

UE 8 : Système neurosensoriel  
Mardi 26 février 13h30-15h30  
Professeur : Lozeron  
RT : Achour Alexandra  
RL : Assaraf Gabrielle

# **Somesthésie :** **SYSTÈME EXTRALEMNISCAL**

## **I/ Introduction**

## **II/ Le système extralemnisal**

### **A/ Les 3 neurones**

- 1) Le neurone afférent primaire
- 2) Le neurone secondaire
- 3) Le 3ème neurone

### **B/ Les récepteurs sensitifs**

- 1) Les récepteurs thermiques
- 2) Les nocicepteurs
- 3) Les deutoneurones

### **C/ Les voies spinothalamiques**

- 1) La voie spino reticulo thalamique
- 2) La voie (néo) spinothalamique
- 3) La convergence viscero-somatique

### **D/ La modulation**

- 1) La théorie du portillon
- 2) Le contrôle descendant
- 3) L'hyperalgésie périphérique

### **E/ Les projections corticales**

- 1) L'aire somesthésique primaire
- 2) L'aire somesthésique secondaire
- 3) Le cortex cortical postérieur

## **III/ Les principaux syndromes médullaires sensitifs**

### **A/ Syndrome de Brown Sequard**

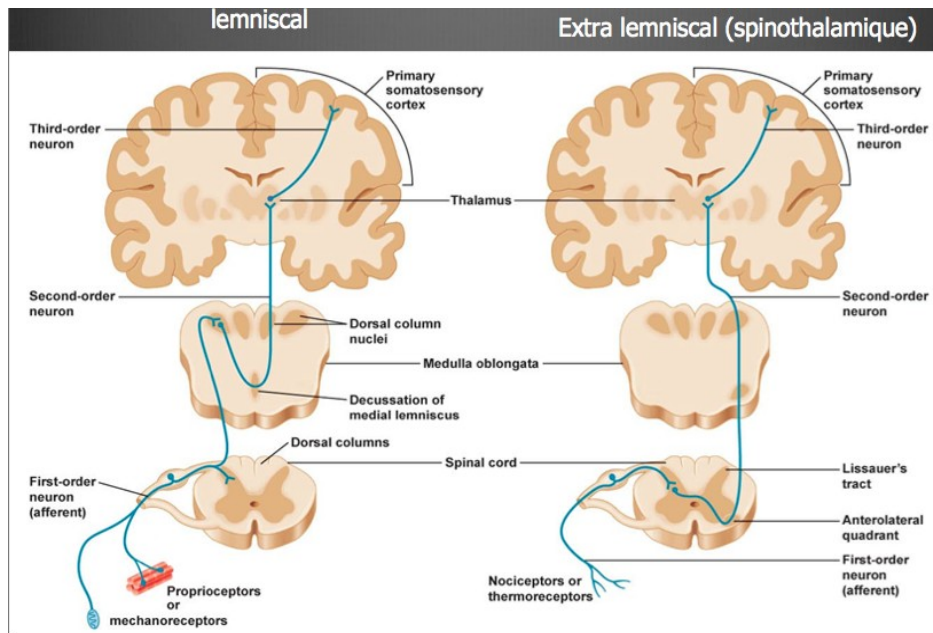
### **B/ Syndrome syringomyélique**

### **C/ Syndrome médullaire**

## I/ Introduction :

Le système extralemniscal assure l'intégration et la transmission de la sensibilité thermique, douloureuse et du tact protopathique. C'est un système d'alerte, il provoque un éveil global de l'organisme.

Rappel du cours précédent :



Il y a 3 neurones pour faire la sensibilité qui vont joindre un récepteur périphérique au **cortex controlatéral**.

-Au niveau du **système lemniscal**, un des neurones fait relais dans les noyaux gris de la moelle longue puis dans le thalamus pour aller jusqu'au cortex.

