

Université de Sidi Bel Abbés.  
Faculté de Médecine.  
Département de Médecine.

Cours de Neurophysiologie de la 2ème année médecine.  
Module de Physiologie Clinique.

*Dr Ardjoun Z*

# La somesthésie

## Introduction - Généralités

## Définition

## Types de sensibilité somatique

## Physiologie de la sensibilité

## La Réception et la Transduction

## Les voies de la sensibilité consciente

LE SYSTEME LEMNISCAL (COLONNE DORSALE) :

LE SYSTEME ANTEROLATERAL: SYSTEME EXTRA-LEMNISCAL

LA SENSIBILITE DE LA FACE

## Conclusion:

## **Introduction - Généralités:**

- Un organisme vivant est en perpétuel échange avec son environnement dont il reçoit de nombreuses informations sensorielles.
- On distingue cinq principales modalités sensorielles:
  - La vision,
  - L'audition,
  - Le goût,
  - L'odorat et
  - Le toucher.

### ***Sensibilité : Somesthésie et sensorialité.***

- La sensibilité est une fonction cérébrale qui assure la réception et le traitement de stimuli externes et internes.
- La sensibilité comprend la somesthésie (sensibilité générale du corps) et la sensorialité (sensations formées à partir des informations transmises par les organes de sens)
- Tous les organes sensoriels sont organisés selon un même schéma :
  - un récepteur sensoriel, sensible à une certaine forme d'énergie (le stimulus), assure sa transformation en signaux nerveux (transduction);
  - des voies afférentes transmettent l'information, sous la forme de potentiels d'action, vers des centres nerveux;
  - des structures centrales sont responsables de la perception.

### ***Généralités sur la sensibilité :***

- Il y a deux grands types de sensibilité:
  - La sensibilité **somatique, consciente**, traite les informations cutanées, superficielles et les stimuli profonds (comme celles issues des muscles, tendons et articulations).
  - La sensibilité **végétative, inconsciente**, véhicule des informations issues des organes internes.
- Si l'on considère la provenance des informations traitées, on note qu'il existe trois types de sensibilité :
  - extéroceptive (sensibilité aux stimulations extérieures) ;
  - proprioceptive (position et mouvement du corps) ;
  - intéroceptive (sensibilité interne, viscérale).

## **Définition :**

- Etymologie grecque de **somesthésie**.

SOMA : corps

AISTHESIS : sensation

- La somesthésie concerne différentes stimulations d'origine externe ou interne donnant lieu généralement à des perceptions conscientes.
- Elle peut être extéroceptive (relative aux informations venues de **l'extérieur du corps**) et proprioceptive (relative aux informations venant du **corps même** à partir des articulations, muscles, tendons, ligaments)
- ✓ La sensibilité extéroceptive est tactile, nociceptive et thermique.
- ✓ La sensibilité proprioceptive est consciente et inconsciente.
- On reconnaît donc quatre modalités principales :
  - la sensibilité proprioceptive
  - la sensibilité tactile
  - la sensibilité thermique (froid et chaud) ;
  - la douleur (sensibilité aux stimulations nociceptives).

[Le terme nociceptif sert à désigner les stimulations susceptibles de léser l'organisme]

## **Types de sensibilité somatique:**

### **a. La sensibilité tactile :**

- **Le tact fin** (ou sensibilité **tactile épicrotique**) discriminative.

Par exemple, la main est très précise car elle peut discriminer deux petites piqures à l'aiguille à quelques mm l'une de l'autre, alors qu'au milieu du dos la discrimination est moins précise.

Donc, il permet de distinguer **deux points** sur la peau (la plus importante au niveau de lèvres et de la pulpe des doigts). Elle est liée au nombre de récepteurs par surface.

- **Le tact grossier** ou **sensibilité protopathique**. On sait qu'on nous touche mais on n'a pas de localisation précise.

**b. La sensibilité proprioceptive** (récepteurs articulaires, récepteurs golgiens, etc.) : sens de position des segments de membres dans l'espace et les uns par rapport aux autres.

