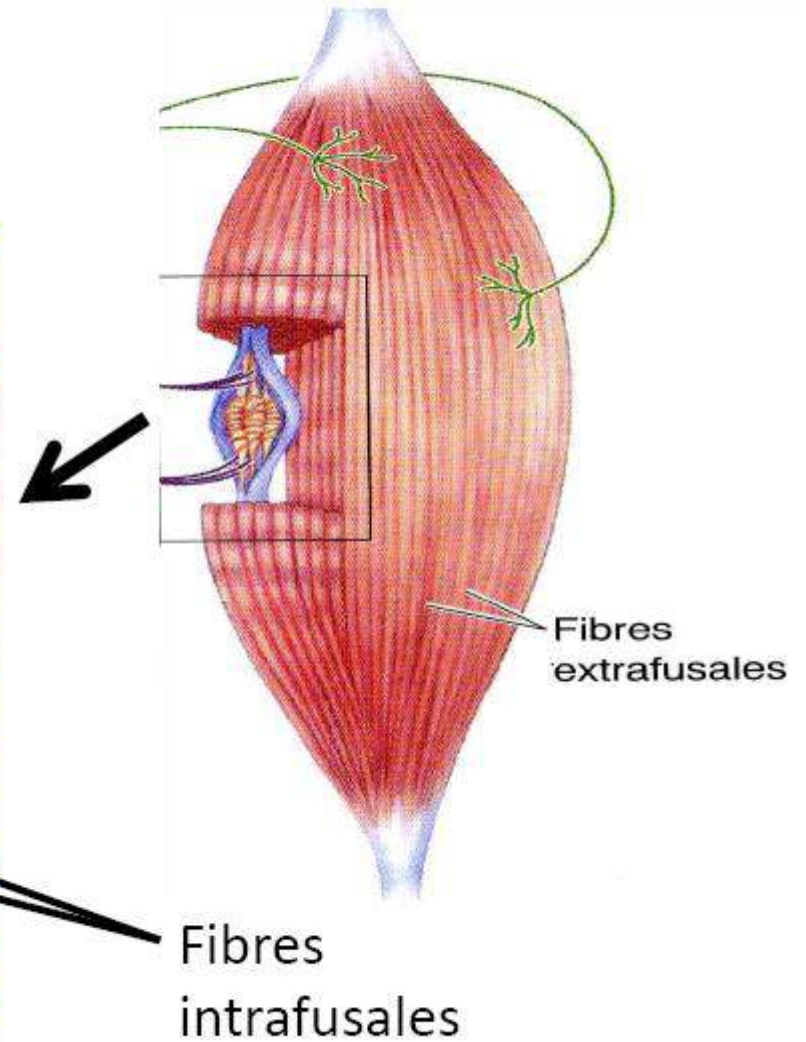
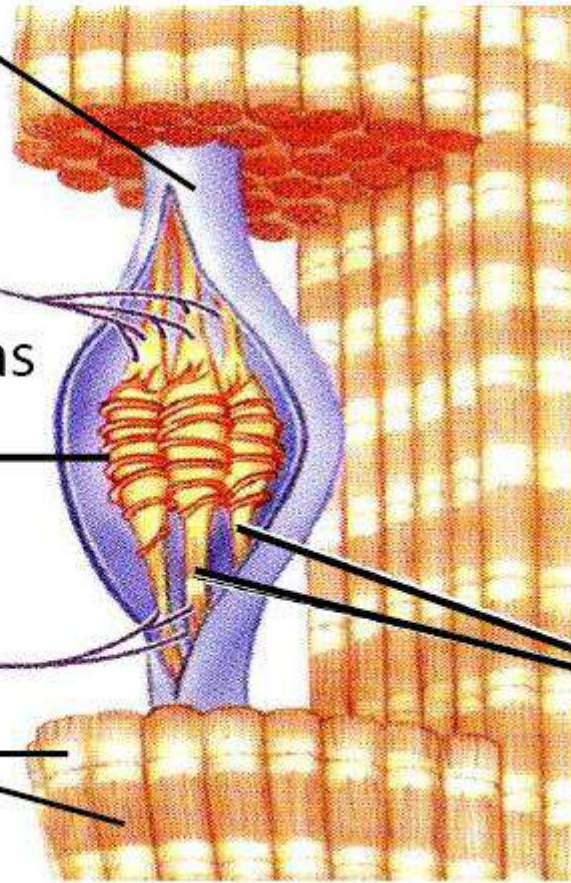
□ Les informations viennent surtout des fuseaux neuromusculaires (FNM) et accessoirement des organes tendineux de Golgi (OTG)