-Le **système extralemniscal** va de la moelle au thalamus car le 2ème neurone va de la moelle spinal jusqu'au thalamus.

## II/ Le système extralemniscal

Il fait la sensibilité du tact protopathique (par opposition au tact épicrotique) qui est le tact grossier. Et en particulier, ce système est responsable de la sensibilité thermique et de la douleur.

### **-A. Les 3 neurones :**

#### **1) Le neurone afférent primaire :**

Il part de récepteurs périphériques, c'est un neurone périphérique que l'on trouve dans le SNP dans les bras et dans les jambes. Son corps cellulaire se trouve dans le ganglion rachidien postérieur et se projette dans la moelle spinal et s'arrête à chaque niveau de la moelle (important en clinique).

## 2) Le 2ème neurone :

Il véhicule la sensibilité à la douleur et à la température.  
Il est spino de la moelle homo latéral, il remonte jusqu'au thalamus. Il va alors y avoir un croisement et ce qui est à droite passe à gauche et ceci se passe à chaque niveau médullaire pour chaque racine postérieure qui rentre dans la moelle. Il monte jusqu'au thalamus où il va alors faire relais sur le 3ème neurone.

## 3) Le 3ème neurone :

Il se projette sur le cortex contralatéral au récepteur.

## -B) Les récepteurs sensitifs :

Ce sont des terminaisons libres, il n'y a pas de cellules spécialisées (cellules épithélioïdes) à l'extrémité. Ces terminaisons libres sont sensibles à la douleur et à la température.  
On les trouve généralement à la jonction derme-épiderme ou intra épiderme.

### 1) Les récepteurs thermiques :

Ils n'en ont pas partout, ils sont principalement localisés au niveau :

- du **derme**
- des **muscles**
- du **foie**
- de l'**hypothalamus**

Leur champ récepteur est tout petit ( **1mm** ) il y a une bonne sensibilité à la température.

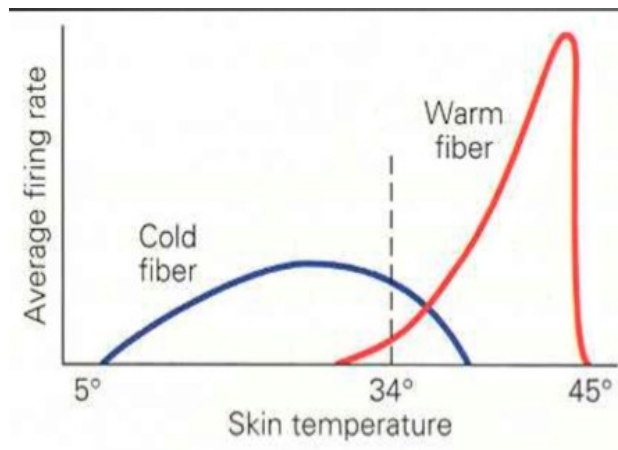
Les **récepteurs au froid** sont situés sur les terminaisons libres de 2 types de fibres :

- Les **fibres A delta** qui sont myélinisées
- Les **fibres C** amyéliniques qui véhiculent le froid et sont actifs entre **10°C et 40°C**

Les **récepteurs au chaud** sont uniquement situés sur les terminaisons libres des **fibres C** amyéliniques, leur conduction est donc très lente (contrairement aux fibres A delta où la conduction est très rapide). Ils sont actifs pour des températures comprises entre **32°C et 47°C**.

Il y a donc un recouvrement entre les récepteurs au froid et au chaud, ils sont actifs pour une même tranche de température.

Pour des températures extrêmes, c'est à dire :  $<10^{\circ}\text{C}$  ou  $>47^{\circ}\text{C}$  la température devient douloureuse. Car ces températures extrêmes activent des récepteurs à la douleur (= nocicepteurs) et non plus des thermorécepteurs.



On remarque bien ci dessus le recouvrement grossièrement entre 32°C et 40°C. De plus, la sensibilité max pour les récepteurs au froid est à 20°C, et à 42°C pour les récepteurs au chaud.

