

[Santé](#)[Médecine](#)[Education](#)[Neurologie](#)[Physiologie](#)[Pathologies](#)[ANIMATIONS FLASH](#)[LE SYSTÈME NERVEUX](#)[LES SYSTÈMES SENSORIELS](#)[PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE](#)

- [Les modalités sensorielles](#)
- [Codage de l'information](#)
- [Intégration de l'information](#)

[LA SOMESTHÉSIE](#)

- [La sensibilité mécanique cutanée](#)
- [La sensibilité mécanique musculaire et articulaire](#)
- [La sensibilité thermique](#)
- [La sensibilité douloureuse](#)

LA SENSIBILITÉ MÉCANIQUE CUTANÉE

1. SEUILS ET DISCRIMINATION SPATIALE

La peau a une innervation afférente très riche, dont la densité varie beaucoup d'un territoire à l'autre. La face et les extrémités (doigts : 2500 récepteurs/cm²) sont très richement innervées (cf. "**homonculus sensitif**"). Ces différences dans la densité en récepteurs en fonction des régions cutanées entraînent de grandes différences dans les différents seuils de sensibilité en fonction des territoires étudiés.



Le seuil de sensibilité à une stimulation mécanique de la peau correspond à un enfoncement de 6 μ m et varie énormément en fonction de la localisation du stimulus. Les seuils les plus bas sont mesurés à l'extrémité des doigts. La différence de pression juste perceptible ou seuil différentiel varie aussi beaucoup d'une région à l'autre et la fraction différentielle de Weber la plus basse est d'environ 5% pour la sensibilité tactile à la pression. Le seuil de discrimination spatiale, mesuré à l'aide d'un compas à pointes sèches, est bien évidemment aussi très variable en fonction de la localisation du stimulus : **les seuils les plus bas sont situés à l'extrémité de la langue et au bout des doigts (1-3 mm)**; le dos est la région où la discrimination spatiale est la plus élevée (50-100 mm).

- Organisation segmentaire et supraspinale
- Le contrôle de la douleur



LE MUSCLE

- Organe de la motricité somatique
- Mécanismes cellulaires de la contraction
- Energétique de la contraction
- L'unité motrice
- Plusieurs types d'unités motrices



LIVRES



SITES

- Les organes des sens
- L'audition
- Neuroanatomie
- Neurosciences for kids
- L'Université de tous les savoirs
- Le cerveau à tous les niveaux
- Neurobiology - G G Matthews



NEUROPHYSIOLOGIE



LE SOMMEIL

2. LES MÉCANORÉCEPTEURS CUTANÉS ET LES TROIS QUALITÉS DE LA SENSIBILITÉ MÉCANIQUE CUTANÉE

On distingue, au sein de la sensibilité mécanique cutanée, trois qualités principales : la sensibilité à la **pression**, la sensibilité à la **vibration** et le **toucher** stricto sensu ou tact (sensibilité à la **vitesse**). La sensibilité à la pression est mise en jeu par des appuis importants sur le revêtement cutané. Le tact est au contraire un contact léger avec la peau, glabre (sans poils) ou velue. La sensibilité à la vibration répond à des variations de pression dans une gamme de fréquence de 30 à 1500 Hz. Ces qualités sont liées à la présence de récepteurs sensoriels différents dans l'épaisseur de la peau (épiderme - derme - hypoderme) glabre ou velue. On distingue au moins 5 types de récepteurs cutanés mécaniques, dont la répartition varie selon que la peau est glabre ou velue et dans l'épaisseur même de la peau (récepteurs superficiels ou profonds).

Des **terminaisons libres** souvent épaisses (35 - 65 m.sec-1) se développent autour des follicules pileux (peau velue). Les terminaisons se situent sous les glandes sébacées, tout autour de la racine du poil. Ces récepteurs sont sensibles aux mouvements des poils.

Dans les **corpuscules de Ruffini**, situés dans le derme, la terminaison axonale (50 - 70 m.sec-1), entourée d'une capsule fibroblastique, perd sa myéline et se ramifie abondamment. L'ensemble du corpuscule, d'allure fuselée, est ancré mécaniquement au derme par des fibres de collagène qui traversent la capsule. Ces récepteurs sont des **récepteurs profonds sensibles à la pression, toniques et à adaptation lente**. Ils sont sensibles à l'étirement de la peau. Ils sont également retrouvés dans les articulations, ancrés aux ligaments.

Il existe, à la base de l'épiderme (glabre ou velue), des formations particulières composées par les **ramifications d'une fibre myélinisée** (50 - 70 m.sec-1) dont chaque terminaison se termine par un disque. Chaque disque entre en apposition avec une cellule particulière dite **cellule de Merkel** et il semble exister de vrais contacts synaptiques entre la cellule et le disque. Les zones riches en disques peuvent former des **dômes tactiles**. Ces récepteurs ou **disques de Merkel** sont des **récepteurs superficiels, qui répondent à des pressions localisées** (enfouissement de la peau) et dont la réponse au stimulus est **phasico-tonique à adaptation lente**. Ils peuvent ainsi coder la position et la vitesse du stimulus, soit l'**indentation de la peau**.

Les **corpuscules de Meissner**, situés **immédiatement sous l'épiderme** dans les papilles dermiques, sont couplés mécaniquement au tissu environnant par de fins filaments de tissu conjonctif. La fibre axonale (54 - 60 m.sec-1) s'enroule en spirale autour des cellules de Schwann. Ces corpuscules de Meissner sont des **récepteurs superficiels à adaptation rapide particulièrement sensible à la vitesse d'établissement du stimulus**.

Les **corpuscules de Pacini** sont des corpuscules complètement "clos". Mécanorécepteur présent dans le derme et les **tissus conjonctifs sous-cutanés**, il consiste en une terminaison nerveuse myélinisée (57 - 75 m.sec-1), isolée, présentant des noeuds de Ranvier et enveloppée, jusqu'en un point situé entre le 1er et le 2ème noeud de Ranvier, par un grand nombre de lamelles conjonctives concentriques séparant des espaces remplis de liquide. Ces **récepteurs profonds** sont de **type phasique** et sont **particulièrement sensibles aux vibrations**.





SOMMAIRE

LES MÉCANORÉCEPTEURS À ADAPTATION LENTE SONT DES RÉCEPTEURS DE PRESSION

Les disques de Merkel (superficiels) et les corpuscules de Ruffini (profonds) sont des récepteurs à adaptation lente, qui codent l'intensité de la stimulation (indentation cutanée) par la fréquence de leurs potentiels d'action. Ils sont actifs dès le début de la pression exercée sur le revêtement cutané et ne cessent de l'être qu'à la fin de celle-ci. Ils codent donc l'intensité et la durée de la pression. Grâce à leur structure (ancrage mécanique dans le derme), les corpuscules de Ruffini répondent également à des étirements de la peau. Cette sensibilité à l'étirement est directionnelle, ce qui permet à ces récepteurs d'informer le système nerveux central sur les forces et les directions des cisaillements cutanés accompagnant un mouvement articulaire.

LES RÉCEPTEURS DU TACT SONT DES DÉTECTEURS DE VITESSE

Si l'on incline doucement les poils du dos de la main, sans toucher à la peau elle-même, et que l'on maintient les poils dans cette nouvelle position, la sensation n'apparaît que durant le mouvement d'inclinaison des poils. Les récepteurs des follicules pileux sont donc à adaptation relativement rapide et la fréquence des potentiels d'action émis est proportionnelle à la vitesse d'inclinaison des poils. Les corpuscules de Meissner, localisés dans la peau glabre, détectent les variations de contact léger des objets avec la peau et sont sensibles aux vibrations pour des fréquences comprises entre 5 et 200 Hz. L'adaptation rapide de ces récepteurs, qui en fait des détecteurs de vitesse, explique que nous ne sentions plus nos vêtements quelques secondes après les avoir mis.

LES CORPUSCULES DE PACINI SONT SENSIBLES À LA VIBRATION

Les corpuscules de Pacini sont des récepteurs phasiques, qui ne répondent ni à la vitesse ni à la durée de la stimulation. Ils sont sensibles uniquement aux variations rapides d'intensité et donc, à l'accélération de la déformation cutanée. La sensibilité de ces récepteurs est optimale pour des fréquences de vibration cutanée de 300 Hz, mais ils répondent dans une gamme de fréquence allant de 30 à 1 500 Hz. Ils sont localisés dans le tissu adipeux sous-cutané mais aussi dans les tendons, les articulations, le périoste et les muscles de la face. Ils sont mis en jeu dans les salles de concert par les basses fréquences et donnent la sensation de "vibrer" à la musique, d'"entendre par le ventre".



Que ce soit dans la peau glabre ou dans la peau velue, il y a environ 5 fois plus de récepteurs à adaptation rapide (84% - tact) que de récepteurs à adaptation lente (16% - pression).

La densité de la peau en mécanorécepteurs est très variable. La paume de la main possède environ 17 000 fibres liées à des mécanorécepteurs. A l'extrémité des doigts, la densité (140/cm²) comme la proportion (43%) en corpuscules de Meissner, récepteurs du tact, sont particulièrement importantes.

La dimension des champs récepteurs de ces mécanorécepteurs varie également beaucoup en fonction de leur type et de leur localisation. Les champs récepteurs des récepteurs superficiels soit les disques de Merkel (pression) et les corpuscules de Meissner (tact) sont de petite dimension (2 à 4 mm²) tandis que ceux des récepteurs profonds tels que les corpuscules de Ruffini (pression - étirement de la peau) et de Pacini (vibration) sont plus étendus. Cependant, les dimensions de ces champs récepteurs indiquent qu'ils sont l'objet d'une faible convergence. Au contraire, chaque follicule pileux reçoit un grand nombre de fibres afférentes et chaque fibre afférente se ramifie sur plusieurs centaines de follicules pileux. Ainsi, les champs récepteurs des fibres innervant les follicules pileux sont beaucoup plus étendus.

[SUITE]

[Santé](#)[Médecine](#)[Education](#)[Neurologie](#)[Physiologie](#)[Pathologies](#)

ANIMATIONS FLASH



LE SYSTÈME NERVEUX



LES SYSTÈMES SENSORIELS



PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

- Les modalités sensorielles
- Codage de l'information
- Intégration de l'information



LA SOMESTHÉSIE

- La sensibilité mécanique cutanée
- La sensibilité mécanique musculaire et articulaire
- La sensibilité thermique
- La sensibilité douloureuse

LA SENSIBILITÉ MÉCANIQUE MUSCULAIRE ET ARTICULAIRE

1. LES TROIS QUALITÉS DE LA SENSIBILITÉ MÉCANIQUE MUSCULAIRE ET ARTICULAIRE

La **proprioception** nous permet de connaître la position de notre corps dans l'espace et de nos membres par rapport à notre corps. Nous sommes également capables d'apprécier la résistance contre laquelle nous effectuons un mouvement. De fait, la proprioception correspond à trois qualités : la sensibilité à la position, au mouvement et à la force.

- La **sensibilité à la position** nous informe des angles formés par chacune de nos articulations, et donc de la position relative de nos membres entre eux et par rapport au corps. La précision en est faible et elle présente peu ou pas d'adaptation. Elle peut être grandement améliorée par l'apprentissage (ex : tir à l'arc).
- La **sensibilité au mouvement** correspond à une sensation de vitesse, de direction et d'amplitude. Les seuils de sensibilité pour ces trois paramètres sont plus faibles dans les articulations proximales (épaule) que dans les articulations distales (main).
- La **sensibilité à la force** se superpose à la sensibilité à la pression (étirement de la peau et pression exercée par un objet à porter). Il est donc difficile de distinguer l'information en provenance des propriocepteurs de celle provenant des mécanorécepteurs cutanés.

2. LES MÉCANORÉCEPTEURS MUSCULAIRES ET ARTICULAIRES

Les récepteurs mis en jeu dans la proprioception sont des mécanorécepteurs localisés dans les muscles, les tendons et les articulations.

LES MÉCANORÉCEPTEURS MUSCULAIRES : LES FUSEAUX NEURO-MUSCULAIRES

- Organisation segmentaire et supraspinale
- Le contrôle de la douleur



LE MUSCLE

- Organe de la motricité somatique
- Mécanismes cellulaires de la contraction
- Energétique de la contraction
- L'unité motrice
- Plusieurs types d'unités motrices



LIVRES



SITES

- Les organes des sens
- L'audition
- Neuroanatomie
- Neurosciences for kids
- L'Université de tous les savoirs
- Le cerveau à tous les niveaux
- Neurobiology - G G Matthews



NEUROPHYSIOLOGIE



LE SOMMEIL

Les **fuseaux neuromusculaires** sont répartis dans la partie charnue du muscle strié. Ils sont entourés d'une enveloppe fibro-conjonctive, étroite à ses deux extrémités et renflée dans sa partie médiane en une capsule remplie de gel. Cette capsule contient et protège la partie médiane de 4-15 petites fibres musculaires, très particulières, dites intrafusales, disposées dans le corps du muscle parallèlement aux fibres musculaires extrafusales.