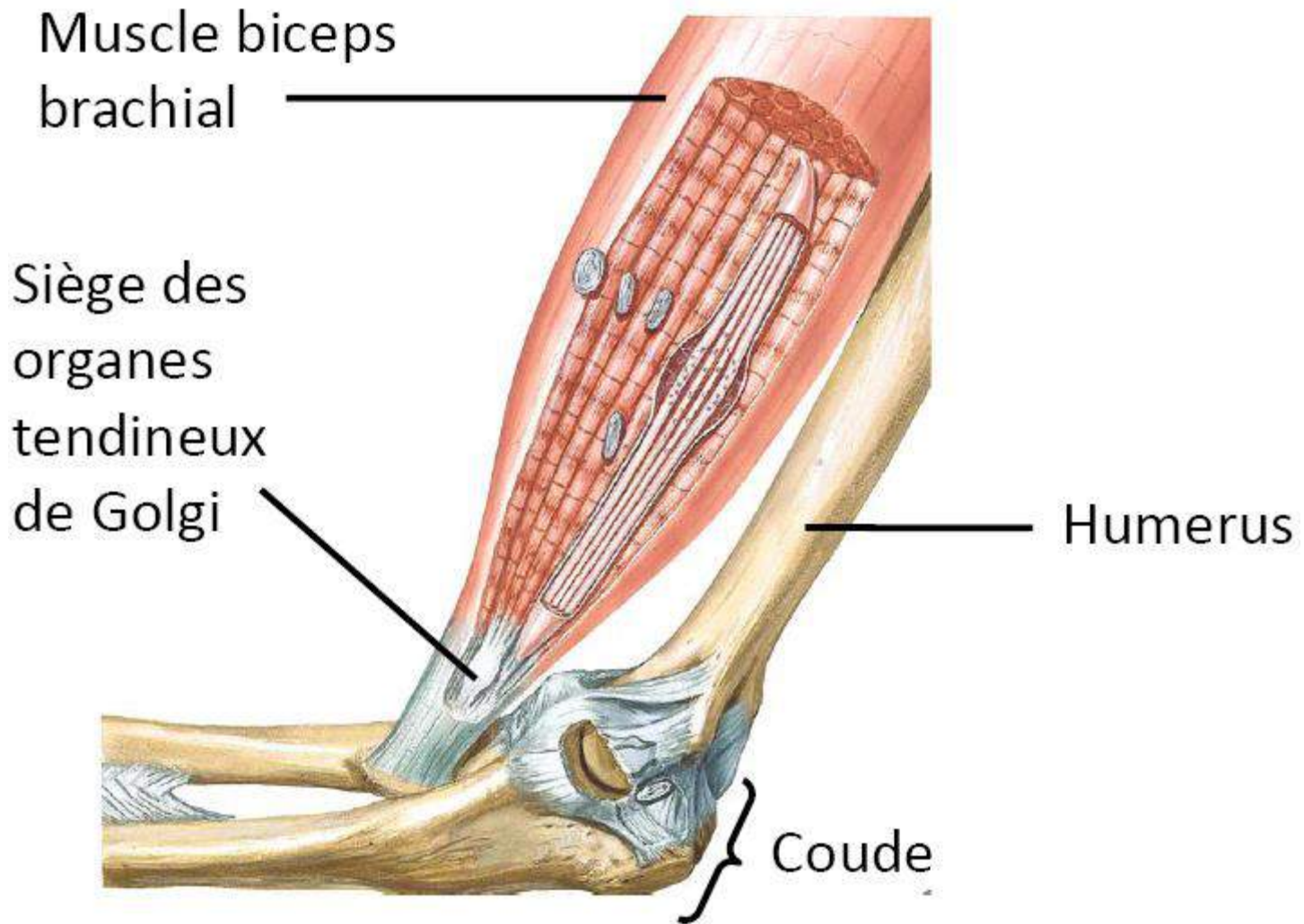
Innervation sensitive du muscle: le fuseau neuromusculaire

