

LES RÉCEPTEURS SENSORIELS

Dr BELLOUZ.I

Neurphysiologie clinique et explorations
fonctionnelles du système nerveux et muscle

Plan

I.Introduction

II.classification des récepteurs

III. propriétés générales des recepteteurs

IV. Exemples d'étude

Corpuscule de paccini

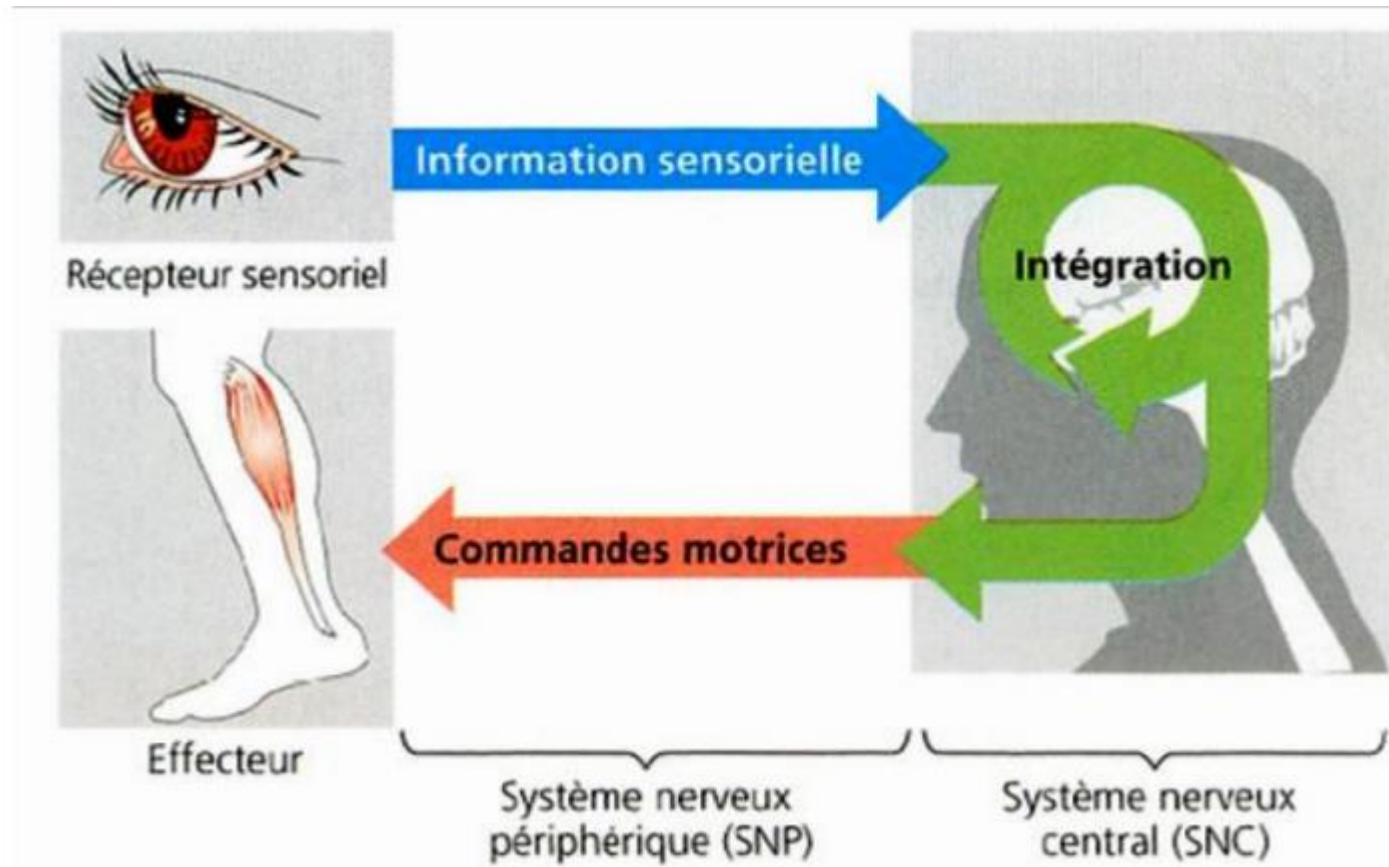
Fuseau neuromuculaire

V.conclusion

I-INTRODUCTION

- Notre organisme est en interaction permanente avec l'environnement
- Les différentes informations provenant du monde extérieur ou intérieur (énergie physique ou chimique) sont transmises au SNC sous forme d'influx nerveux par des systèmes sensoriels : visuel, auditif, vestibulaire, olfactif, gustatif et somato-sensoriel.
- En périphérie ces systèmes sont dotés de récepteurs dont le rôle principale est la transduction

