

LA NOCICEPTION

Plan

- **I- Définitions**
- **II-Récepteurs nociceptifs**
- **III-Voies afférentes périphériques**
- **IV-Intégration spinale**
- **V-Centres supra segmentaires**
- **VI-Contrôle des messages nociceptifs**

I-Définitions

➤ La nociception

un processus sensoriel à l'origine du message nerveux qui provoque la douleur.

La nociception correspond à l'ensemble des fonctions de l'organisme qui permettent de détecter, percevoir et de réagir à des stimulations internes et externes potentiellement nocives pour l'organisme.

➤ La douleur

La douleur est une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable liée à une lésion tissulaire existante ou potentielle

➤ Il existe 3 types de douleurs:

Nociceptives

Neuropathiques

psychogène

➤ il existe : La douleur aiguë : -----signal d'alarme

La douleur chronique > 3 mois : Douleur Maladie

on distingue 3 niveaux dans la notion de douleur:

- **La composante sensori-discriminative**, liée à la capacité d'analyser la nature, la localisation, la durée, l'intensité de la stimulation douloureuse.
- **La composante affectivo-émotionnelle et comportementale:**

les régions corticales préfrontales et limbiques

- caractère désagréable.
- angoisse, anxiété, dépression
- des modifications comportementales (réactions d'attention, d'anticipation, de fuite...).

- **La composante cognitive** qui regroupe les processus mentaux participant au traitement des nombreuses informations de l'expérience algique: signification de la douleur perçue, contexte situationnel, référence aux expériences passées...

II-Récepteurs nociceptifs

-
- très nombreux au niveau de la peau; la détection de la douleur est accrue et la source de la douleur facilement identifiée.
- Au niveau des tendons, des articulations et des viscères, les nocicepteurs sont en revanche moins nombreux et la source de la douleur moins bien identifiée.

➤ Deux types de nocicepteurs

Les mécanonocicepteurs liés aux **fibres A δ** .

Ils répondent à des stimuli intenses de nature mécanique (piqûre, coupure, pincement...) et sont à l'origine d'une **sensation brève et précise**.

Au niveau des viscères, les mécanonocicepteurs sont sensibles à la distension des parois des organes creux.

Les nocicepteurs polymodaux terminaisons libres de fibres nerveuses liés aux **fibres C**.

Principalement situés au niveau musculaire, tendineux et articulaire. Ces nocicepteurs polymodaux répondent à des stimuli mécaniques, thermiques (<18°C, >45°C) et chimiques (agents toxiques externes et substances chimiques issues de tissus lésés ou substances dites algogènes) et sont à l'origine d'une **sensation durable et moins précise** en termes de localisation

Activation des nocicepteurs

- **L'action directe** de la stimulation nociceptive sur le nocicepteur (lésion tissulaire cutanée, tendineuse...)
- **L'action indirecte** de la stimulation nociceptive par l'intermédiaire de **substances algogènes endogènes libérées en cascade** suite à la lésion tissulaire ("**soupe inflammatoire**") bien représentée par exemple en cas de brûlure ou de piqure d'insecte.

III-Voies afférentes périphériques

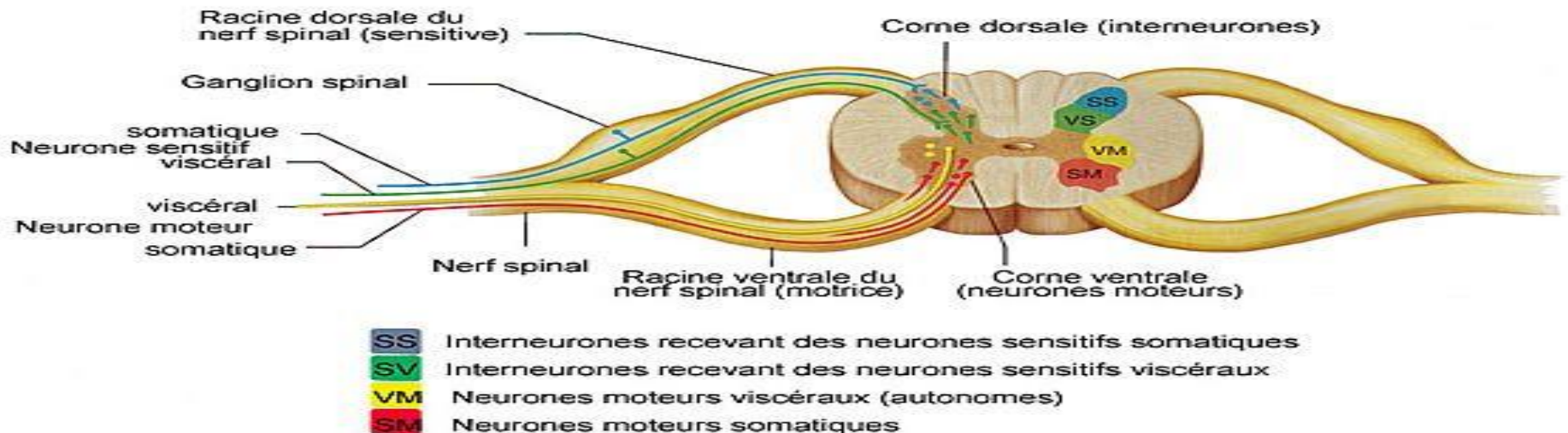
- **Fibres A δ** fibres lentes peu myélinisées de moyen calibre
une **discrimination fine** du stimulus douloureux.
- **Fibres C** amyéliniques de petit calibre