Les thermorécepteurs sont essentiellement **phasiques** : ils sentent les changements de température, ils sont activés par ces changements.

## 2) Les nocicepteurs :

Se sont des récepteurs que l'on trouve au niveau des terminaisons libres des fibres A-delta et C. Ils sont localisés dans tous les tissus et particulièrement :

- à la surface de la peau
- le périoste
- les capsules articulaires
- la paroi des vaisseaux

Exception pour le **cerveau** qui est le seul organe à ne pas être innervé et est complètement indolore!!

Les nocicepteurs sont sensibles :

- aux **températures extrêmes** (vue au dessus)
- aux **lésions mécaniques** (on pique avec une aiguille : sa fait mal)
- aux **récepteurs chimiques** qui libèrent des substances chimiques, ce sont eux qui entretiennent la douleur.

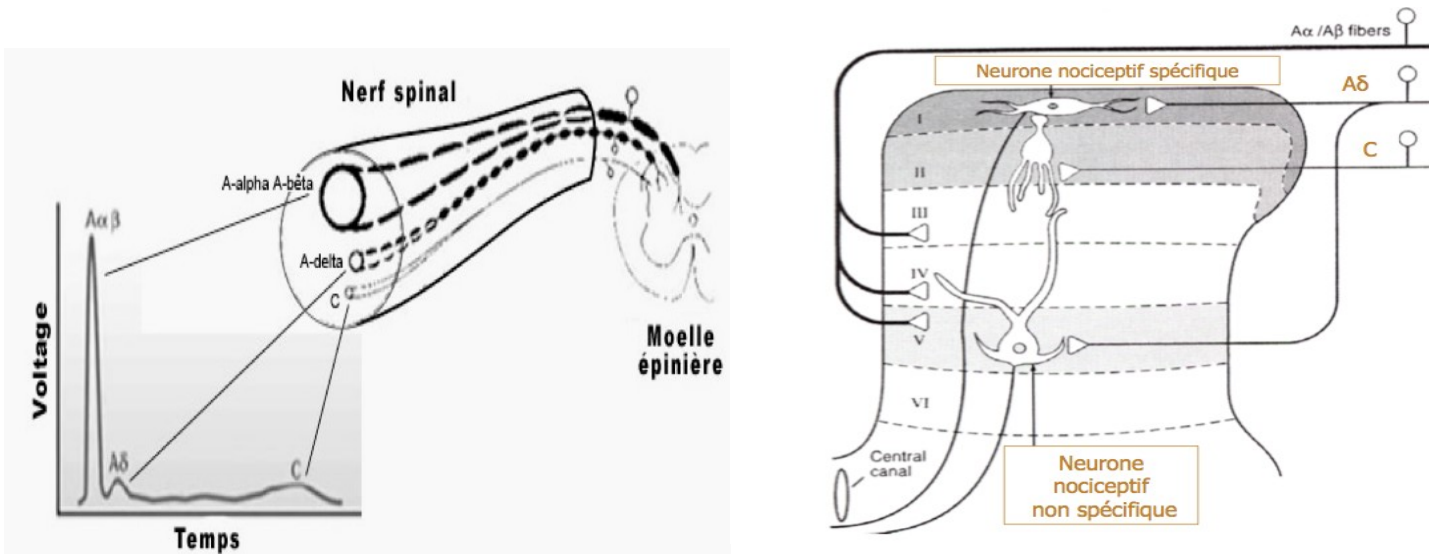
On a vue qu'il y avait 2 types de fibres nerveuses :

-**Fibres A-delta** : de 1-5 micromètre de diamètre sur lesquelles on trouve des gaines de myéline, la conduction va alors être relativement rapide ( 5-30m/sec).