### **c. La sensibilité thermique.**

### **d. La sensibilité algique** (douloureuse) ou nociception.

## Physiologie de la sensibilité:

Pour sentir il faut ces 5 étapes:

- 1 - Réception:** Récupérer l'énergie d'un stimulus via... des récepteurs.
- 2- Transduction:** Transformer ce stimulus en changement de potentiel de membrane.
- 3- Transmission:** Transfert du message jusqu'au SNC.
- 4- Modulation:** Variations appliquées au message.

Il y a des mécanismes inhibiteurs, des mécanismes activateurs qui pourront intervenir dans des mécanismes de défense en particulier.

- 5- Intégration:** Interprétation des données.

### La Réception et la Transduction:

Le **récepteur** est la terminaison sensorielle qui va assurer la transduction, c'est-à-dire la transformation d'une énergie (physique, chimique ou thermique) en messages nerveux.

Transduction du signal= transformation d'un stimulus quelconque en potentiel de récepteur qui par sommation peut générer un potentiel d'action propageable.

### **Les récepteurs:**

- Il y a différents types de terminaisons:

#### **Terminaisons libres:**

C'est l'extrémité des fibres nerveuses. Elles vont être sensibles pour :

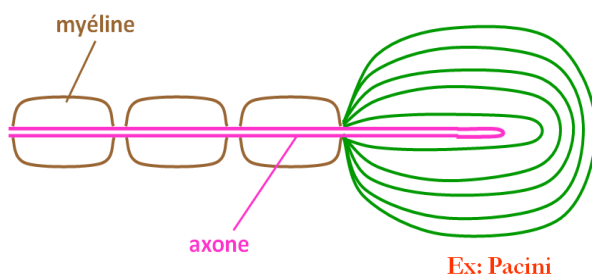
- La douleur
- Les stimulations thermiques

#### **Terminaisons encapsulées:**

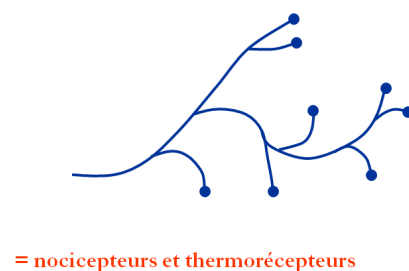
Ce sont des fibres nerveuses qui se terminent avec un récepteur un peu plus complexe.

Elles sont sensibles au tact et à la proprioception

#### ➤ Encapsulés



#### ➤ A terminaisons libres



- **Mécanorécepteurs tactiles**

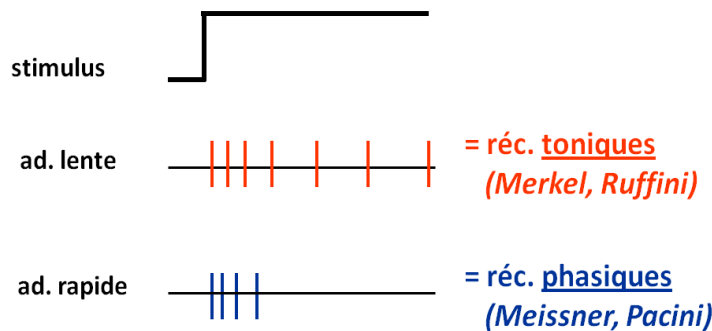
Différents récepteurs encapsulés (Pacini, Ruffini, Meissner, Merkel) répondent à des stimulations mécaniques.

Ils sont à **sensibilité élevée** étant donné qu'ils émettent des potentiels d'action pour de très faibles stimulations mécaniques de la peau.

Ils sont reliés à des **fibres afférentes** myélinisées de gros diamètre (Aβ).

## Propriétés des récepteurs

- **Adaptation** : réponse à un stimulus continu



Certains mécanorécepteurs ont une adaptation rapide (Pacini et Meissner) et d'autres une adaptation lente (Merkel et Ruffini)

Le corpuscule de Pacini est un mécanorécepteur à adaptation rapide. Dans cet exemple, l'adaptation est une propriété liée à la capsule et non à la membrane neuronale. Cette propriété en fait un récepteur à la vibration.