il existe ainsi une double composante dans la sensation douloureuse transmise par les 2 types de fibres

- **Une douleur rapide**, précise, à valeur localisatrice, à type de pincement, de piqûre... supportée par les fibres A δ . Ces fibres permettent à une activité réflexe de se développer en quelques millisecondes.
- **Une douleur retardée**, de nature plus sourde et moins localisée, à type de brûlure ou d'écrasement sous la responsabilité de fibres C.

IV-Intégration spinale

- La terminaison de l'axone du 1^{er} neurone fait relais avec le 2^e neurone de la voie) situé dans l'apex de la corne dorsale sur les lames I, II et V de REXED (substance gélatineuse de la corne dorsale de la moelle). .
- À partir de ce relais dans la corne dorsale, s'organisent des **circuits réflexes spinaux par l'intermédiaire de chaînes d'interneurones intraspinaux**
vers la **corne ventrale** et les motoneurones des muscles fléchisseurs des membres (d'où les réflexes de retrait en flexion);
vers la **zone intermédiaire végétative de la moelle** (d'où les réflexes végétatifs spinaux à la douleur).
- Les fibres nociceptives ne se destinent pas à un seul étage spinal (= un métamère). Chaque fibre se divise en branche pour le niveau correspondant à son métamère ainsi qu'en branches ascendantes et descendantes qui empruntent le tractus dorsolatéral de Lissauer, situé dans le cordon latéral. Ceci a pour conséquence une **diffusion de l'information aux étages métamériques adjacents** (en moyenne à 5 niveaux métamériques)



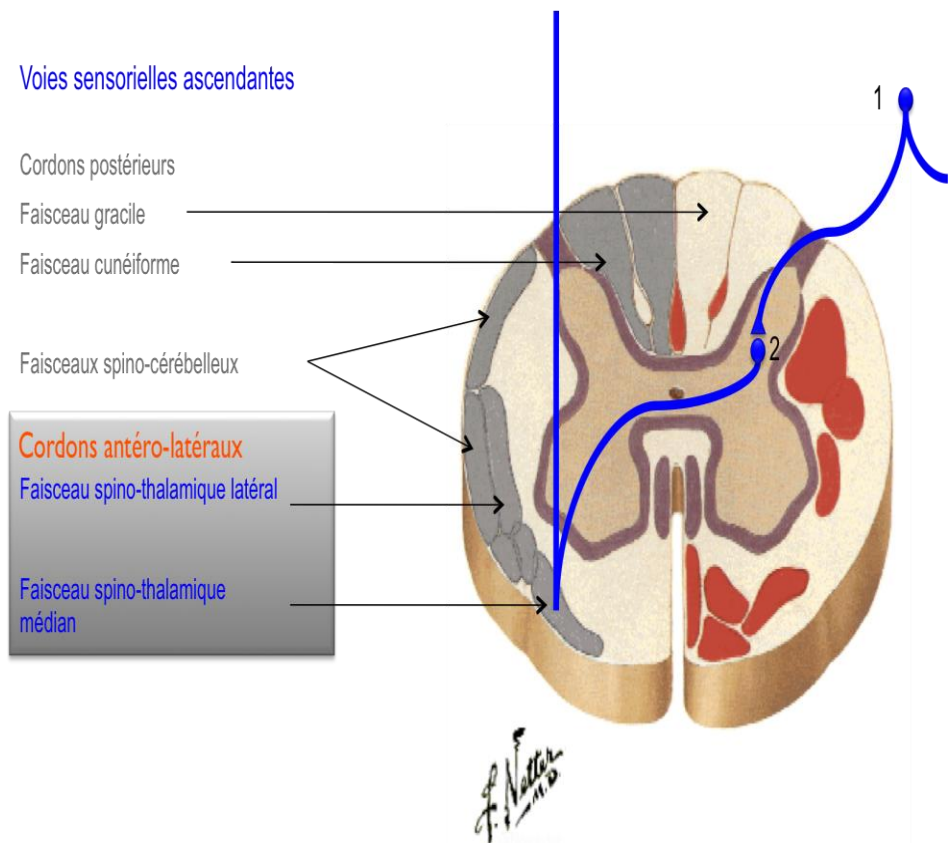
le faisceau spinothalamique

L'axone du 2^e neurone décusse, à l'étage, au niveau de la commissure grise ventrale, et gagne le **cordons antérolatéraux controlatéraux** de la moelle pour constituer.