Ces fibres envoient une information sur la **douleur rapide** :c'est la douleur qui sert à **déclencher un réflexe** (ex : on pose la main sur la plaque électrique → on l'enlève immédiatement). Elles se projettent sur le **cortex sensoriel primaire**, avec une **bonne somatotopie** c'est à dire qu'il y a une bonne représentation du corps.

-**Fibres C** : de 0,2- 1,5 micromètre de diamètre, où l'on ne trouve pas de gaines de myéline, elles conduisent donc très lentement ( 0,5-2m/sec)

Elles sont responsables des informations sur la **douleur lente** (= la douleur sourde, profonde) qui a une **installation lente** (elle n'arrive pas immédiatement, par ex : elle empêche les patients de dormir) , elle entraîne une **réaction affective** (les patients sont déprimés) et avec une **localisation vague** (« j'ai mal dans le bras ») il n'y a pas de localisation précise de la douleur.



Mais dans ces 2 cas la douleur est consciente.

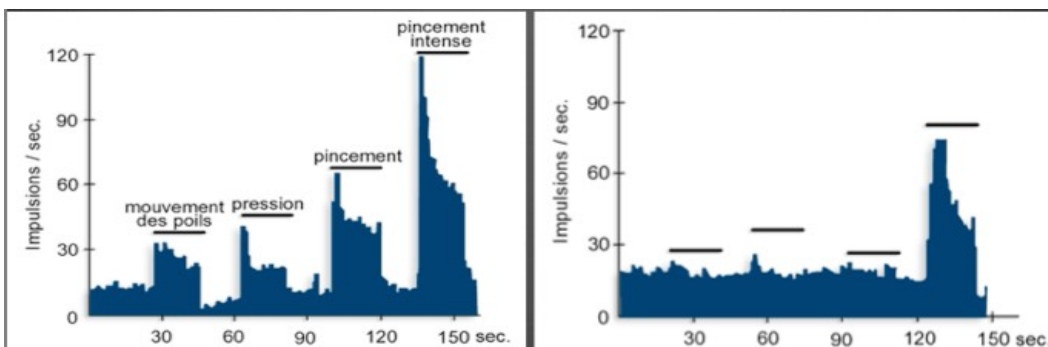
On voit ici les différentes vitesses de conceptions des fibres rapides et lentes : les fibres A-alpha et A-beta (pour le tact) qui sont très rapides, les fibres A-delta moins rapides (pour la température et la douleur rapide) et les fibres C très lentes ( pour le chaud et la douleur lente).

Ces fibres partent dans un nerf (soit sensitif, soit mixte) qui va se projeter et faire relais sur la corne postérieure de la moelle épinière, au niveau des **lames de Rexed homo-latéral**. Puis vas décussar (croiser) en **avant du canal de l'épendyme**, il existe une maladie particulière la syringomyélie qui entraîne une dilatation de ce canal et va léser le faisceau spino thalamique.

Les fibres A-delta et C se projettent surtout sur les lames 1 et 2 (les plus postérieurs) et pour certaines vont faire relais avec un 2eme neurone sur la lame 5. Le neurone de la lame 5 est non spécifique car il véhicule des informations non spécifiques (contrairement aux spécifiques qui ne véhiculent que la douleur et la température)

### 3) Les deutoneurones :

Ils correspondent aux 2ème neurone, qui sont soit spécifique d'un type de sensibilité( ex : douleur), soit polymodaux pouvant être sensible à plusieurs modalités sensibles (ex : tact, pression, température) *À gauche= neurone polymodaux, à droite= neurone spécifique*



On voit ici, que le deutoneurone polymodaux créent des potentiels d'action lors des mouvements des poils, la pression, le pincement et le pincement intense : il a réagit à ces différents types de sensibilité alors que le deutoneurone spécifique crée un PA uniquement pour le pincement intense.