- **Champ récepteur**: d'un mécanorécepteur: région de la peau dont la déformation stimule le mécanorécepteur
- **Localisation**:

Il y a des différences entre la peau sans poils et la peau avec poils ne serait ce qu'avec la présence de récepteurs sur les poils.

Les récepteurs peuvent être situés dans les couches superficielles ou profondes de la peau.

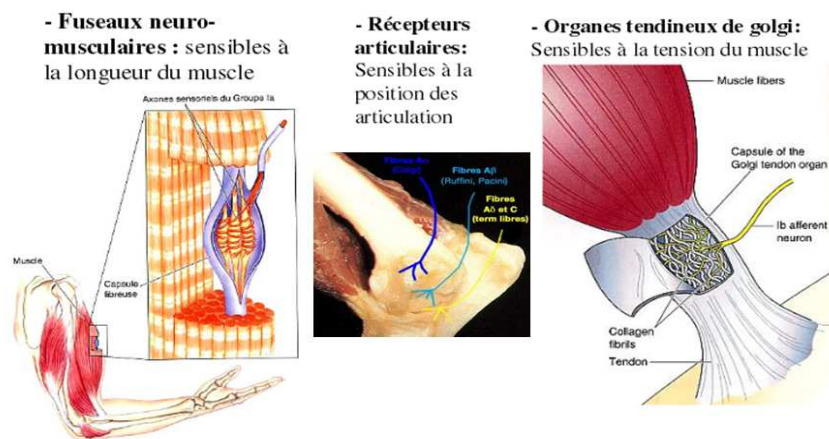
Type de récepteur	Caractéristiques anatomiques	Localisation dans la peau	Champ récepteur	Fonction	Vitesse d'adaptation
Corpuscule de Meissner	Encapsulés entre les papilles dermiques	Couches superficielles	Etroit et bien délimité	Discrimination tactile	Rapide
Disque de Merkel	Encapsulés associés à des cellules libérant des peptides				Lente
Corpuscule de Pacini	Encapsulés en lamelles d'oignon	Couches profondes	Etendu avec des limites floues	Vibration	Rapide
Corpuscule de Ruffini	Encapsulés orienté dans le sens des lignes d'étirement			Etirement de la peau	Lente

- **Mécanorécepteurs proprioceptifs:**

Sont des mécanorécepteurs de bas seuil comprenant les fuseaux neuromusculaires, les organes tendineux de Golgi et les récepteurs articulaires.

Ces mécanorécepteurs renseignent de façon permanente et détaillée sur la **position spatiale** des membres et des autres parties du corps.

**Propriocepteurs** = Mécanorécepteurs de la sensibilité musculaire :



### Récepteurs mécaniques internes

- **Les terminaisons libres :**

Elles sont constituées par l'arborisation terminale de fibre amyélinique ou myélinique très fine.

Chaque extrémité porte un « bouton terminal ».

Elles sont présentes partout dans le derme et l'épiderme.

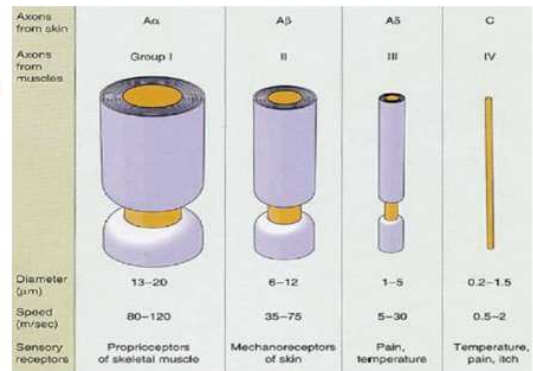
Elles sont les seules responsables des sensations **douloureuses** mais peuvent aussi intervenir dans les sensations tactiles (**tact grossier**) ou **thermiques**.