le faisceau paléo-spino-réticulo-thalamique

le faisceau néo-spino-thalamique

V-Centres supra segmentaires



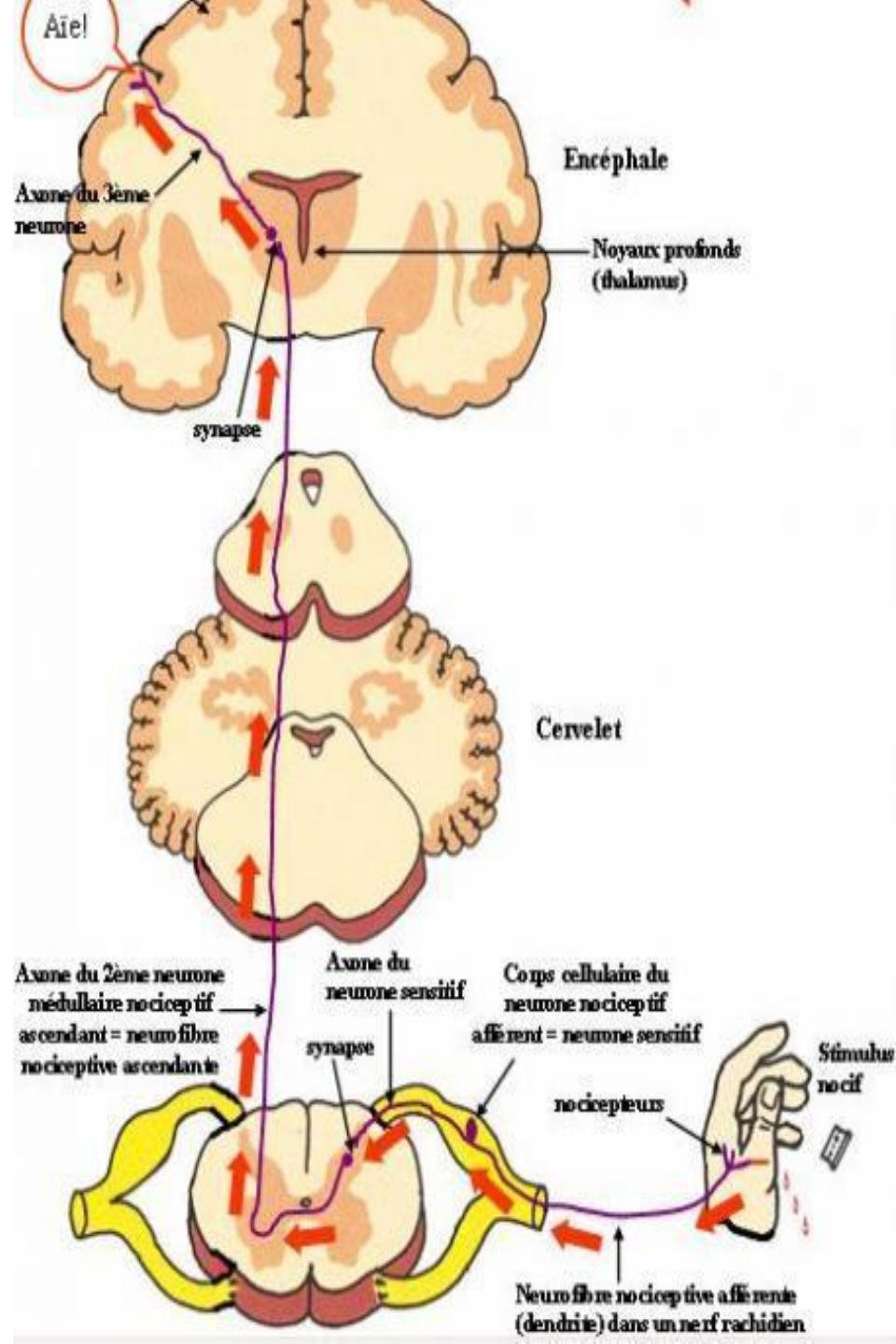
➤ **Le système latéral**
Le faisceau néo-spino-thalamique sur le noyau ventro-postéro latéral du thalamus ou VPL.