### -C. Les voies spinothalamiques :

On les retrouvent au niveau du **quadran antérolatéral** de la moelle et se divisent en 2 faisceaux: **-faisceau (néo) spinothalamique latéral** : qui est situé le plus **latéralement**. Ces afférences proviennent des **lames 1, 4 et 6** et se projette directement sur les **noyaux thalamiques ventro postérolatéral** et **ventro postéro médian**. Au niveau de ce faisceau il y a une représentation du corps assez précise. Le champ récepteur est petit ce qui permet de localiser la douleur.

**-faisceau (paléo) spino reticulo thalamique** : qui lui est **médian**, et la particularité de ce faisceau est qu'il possède plus de 3 neurones pour la sensibilité. Les afférences proviennent des lames plus profondes de la moelle : 7 et 8 et il se projette sur les noyaux médians intralaminaires du thalamus et les **noyaux raphés**. Le champ récepteur est grand, il n'y a pas de bonne topographie pour la douleur (on ne peut pas dire « c'est là »)

#### 1) La voie (paléo) spino réticulo thalamique :

Il représente le **système d'alerte**, c'est à dire le **comportement de défense** (= réflexe de retrait) et la **mise en éveil du SNC** par la réticulée. La réponse est automatique et la projection corticale est diffuse (pas de représentation du schéma corporel précise). Elle est constituée de fibres lentes (responsable de la douleur sourde) et d'une voie **polysynaptique** (c'est la partie de la voie de la sensibilité qui a plus de deutoneurones)

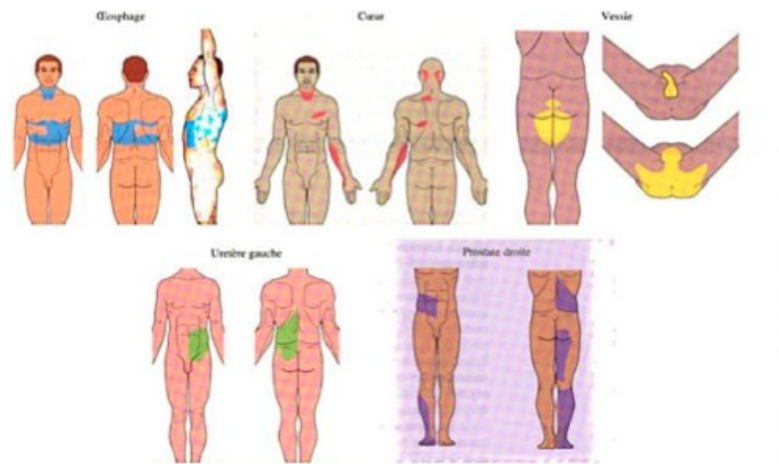
*Ici le prof voulait parler du réflexe myotatique inverse mais comme cette partie a déjà été abordé dans un cours de Nathalie Kubis il en n'a finalement pas parler.*

#### 2) La voie (néo) spinothalamique :

C'est une **voie discriminative**, c'est la somatotopie et c'est une voie plus rapide et **pauci** (=mono) **synaptique** (il y a un seul deutoneurone). C'est l'inverse de la voie paléo spino reticulo thalamique.

#### 3) La convergence viscéro-somatique :

Ex : Quand on a l'appendicite on peut avoir l'impression d'avoir mal à gauche, ou plus haut ect... Pourquoi ? Car sur un deutoneurone de la voie spinothalamique il y a convergence de neurones viscéraux et de neurones somatiques (qui viennent de la peau). Ces neurones viscéraux ne sont normalement pas conscient, mais lorsqu'ils s'activent on va ressentir une douleur dans le même territoire que celui qui correspond aux fibres cutanées en rapport : on va alors avoir des douleurs projetés.



Ex : on voit que pour une douleur du cœur, comme lors d'un infarctus, les patients vont avoir mal au niveau de la gorge, du bras etc

Attention à ne **pas confondre** la douleur projeté avec la **douleur fantôme** ! En effet, la douleur fantôme concerne les patients qui ont été amputé d'un membre et qui se plaignent de douleur au niveau de ce membre qui n'existe plus.