- Thermorécepteurs
- Nocicepteurs

Type de récepteur	Caractéristiques anatomiques	Emplacement	Fonction	Vitesse d'adaptation	Seuil d'activation	Fibre associée
Fuseaux neuromusculaire	Hautement spécialisés	Muscle	Longueur du muscle	Rapide et Lente	Bas	Ia II
Organes tendineux de Golgi	Hautement spécialisés	Tendons	Tension du muscle	Lente	Bas	Ib
Récepteurs articulaires	Très faiblement spécialisés	Articulations	Position des articulations	Rapide	Bas	II III
Terminaisons nerveuses libres	faiblement spécialisés	Toute la peau	Température Douleur Tact grossier	Lente	élevé	Aδ C

**Caractéristiques des différentes catégories de fibres et correspondance selon les classifications utilisées:**

Lloyd pour le nerf musculaire  
Erlanger –Gasser pour le nerf cutané



Nerf musculaire	Nerf cutané	Myéline	Diamètre	Conduction	Récepteurs sensoriels
I Ia Ib	Aα	forte	grand	rapide	Propriocepteurs des muscles squelettiques
II	Aβ	moyenne	moyen	moyenne	Mécanorécepteurs de la peau
III	Aδ	faible	petit	lente	Douleur -Température
IV	C	amyélinique	très petit	très lente	Température -Douleur - Démangeaisons

## Les voies de la sensibilité consciente :

- Les informations de la sensibilité consciente atteignent le **cortex cérébral**. Elles empruntent deux grands systèmes :

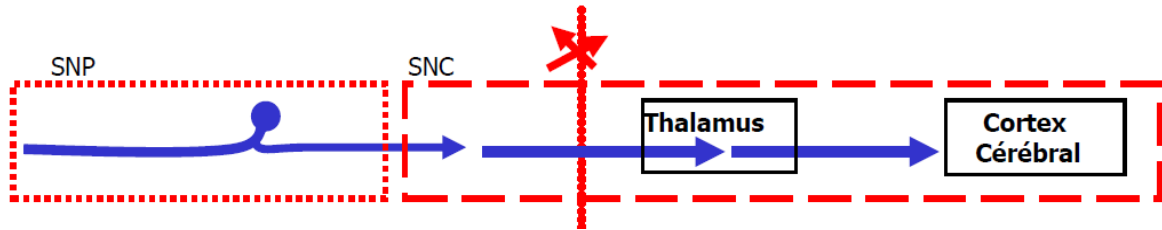
### **a/ Le système lemniscal médial (colonnes dorsales) :**

- La voie lemniscale est aussi appelée système **cordonnal postérieur** car elle emprunte les cordons postérieurs de la moelle ou colonnes dorsales.
- Le tact épieritique** est une modalité rapide, précise et discriminative.
- La sensibilité profonde proprioceptive** : le sens de position segmentaire dans l'espace, grâce à des récepteurs profonds (Golgi,...).

### **b/ Le système antérolatéral ou spinothalamique (extra lemniscal) :**

- Il véhicule la sensibilité **thermo-algique** et le **tact protopathique**. Ce système participe à la préservation de l'espèce. Il est beaucoup plus *diffus, plus lent, moins précis*

## Organisation commune des 2 systèmes somesthésiques :



Les 2 systèmes lemniscal et extra lemniscal ont une organisation commune :

- Les voies sensibles transmettent l'information du récepteur au cortex cérébral par un réseau de **3 neurones et 2 relais**.
  - Le **premier neurone présente des caractéristiques particulières** :
    - o Neurone pseudo unipolaire
    - o Le corps cellulaire forme un ganglion (spinal ou d'un nerf crânien).
    - o Les dendrites viennent de la périphérie. Elles cheminent dans les **nerfs périphériques**. Leurs extrémités sont différenciées en **récepteurs**.
    - o L'axone issu du ganglion pénètre dans la moelle spinale par la racine dorsale (nerfs rachidiens) ou dans le tronc cérébral (nerfs crâniens).
  - Le niveau du premier relais est variable, le **deuxième relais est constant : le thalamus**.  
Le thalamus est à l'origine du **troisième neurone** de la voie. C'est un **neurone thalamocortical**
- La sensibilité de la face est véhiculée par les branches sensibles du nerf trijumeau.