➤ Ces noyaux constituent un relais pour toutes les voies sensibles ayant des projections corticales.

➤ Le thalamus contient ainsi le corps du **3e neurone** de la voie nociceptive et représente le lieu du deuxième relais des voies de projection.

➤ Il s'agit d'une **voie à conduction rapide (paucisynaptique)** véhiculant une sensation consciente vers le cortex de douleur aiguë et douée d'une capacité d'analyse qualitative de la stimulation (nature, durée, topographie). Cette voie est ainsi responsable de l'aspect sensori-discriminatif de la nociception.

➤ Ces noyaux se projettent sur les cortex somesthésiques et reçoivent en retour des afférences corticales.

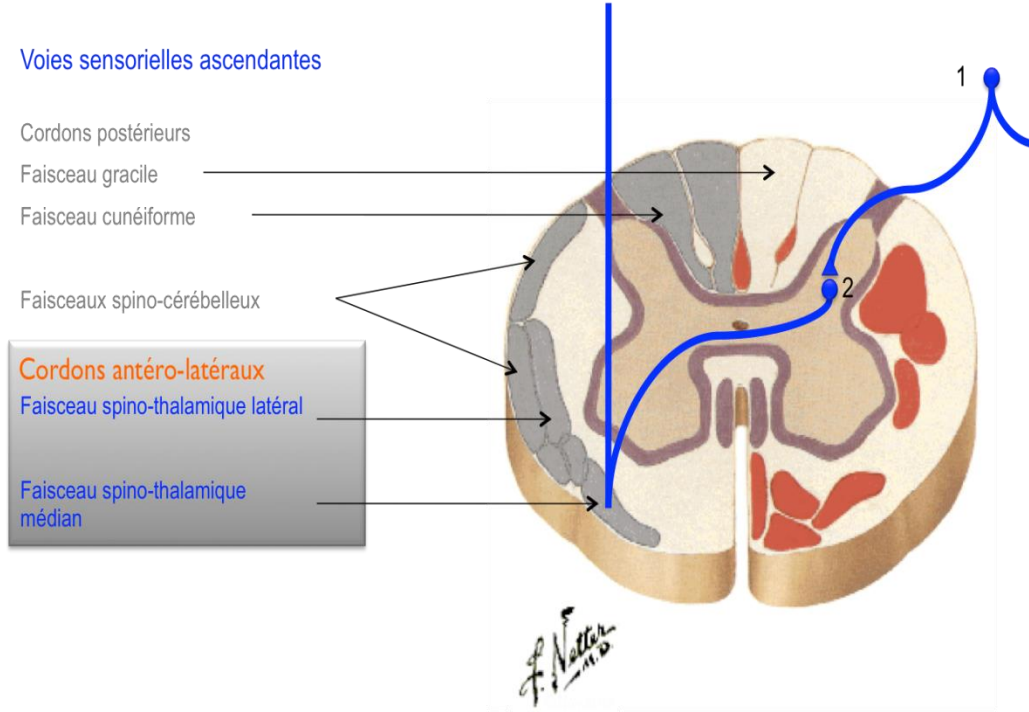
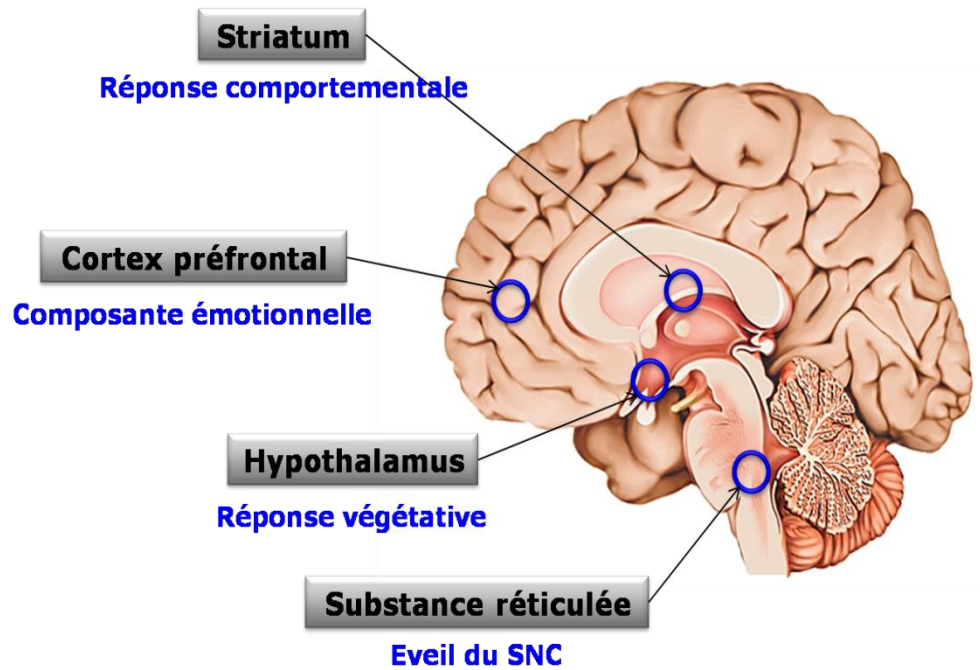