Les extrémités de ces fibres intrafusales, situées en dehors de l'enveloppe protectrice du fuseau, s'insèrent sur les cloisons conjonctives intramusculaires. Leurs parties polaires, striées, contiennent des myofibrilles contractiles. Leur partie équatoriale contient l'ensemble des noyaux cellulaires de la fibre.

D'après la disposition de ces noyaux, on distingue les **fibres intrafusales à chaî ne nucléaire** (15 μm de diamètre / 3-5 mm de long) des **fibres intrafusales à sac nucléaire** (30 μm de diamètre / 6-10 mm de long).

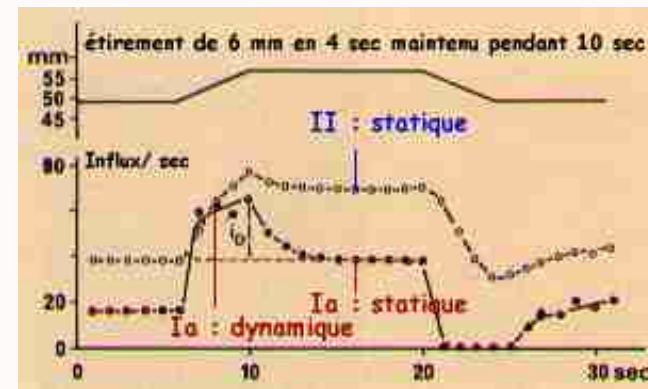
Les fuseaux neuromusculaires assurent le contrôle du tonus musculaire (stimulus = étirement musculaire). Ils sont à la base du réflexe myotatique.

Innervation sensitive

Les **fibres sensibles primaires Ia**, qui perdent leur gaine de myéline à proximité du fuseau, se ramifient en autant de branches que de fibres intrafusales. Elles s'enroulent autour de la région équatoriale nucléée de chaque fibre intrafusale. Les **fibres sensibles secondaires II**, qui perdent également leur gaine de myéline à proximité des fuseaux, s'enroulent presque exclusivement autour des parties juxtaéquatoriales des fibres à chaî ne nucléaire.

Innervation motrice

Ces fibres intrafusales à chaî ne et à sac reçoivent une innervation motrice spécifique. Les **fibres gamma, fusimotrices** innervent les parties striées contractiles des fibres intrafusales. Ces fibres fusimotrices, en assurant la contraction des fibres intrafusales, modifient l'excitabilité des fibres sensibles innervant les fuseaux, en déformant mécaniquement le récepteur.



D'après Figure 2.29 - Psychophysiologie sensorielle. Neurophysiologie Fonctionnelle II. P. Buser et M. Imbert. Hermann Paris - Collection Méthodes.



SOMMAIRE

Les fibres Ia ont (1) une réponse dynamique à l'étirement musculaire, qui dépend linéairement de la vitesse d'étirement du muscle puis (2) une réponse statique pendant tout le temps de l'étirement.

Les fibres II ont essentiellement une réponse statique, avec une réponse dynamique quasiment nulle.

Les fibres primaires (Ia - fibres de 10-12 μm de diamètre) et secondaires (II - fibres de 5-6 μm de diamètre) des fuseaux neuro-musculaires répondent à l'étirement du muscle. Ces récepteurs de longueur ont une adaptation pratiquement nulle : les fibres ont une fréquence de décharge quasi constante pendant tout le temps de l'étirement musculaire.

LES MÉCANORÉCEPTEURS TENDINEUX : LES ORGANES TENDINEUX DE GOLGI

Les organes tendineux de Golgi sont situés aux jonctions myotendineuses. Ils sont constitués de faisceaux de collagène entourés par une capsule fibro-conjonctive fusiforme. À l'une des extrémités de l'organe tendineux, ces fibres de collagène s'insèrent sur les aponévroses tendineuses. À l'autre extrémité, elles se connectent avec 5-25 fibres musculaires de toute nature appartenant à plusieurs unités motrices différentes. Réciproquement, une unité motrice active 4 à 6 organes tendineux différents par plusieurs de ces fibres constitutives. Il est très important de noter que l'organe tendineux ne s'insère que sur une partie seulement des fibres musculaires : les autres fibres musculaires s'insèrent directement sur le tendon et agissent donc en parallèle avec l'organe tendineux voisin. Leur contraction a tendance à diminuer la déformation de l'organe tendineux, que provoque la contraction des fibres musculaires placées en série sur l'organe tendineux.

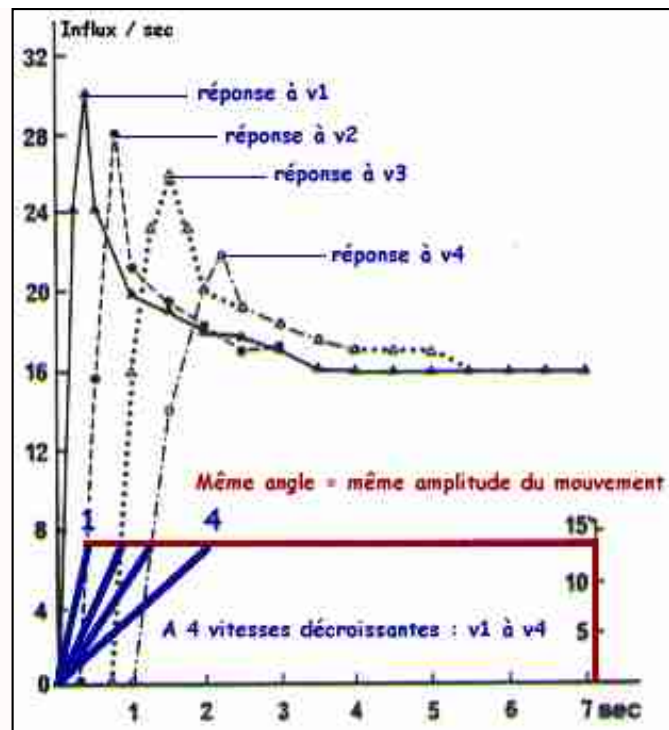
Les organes tendineux de Golgi sont innervés par des fibres Ib (fibres de 10-12 μm de diamètre). Ces fibres Ib pénètrent dans la capsule de l'organe tendineux, perdent leur gaine de myéline et se ramifient en plusieurs branches amyéliniques, qui s'insinuent entre les fibres de collagène. Les organes tendineux de Golgi présentent une sensibilité dynamique très développée et renseignent le système nerveux central sur les variations de la force contractile du muscle (stimulus = contraction musculaire active).

LES MÉCANORÉCEPTEURS ARTICULAIRES

Les fibres myélinisées fines du groupe III et les fibres amyéliniques du groupe IV se terminent par des terminaisons libres.

Les récepteurs de Ruffini des capsules articulaires, les récepteurs de Golgi des ligaments articulaires donnent essentiellement naissance à des fibres myélinisées de gros diamètre (40-60 m. sec-1).

Les récepteurs de Ruffini des capsules articulaires constituent la majorité des récepteurs articulaires. Ils sont à la fois dynamiques et statiques. Ils sont actifs pour un angle précis d'activation, proche des positions extrêmes du membre (flexion ou extension). Lorsqu'un mouvement articulaire est effectué autour de l'angle d'activation du récepteur étudié, on observe une augmentation de la décharge du nerf d'autant plus importante que la vitesse de rotation de l'articulation est importante. Lorsque la rotation articulaire est terminée, la décharge nerveuse rejoint le niveau tonique de décharge spécifique de la nouvelle position articulaire.



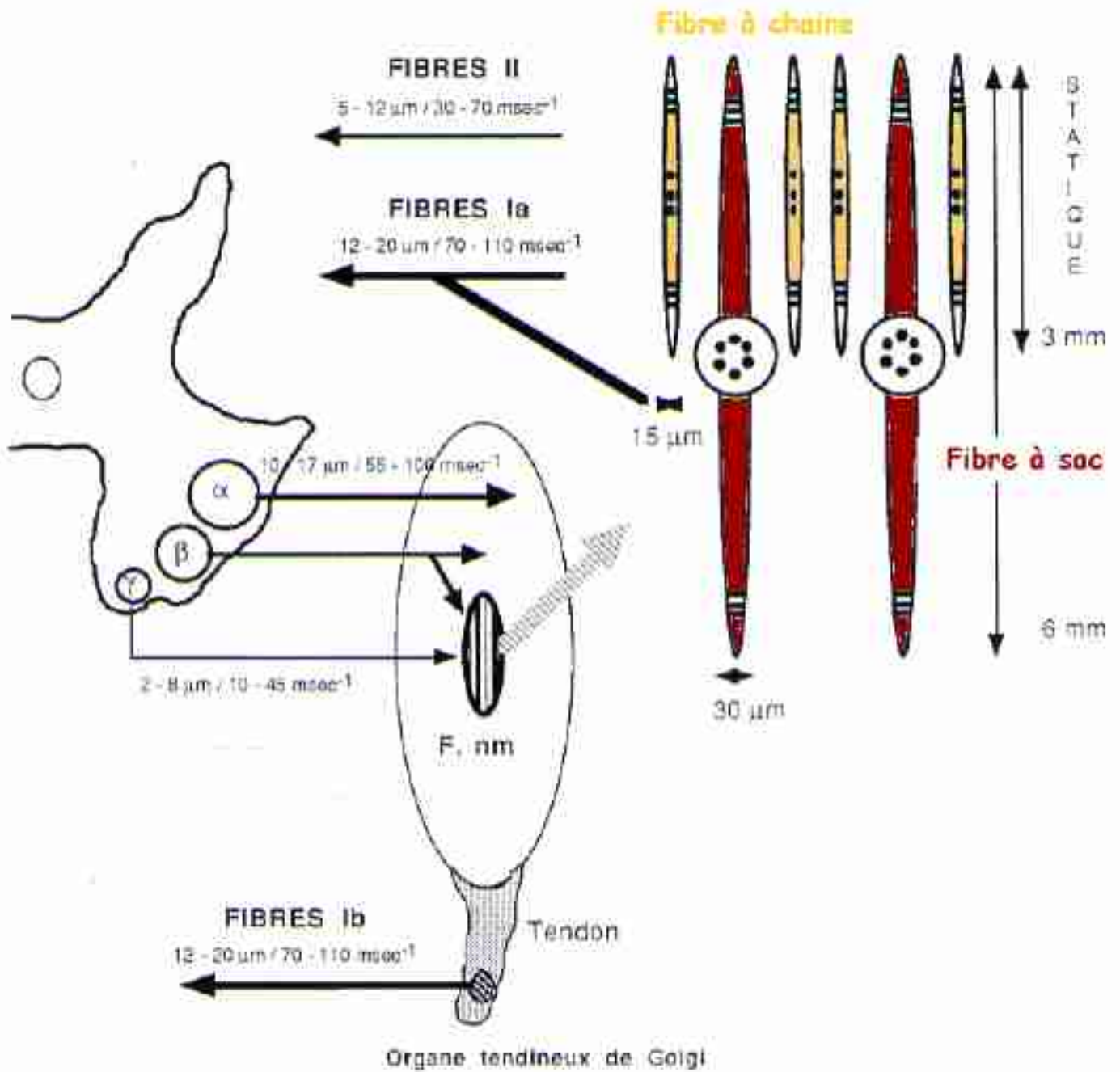
Ces récepteurs articulaires sont des récepteurs phasico-toniques, qui renseignent sur les mouvements articulaires comme sur la position de l'articulation.



D'après Figure 2.40 - Psychophysiology sensorielle. Neurophysiologie Fonctionnelle II. P. Buser et M. Imbert. Hermann Paris - Collection Méthodes.

LA SENSIBILITÉ MÉCANIQUE MUSCULAIRE

LE FUSEAU NEURO-MUSCULAIRE - L'ORGANE TENDINEUX DE GOLGI





Santé

Médecine

Education

Neurologie

Physiologie

Pathologies



ANIMATIONS FLASH



LE SYSTÈME NERVEUX



LES SYSTÈMES SENSORIELS



PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

- Les modalités sensorielles
- Codage de l'information
- Intégration de l'information



LA SOMESTHÉSIE

- La sensibilité mécanique cutanée
- La sensibilité mécanique musculaire et articulaire
- La sensibilité thermique
- La sensibilité douloureuse

LA SENSIBILITÉ THERMIQUE

LES DEUX QUALITÉS DE LA SENSIBILITÉ THERMIQUE

La sensibilité thermique correspond schématiquement à deux qualités : la sensibilité au **froid** et au **chaud**. Ces sensations **dépendent** essentiellement **de la situation dans laquelle se trouve le sujet quelques instants avant la stimulation** : plonger dans une piscine, dont l'eau est maintenue à 25° C, entraîne une sensation de chaud l'hiver (t° extérieure : 10° C) et de froid l'été (t° extérieure : 30° C). **La sensation** qui accompagne les changements de température **dépend** :

- De la température cutanée initiale.