I-INTRODUCTION



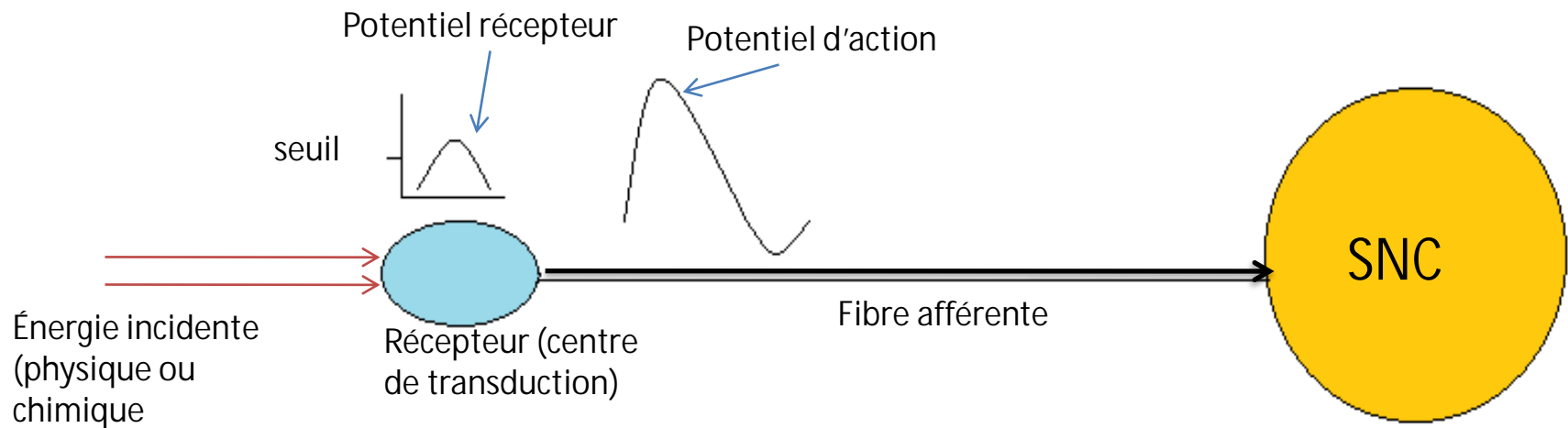
Les principaux systèmes sensoriels et leurs modalités sensorielles

Système Sensoriel	Modalité	Énergie de Stimulation	Classe de Récepteurs	Types Cellulaires des Récepteurs
Visuel	Vision	Lumière	Photorécepteurs	Bâtonnets, Cônes
Auditif	Audition	Son	Mécanorécepteurs	Cellules Ciliées (Cochlée)
Vestibulaire	Équilibre	Gravité	Mécanorécepteurs	Cellules Ciliées (Labyrinthe Vestibulaire)
	Les sens somatiques			
Somato-sensoriel	toucher	Pression	Mécanorécepteurs	Mécanorécepteurs cutanés
	Proprioception	Déplacement	Mécanorécepteurs	Récepteurs Musculaires et Articulaires
	Sensibilité	Température	Thermorécepteurs	Récepteurs au Chaud et au Froid
	Thermique	Chimique	Chémorécepteurs	Nocicepteurs Polymodaux
	Douleur	Thermique ou Mécanique	Thermorécepteurs Mécanorécepteurs	Thermiques et Mécaniques
	Démangeaisons	Chimique	Chémorécepteurs	Nocicepteurs chimiques
Gustatif	Goût	Chimique (Ions et Molécule)	Chémorécepteurs	les papilles gustatives
Olfactif	Odorat	Chimique (Molécule)	Chémorécepteurs	Récepteurs Olfactifs

Transduction

- transformation de l'énergie incidente (physique ou chimique) en un signal électrique

Transduction



II- Classification des récepteurs sensoriels

1- selon leur morphologie :