➤ **Le système médian**
Le faisceau paléo-spino-réticulo-thalamique

➤ **Une voie médiane lente à projection diffuse** sur les structures encéphaliques, véhiculant un message d'alarme et d'éveil et support de la composante affective et cognitive de la sensation douloureuse

➤ se projette sur la **substance réticulée** du tronc cérébral et sur les **noyaux intralaminaires du thalamus** (thalamus non spécifique) et, sur **l'hypothalamus et le striatum**.

➤ Ce faisceau à conduction lente véhicule une douleur sourde, mal systématisée (sensation non discriminative).



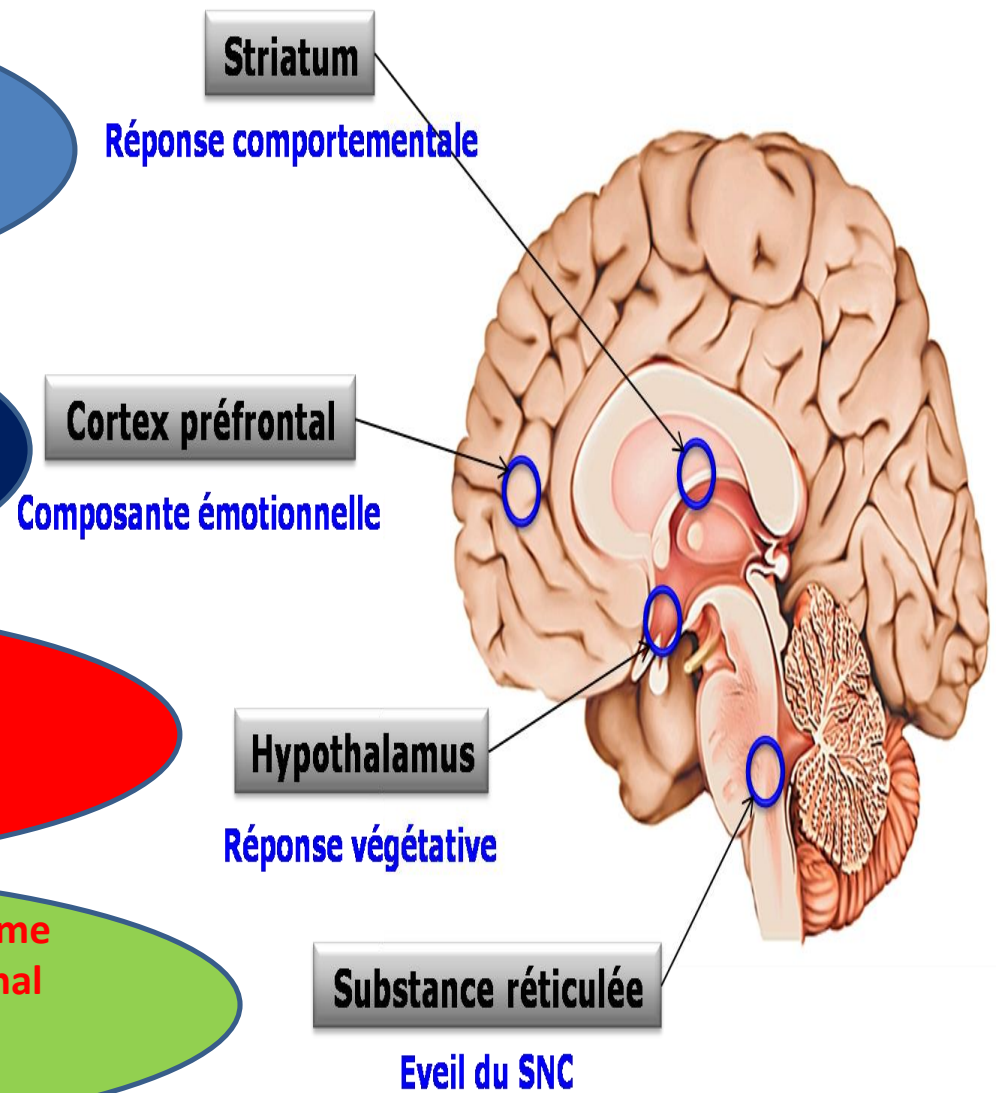
réponses motrices semi-automatiques et automatiques élaborées après une stimulation douloureuse