### LE SYSTEME LEMNISCAL (COLONNE DORSALE) :

Véhicule le tact épicritique et la proprioception.

Les fibres sont **myélinisées et de gros calibre, assurant une conduction saltatoire rapide**.

#### 1/ Le premier neurone : pseudo-unipolaire.

- son corps cellulaire est situé dans le **ganglion spinal**.
- les dendrites empruntent les nerfs périphériques, puis la **racine postérieure**.
- l'axone pénètre dans le **cordon postérieur homolatéral** et traverse toute la moelle spinale jusqu'au bulbe bas.

**2/ Premier relais : noyaux de la colonne dorsale** Noyaux de Gracile (Goll) et Cunéiforme (Burdach) homolatéraux, situés dans la partie dorsale de la moelle allongée basse (bulbe bas).  
Ils forment le relais entre les neurones de premier et second ordre de la voie lemniscale.

#### 3/ Deuxième neurone : bulbothalamique

Les corps cellulaires constituent les **noyaux Gracile et Cunéiforme**.

**Décussation** : l'axone croise immédiatement la ligne médiane.

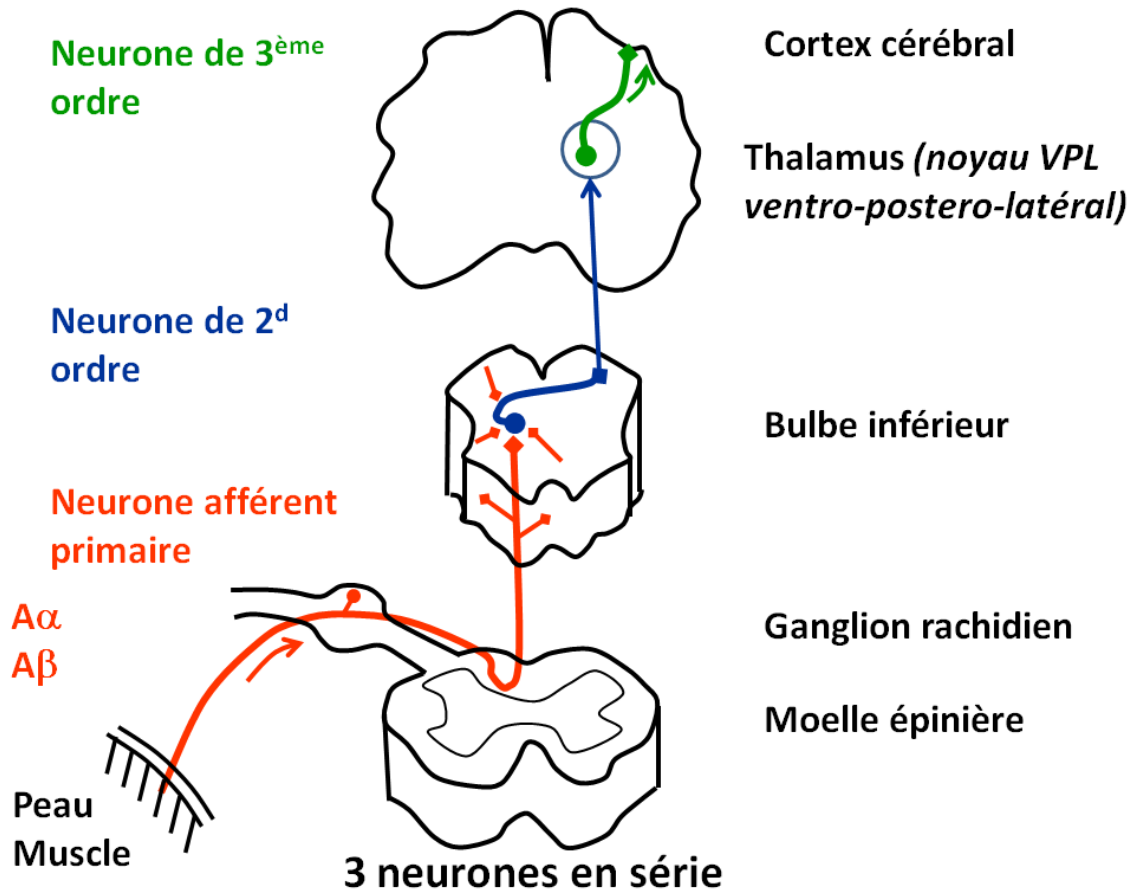
La voie lemniscale reste en position paramédiane. Elle forme le **lemniscus médian**, qui traverse les trois étages du tronc cérébral.