Pour des températures cutanées basses (28° C), le seuil de sensation au chaud (1° C) est élevé et celui au froid (0.2° C) est bas. Si la température cutanée initiale augmente, le seuil au chaud diminue et le seuil au froid augmente. En fonction des conditions initiales, et pour une même température cutanée finale (32.5° C), le réchauffement de la peau de 32° à 32.5° C amène une sensation de chaud, le refroidissement de la peau de 33° à 32.5° C amène une sensation de froid.

- De la vitesse de changement de température.

La sensation de froid ou de chaud apparaît à condition que les variations de température soient au moins de 6° C par minute. Si la variation de température est plus lente, l'écart thermique peut devenir très important avant que nous ne ressentions un changement de température.

- De la surface stimulée.

La sensibilité thermique augmente avec la surface stimulée.

Cette sensation **disparaît assez rapidement** : quand nous plongeons dans notre bain le matin, la sensation d'eau très chaude s'estompe assez rapidement. La zone qui correspond à une **adaptation complète des récepteurs** constitue la **zone de neutralité thermique**. Elle se situe, chez l'homme, entre 33 et 35° C pour la surface entière du corps ou entre 30 et 36° C pour une surface de 15 cm².

Dans la vie courante, le port de vêtements nous permet de maintenir une température cutanée relativement constante, autour de 30° C, alors que la

- Organisation segmentaire et supraspinale
- Le contrôle de la douleur



LE MUSCLE

- Organe de la motricité somatique
- Mécanismes cellulaires de la contraction
- Energétique de la contraction
- L'unité motrice
- Plusieurs types d'unités motrices



LIVRES



SITES

- Les organes des sens
- L'audition
- Neuroanatomie
- Neurosciences for kids
- L'Université de tous les savoirs
- Le cerveau à tous les niveaux
- Neurobiology - G G Matthews



NEUROPHYSIOLOGIE



LE SOMMEIL

température ambiante n'est que de 18° - 20° C. En dehors de cette zone de neutralité thermique, les thermorécepteurs ne s'adaptent pas complètement. La sensation de froid ou de chaud persiste.

La sensation thermique devient carrément douloureuse si la température cutanée est inférieure à 17° C ou supérieure à 44°C

LES THERMORÉCEPTEURS

Il existe dans la peau des **terminaisons nerveuses libres**, proches de capillaires sanguins, sensibles au froid ou au chaud. Les récepteurs au froid, liés à des fibres myéliniques fines (5 - 15 msec-1), sont superficiels, localisés dans l'épiderme. Les récepteurs au chaud, liés à des fibres amyéliniques de type C (0.7 - 1.2 msec-1), sont plus profonds dans le derme.

Les fibres afférentes provenant de ces thermorécepteurs présentent plusieurs **caractéristiques fonctionnelles** : (1) leurs seuils de stimulation sont voisins des seuils de sensibilité thermique cutanée (2) elles montrent une variation d'activité proportionnelle à la variation de la température cutanée (réponse phasique ou dynamique) (3) elles montrent une activité tonique, proportionnelle à la température cutanée (4) les récepteurs au froid présentent un maximum d'activité vers 30° C - les récepteurs au chaud vers 43° C.

La densité de la peau en thermorécepteurs est très variable et toujours inférieure à celle des points au toucher des mécanorécepteurs. Les points sensibles au froid (main : 1 à 5 par cm²) sont beaucoup plus nombreux que les points sensibles au chaud (main : 0.4 par cm²). Par ailleurs, c'est la peau de la face qui montre la plus grande densité en thermorécepteurs (16-19 points au froid par cm²). La dimension des champs récepteurs de ces thermorécepteurs est très petite (< 1 mm²), chaque fibre innervant un petit nombre de récepteurs.

[SUITE]



Santé

Médecine

Education

Neurologie

Physiologie

Pathologies



ANIMATIONS FLASH



LE SYSTÈME NERVEUX



LES SYSTÈMES SENSORIELS



PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

- Les modalités sensorielles
- Codage de l'information
- Intégration de l'information



LA SOMESTHÉSIE

- La sensibilité mécanique cutanée
- La sensibilité mécanique musculaire et articulaire
- La sensibilité thermique
- La sensibilité douloureuse

NOCICEPTION ET DOULEUR

Nous possédons des récepteurs sensoriels à haut seuil mis en jeu uniquement par des stimulations provoquant des lésions de l'organisme. Ces stimulations nocives mettent en jeu des "nocicepteurs", dont l'activité provoque une **sensation consciente particulière** : la **douleur**. Il faut, en effet, avant tout ne pas confondre douleur et nociception. La **nociception** est le **processus sensoriel à l'origine du message nerveux qui provoque la douleur**. Les nocicepteurs peuvent être très activés sans qu'il y ait douleur - à l'opposé, une douleur peut être très intense sans activation majeure des nocicepteurs. Nous savons tous qu'une forte émotion, un état de stress aigu ou même simplement une intense concentration peuvent supprimer une sensation douloureuse : qui ne s'est pas coupé sans s'en rendre compte, obnubilé par l'exécution d'une tâche prenante ? La douleur nous apprend à éviter les situations dangereuses. C'est avant tout un **signal d'alarme** qui met en jeu des réflexes de protection nous permettant de nous soustraire aux stimulus nocifs - de soulager les parties de notre corps soumises à de trop fortes tensions. Les rares patients naissant avec un déficit de la sensation douloureuse vivent avec le risque permanent de s'autodétruire puisqu'ils ne réalisent jamais quand ils se font mal - ils meurent en général assez jeunes.

LES QUALITÉS DE LA DOULEUR

- En fonction de la localisation de la stimulation

La douleur peut avoir plusieurs "qualités" suivant son origine. La douleur provenant de la peau est qualifiée de superficielle, celle provenant des muscles et des articulations de profonde.

- En fonction de l'intensité de la stimulation

Lorsque l'on se pique avec une aiguille, on ressent tout d'abord une douleur vive, localisée, qui disparaît rapidement. Si la piqure est forte, la douleur vive (**douleur rapide**) est suivie d'une douleur sourde, diffuse, mal localisée, qui disparaît beaucoup plus lentement (**douleur lente**). On considère que deux catégories de fibres participent en fait à la douleur : des fibres myéliniques de fins diamètres (A delta, 10 m.sec-1) responsables de la douleur rapide et des fibres amyéliniques (fibres C, 1 m.sec-1) véhiculant la douleur lente. L'impulsion brève et intense excite les deux types de terminaisons et la différence entre les vitesses de conduction des deux types de fibres explique le décalage des sensations ressenties.

- Organisation segmentaire et supraspinale
- Le contrôle de la douleur



LE MUSCLE

- Organe de la motricité somatique
- Mécanismes cellulaires de la contraction
- Energétique de la contraction
- L'unité motrice
- Plusieurs types d'unités motrices



LIVRES



SITES

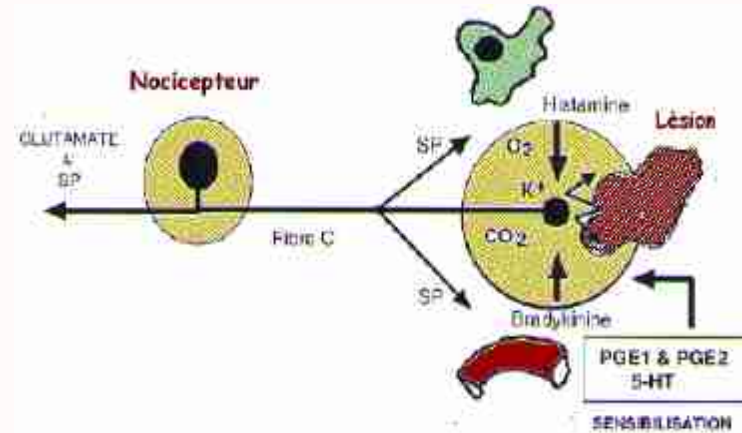
- Les organes des sens
- L'audition
- Neuroanatomie
- Neurosciences for kids
- L'Université de tous les savoirs
- Le cerveau à tous les niveaux
- Neurobiology - G G Matthews



NEUROPHYSIOLOGIE



LE SOMMEIL



L'histamine, sécrétée par les mastocytes, est très algogène en injection intradermique. Elle excite les nocicepteurs polymodaux. La bradykinine, puissant vasodilatateur, excite les nocicepteurs cutanés et facilite la réponse des fibres C à un échauffement. Les prostaglandines (PGE1 et PGE2), produites par les cellules endothéliales vasculaires, comme la sérotonine, présente dans les plaquettes sanguines, induisent des phénomènes de sensibilisation à l'histamine et à la bradykinine. Les terminaisons libres sont également sensibles aux variations de concentration locales en O₂, en CO₂ et à la composition ionique (K⁺) du milieu extracellulaire.

La douleur "lente", dont l'exemple type est la brûlure, peut conduire à une **hyperalgésie** (ex. "coup de soleil"): le seuil de la douleur est abaissé et des stimuli non douloureux tels que le port de vêtements deviennent insupportables. Cette hyperalgésie est un phénomène de sensibilisation, du à la **libération de substances chimiques par les tissus lésés**.

1. Toute réaction inflammatoire débute par une "**alerte chimique**". Les cellules des tissus lésés, les phagocytes et les mastocytes, provoquent la libération des médiateurs de l'inflammation.

2. La stimulation des fibres C, liées aux nocicepteurs, induit la libération périphérique de substance P ("**réflexe d'axone**") et provoque une "**inflammation neurogène**".

Le microenvironnement des nocicepteurs est un véritable "**bouillon**", une "**soupe périphérique**". Ces substances interviennent dans le **déclenchement** et surtout le **maintien voire la recrudescence des phénomènes douloureux**.



SOMMAIRE

- En fonction de la durée de la stimulation

La durée de la stimulation nociceptive est également essentielle. Les **douleurs aiguës**, généralement limitées à l'organe atteint (carie, brûlure), sont des douleurs d'alarme, vives, précoces, bien localisées, qui s'accompagnent de vives réactions végétatives (tachycardie, tachypnée, sueurs) et de réactions motrices (réflexe de retrait). Les **douleurs chroniques** (> à 6 mois) peuvent, par leur durée, conduire à une atteinte grave de la personnalité (insomnies, troubles de l'humeur, dépression). Il n'existe alors plus de relation claire entre l'ampleur de la lésion organique et l'intensité de la douleur chronique.

LES NOCICEPTEURS

Il existe des récepteurs cutanés - essentiellement, des terminaisons libres de fibres amyéliniques - qui ne répondent qu'à des stimulations potentiellement dommageables à la peau (mécaniques, thermiques ou chimiques). On distingue **quatre types de nocicepteurs** :

- Les **nocicepteurs mécaniques** répondent à la piqûre, au pincement ou à la torsion de la peau avec une décharge qui dure tout le temps de la stimulation, sans adaptation. Leurs champs récepteurs sont larges (1 à 8 cm²). composés de zones ponctuelles (1 mm²) séparées par des zones silencieuses. Leurs fibres afférentes sont essentiellement de type A delta.
- Les **nocicepteurs thermiques** répondent à des stimulus thermiques élevés (> 45° C) ou bas (< 10° C). Leurs champs récepteurs sont ponctuels (1 - 3 mm²) et ils sont liés essentiellement à des fibres amyéliniques (fibres C).
- Les **nocicepteurs sensibles aux agents chimiques** répondent aux agents toxiques externes comme aux substances produites par les tissus lésés (cf. supra).
- Les **nocicepteurs polymodaux** répondent à la fois à des stimulus nociceptifs mécaniques et thermiques. Ils sont liés à des fibres C amyéliniques. Ils constituent près de **90% des fibres amyéliniques contenus dans un nerf cutané**.

[SUITE]

[Santé](#)[Médecine](#)[Education](#)[Neurologie](#)[Physiologie](#)[Pathologies](#)[ANIMATIONS FLASH](#)[LE SYSTÈME NERVEUX](#)[LES SYSTÈMES SENSORIELS](#)[PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE](#)

- [Les modalités sensorielles](#)
- [Codage de l'information](#)
- [Intégration de l'information](#)

[LA SOMESTHÉSIE](#)

- [La sensibilité mécanique cutanée](#)
- [La sensibilité mécanique musculaire et articulaire](#)
- [La sensibilité thermique](#)
- [La sensibilité douloureuse](#)

ORGANISATION SEGMENTAIRE ET SUPRASPINALE DES AFFÉRENCES SOMESTHÉSQUES

Les corps cellulaires des neurones (**neurones en T**) à l'origine des afférences sensorielles primaires sont localisés dans les ganglions des racines dorsales : les prolongements périphériques de ces neurones pénètrent dans la moelle épinière par les racines dorsales - leurs prolongements centraux atteignent la corne dorsale (corne sensitive) de la moelle épinière.

Les axones des afférences primaires ont une large gamme de diamètre. Il existe **deux nomenclatures** : l'une distinguant des fibres A alpha - A beta - A delta, et C - l'autre distinguant des fibres des groupes I à IV (muscles, tendons). Le groupe C (ou IV) représente les fibres amyéliniques - toutes les autres fibres étant myélinisées.