En contexte de douleur chronique pathologique, cette voie serait à l'origine des aspects émotionnels, cognitifs et affectifs de la douleur.

réponses neuroendocrines à la douleur (augmentation de la sécrétion des hormones médullo-surréaliennes)

la mise "en éveil" du SNC par le système réticulaire ascendant (support du signal d'alerte et des comportements de défense)

au niveau du tronc cérébral, s'organisent des réflexes avec les noyaux végétatifs de la substance réticulée et des nerfs crâniens (III, VII, IX, X) à l'origine de modifications végétatives de l'activité cardio-vasculaire (accélération du pouls, augmentation de la TA), respiratoires (accélération de la fréquence), mydriase



Aires corticales somesthésiques nociceptives

➤ **L'aire somesthésique primaire** (SI ou gyrus post-central ou circonvolution pariétale ascendante) reçoit les axones des neurones thalamiques du VPL et VPM.

il existe une Somatotopie (homunculus sensitif). L'homunculus n'est pas proportionnel à la taille réelle des organes mais à la densité des récepteurs dans chaque organe et correspond à une représentation fonctionnelle du corps.

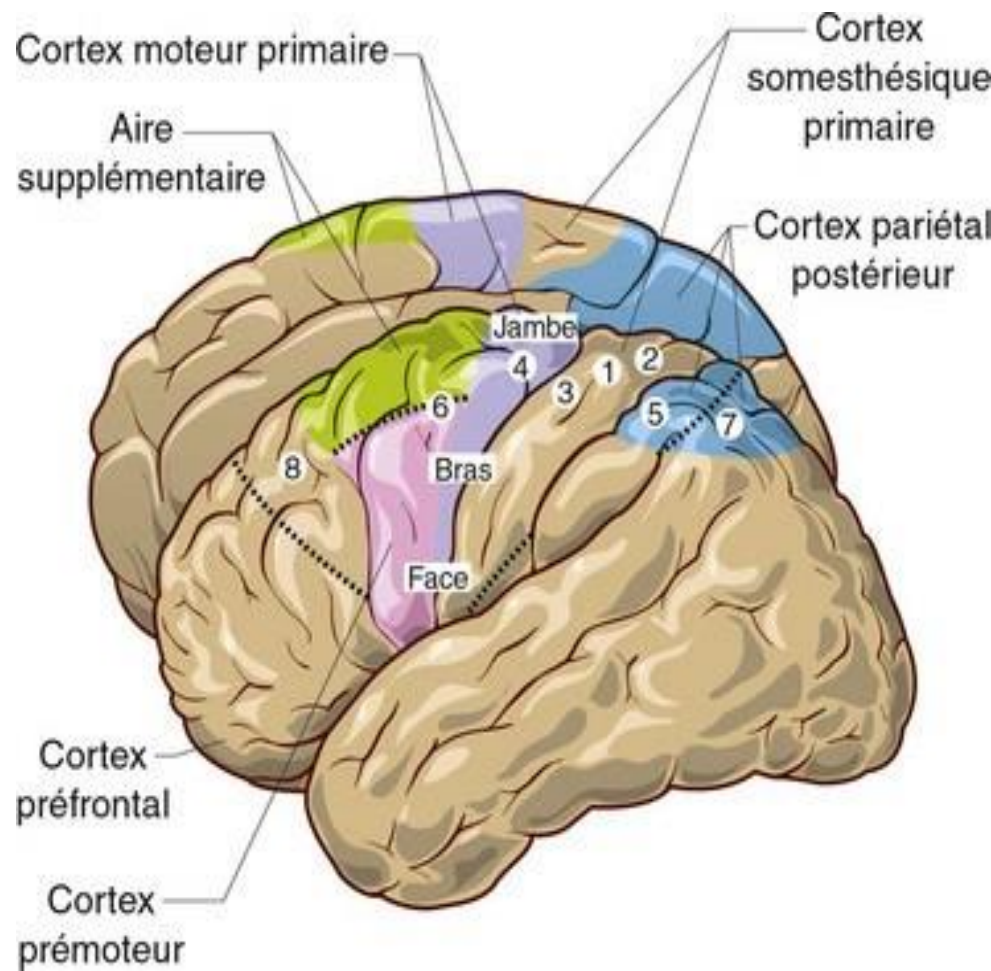
➤ **L'aire somesthésique secondaire** (SII)

➤ **Le cortex préfrontal**

responsable du **caractère désagréable** de la sensation douloureuse et du **contexte affectif** qui l'entoure. Cette projection contribue également à la **réponse comportementale** en contexte douloureux. La déconnexion frontale enlève l'aspect de "souffrance" de la douleur, sans pour autant supprimer la sensation (l'aire SI restant informée).