#### 4/ Deuxième relais : thalamus

- Le deuxième relais est un noyau du groupe latéral du thalamus : le **noyau Ventral Postérieur Latéral (VPL)**.

#### 5/ Le troisième neurone : thalamocortical.



Voie lemniscale ou cordonale postérieure :

#### LE SYSTEME ANTEROLATERAL: Système extralemniscal

Nommé aussi voie **spinothalamique**.

Fibres peu ou non myélinisées, de **petit calibre**, la vitesse de conduction est donc plus **lente**.

Système **moins précis**.

Deux voies principales :

- La voie spinothalamique (**néo-ST**) [**latéral**] : véhicule le tact protopathique et la sensibilité thermo-algique à partir des fibres A $\delta$ .
- La voie spino-réculaire (**paléo-ST**) [**médian**] : véhicule la sensibilité thermo-algique (nociception) issue des fibres C, caractérisée par la diffusion de l'information vers de nombreuses cibles dont la substance réticulée.

- **La voie Néo-spinothalamique : système latéral**

### 1/ Le premier neurone

- Neurone pseudo-unipolaire, peu myélinisé.
- Corps cellulaire dans le ganglion spinal.
- Les dendrites viennent de la périphérie. Leurs terminaisons libres forment les récepteurs (Thermorécepteurs -Nocicepteurs).
- l'axone pénètre dans la moelle spinale au niveau de *la corne dorsale*).

### 2/ Premier relais : Corne postérieure de la moelle

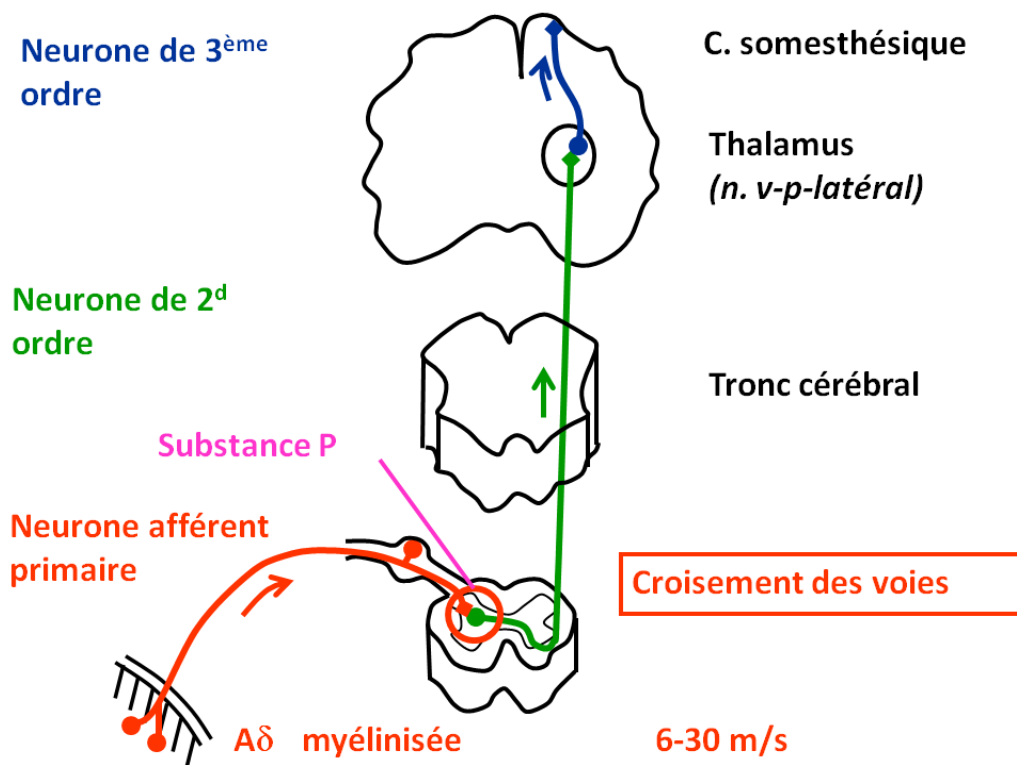
### 3/ Le deuxième neurone :