➤ *Au niveau de la peau*

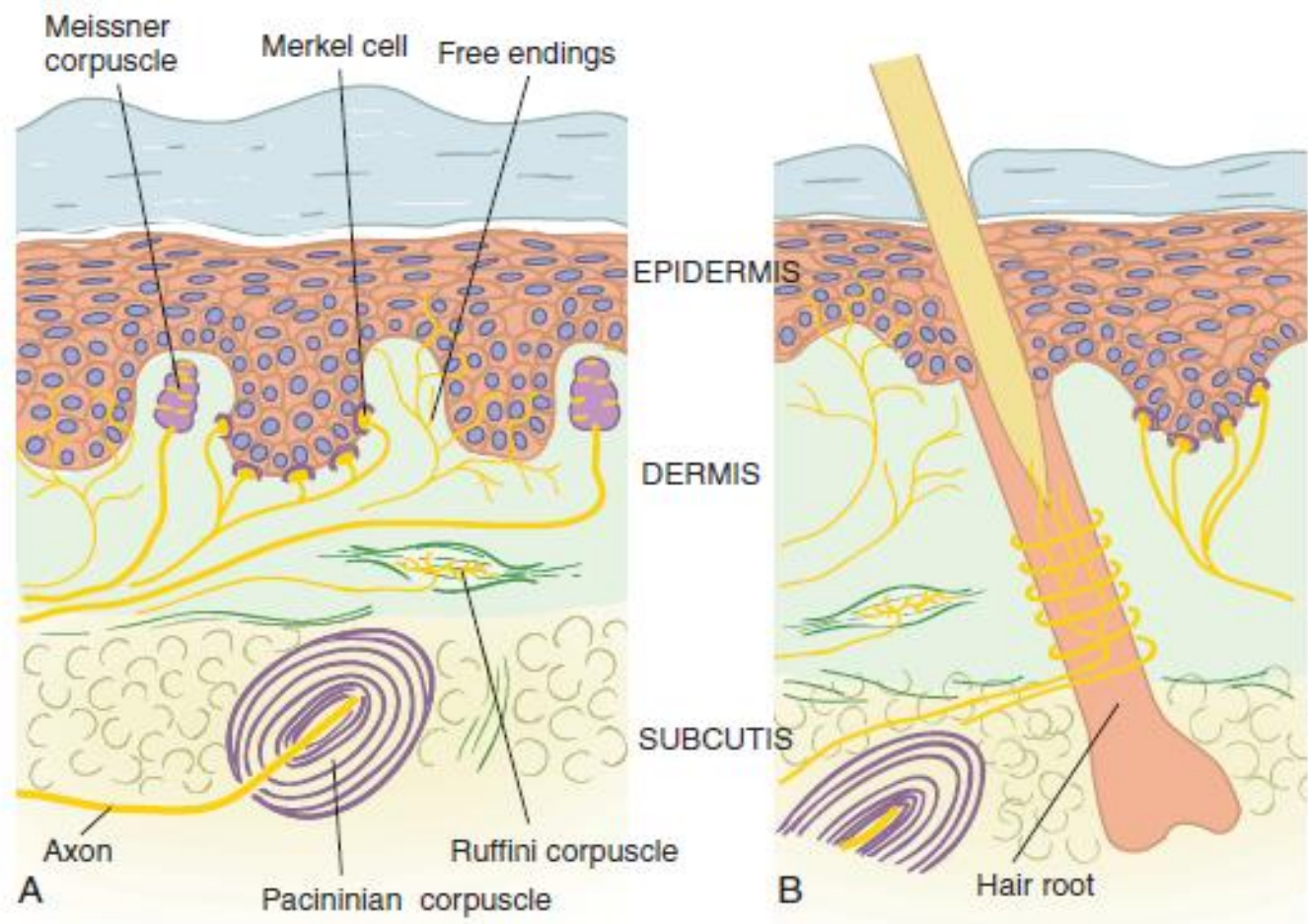
-Récepteurs différenciés :

- * Corpuscule de Pacini :
pression et vibration rapide
- * Disque de Merkel : toucher
et pression
- * Corpuscule de Ruffini :
pression, étirement
- * Corpuscule de Meissner :
changement de texture et
vibration lente .

-Récepteurs peu ou pas différenciés :

- * terminaisons nerveuses libres
(follicule pileux) sensibles aux
mouvement des poils
- * thermorécepteurs et
nocicepteurs.

Récepteurs sensoriels de la peau



II- Classification des récepteurs sensoriels

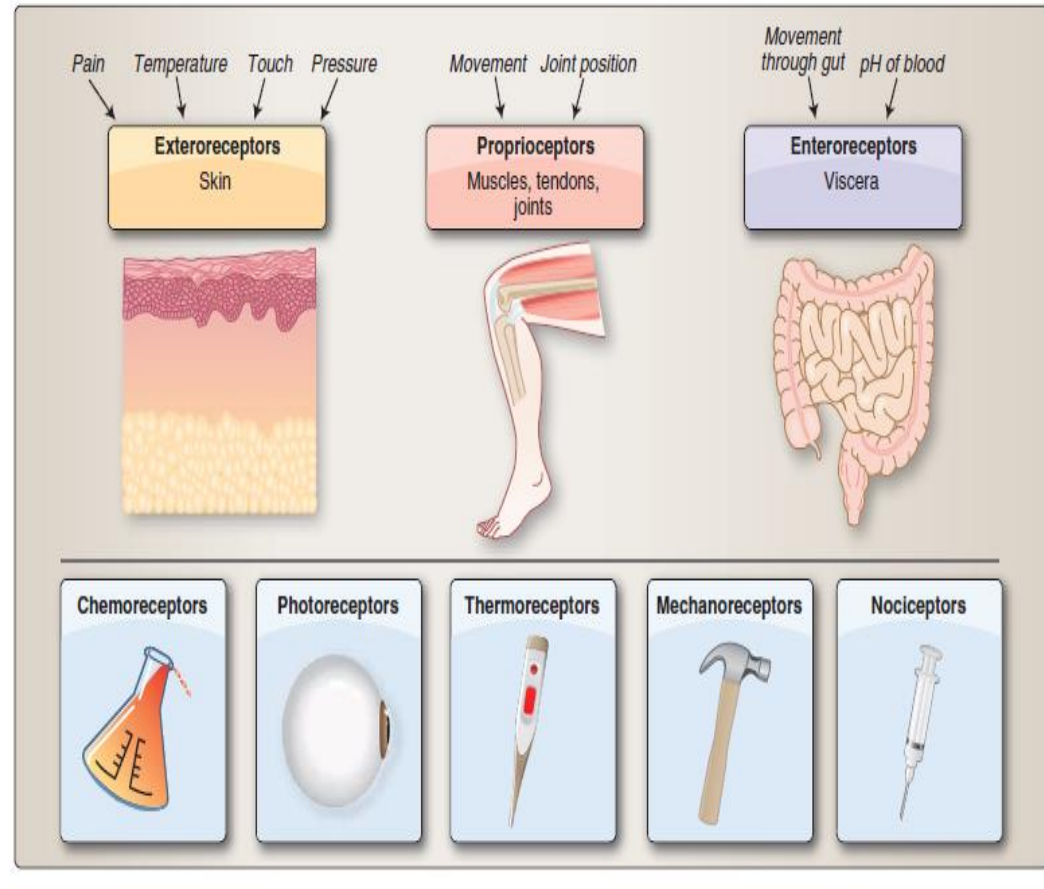
➤ *Au niveau des autres organes des sens :*