Rq : la douleur du membre fantôme est une représentation corticale, au niveau du cerveau.

### **-D/ La modulation : l'inhibition segmentaire :**

Les nocicepteurs transforment une réponse mécanique ou chimique en potentiel de récepteur qui lui par un mécanisme de transduction le transforme en potentiel d'action qui va être transmis le long du système nerveux et enfin va être intégré par le cortex.

Plusieurs systèmes (principalement par la voie spinothalamique) vont permettre de moduler cette réponse et ainsi de l'adapter. Il existe des interneurons des branches des voies lemniscales qui vont inhiber le deutoneurone moteur.

Ex : Lorsque l'on se fait mal quelque part, on frotte dessus (stimulation cutanée) → ça active le tact A-alpha A-béta.

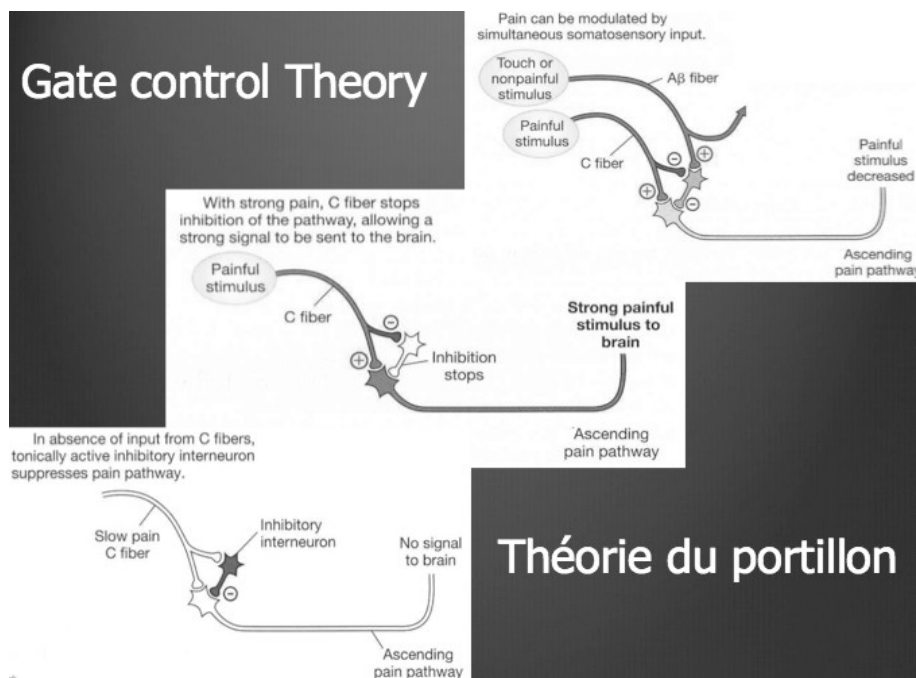
C'est l'**inhibition segmentaire**

Le mécanisme : La fibre douloureuse possède 2 branches, dont une qui se projète sur un **interneurone** qui l'inhibe. À l'état basal, toutes les petites afférences douloureuses qui arrivent en permanence sont inhibées ce qui permet de vivre correctement.

Mais lorsqu'il y a des stimuli très importants, la voie activatrice (qui est la voie directe) va être prépondérante par rapport à la voie inhibitrice et donc on a mal. Et une fois qu'il y a la douleur, il y a la voie du tact (passant par les fibres A-alpha et A-béta) qui permettent d'activer la voie de l'interneurone inhibiteur.



## Gate control Theory



## Théorie du portillon

Les 2 neurotransmetteurs principaux pour la douleur sont : le **glutamate** et la **substance P**  
La voie de l'interneurone inhibiteur interagit par l'intermédiaire d'endomorphiniques : les **enképhalines**.