- naît dans la corne postérieure.
- croise immédiatement la ligne médiane dans la commissure blanche antérieure : les axones se dirigent vers la partie antérieure du cordon latéral de la moelle.
- ces voies montent alors dans la moelle spinale.
- la voie spinothalamique remonte les trois étages du tronc cérébral en dehors du lemniscus médian jusqu'au thalamus.

### 4/ Deuxième relais : thalamus

- Le deuxième relais est un noyau du groupe latéral du thalamus : le noyau Ventral Postérieur Latéral (VPL).

### 5/ Le troisième neurone : thalamocortical



La voie Néo-spinothalamique

- **Le système médian: Paléo-spinothalamique**

Il est composé de fibres de petit calibre amyélinique à conduction lente (fibre C) et faisant de nombreux relais synaptiques.

Il correspond à un système phylogéniquement ancien sans organisation somatotopique, sans relais vers le cortex somesthésique primaire SI mais avec transmission aux cortex associatifs.

**Le faisceau paléo-spino-réticulo-thalamique se projette:**

sur la **substance réticulée** à tous les niveaux du tronc cérébral,

sur les **noyaux intralaminaires du thalamus** (thalamus non spécifique) sans somatotopie et, directement ou non sur l'hypothalamus et le striatum.

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

Cette voie serait à l'origine de la mise "en éveil" du système nerveux central par le **système réticulaire ascendant** (support du signal d'alerte et des comportements de défense).

La substance réticulée et le thalamus non spécifique comportant de vastes projections sur le **cortex préfrontal et les structures limbiques**, l'information nociceptive va être largement "diffusée" à de nombreuses régions cérébrales.

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

La projection d'informations nociceptives sur l'**hypothalamus** est à l'origine de réponses neuroendocrines à la douleur (augmentation de la sécrétion des hormones médullo-surréniennes).

Les projections sur le **striatum** seraient à l'origine de réponses motrices semi-automatiques et automatiques élaborées après une stimulation douloureuse.