- * Photorécepteurs (cône et bâtonnet)
- * cellule ciliées au niveau de la cochlée :
mécanorecepteurs sensibles au son.
- * les papilles gustatives (chémorecepteurs)
- * récepteurs olfactifs : chémorecepteurs

II- Classification des récepteurs sensoriels

2- selon la localisation :

- -Extérocepteurs
- -Intérocepteurs
- - Propriocepteurs exp :
organe tendineux
de Golgi et fuseau
neuromusculaire



II- Classification des récepteurs sensoriels

3- selon la nature du stimulus :

- *Mécanorécepteurs* : toucher, la pression, les vibrations et l'étirement (exp : Pacini)
- *Thermorécepteurs* : variation de la température
- *Chémorécepteurs* : substances chimiques.
- *Nocicepteurs* : douleur
 - ✓ Mécanique : pincement , piqure
 - ✓ Polymodaux : mécanique , chimique , thermique ($<10^{\circ}$, $>45^{\circ}\text{C}$)
- *Photorécepteurs* : lumière

II- Classification des récepteurs sensoriels

4- selon le seuil de stimulation

- -Récepteurs à bas seuil :
corpuscule de Pacini.
- -Récepteurs à haut seuil
nocicepteur

III-Propriétés générales des récepteurs

1- *Stimulus adéquat (énergie spécifique)*

Seuil le plus bas

2- La transduction : traduire l'énergie incidente

3- Potentiel récepteur : modification du Potentiel de la membrane par ouverture des canaux ioniques

4-adaptation des récepteurs

5- *champ récepteur*

6-*codage de l'information sensorielle*

III-Propriétés générales des récepteurs

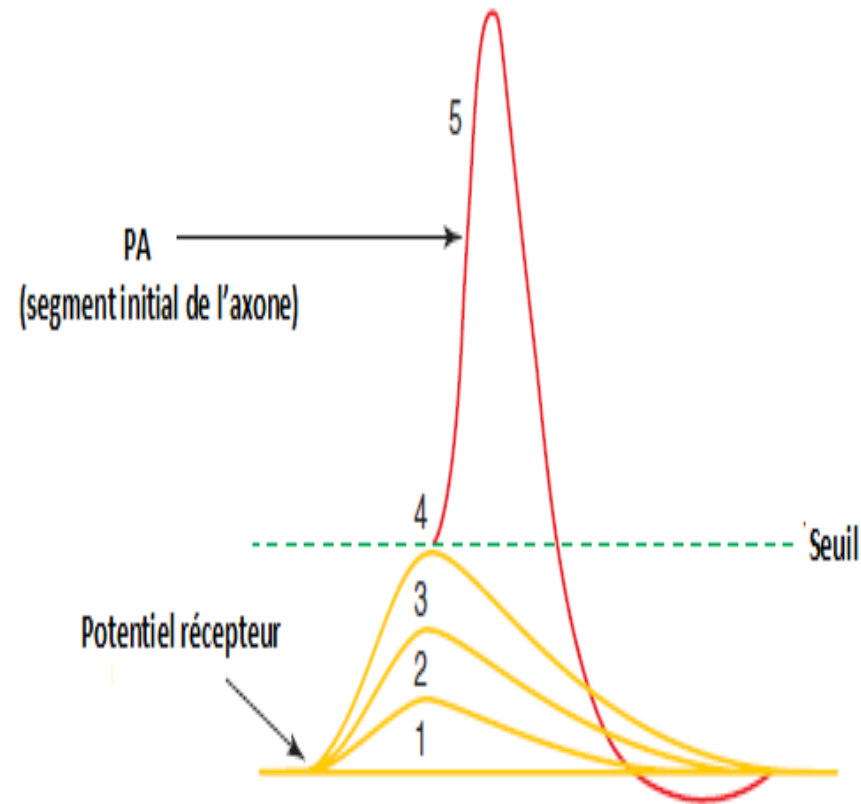
2- La transduction :

- Transformation du stimulus en influx nerveux
- Dépolarisation +++ par ouverture des canaux ionique .