Capsule du fuseau
neuro-
musculaire

Terminaisons
annulo-
spirales

Fibres
extrafusales





Siège des organes tendineux de Golgi
au niveau du biceps brachial

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

❖ Voie

➤ Sensibilité musculaire:

- ❑ Le centre est le cervelet qui est renseigné instantanément sur l'état de contraction d'un muscle et sur le degré de tension des tendons
- ❑ On distingue deux faisceaux

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

❖ Voie

➤ Sensibilité musculaire:

□ Faisceau spino-cérébelleux dorsal (FSCD)

ou direct (de Flehig): Le **premier neurone**
arrive au niveau de la corne dorsale

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

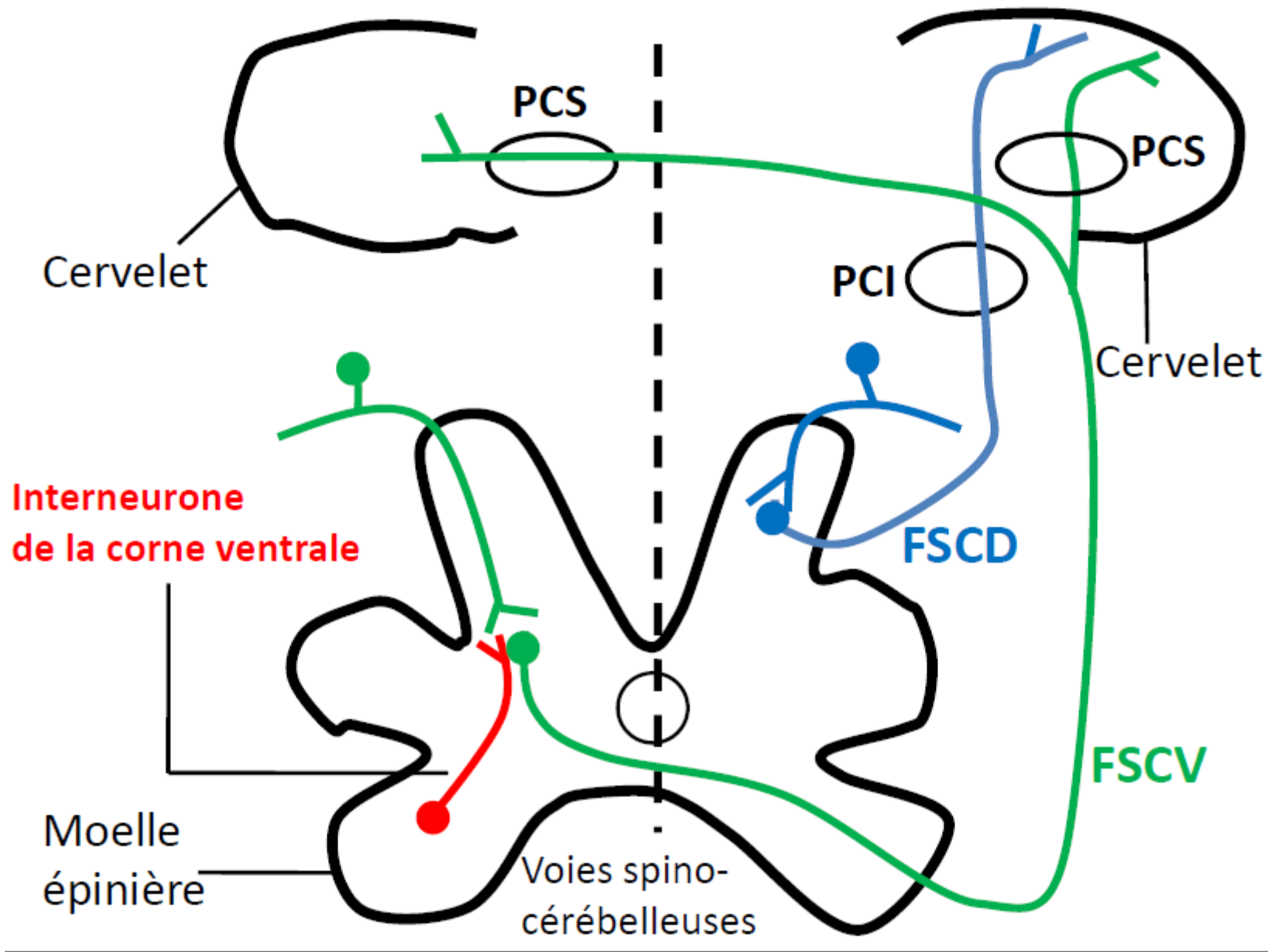
❖ Voie

➤ Sensibilité musculaire:

□ Faisceau spino-cérébelleux dorsal (FSCD)

ou direct (de Fleschig):

Le **deuxième neurone** prend le relais et monte directement à travers les cordons dorso-latéraux, pénètre dans le cervelet par le pédoncule cérébelleux inférieur (PCI) et aboutit dans le vermis et les zones intermédiaires homolatérales



TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

❖ Voie

➤ Sensibilité musculaire:

□ Faisceau spino-cérébelleux ventral
(FSCV) ou croisé (de Gowers):

Le **premier neurone** pénètre dans la substance grise médullaire par la corne dorsale et aboutit à la base de cette corne

TRANSMISSION DE L'INFORMATION SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