Chaque nerf spinal, émergeant de la moelle par le trou de conjugaison situé entre deux vertèbres, est formé par l'association des fibres sensibles (racine dorsale) et motrices (racine ventrale). Nous avons ainsi 8 nerfs spinaux cervicaux (C1-C8) - 12 nerfs spinaux thoraciques (T1-T12) - 5 nerfs spinaux lombaires (L1-L5) et 5 nerfs spinaux sacrés (S1-S5). La région de la peau innervée par un seul nerf spinal est appelée **dermatome**.

Les informations issues des récepteurs sensoriels somatiques utilisent, pour atteindre le cortex somesthésique primaire, **deux grandes voies** : la voie des colonnes dorsales ou voie lemniscale où passent les informations cutanées tactiles épicrotiques et les informations proprioceptives conscientes provenant des muscles et des articulations - la voie spino-thalamique où passent les informations douloureuses et thermiques comme celles issues du tact grossier nociceptif.

Il existe des voies véhiculant des informations proprioceptives provenant des muscles et des articulations vers le cervelet : ces **voies spino-cérébelleuses dites de la proprioception inconsciente** - puisque les informations ne parviennent pas au cortex - participent au contrôle de la posture.



Neurone en T marqué dans un ganglion rachidien.

Noter la bifurcation de l'axone (flèche rouge) - donnant un prolongement périphérique (P) et un prolongement central (C).

Iconographie personnelle - Dr. D. Rose

- Organisation segmentaire et supraspinale
- Le contrôle de la douleur



LE MUSCLE

- Organe de la motricité somatique
- Mécanismes cellulaires de la contraction
- Energétique de la contraction
- L'unité motrice
- Plusieurs types d'unités motrices



LIVRES



SITES

- Les organes des sens
- L'audition
- Neuroanatomie
- Neurosciences for kids
- L'Université de tous les savoirs
- Le cerveau à tous les niveaux
- Neurobiology - G G Matthews



NEUROPHYSIOLOGIE



LE SOMMEIL

Chaque axone pénétrant dans la moelle épinière se divise en plusieurs branches : une branche segmentaire, une branche montante et une branche descendante. Ainsi, l'information somesthésique peut rapidement diffuser vers les circuits spinaux et vers les régions supraspinales. Les circuits spinaux sont impliqués dans une série de réflexes rapides et inconscients - les régions supraspinales nous permettent d'apprécier et de réagir à ces informations somesthésiques.

Les deux voies sont séparées dès leur entrée dans la moelle épinière : les fibres de gros diamètre (voie des colonnes dorsales) pénètrent plus médianement que les fibres les plus fines (voie spino-thalamique) plus latérales (zone marginale). Les terminaisons des afférences primaires n'ont pas la même localisation préférentielle dans la substance grise médullaire : les axones des mécanorécepteurs de gros diamètre se terminent dans les parties profondes de la corne dorsale, au niveau de la corne intermédiaire et jusqu'à la corne ventrale (couches VI à VIII - exemple : motoneurones / réflexe myotatique) - les axones de petit diamètre véhiculant les informations douloureuses et thermiques se terminent plutôt sur des neurones spinaux situés dans la partie la plus superficielle et externe de la corne dorsale dans la zone marginale de Waldeyer (zone I : nocicepteurs mécaniques, thermocepteurs) et dans la substance gélatineuse de Rolando (zone II : terminaisons A delta et C des nocicepteurs polymodaux). Ainsi, les zones superficielles I et II sont des territoires stratégiquement essentiels pour la perception de la douleur - les neurones de la zone intermédiaire sont impliqués dans le couplage des fonctions sensorielles des cornes dorsales avec les fonctions motrices des cornes ventrales.

La branche ascendante des axones sensoriels de gros diamètre véhiculant les informations proprioceptives conscientes et tactiles emprunte la voie des colonnes dorsales ipsilatérale - faisceau de fibres rapides et directes vers le tronc cérébral (1er relais bulbaire) sans synapse au niveau médullaire. Les fibres de petit diamètre véhiculant les informations douloureuses et thermiques comme celles du tact grossier nociceptif font synapses sur des neurones spinaux de 2ème ordre (1er relais spinal) situés dans la corne dorsale; les axones de ces neurones spinaux de second ordre traversent la moelle épinière et forment, après croisement, le faisceau spinothalamique.

[SUITE]

[Santé](#)[Médecine](#)[Education](#)[Neurologie](#)[Physiologie](#)[Pathologies](#)[ANIMATIONS FLASH](#)[LE SYSTÈME NERVEUX](#)[LES SYSTÈMES SENSORIELS](#)[PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE](#)

- [Les modalités sensorielles](#)
- [Codage de l'information](#)
- [Intégration de l'information](#)

[LA SOMESTHÉSIE](#)

- [La sensibilité mécanique cutanée](#)
- [La sensibilité mécanique musculaire et articulaire](#)
- [La sensibilité thermique](#)
- [La sensibilité douloureuse](#)

LES AFFÉRENCES SOMESTHÉSQUES - VOIES ASCENDANTES

La **voie des colonnes dorsales** et du lemnisque médian

Les fibres des colonnes dorsales se terminent et font synapse dans les noyaux des colonnes dorsales, dans la partie caudale du bulbe. L'information sensorielle y est encore ipsilatérale : les neurones des noyaux bulbaires des colonnes dorsales droites reçoivent les informations des récepteurs du tact et de la proprioception consciente du côté droit du corps - les neurones des noyaux bulbaires des colonnes dorsales gauches reçoivent les informations des récepteurs du tact et de la proprioception consciente du côté gauche du corps. Les axones des neurones des noyaux bulbaires des colonnes dorsales (neurones de 2ème ordre - relais bulbaire) décussent - forment le lemnisque médian et amènent finalement les informations tactiles et proprioceptives conscientes près des voies véhiculant les informations douloureuses et thermiques controlatérales. Les axones de ces neurones de 2ème ordre traversent, dans le lemnisque médian, le bulbe, le pont et le mésencéphale et se terminent dans le noyau ventral postérieur (VP) latéral du thalamus. Intervient alors un neurone de 3ème ordre, neurone thalamique dont l'axone se termine au niveau du cortex somesthésique primaire pariétal (S1).

La **voie spinothalamique**

Les axones des neurones des ganglions rachidiens (neurones en T) liés aux informations douloureuses, thermiques et du tact grossier nociceptif font obligatoirement synapse sur des neurones sensoriels spinaux de 2ème ordre - à l'intérieur même de la corde dorsale. Les axones de ces neurones spinaux de 2ème ordre décussent immédiatement au niveau spinal et empruntent le faisceau spinothalamique. Les fibres de ce faisceau véhiculant les informations douloureuses et thermiques (faisceau spinothalamique latéral) parcourent la moelle jusqu'au bulbe, traversent le pont et le mésencéphale près des fibres du lemnisque médian - sans faire synapse - et atteignent le thalamus. Les fibres de ce faisceau véhiculant les informations du tact grossier nociceptif (faisceau spinothalamique antérieur) rejoignent celles du lemnisque médian. Le faisceau spinothalamique latéral se projette sur une région thalamique plus importante que celle liée au lemnisque médian : noyau ventral postérieur (VP) latéral et noyaux intra-laminaires non spécifiques du thalamus. De même, le neurone thalamique de 3ème ordre véhiculant les informations douloureuses et thermiques touche des régions corticales beaucoup plus larges que celles liées aux informations proprioceptives et tactiles véhiculées par le lemnisque médian.

- Organisation segmentaire et supraspinale
- Le contrôle de la douleur



LE MUSCLE

- Organe de la motricité somatique
- Mécanismes cellulaires de la contraction
- Energétique de la contraction
- L'unité motrice
- Plusieurs types d'unités motrices



LIVRES



SITES

- Les organes des sens
- L'audition
- Neuroanatomie
- Neurosciences for kids
- L'Université de tous les savoirs
- Le cerveau à tous les niveaux
- Neurobiology - G G Matthews



NEUROPHYSIOLOGIE



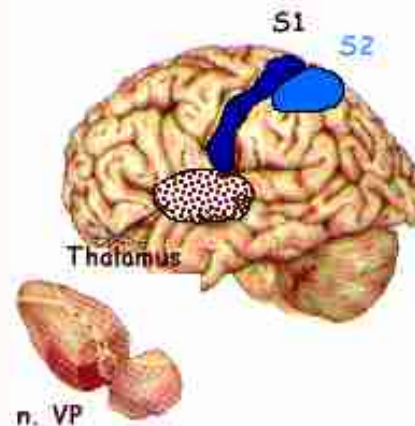
LE SOMMEIL

En plus de la voie spinothalamique, d'autres voies véhiculant des informations douloureuses et thermiques issues des neurones spinaux de la corne dorsale spinale (neurones spinaux de 2ème ordre) affectent de nombreux noyaux à tous les niveaux du tronc cérébral avant d'atteindre le thalamus et le cortex. Les axones de ces neurones se projettent dans la **formation réticulée bulbaire et mésencéphalique** (substance grise périaqueducale) - les neurones de la réticulée se projetant sur les **noyaux intra-laminaires non spécifiques du thalamus**. Ce **faisceau spino-réticulo-thalamique** est lié à l'aspect émotionnel et végétatif de la douleur.

L'organisation de ces voies afférentes somesthésiques explique les **symptômes cliniques observés dans certaines pathologies du système nerveux**.

- Le **syndrome de Brown-Sequard** correspond à une section traumatique ou circulatoire d'une moitié de la moelle épinière. A une paralysie ipsilatérale à la lésion, s'associe une disparition des sensations tactiles et proprioceptives conscientes au-dessous du niveau lésé - également et seulement ipsilatérale à la lésion. Les sensations douloureuses et thermiques subsistent du côté de la lésion et disparaissent sur l'hémicorps opposé à la lésion.
- La **syringomyélie** est une atteinte de la substance grise périépendymaire - essentiellement dans les régions cervicales. Cette destruction atteint les afférences qui croisent la ligne médiane dans la substance grise pour gagner les cordons antérolatéraux (voies spinothalamiques). Les patients gardent leurs sensations tactiles et proprioceptives conscientes mais perdent leurs sensations douloureuses et thermiques - et ce, de façon bilatérale.
- Le **tabés dorsal** est une lésion d'origine syphilitique qui atteint les fibres de gros diamètre des racines dorsales et donc, une dégénérescence des colonnes dorsales. Les patients localisent mal les stimulus cutanés et, surtout, perdent le sens de la posture et de la mobilisation passive de leurs membres inférieurs en l'absence d'informations visuelles. Apparaissent une désorganisation de la marche (ataxie) et des hyperalgies.

LES AFFÉRENCES SOMESTHÉSQUES - THALAMUS ET CORTEX



Organisées en colonnes, les aires somesthésiques primaires (S1 - aires 1, 2 et 3a et 3b) reçoivent les projections du noyau ventral postérieur thalamique (aires 3a et 3b). Ces aires 3a et 3b se projettent à leur tour vers les aires 1 et 2 et vers les aires somesthésiques associatives (S2 - cortex pariétal postérieur). Ces **relations cortico-corticales** sont, en général, **bidirectionnelles** de telle sorte que les aires recevant des messages des aires 3a et 3b les innervent en retour. Les **différentes aires somesthésiques primaires** (1, 2, 3a et 3b) **présentent des spécialisations différentes** : l'aire 3a, par exemple, est liée à la détection de la texture, de la forme et de la taille d'un objet - elle envoie les informations sur la texture d'un objet vers l'aire 1 - les informations sur la taille et la forme de l'objet vers l'aire 2.

Les aires somesthésiques secondaires (S2 : Aires 5 et 7)

Organisé somatotopiquement comme les faisceaux ascendants et les aires corticales somesthésiques primaires, le noyau ventral postérieur (VP) est le grand centre sensitif thalamique. Il reçoit les

Les aires somesthésiques secondaires jouent un rôle essentiel dans la perception et l'interprétation des relations spatiales entre les objets, la perception du schéma corporel et l'apprentissage des tâches impliquant la



SOMMAIRE

afférences de toutes les voies de la sensibilité extéroceptive. Il se projette sur le cortex somesthésique primaire (S1 - aires 3a et 3b : "homonculus sensitif").

coordination du corps dans l'espace - ce qui nécessite une intégration complexe des informations somesthésiques avec celles des autres sources sensorielles - en particulier, visuelles.

Les lésions des aires somesthésiques produisent des syndromes neurologiques très particuliers. Les patients atteints d'**astéréognosie** ne sont plus capables de reconnaître les objets en les prenant dans la main, leur sens du toucher étant normal et alors qu'ils peuvent identifier les objets quand ils les voient. Dans les **syndromes d'héminégligence**, un patient peut aller jusqu'à ignorer la nourriture qui se trouve dans une moitié de son assiette. Le neurologue **Oliver Sacks** décrit dans ses livres bon nombre de cas passionnants dus à l'atteinte des aires associatives.