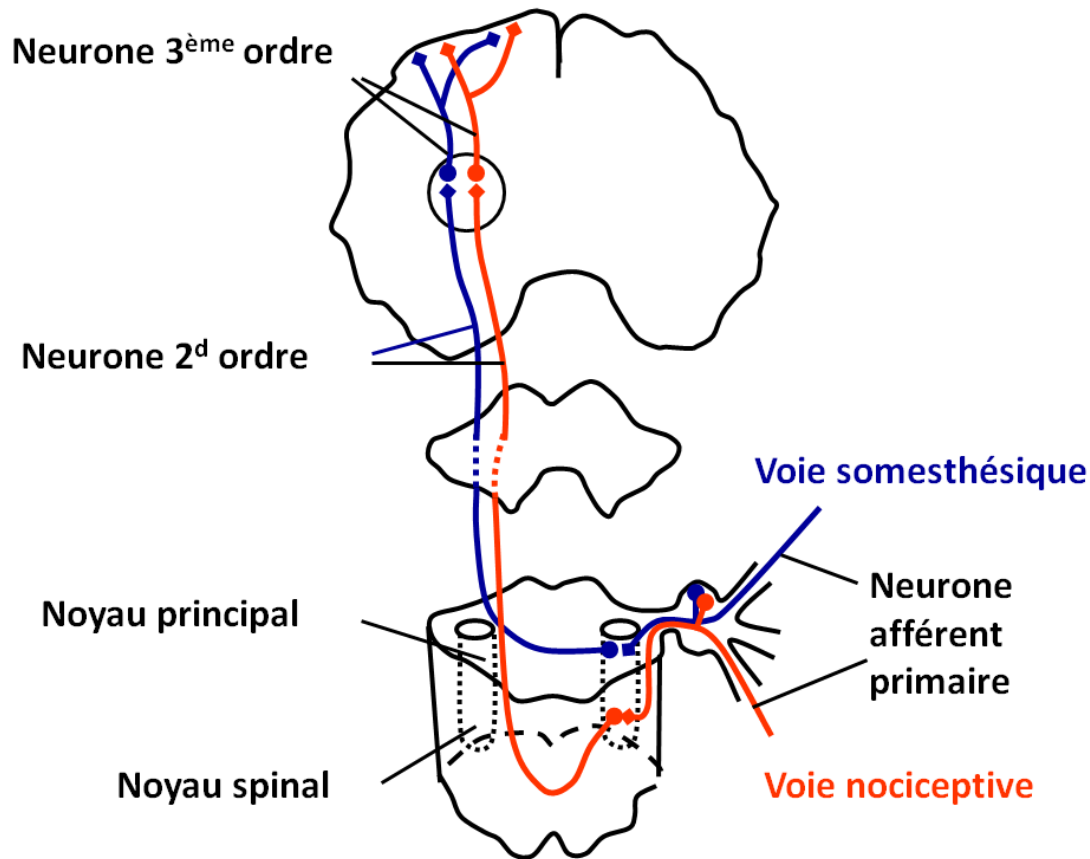
Par ailleurs, au niveau du tronc cérébral, s'organisent des réflexes avec les **noyaux végétatifs** de la substance réticulée et des nerfs crâniens (III, VII, IX, X) à l'origine de modifications végétatives de l'activité cardio-vasculaire (accélération du pouls, augmentation de la tension artérielle),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

- **LA SENSIBILITE DE LA FACE**

Véhiculée par le **nerf trijumeau (nerf V)**. 5ème paire de nerfs crâniens

- *Premier neurone* : nerf trijumeau. C'est un nerf périphérique qui possède un ganglion : **le ganglion de Gasser** qui reçoit trois branches sensitives : nerfs ophtalmique, maxillaire et mandibulaire.
- *Premier relais*: **Le noyau du trijumeau, étendu sur les 3 étages du tronc cérébral** jusqu'aux premiers segments médullaires. Ce noyau est scindé en trois parties :
  - **Noyau principal au niveau pontique : tact épicritique.**
  - **Noyau descendant tout le bulbe : relais de la nociception (sensibilité thermo-algique).**
  - **Noyau ascendant mésencéphalique : relais de la proprioceptivité.**

- *Deuxième neurone* : est constitué par les axones provenant du noyau du V (trijumeau), se projetant sur le thalamus : faisceau quinto-thalamique.
- *Deuxième relais* : Le **noyau ventro-postéro-médian (VPM), dans le thalamus**.  
La projection sur ce noyau est fortement organisée : somatotopie.
- *Troisième neurone* : Neurone thalamocortical.  
Il se projette sur la partie inférieure de la face latérale du gyrus post central selon une somatotopie.



Les voies lemniscale et extralemniscale de la sensibilité de la face.

### **Conclusion:**

- La voie **lemniscale** est rapide, discriminative, croisée au niveau du bulbe formant le lemniscus médian et fortement organisée: Elle envoie l'information sensitive (tactile épicrotique et proprioceptive) de la périphérie au cortex avec précision, sans diffusion.
- La voie **extralemniscale** est divisée en 2 systèmes fonctionnels:
  - Le premier spinothalamique assure une localisation de la douleur et l'information mécanique protopathique.
  - Le second spino-réticulo-thalamique transmet l'information thermo-algique, plus lent et diffus.

Le croisement de cette voie antérolatérale se fait au niveau médullaire.