Il existe 2 autres voies qui modulent la douleur : ce sont les **voies du contrôle descendant**

### 2) Le contrôle descendant :

Ces voies viennent du SNC, le contrôle descendant le plus classique agit par des **récepteurs opiacés**, il vient du **cortex** et de l'**hypothalamus** et se projète sur la **substance grise périaqueducale** (autour des pédicules cérébraux).

Cette zone est activée par des stimuli de **stress** ou d'**exercices** (ex: un stress violent fait oublier la douleur).

Les projections se font au niveau du **tronc cérébral** dans un noyau particulier : le **noyau du raphé médian** celui se trouvant dans la **corne postérieure** de la moelle. Et va libérer un neurotransmetteur de type **enképhaline**.

Les enképhalines vont agir sur le 1er motoneuron (=neurone afférent primaire), sur le corps cellulaire de ce neurone et également sur le deutoneuron lui-même. Donc sa inhibe globalement la jonction entre le 1er et le 2ème neurone et **module le message douloureux**.

La 2ème voie du contrôle descendant est plus **diffuse** et fait intervenir des voies **noradrénergique** et **sérotoninergique**. Elles se projètent soit par le noyau périaqueducale et libère de l'enképhaline soit directement par le tronc cérébral en libérant de la sérotonine. Cette voie passant par la sérotonine, elle va **moduler l'intensité de la douleur**.

### 3) L'hyperalgésie périphérique :

À l'inverse, on peut avoir une **hyperalgésie périphérique** (sa fait mal, et ça va faire de plus en plus mal). Une petite douleur locale (ex : une pique) va activer les fibres C qui possèdent pleins de ramifications qui interviennent dans le processus douloureux en libérant de nombreuses substances chimiques : l'**histamine** (par les mastocytes), la **sérotonine** (par

les plaquettes), la **bradykinine** (par la vasodilatation capillaire) et à chaque libération on renforce le message douloureux.

Il y a donc également par des substances chimiques périphériques un auto-entretien de la douleur périphérique.

## -E/ Les projections corticales :

Il y a 3 zones principales qui interviennent dans la sensibilité au niveau du cortex :

- l'aire somesthésique primaire
- l'aire somesthésique secondaire
- le cortex pariétal postérieur

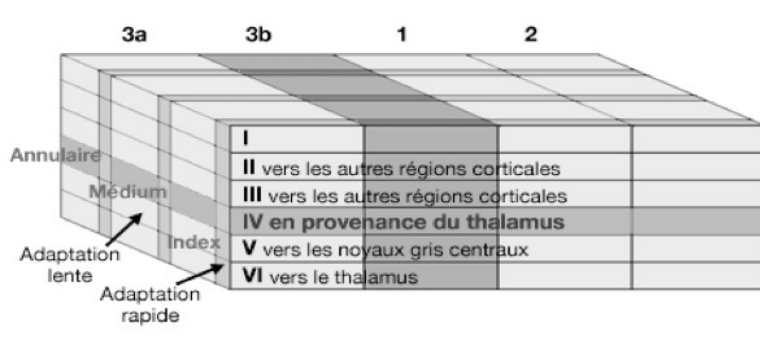
### 1) L'aire somesthésique primaire (S1):

Elle se trouve au niveau de la **circonvolution pariétale ascendante** et est formée par les **aires 1, 2, 3a et 3b** de **Brodmann**. Il y a une somatotopie importante (bonne représentation du corps)

- l'**aire 3b**, possède des récepteurs cutanés et est responsable de la **perception tactile** et **vibratoire** et de la **thermoception**.
- l'**aire 3a** possède des récepteurs cutanés et viscéraux et est responsable de la **nociception(++)** et de la **proprioception**.

Ces 2 aires se projettent sur :

- l'**aire 1**, qui donne des informations sur la **texture** (en particulier pour le tact) et sur l'**orientation** du phénomène douloureux ou tactile.