- Organisation segmentaire et supraspinale

- Le contrôle de la douleur



LE MUSCLE

- Organe de la motricité somatique
- Mécanismes cellulaires de la contraction
- Energétique de la contraction
- L'unité motrice
- Plusieurs types d'unités motrices



LIVRES



SITES

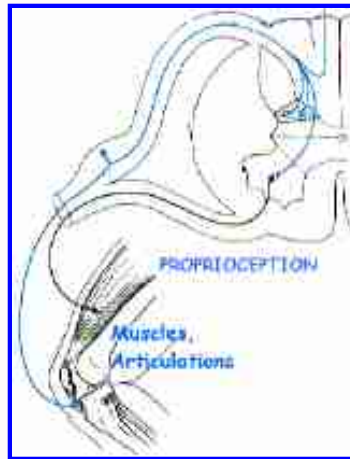
- Les organes des sens
- L'audition
- Neuroanatomie
- Neurosciences for kids
- L'Université de tous les savoirs
- Le cerveau à tous les niveaux
- Neurobiology - G G Matthews



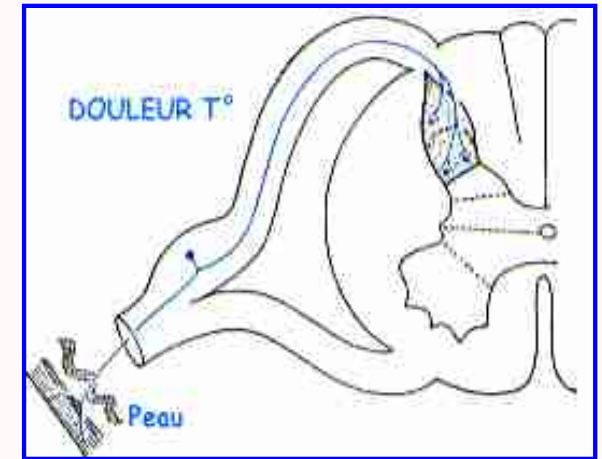
NEUROPHYSIOLOGIE



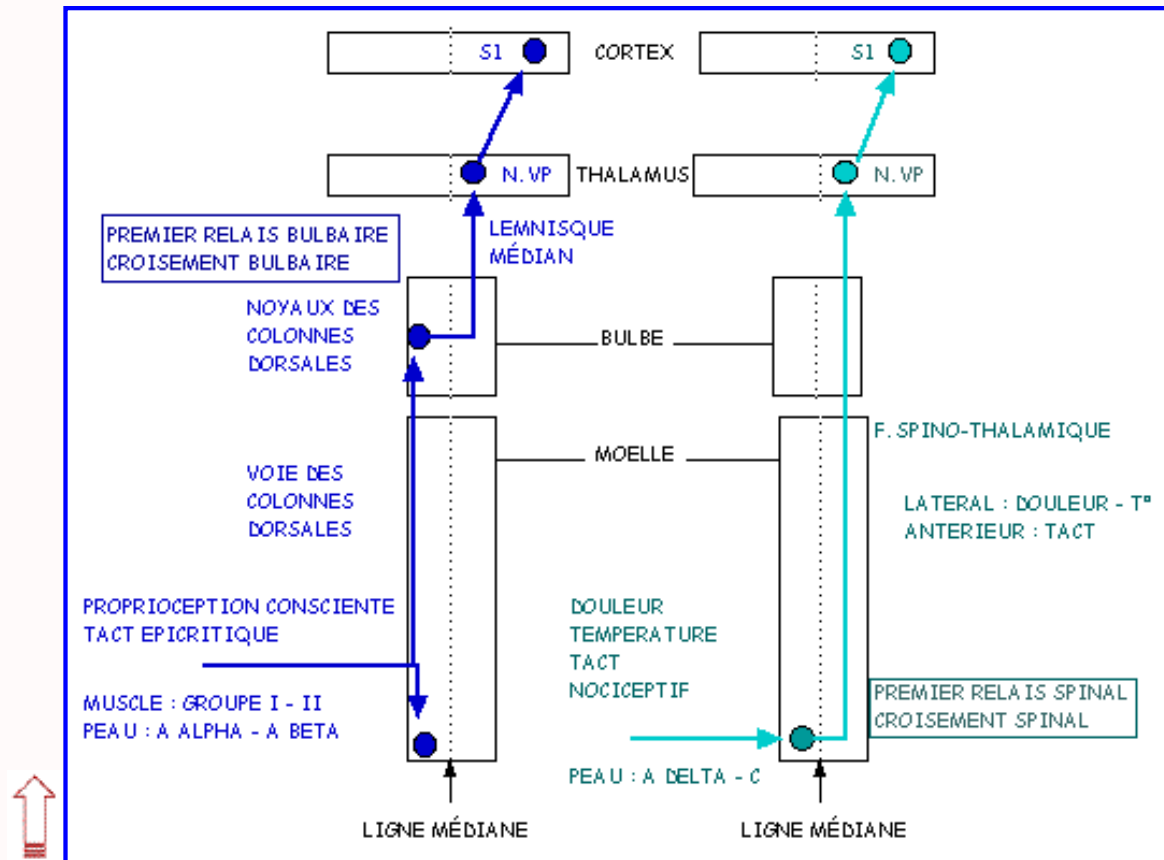
LE SOMMEIL



D'après Figure 27 de : Voies et Centres Nerveux - A. Delmas - 10ème édition - Masson - Paris - 1975 - 283 p.



D'après Figure 26 de : Voies et Centres Nerveux - A. Delmas - 10ème édition - Masson - Paris - 1975 - 283 p.





SOMMAIRE

Iconographie personnelle - Dr. D. Rose

Axones des aff. sensorielles	A alpha	A beta	A delta	C
Axones des aff. musculaires	I	II	III	IV
Diamètre (μm)	13 - 20	6 - 12	1 - 5	0.2 - 1.5
Vitesse (m/sec)	80 - 120	35 - 75	5 - 30	0.5 - 2
Récepteurs sensoriels	Propriocepteurs des muscles squelettiques	Mécanorécepteurs de la peau	Douleur, Température	Douleur, Température

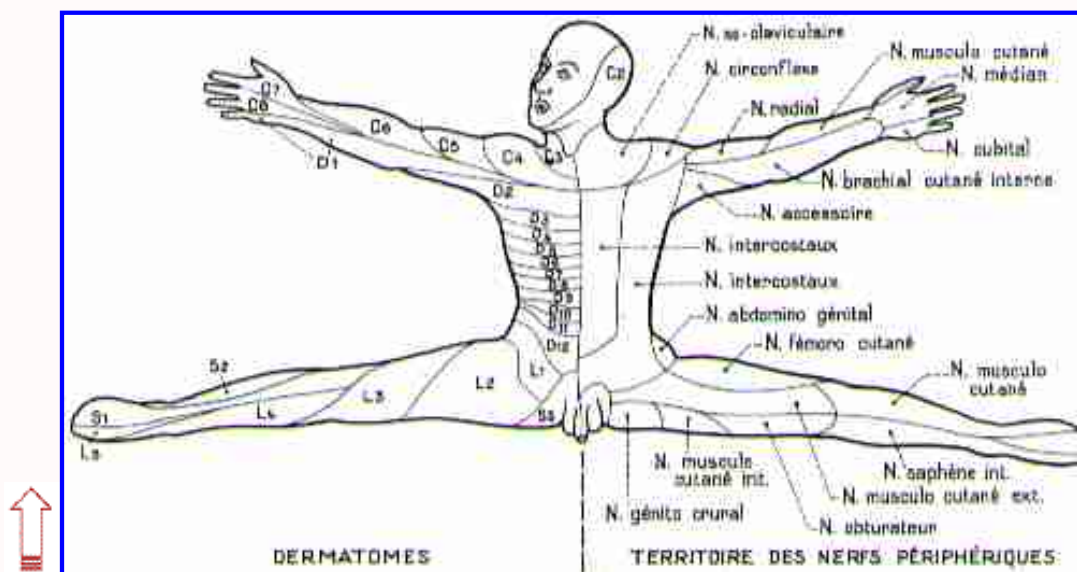


Figure 29 : Voies et Centres Nerveux - A. Delmas - 10ème édition - Masson - Paris - 1975 - 283 p.



Santé

Médecine

Education

Neurologie

Physiologie

Pathologies



ANIMATIONS FLASH



LE SYSTÈME NERVEUX



LES SYSTÈMES SENSORIELS



PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

- Les modalités sensorielles
- Codage de l'information
- Intégration de l'information

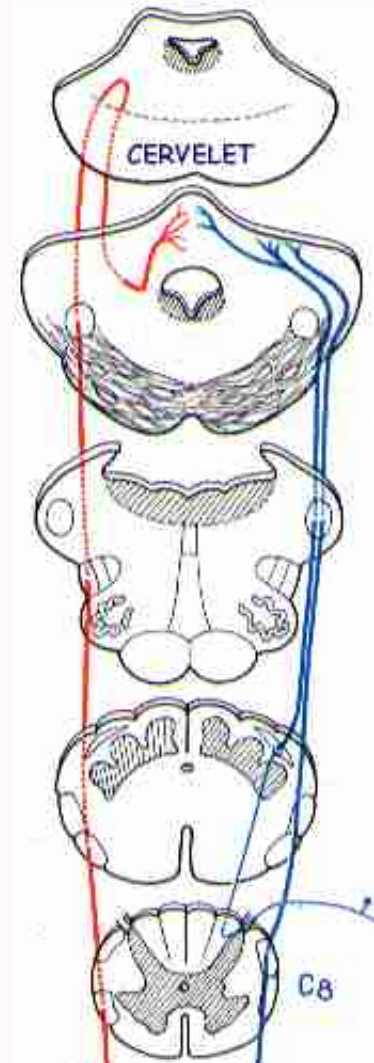


LA SOMESTHÉSIE

- La sensibilité mécanique cutanée
- La sensibilité mécanique musculaire et articulaire
- La sensibilité thermique
- La sensibilité douloureuse

LES AFFÉRENCES SOMESTHÉSIQUES

VOIES DE LA PROPRIOCEPTION CONSCIENTE



- Organisation segmentaire et supraspinale
- Le contrôle de la douleur



LE MUSCLE

- Organe de la motricité somatique
- Mécanismes cellulaires de la contraction
- Energétique de la contraction
- L'unité motrice
- Plusieurs types d'unités motrices



LIVRES



SITES

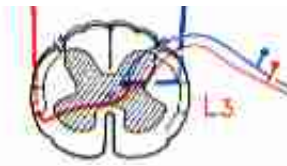
- Les organes des sens
- L'audition
- Neuroanatomie
- Neurosciences for kids
- L'Université de tous les savoirs
- Le cerveau à tous les niveaux
- Neurobiology - G G Matthews



NEUROPHYSIOLOGIE



LE SOMMEIL



Les voies de la proprioception inconsciente se projettent au niveau du **cervelet** et interviennent dans le **contrôle de la posture**. Leurs afférences ne parvenant pas au cortex, elles restent inconscientes. On distingue deux faisceaux spino-cérébelleux :

- Un **faisceau direct** (bleu) ou postérieur qui gagne le cervelet par le **pédoncule cérébelleux inférieur** et véhicule les **afférences en provenance du tronc** -
- Un **faisceau croisé** (rouge) ou antérieur qui gagne le cervelet par le **pédoncule cérébelleux supérieur** et véhicule les **afférences en provenance des membres**.

Les deux faisceaux ont un **premier relais spinal**. Elles se distinguent des **voies de la proprioception consciente**, se projetant sur le cortex somesthésique primaire, qui nous permettent d'avoir conscience de la position de notre corps dans l'espace.