III-Propriétés générales des récepteurs

3- Potentiel récepteur :

- dépolarisation locale
- ouverture des canaux ionique de la membrane
- Seuil → PA(ouverture des canaux Na voltage dépendant)



III-Propriétés générales des récepteurs

- 3- Potentiel récepteur
- local
- Graduable : en fonction de l'intensité de stimulation
- Sommable : 2 stimuli espacés \Rightarrow 2 potentiels récepteurs qui s'additionnent

III-Propriétés générales des récepteurs

- 4- Adaptation :

- PA au début du stimulus +/- fin

- Réponse ON-OFF

- adaptation rapide ou phasiques*

exp : corpuscule de Pacini.

III-Propriétés générales des récepteurs

4-Adaptation:

- Réponse PA maintenu le long du stimulus
- *récepteurs à adaptation lente ou toniques.*
Exp : fuseau neuromusculaire.

4- Adaptation

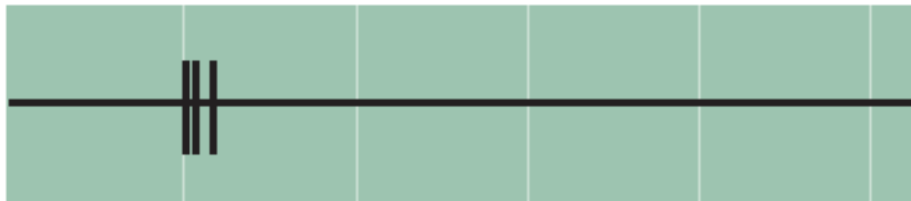
Stimulus



Slowly adapting



Rapidly adapting



0 1 2 3 4

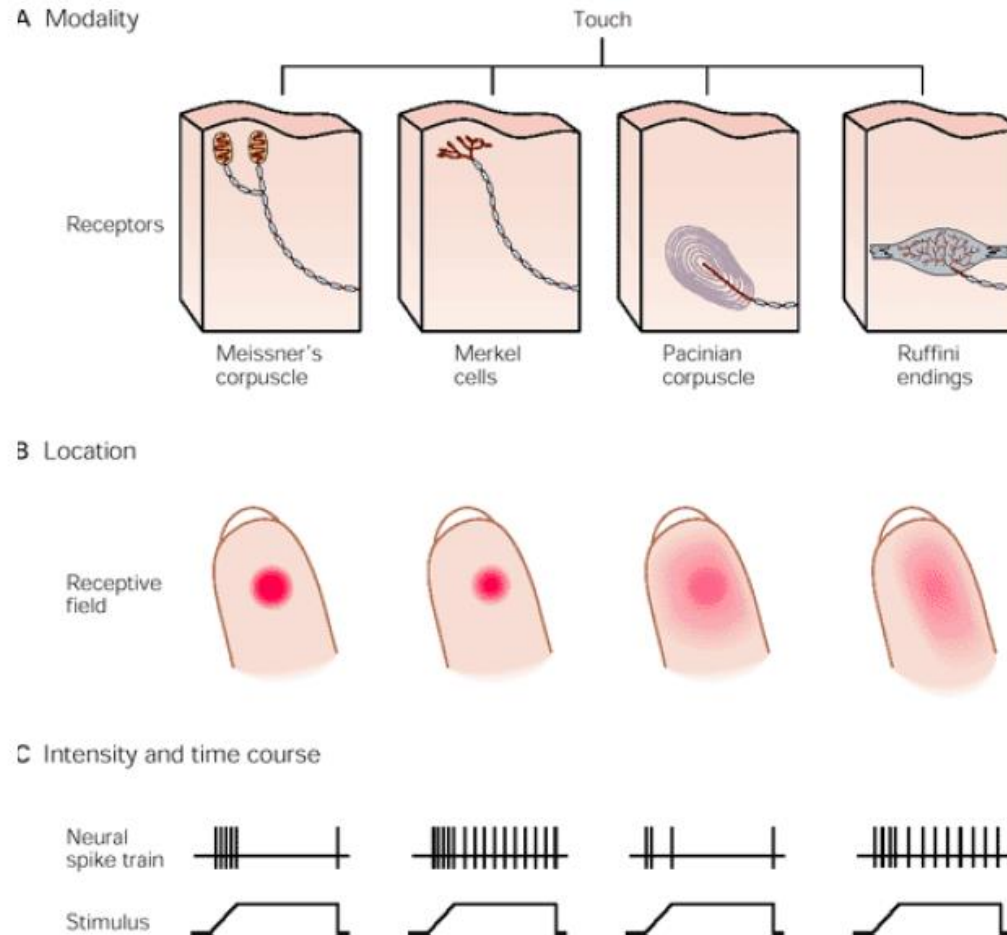
Time (s)

III-Propriétés générales des récepteurs

5- notion de champs récepteur :

- région de la peau dans laquelle un stimulus tactile évoque une réponse dans la cellule ou son axone.