Ici il y a une organisation du cortex dans les 3 dimensions, on a une représentation des différents segments de membres (*ex sur le schéma* : on voit une main avec l'index, le majeur et l'annulaire) et il y a des bandes avec adaptation lente et rapide : ils réagissent à différents types de récepteurs pour répondre à différentes sensibilités. Et en plus, en profondeur dans le cortex on a la projection de zones différentes. C'est une organisation du cortex dites en colonne, assez complexe.

### 2) L'aire somesthésique secondaire (S2) :

Elle est formée par l'**aire 40 de Brodmann** qui reçoit des informations variées généralement provenant de S1 et à également une bonne somatotopie.

L'aire 40 sert à : -l'intégration sensitivo-motrice  
-l'intégration entre les 2 hémisphères : coordonnée les 2 côtés  
-l'attention sensitive  
-aux phénomènes de mémoire et d'apprentissage sensitive (= la mémoire d'une douleur)

Cette aire secondaire se projète sur 2 types de zones du **cortex limbique** :

- l'**amygdale** : sert à l'**émotion sensitive** (ex : ce stimulus as t'il été désagréable ou non?)
- l'**hippocampe** : sert à la **mémoire sensitive** (ex : ce sont les expérience de Pavlov, si on fait quelque chose qui nous a fait très mal alors on ne recommencera pas)

### **3) Le cortex corticale postérieur :**

Est formé des **aires 5 et 7 de Brodmann**. Il reçoit des afférences à la fois des aires S1 et S2.

Il est impliqué dans les **tâches associatives complexes**. En particulier des lésions de cette partie du cerveau peuvent entraîner le **phénomène de négligence sensorielle** (on voit sa dans le cas des AVC)

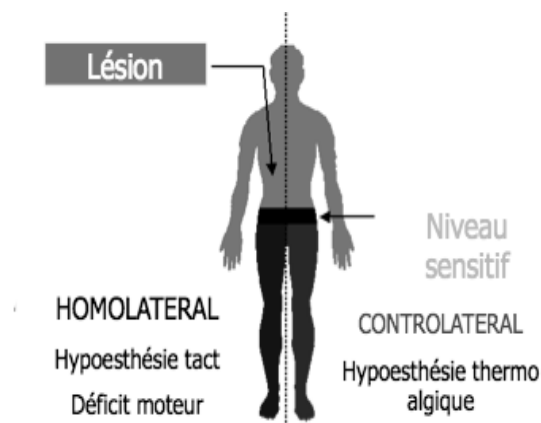
Ex : Négligence d'un hémi-corps, il ne le sente plus mais attention sa n'a rien à voir avec l'anesthésie, si on lui pique l'hémi-corps en question il va avoir mal.

## **III/ Les principaux syndromes sensitifs médullaires :**

### **-A/ Le syndrome de Brown Sequard :**

Correspond à une hémisection de la moelle (en clinique sa n'existe pas), pour le diagnostiquer on regarde les déficits suivants :

- un syndrome pyramidal du côté sectionné
- un syndrome alterne : un côté une atteinte de la sensibilité profonde et de l'autre une atteinte de la sensibilité thermo-algique.



## **-B/ Syndrome syringomyélique :**

Il est due à la présence d'une cavité syringomyélique centro-médullaire pathologique, c'est une dilatation du canal de l'épendyme.

Ce syndrome donne une perte de la sensibilité suspendue à la température et à la douleur. Car c'est la voie spinothalamique qui est touchée, c'est suspendue car à tous les niveaux de la moelle épinière où le canal est dilaté tous les dermatomes sont touchés.

Si le canal est dilaté de C4 à T7 alors il y aura une perte de sensibilité de C4-T7 mais au dessus et en dessous ce sera normale.

Mais il n'y pas d'atteinte de la voie lemniscale.

## **-C/ Le syndrome médullaire :**

Quand on coupe la moelle, il va alors avoir un déficit sensitif et moteur des 2 côtés en même temps, c'est donc une paraplégie sensitivo-motrice.