❖ Voie

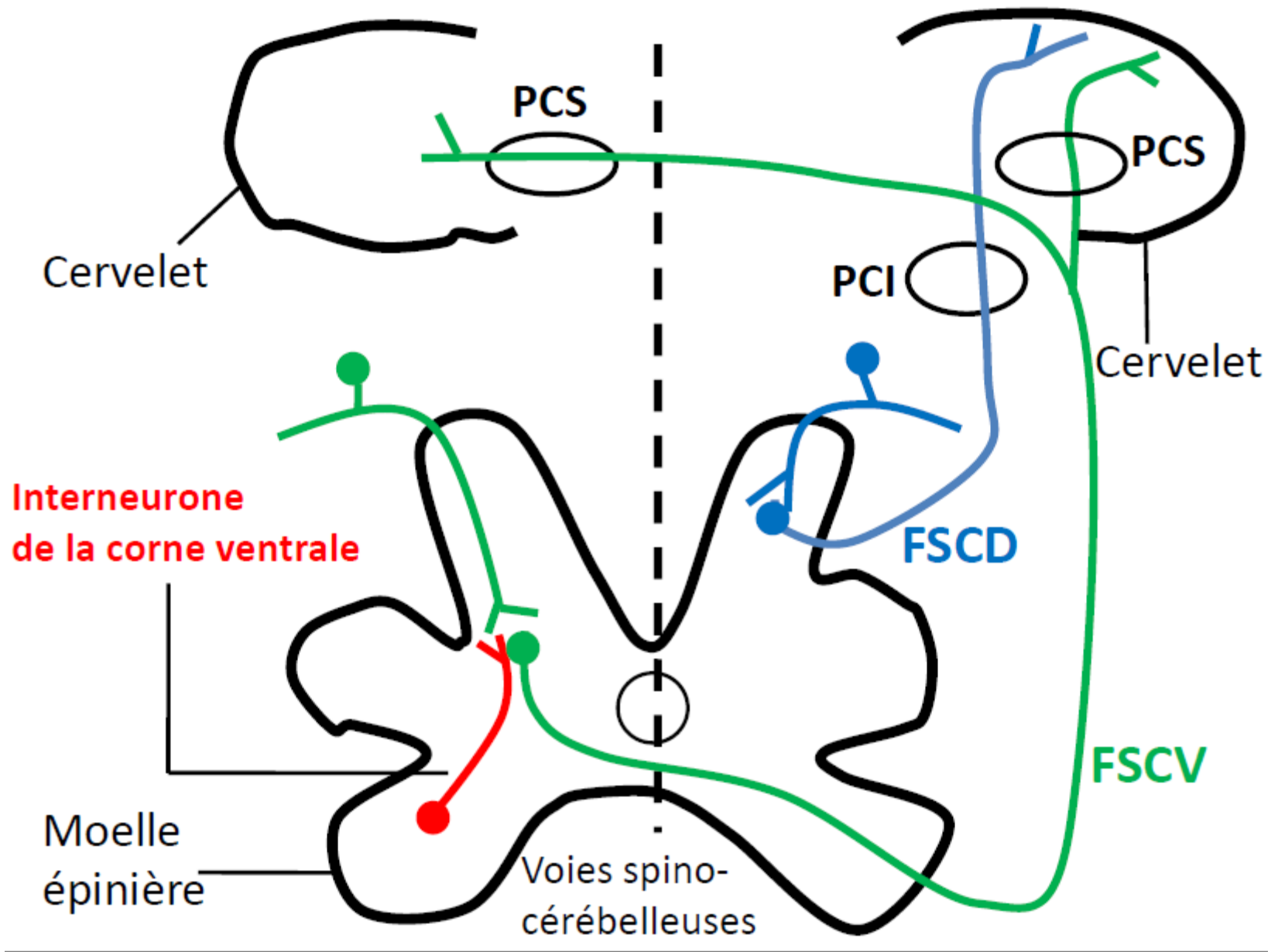
➤ Sensibilité musculaire:

□ Faisceau spino-cérébelleux ventral FSCV ou croisé (de Gowers):

Le **2nd neurone** prend le relais décusse une 1^{ère} fois, monte à travers les cordons ventro-latéraux, pénètre dans le cervelet par le pédoncule cérébelleux supérieur (PCS) après avoir décussé une 2^{nde} fois