➤ **Le système limbique**

La projection à partir de la formation réticulée sur les aires limbiques: cortex orbito-frontal, cingulaire antérieur, insulaire antérieur et sur l'amygdale temporale, joue un rôle dans **l'apprentissage et la mémorisation** des sensations nociceptives et permet un comportement ultérieur adapté à des stimulations potentiellement nocives (réponse d'évitement, de fuites, d'anticipation...). Elle participe également à la **réaction émotionnelle** en contexte de douleur.



VI-Contrôle des messages nociceptifs

Les voies nociceptives afférentes, sont en permanence modulées par des systèmes régulateurs, essentiellement **inhibiteurs**, au niveau de leurs divers relais du système nerveux central (**corne dorsale spinale, tronc cérébral, thalamus...**)

1- Au niveau segmentaire spinal

Le 1er niveau d'intégration s'effectue au niveau de la corne dorsale de la moelle qui représente un siège important de la modulation du message nociceptif.

Elle réalise un véritable filtre où convergent de nombreux mécanismes modulateurs sur l'entrée des afférences nociceptives dans la moelle spinale. On distingue deux mécanismes de contrôle.

A) La théorie du "gate control"

« théorie du contrôle de la porte »

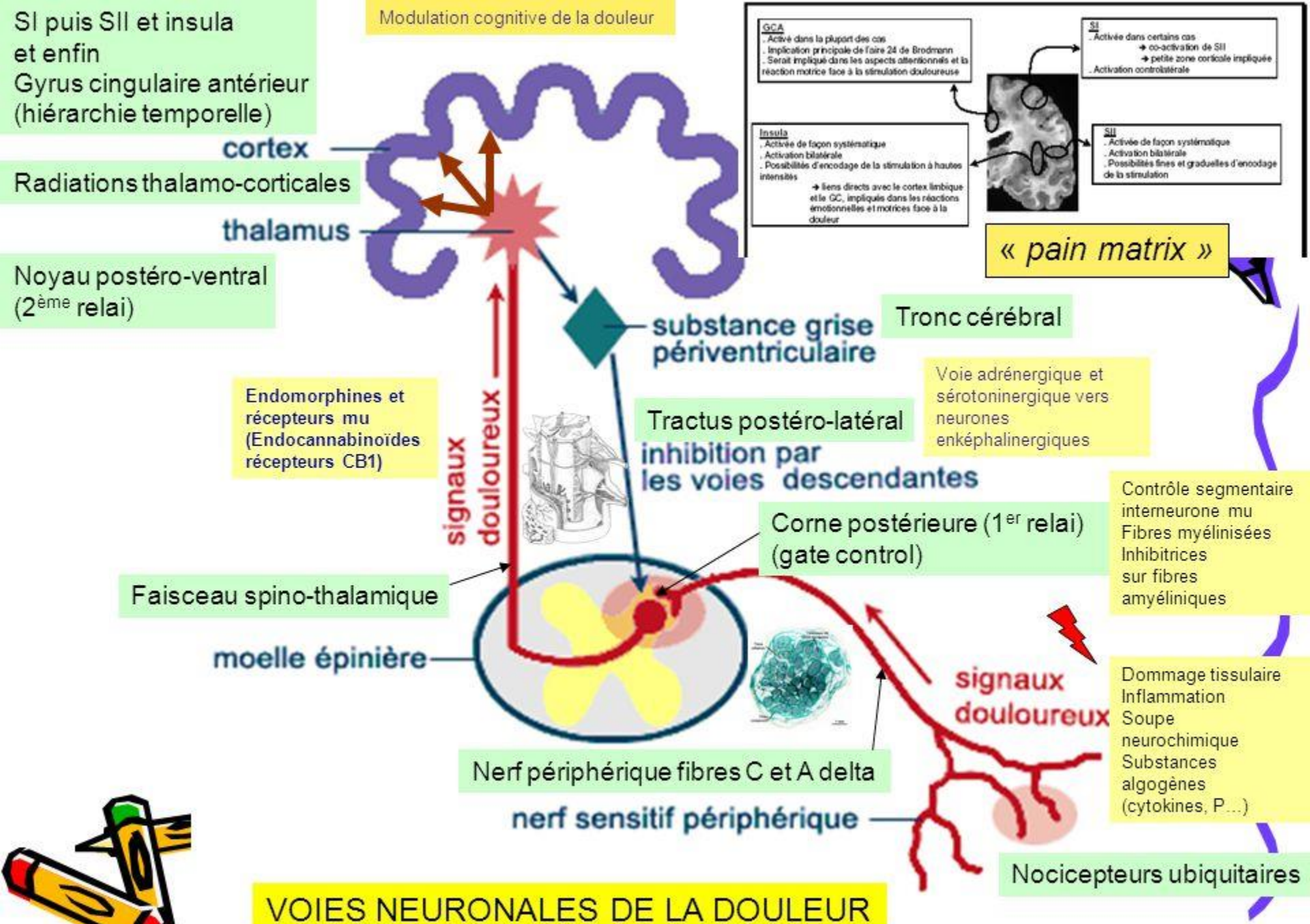
- les messages tactiles véhiculés par les fibres de gros calibre ($A\alpha$ et $A\beta$), véhiculant des messages non nociceptifs bloquent les informations nociceptives (véhiculées par les fibres $A\delta$ et C) à leur entrée dans la moelle épinière et leur « ferment la porte ».
- Les fibres cordonales postérieures de gros calibre émettent en effet des collatérales destinées à l'apex de la corne dorsale. Ces collatérales exerceraient une inhibition par l'intermédiaire d'interneurones de la substance gélatineuse sur le 1er relais de la voie nociceptive.
- La réponse d'un neurone excité par un influx douloureux pourrait ainsi être inhibée par un message simultané non nociceptif.