Santé

Médecine

Education

Neurologie

Physiologie

Pathologies



ANIMATIONS FLASH



LE SYSTÈME NERVEUX



LES SYSTÈMES SENSORIELS



PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

- Les modalités sensorielles
- Codage de l'information
- Intégration de l'information



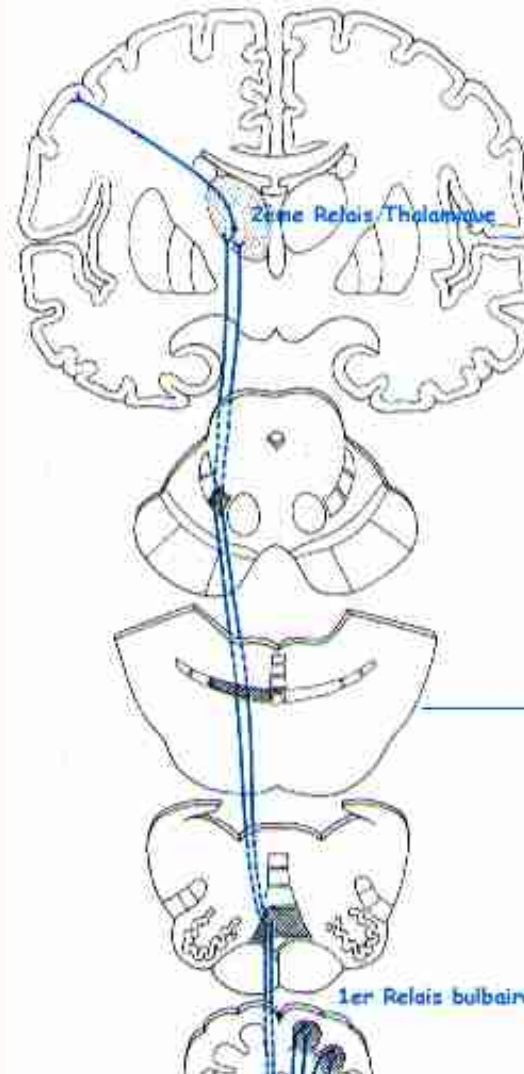
LA SOMESTHÉSIE

- La sensibilité mécanique cutanée
- La sensibilité mécanique musculaire et articulaire
- La sensibilité thermique
- La sensibilité douloureuse

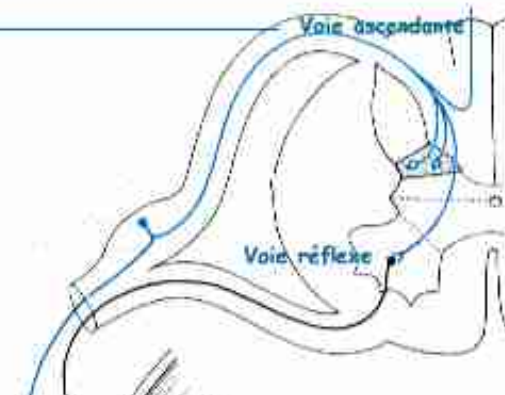
LES AFFÉRENCES SOMESTHÉSIQUES

VOIES DE LA PROPRIOCEPTION INCONSCIENTE

LES VOIES DU TACT



Voie de la Proprioception Consciente



- Organisation segmentaire et supraspinale
- Le contrôle de la douleur



LE MUSCLE

- Organe de la motricité somatique
- Mécanismes cellulaires de la contraction
- Energétique de la contraction
- L'unité motrice
- Plusieurs types d'unités motrices



LIVRES



SITES

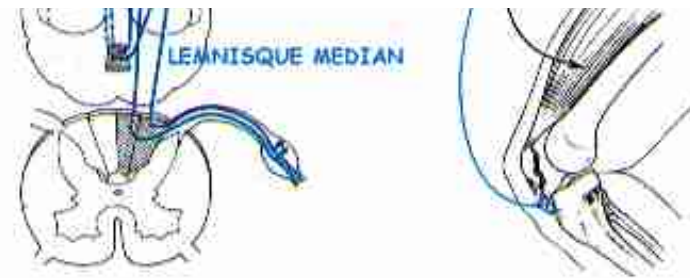
- Les organes des sens
- L'audition
- Neuroanatomie
- Neurosciences for kids
- L'Université de tous les savoirs
- Le cerveau à tous les niveaux
- Neurobiology - G G Matthews



NEUROPHYSIOLOGIE



LE SOMMEIL



Ces voies de la proprioception consciente - se projetant sur le cortex somesthésique primaire et qui nous permettent d'être conscient de la position de notre corps dans l'espace - se distinguent des **voies de la proprioception inconsciente** - se projetant sur les noyaux du cervelet et intervenant dans le contrôle de la posture. Ces afférences musculaires et articulaires empruntent - **comme les afférences du tact fin**, épicrotique ou discriminatif - les voies des colonnes dorsales et le lemnisque médian pour rejoindre - après un premier relais bulbaire - le thalamus (n. VPL) puis - après un relais thalamique - le cortex somesthésique primaire.

*Planche composée à partir des figures 27 et 46 de :
Voies et Centres Nerveux - A. Delmas - 10ème édition - Masson - Paris - 1975 - 283 p.*



Santé

Médecine

Education

Neurologie

Physiologie

Pathologies



ANIMATIONS FLASH



LE SYSTÈME NERVEUX



LES SYSTÈMES SENSORIELS



PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

- Les modalités sensorielles
- Codage de l'information
- Intégration de l'information



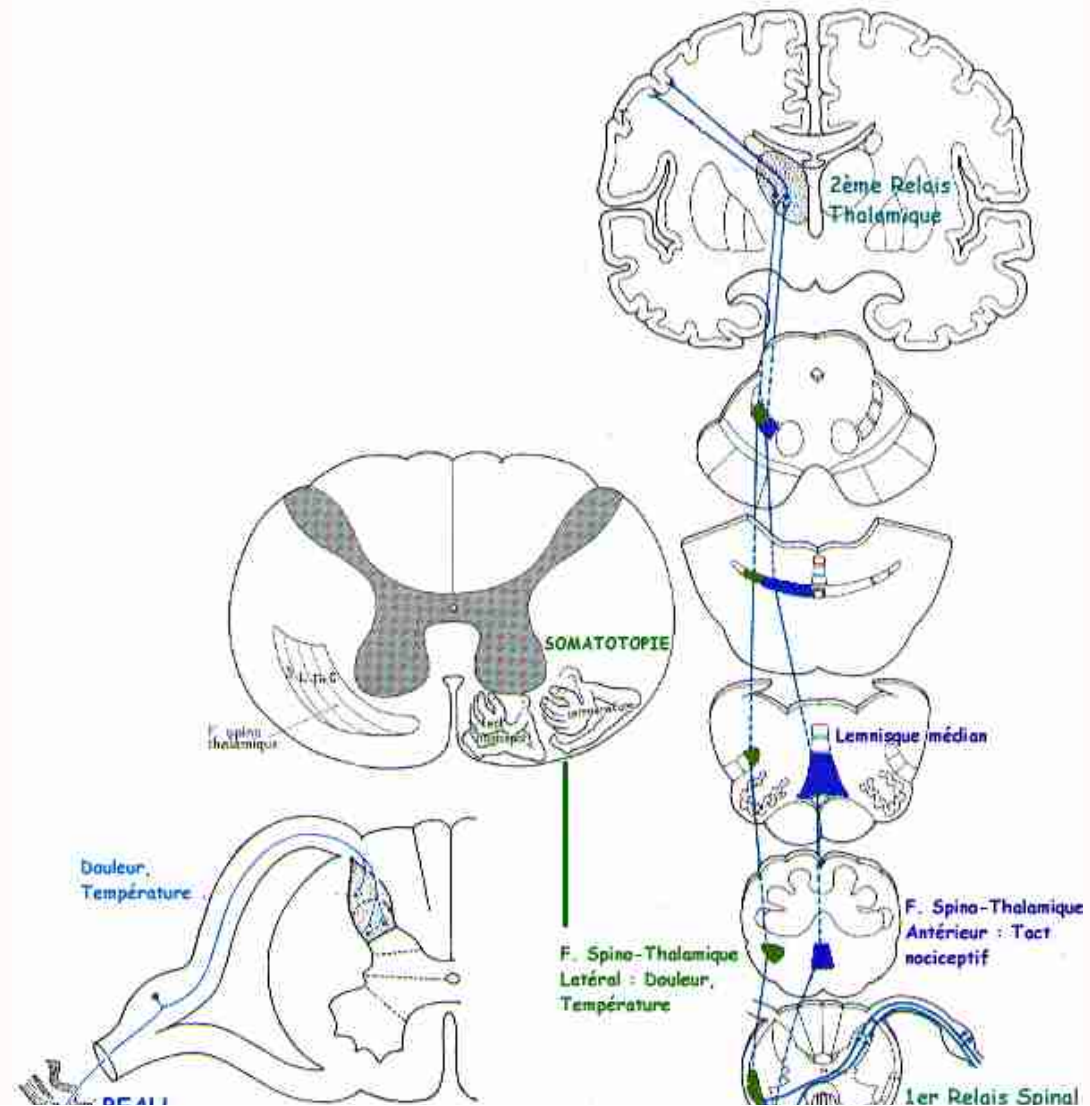
LA SOMESTHÉSIE

- La sensibilité mécanique cutanée
- La sensibilité mécanique musculaire et articulaire
- La sensibilité thermique
- La sensibilité douloureuse

LES AFFÉRENCES SOMESTHÉSIQUES

LE CONTRÔLE DE LA DOULEUR

LES VOIES DU TACT



- Organisation segmentaire et supraspinale

- Le contrôle de la douleur



LE MUSCLE

- Organe de la motricité somatique
- Mécanismes cellulaires de la contraction
- Energétique de la contraction
- L'unité motrice
- Plusieurs types d'unités motrices



LIVRES



SITES

- Les organes des sens [Anatomie](#)
- L'audition [Anatomie](#)
- Neuroanatomie [Anatomie](#)
- Neurosciences for kids
- L'Université de tous les savoirs
- Le cerveau à tous les niveaux
- Neurobiology - G G Matthews



NEUROPHYSIOLOGIE



LE SOMMEIL



Planche composée à partir des figures 26, 43 et 48 de :
Voies et Centres Nerveux - A. Delmas - 10ème édition - Masson - Paris - 1975 - 283 p.



Santé Médecine Education Neurologie Physiologie Pathologies



ANIMATIONS FLASH



LE SYSTÈME NERVEUX



LES SYSTÈMES SENSORIELS



PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

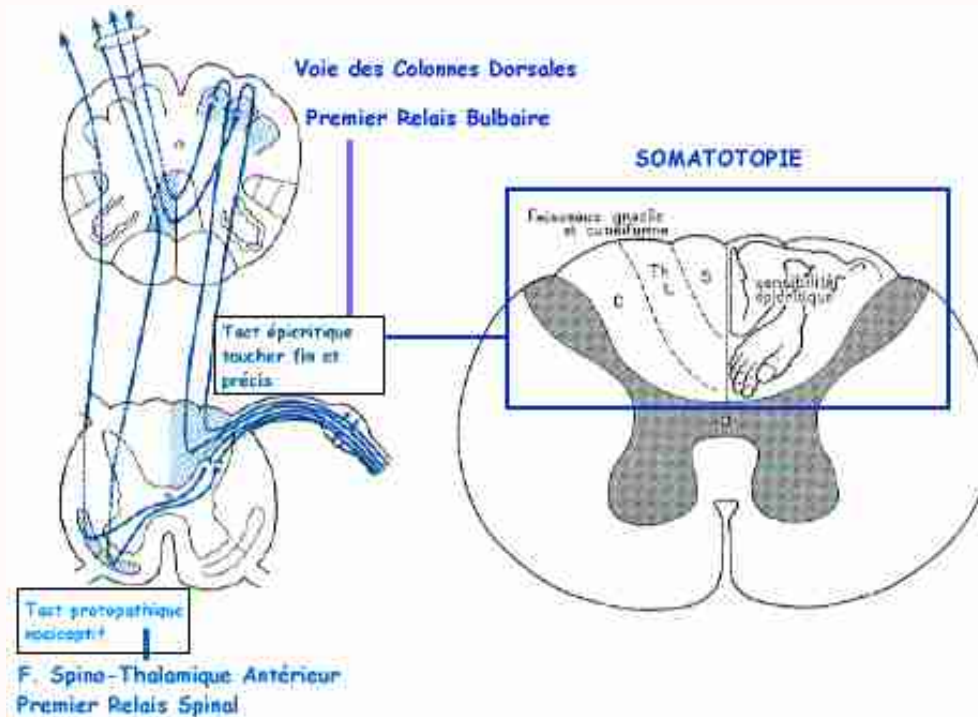
- Les modalités sensorielles
- Codage de l'information
- Intégration de l'information



LA SOMESTHÉSIE

- La sensibilité mécanique cutanée
- La sensibilité mécanique musculaire et articulaire
- La sensibilité thermique
- La sensibilité douloureuse

LES AFFÉRENCES SOMESTHÉSIQUES LA PROPRIOCEPTION CONSCIENTE LE CONTRÔLE DE LA DOULEUR LES VOIES DE LA DOULEUR



- Organisation segmentaire et supraspinale
- Le contrôle de la douleur



LE MUSCLE

- Organe de la motricité somatique
- Mécanismes cellulaires de la contraction
- Energétique de la contraction
- L'unité motrice
- Plusieurs types d'unités motrices



LIVRES



SITES

- Les organes des sens
- L'audition
- Neuroanatomie
- Neurosciences for kids
- L'Université de tous les savoirs
- Le cerveau à tous les niveaux
- Neurobiology - G G Matthews



NEUROPHYSIOLOGIE



LE SOMMEIL

ORGANISATION DES VOIES DU TACT

Il faut distinguer :

- **Le tact fin, épicrotique**, dont les afférences empruntent la **voie des colonnes dorsales** - avec les afférences liées à la **proprioception consciente**
 - Pas de croisement au niveau spinal - Premier relais bulbaire - Croisement au niveau bulbaire - Deuxième relais thalamique - Cortex somesthésique primaire.
- **Le tact grossier, protopathique**, dont les afférences nociceptives empruntent le **faisceau spino-thalamique antérieur** - parallèlement aux **afférences douloureuses et thermiques** du faisceau spino-thalamique latéral.
 - Premier relais spinal - Croisement au niveau spinal - Deuxième relais thalamique - Cortex somesthésique primaire.