5- notion de champs récepteur :



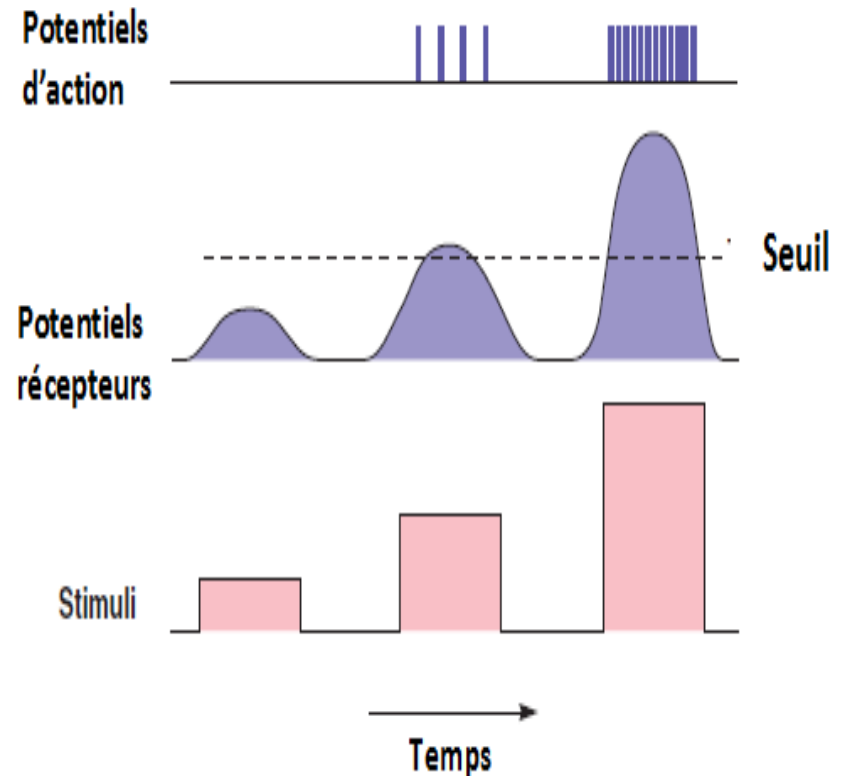
III-Propriétés générales des récepteurs

- *6-codage del'information sensorielle :*
 - Codage de l'intensité
 - Codage de la durée

III-Propriétés générales des récepteurs

6-codage de l'information sensorielle :

- Codage de l'intensité
Lorsque l'intensité augmente ,
l'amplitude du PR augmente
Le nombre (codage spatial) et la
fréquence (codage temporel)
des Potentiels d'action
augmente