- **B)** Il existe dans les lames superficielles de la corne dorsale, **des récepteurs aux endorphines** dont l'activation entraînerait une puissante inhibition de la corne dorsale.
- *Les morphiniques agissent en divers endroits du SNC et SNP. L'action antalgique des morphiniques au niveau spinal s'expliquerait d'une part par l'activation directe des récepteurs médullaires aux endorphines et par l'activation des voies inhibitrices supraspinales d'autre part.*
- **C)** Une douleur (inflammatoire ou liée à une atteinte nerveuse périphérique) induit également une augmentation de la quantité de **neuropeptide Y** dans la partie dorsale de la moelle spinale correspondant au territoire lésé.
- Ce phénomène est interprété comme un phénomène d'inhibition de l'activité nociceptive réduisant la transmission sensorielle en cas d'hyperactivité.

2- Contrôles d'origine supra spinale

A- Les voies descendantes inhibitrices

- La substance périventriculaire et la substance grise périaqueducale (située autour de l'aqueduc du mésencéphale) contiennent des neurones riches en récepteurs aux endorphines.
- Leur activation conduit à l'activation de neurones sérotoninergiques, situés au niveau du raphé du bulbe (région médiane du bulbe).
- Ces voies descendantes inhibitrices se projettent directement à travers le faisceau dorsolatéral sur l'apex de la corne dorsale de la moelle. La conséquence est une augmentation des taux médullaires de sérotonine et de norépinéphrine qui provoquent la libération de substances opioïdes endogènes contenues dans les interneurons inhibiteurs des lames I, II et V de la moelle.
- Ces substances opioïdes exercent une inhibition sur les afférences primaires de la corne dorsale par l'intermédiaire de récepteurs opioïdes spécifiques.



VOIES NEURONALES DE LA DOULEUR



B-Au niveau thalamique

- Les mécanismes de contrôle à ce niveau ne sont pas clairement élucidés.
- Le thalamus représente également une structure de "filtrage"
- Deux théories sont proposées:
- L'existence d'une "gate control" au niveau du VPL exercée par la voie lemniscale, similaire à celle de la corne dorsale.
- Le rôle du noyau réticulaire, noyau situé à la périphérie du thalamus, est évoqué. Il reçoit des collatérales des projections corticales et thalamiques et exerce un contrôle inhibiteur sur les noyaux du thalamus.

C-Les contrôles inhibiteurs diffus

- Un stimulus nociceptif activant les voies ascendantes nociceptives entraîne en retour un message secondaire descendant en direction spinale, qui provoque une diminution de l'activité des neurones nociceptifs de la moelle qui ne sont pas concernés par le stimulus initial.
- Ce mécanisme permet "d'éteindre" les informations nociceptives éventuelles entourant la stimulation nociceptive qui induit ces contrôles.
- Ces contrôles seraient liés à l'activation par le passage des influx nociceptifs dans le tronc cérébral, de noyaux à l'origine d'une voie descendante dans le cordon dorsolatéral de la moelle.
- Cette voie posséderait une action inhibitrice bilatérale sur tous les niveaux de la corne dorsale non concernés par la stimulation initiale.