Mais un contingent reste homolatéral

Donc le FSCV aboutit au deux côtés cervelet



TRANSMISSION DE L'INFORMATION

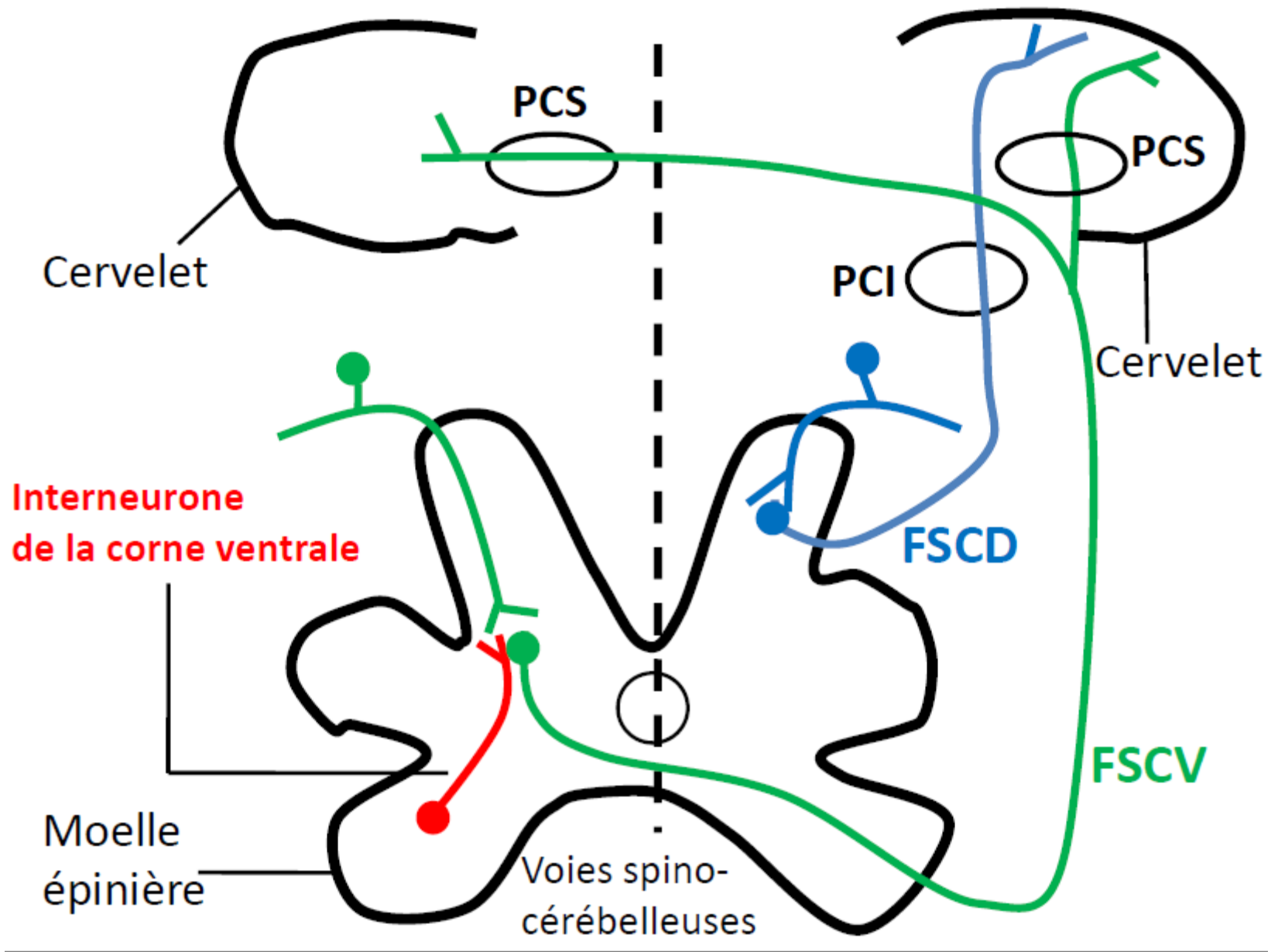
SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

❖ Voie

➤ Sensibilité musculaire:

En plus des informations venant des récepteurs musculaires, le cervelet reçoit une « copie » des signaux d'ordre moteur envoyés à la corne ventrale par le biais d'un interneurone issu de cette corne



TRANSMISSION DE L'INFORMATION

SENSITIVE SOMESTHESIQUE

Le système extra-lemniscal:

❖ Voie

➤ **Sensibilité musculaire:**

Le cervelet est renseigné sur « ce qui vient du muscle comme information » et sur « ce que va faire le muscle »: rôle d'ajustement

Les lésions du cervelet ou des voies spino-cérébelleuses entraînent des troubles de l'équilibre (ataxie cérébelleuse) non aggravée par la fermeture des yeux

CONCLUSION

La somesthésie permet de recueillir des informations venant du milieu environnant ou de l'intérieur de l'organisme

Est un des moyens nous permettant d'interagir avec notre environnement