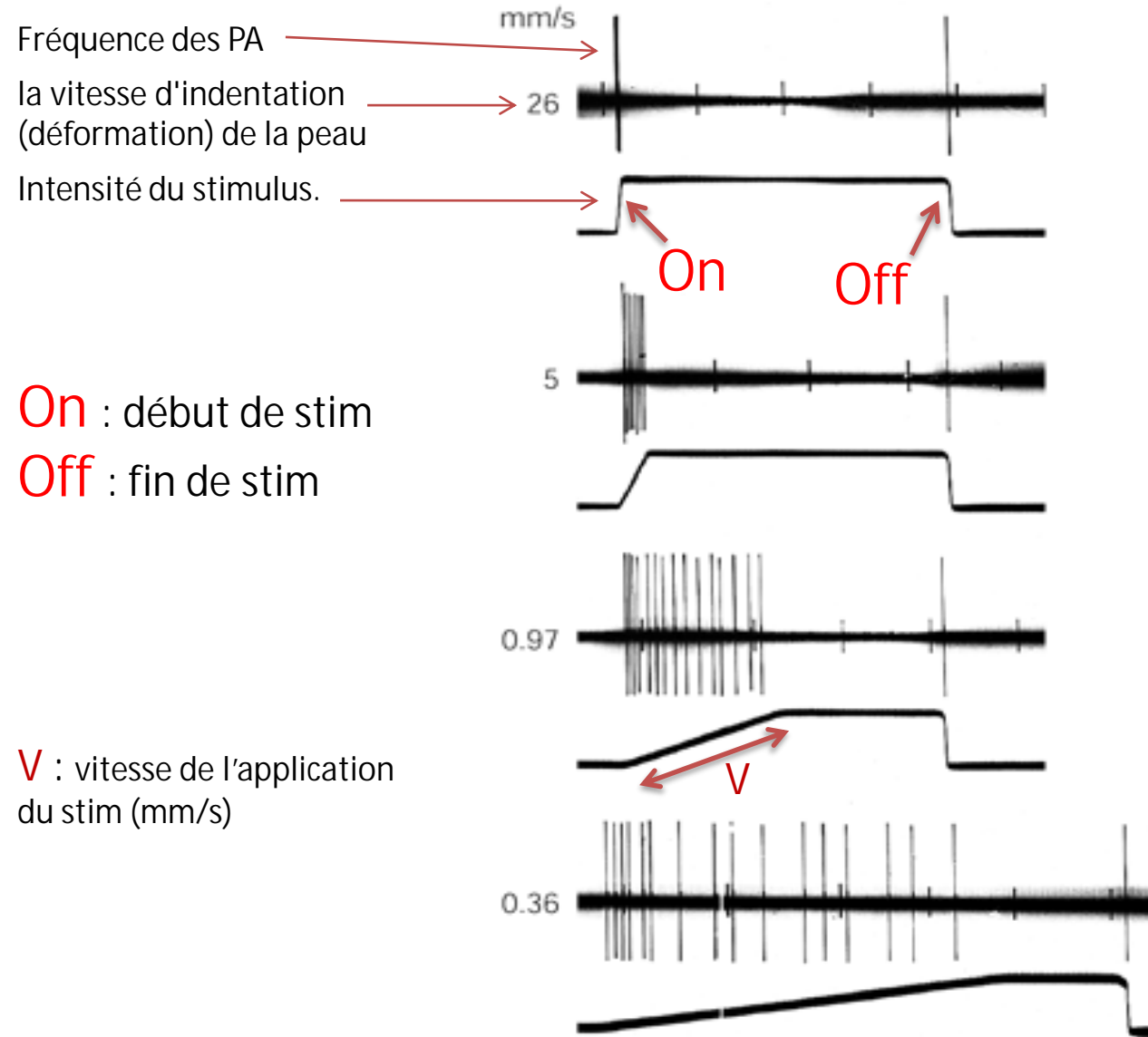


III-Propriétés générales des récepteurs

6-codage de l'information sensorielle :

- *Codage de la durée*
- Les récepteurs informent sur la vitesse de variation du stimulus
- il répondent par modification de fréquence de décharge.

Récepteur à adaptation rapide



On : début de stim

Off : fin de stim

V : vitesse de l'application du stim (mm/s)

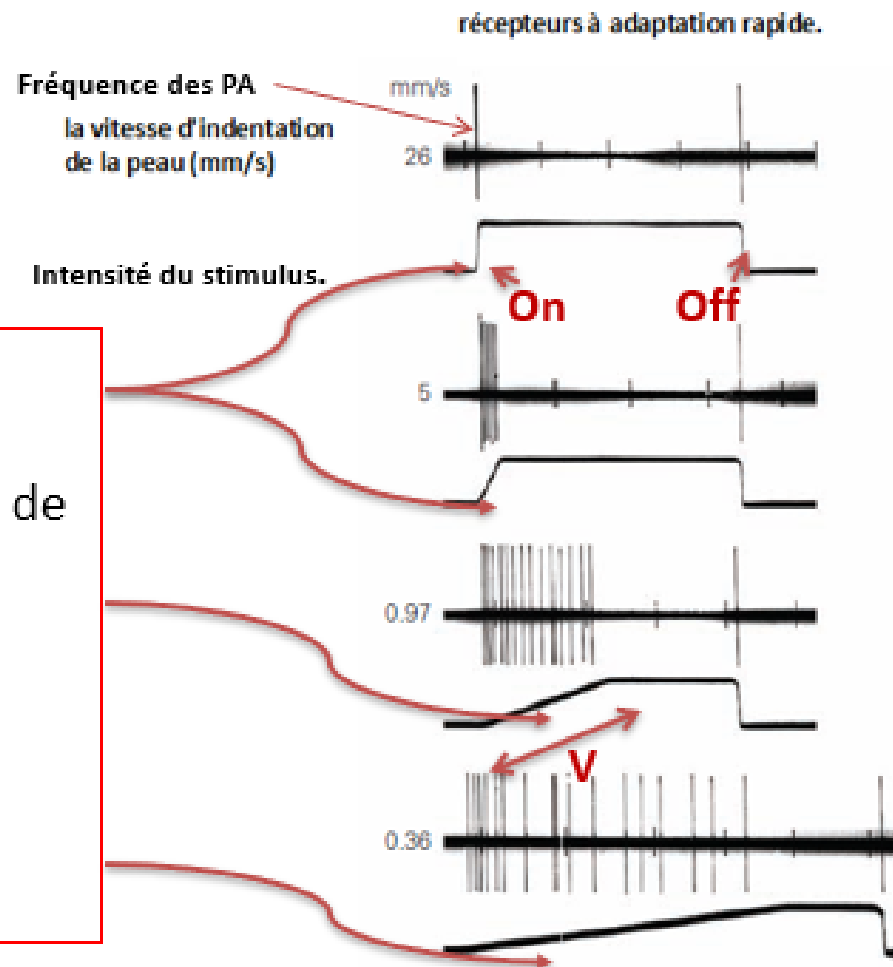
Les mécanorécepteurs à adaptation rapide ne répondent qu'au début et à la fin du stimulus, signalant la vitesse à laquelle le stimulus est appliqué ou supprimé

Récepteur à adaptation rapide

On: début de stim

Off: arrêt de stim

Variation de la
vitesse
d'indentation(**V**) de
la peau.
La fréquence de
décharge de PA
augmente avec
l'augmentation
vitesse.