Planche composée à partir des figures 44 et 48 de : Voies et Centres Nerveux - A. Delmas - 10ème édition - Masson - Paris - 1975 - 283 p.

[Santé](#)[Médecine](#)[Education](#)[Neurologie](#)[Physiologie](#)[Pathologies](#)[ANIMATIONS FLASH](#)[LE SYSTÈME NERVEUX](#)[LES SYSTÈMES SENSORIELS](#)[PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE](#)

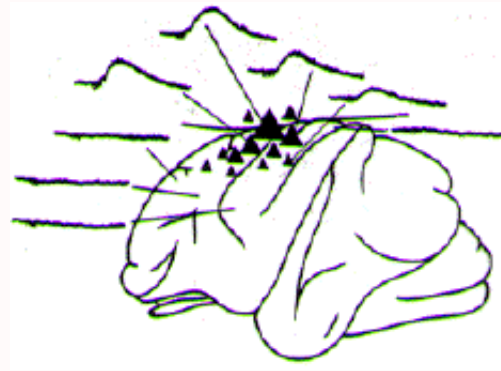
- [Les modalités sensorielles](#)
- [Codage de l'information](#)
- [Intégration de l'information](#)

[LA SOMESTHÉSIE](#)

- [La sensibilité mécanique cutanée](#)
- [La sensibilité mécanique musculaire et articulaire](#)
- [La sensibilité thermique](#)
- [La sensibilité douloureuse](#)

[PRINCIPES D'ORGANISATION DES VOIES SENSORIELLES PRIMAIRES](#)[LA SENSIBILITÉ CUTANÉE](#)[LES AFFÉRENCES SOMESTHÉSQUES](#)

4. BOUCLES DE RÉTRO-CONTRÔLE SENSORI-MOTRICES ORGANISÉES SOMATOTOPIQUEMENT



La stimulation du cortex moteur controlatéral entraîne l'apparition de potentiels sur les racines dorsales sensibles (ici L5) avec un potentiel d'amplitude maximale dans la zone somatotopique corticale motrice correspondante à la racine enregistrée.

Figure 2.59 - Psychophysiologie sensorielle. Neurophysiologie Fonctionnelle II. P. Buser et M. Imbert. Hermann Paris - Collection Méthodes.

L'existence de projections somesthésiques sur le cortex moteur est aujourd'hui admise par tous. Chaque groupe de neurones corticaux moteurs commandant un ensemble de motoneurones spinaux, et donc un certain mouvement, recevraient des afférences du même groupe musculaire lié à ce mouvement.

De même, les neurones moteurs corticaux (cellules pyramidales du cortex - voie pyramidale) exercent un rétro-contrôle sur le transfert des messages somesthésiques au niveau des noyaux bulbaires de Goll et Burdach. L'aire motrice du membre antérieur contrôle le noyau de Burdach - l'aire du membre postérieur, le noyau de Goll. Ces boucles de rétro-contrôle sensitivo-motrices serviraient à notre **activité exploratoire**. Quand nous explorons notre environnement par le toucher actif, nous avons besoin d'une coordination entre l'information afférente (identification de ce que nous touchons et localisation dans l'espace des objets) et nos mouvements. Imaginez vous simplement avancer dans le noir dans une pièce inconnue ... vous avez besoin d'une parfaite coordination entre vos informations somesthésiques (toucher) et le contrôle de vos mouvements.

- Organisation segmentaire et supraspinale
- Le contrôle de la douleur



LE MUSCLE

- Organe de la motricité somatique
- Mécanismes cellulaires de la contraction
- Energétique de la contraction
- L'unité motrice
- Plusieurs types d'unités motrices



LIVRES



SITES

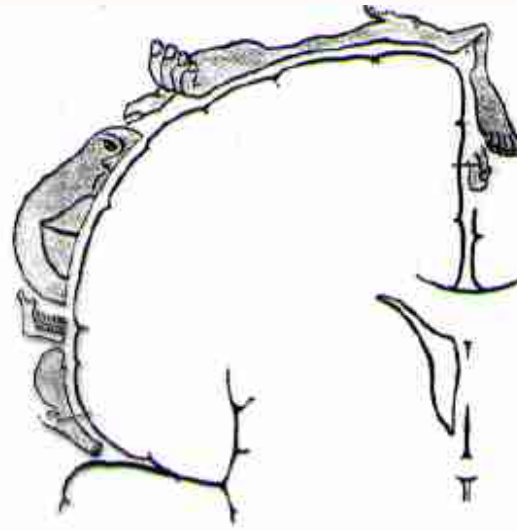
- Les organes des sens
- L'audition
- Neuroanatomie
- Neurosciences for kids
- L'Université de tous les savoirs
- Le cerveau à tous les niveaux
- Neurobiology - G G Matthews



NEUROPHYSIOLOGIE



LE SOMMEIL



3. SOMATOTOPIE AU NIVEAU DU CORTEX : ORGANISATION EN COLONNES DU CORTEX SENSITIF PRIMAIRE

Chaque doigt de la main (D1-D3) est représenté au niveau de régions corticales adjacentes.

Cette organisation en colonnes permet une représentation fine du corps sur le cortex sensitif (**cartographie = somatotopie**).

Notez la surface importante occupée, chez l'homme, par la représentation de la **face** (bouche) et de la **main**. La somatotopie est, en effet, en rapport avec la **densité en récepteurs** de la zone représentée.

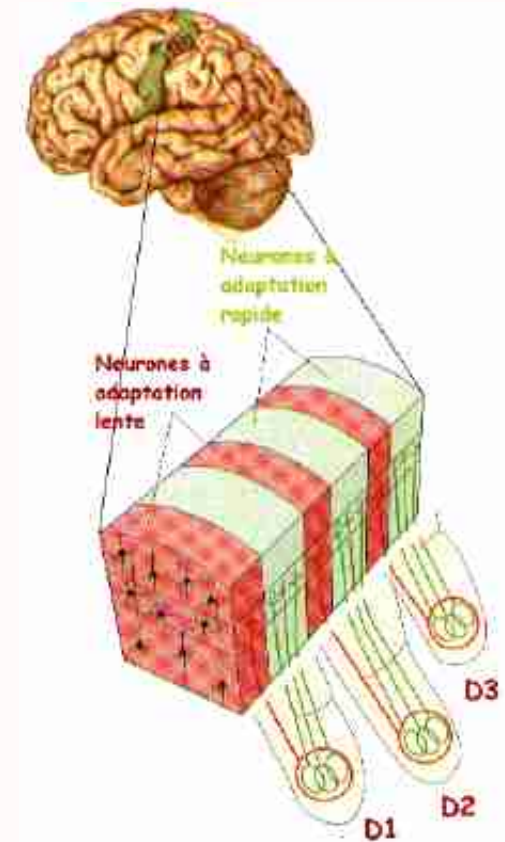
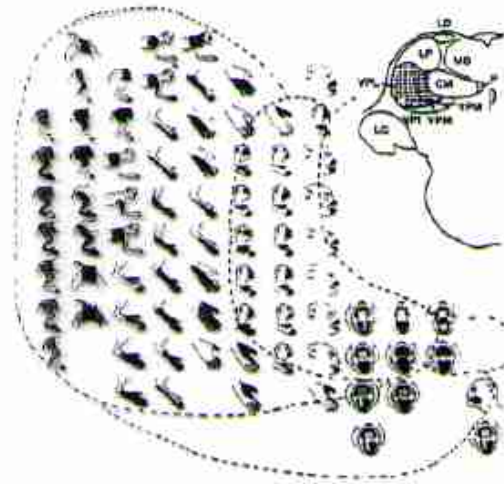


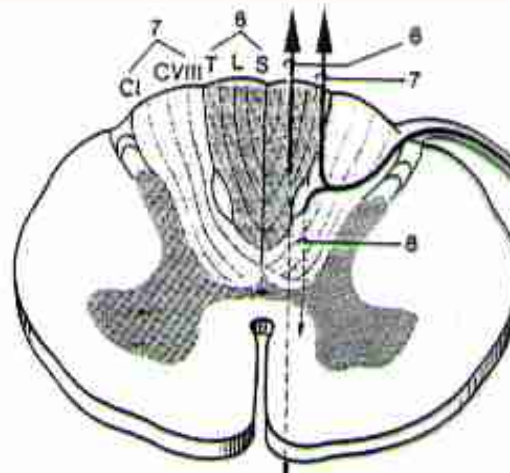
Figure 12.23 - Neurosciences à la découverte du cerveau - MF Bear, BW Connors, MA Paradiso - Editions Pradel / Masson - Williams & Wilkins - 1997.



SOMMAIRE



VPL <-----> VPM



2. SOMATOTOPIE AU NIVEAU DU THALAMUS

Représentation de la sensibilité cutanée tactile dans le noyau ventral postérieur (VP) du thalamus.

La disposition est latéro-médiane. Les afférences provenant des membres postérieurs sont à projection latérale (noyau ventral postérieur latéral = VPL) - celles des membres antérieurs plus médiane - et, celles de la face plus médiane encore (noyau ventral postérieur médian = VPM).

Figure 2.49 - Psychophysiologie sensorielle. Neurophysiologie Fonctionnelle II. P. Buser et M. Imbert. Hermann Paris - Collection Méthodes.



1. SOMATOTOPIE DES VOIES ASCENDANTES

Les fibres sensibles (mécanorécepteurs cutanés, propriocepteurs) des colonnes dorsales (cordons postérieurs) sont somatotopiquement organisées au sein des faisceaux ascendants médullaires. A chaque étage (sacré => cervical), les nouvelles fibres repoussent vers l'intérieur les fibres issues des étages sous-jacents.

- S = fibres sacrées
- L = fibres lombaires
- T = fibres thoraciques
- CVIII = fibres de la 8ème racine cervicale
- Cl = fibres de la première racine cervicale.

Elles se projettent - après relais dans les noyaux bulbaires de Goll (médian - afférences postérieures) et Burdach (latéral - afférences antérieures) - dans le noyau ventral postérieur du thalamus (VP) - avec ses deux divisions médiane (VPM - face) et latérale (VPL - membres et tronc).



Santé

Médecine

Education

Neurologie

Physiologie

Pathologies



ANIMATIONS FLASH



LE SYSTÈME NERVEUX



LES SYSTÈMES SENSORIELS



PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

- Les modalités sensorielles
- Codage de l'information
- Intégration de l'information



LA SOMESTHÉSIE

- La sensibilité mécanique cutanée
- La sensibilité mécanique musculaire et articulaire
- La sensibilité thermique
- La sensibilité douloureuse
- Organisation segmentaire et supraspinale

LE CONTROLE DE LA DOULEUR

Nous possédons des récepteurs sensoriels à haut seuil mis en jeu uniquement par des stimulations provoquant des lésions de l'organisme. Ces stimulations nocives mettent en jeu des "**nocicepteurs**", dont l'activité provoque une **sensation consciente particulière** : la **douleur**, le message nociceptif suivant les **principales voies neuronales impliquées dans la nociception** (**voie spinothalamique** et **voie spino-réticulo-thalamique**). Il faut, en effet, avant tout ne pas confondre douleur et nociception.

La **nociception** est le **processus sensoriel à l'origine du message nerveux qui provoque la douleur**. La douleur nous apprend à éviter les situations dangereuses. C'est avant tout un **signal d'alarme** qui met en jeu des réflexes de protection nous permettant de nous soustraire aux stimulus nocifs - de soulager les parties de notre corps soumises à de trop fortes tensions. Les rares patients naissant avec un déficit de la sensation douloureuse vivent avec le risque permanent de s'autodétruire puisqu'ils ne réalisent jamais quand ils se font mal - ils meurent en général assez jeunes. La douleur peut être **modifiée à la fois par des informations sensorielles non douloureuses et par l'activité de structures supra-spinales**. Les nocicepteurs peuvent être très activés sans qu'il y ait douleur - à l'opposé, une douleur peut être très intense sans activation majeure des nocicepteurs. Nous savons tous qu'une forte émotion, un état de stress aigu ou même simplement une intense concentration peuvent supprimer une sensation douloureuse : qui ne s'est pas coupé sans s'en rendre compte, obnubilé par l'exécution d'une tâche pressante ?

LA MOELLE ÉPINIÈRE, PREMIER NIVEAU D'INTÉGRATION

Il existe, dans les **couches I et II**, des **neurones purement nociceptifs**, sélectivement activés par des stimulus nocicepteurs mécaniques ou polymodaux (mécaniques et thermiques). D'autres **neurones** sont **mixtes ou convergents** : ils sont activés, à la fois, par des stimulus mécaniques cutanés légers non nociceptifs et par des stimulus nociceptifs. La réponse d'un neurone spinal, excité par des influx douloureux (**fibres A delta et C**), peut être inhibée (inhibition présynaptique) par un message simultané non nociceptif dans les fibres de gros et moyen calibres (**A alpha et A beta**) : la stimulation nociceptive (barre rouge) active un neurone convergent de la couche II (PA) - cette activation est inhibée par la stimulation des grosses fibres passant par les **colonnes dorsales** (proprioception / tact léger - barre noire). Ainsi, instinctivement, nous nous frottons le bras quand il est meurtri et ce, pour atténuer la douleur.

Il existe **dans la couche V**, des neurones déjà excités par des stimulus mécaniques légers (mouvements des poils [1], pression [2]), mais dont la marge de réponse est telle que leur décharge croît au fur et à mesure que le stimulus devient plus intense, jusqu'à être franchement nociceptif (pincement [4]). Les réponses précoces de ces neurones sont dues à la stimulation des **fibres A alpha et A beta** et les réponses tardives aux stimulations des **fibres A delta et C**. Ces **cellules** dites "**à large gamme de réponse**" ("wide dynamic range") sont largement convergentes : elles reçoivent à la fois des stimulus somatiques (nociceptifs ou non) et viscéraux. Les neurones "à large gamme de réponse" témoignent également de facilitations prolongées sous l'effet d'excitations par les fibres C ("**hyperalgie**"). Enfin,

- Le contrôle de la douleur



LE MUSCLE

- Organe de la motricité somatique
- Mécanismes cellulaires de la contraction
- Energétique de la contraction
- L'unité motrice
- Plusieurs types d'unités motrices



LIVRES



SITES

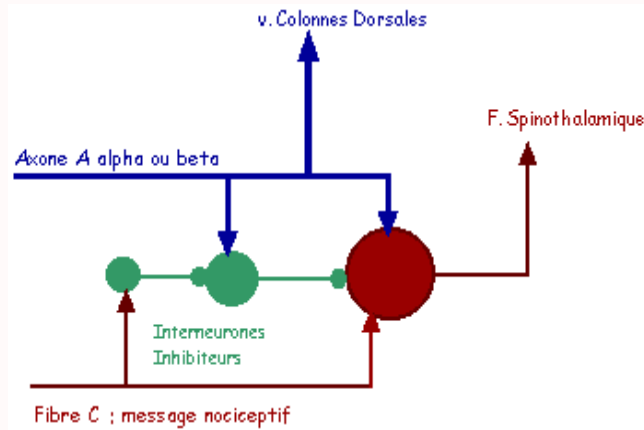
- Les organes des sens
- L'audition
- Neuroanatomie
- Neurosciences for kids
- L'Université de tous les savoirs
- Le cerveau à tous les niveaux
- Neurobiology - G G Matthews



NEUROPHYSIOLOGIE

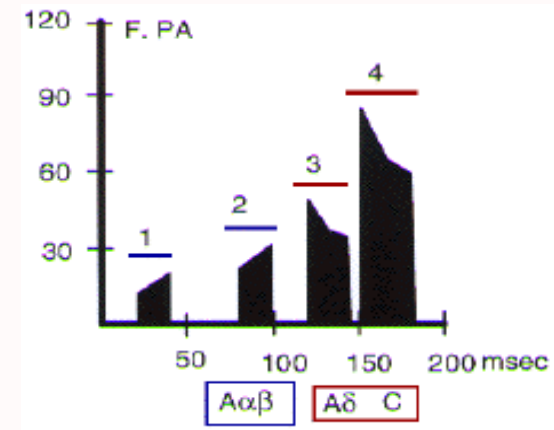


LE SOMMEIL



Les phénomènes de convergence entre influx somatiques nociceptifs et non nociceptifs sont à l'origine d'une hypothèse, proposée par Ronald Melzack et Patrick Wall, sur l'existence d'un **contrôle segmentaire spinal des influx douloureux par des influx non nociceptifs**. L'intégration et la modulation du message douloureux se ferait avant l'arrivée du signal sur la première synapse (neurone de la couche V): lorsque l'activité des fibres A alpha et A beta prédomine, les messages nociceptifs passent mal; lorsque les messages nociceptifs prédominent, la "porte" s'ouvre davantage et il peut se produire une véritable invasion centrale par les messages douloureux (théorie de "la porte" ou "gate control"). La douleur résulte alors d'un déséquilibre fonctionnel dans la densité relative des messages le long des divers types de fibres.

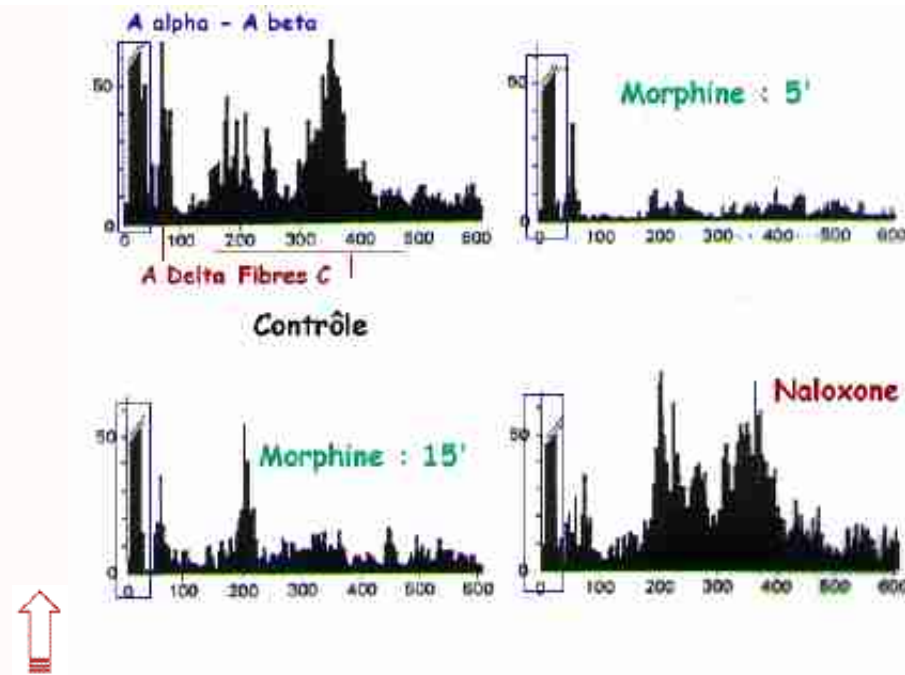
sous l'effet de stimulus thermiques élevés, ils développent des décharges de longue durée (**douleur lente**).



Les phénomènes de convergence somatique et viscérale expliquent les phénomènes des **douleurs rapportées** (douleurs axillaires et brachiales gauches de l'angor; douleurs "en bretelle" des coliques hépatiques). La douleur est "rapportée" à la région cutanée périphérique innervée par le même segment médullaire que l'organe lésé, les afférences cutanées et les afférences viscérales se projetant sur les mêmes neurones médullaires.



SOMMAIRE



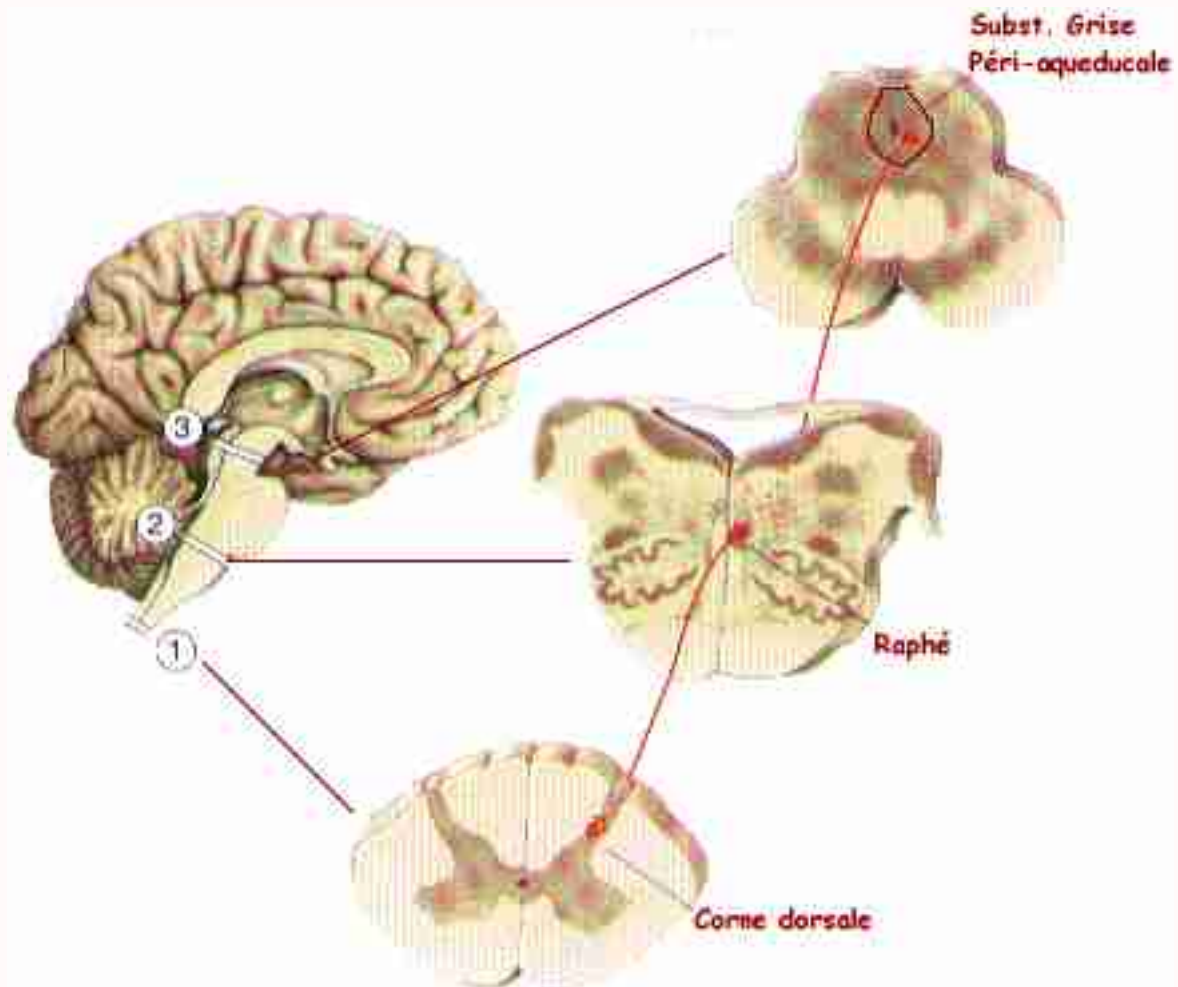
Noter l'inhibition - par la morphine - de la réponse du neurone de la couche V à la stimulation des fibres A delta et C. La morphine est sans effet sur la réponse du neurone à la stimulation des fibres A alpha et A beta. La morphine est sans effet après injection de naloxone, bloqueur spécifique des récepteurs opiacés.

C'est aussi au niveau spinal que l'on a pu montrer le rôle de la morphine sur les influx douloureux. Injectée par voie systémique, la morphine déprime l'activité spontanée des neurones de la couche I mais surtout des neurones convergents de la couche V. Elle réduit considérablement leurs réponses à des stimulus douloureux dus à la stimulation de fibres A delta et C et n'agit pas sur les réponses liées à la stimulation des fibres A alpha et A beta (stimulation tactile légère). Ces effets sont dose-dépendants et bloqués par la naloxone, antagoniste spécifique de la morphine. Le site d'action de la morphine se situe dans les couches superficielles de la corne dorsale (couche II : substance gélatineuse de Rolando). On sait par ailleurs que les fibres A delta et C libèrent du glutamate et de la substance P (neuromodulation). In vitro, la libération de substance P est inhibée par la morphine et la met-enképhaline (effet bloqué par la naloxone). On présume donc de l'existence d'interneurones médullaires enképhalinergiques (neuropeptides opioïdes), qui moduleraient, par des mécanismes pré et/ou postsynaptiques, le transfert de l'information nociceptive.

LES STRUCTURES SUPRA SPINALES

Certaines structures supra-spinales ont des effets inhibiteurs sur les influx nociceptifs. Ces contrôles inhibiteurs peuvent être non spécifiques ou spécifiques. La stimulation de la **formation réticulée mésencéphalique**, qui joue un grand rôle dans le contrôle de la vigilance, entraîne une facilitation des réflexes monosynaptiques et une inhibition des réflexes nociceptifs. Si notre attention est focalisée sur une tâche captivante, nous pouvons "oublier" une douleur intercurrente. La stimulation répétitive de la **région médiane du tronc cérébral** (**substance grise périaqueducale, noyaux du raphé**) entraîne une analgésie de plusieurs heures par une action inhibitrice puissante et spécifique des neurones de la couche I et surtout de la couche V de la moelle. Les fibres descendantes projettent sur la couche II - centre de relais au niveau duquel les influx périphériques sont modulés par les influx inhibiteurs ou facilitateurs (mal connus) des centres supra-spinaux.

STRUCTURES SUPRASPINALES IMPLIQUÉES DANS LE CONTRÔLE DE LA DOULEUR



D'après figure 12.26 - Neurosciences - A la découverte du Cerveau - M. F. Bear, B. W. Connors, M. A. Paradiso - Editions Pradel - 1997 - 654 p.