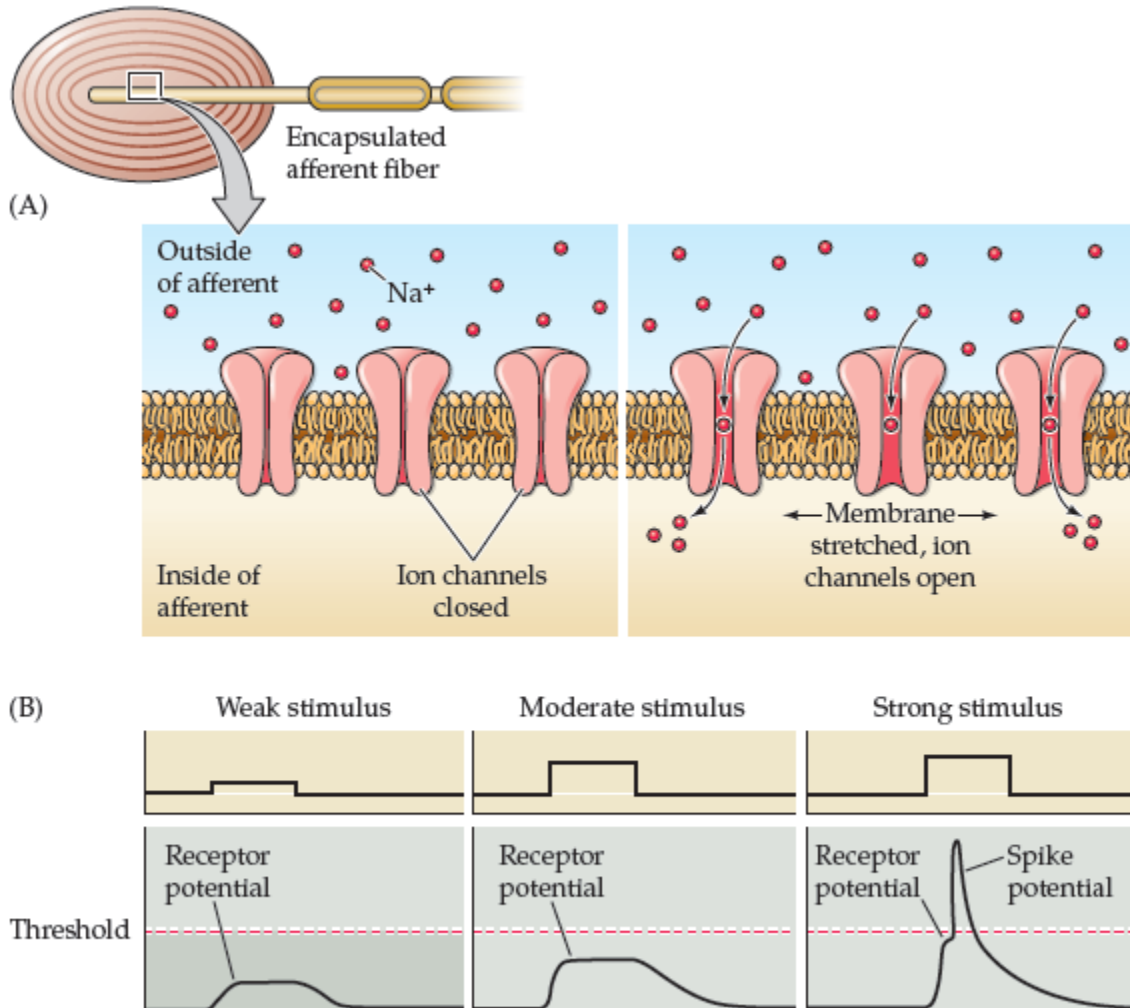


IV - Types de description

1/ Le corpuscule de Pacini (CP)

- mécanorécepteurs de bas seuil encapsulés grand de taille en bulbe d'oignon entourant une terminaison nerveuse non myélinisée
- Champ récepteur large
- situés couche profonde du derme (15% rec main)
- Aussi méésentères, les parois des vaisseaux
- les capsules articulaires et le périoste.

Mécanisme de la transduction



(A) La déformation de la capsule entraîne un étirement de la membrane de la fibre afférente (non myélinisé)

(B) Ouverture de ces canaux cationiques
dépolarisation de la fibre afférente (potentiel récepteur).
un potentiel d'action est généré et se propage au SNC.

IV- Types de description

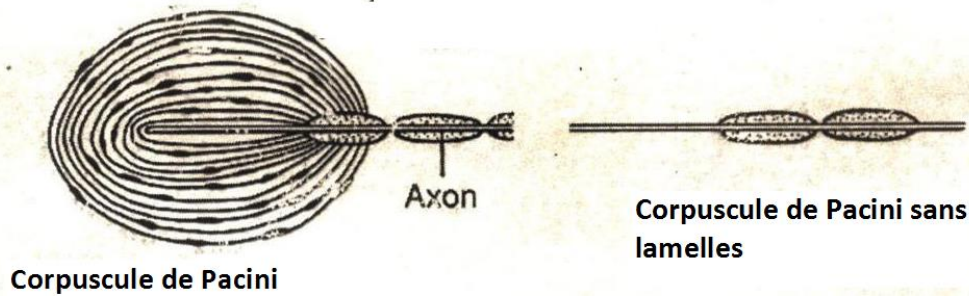
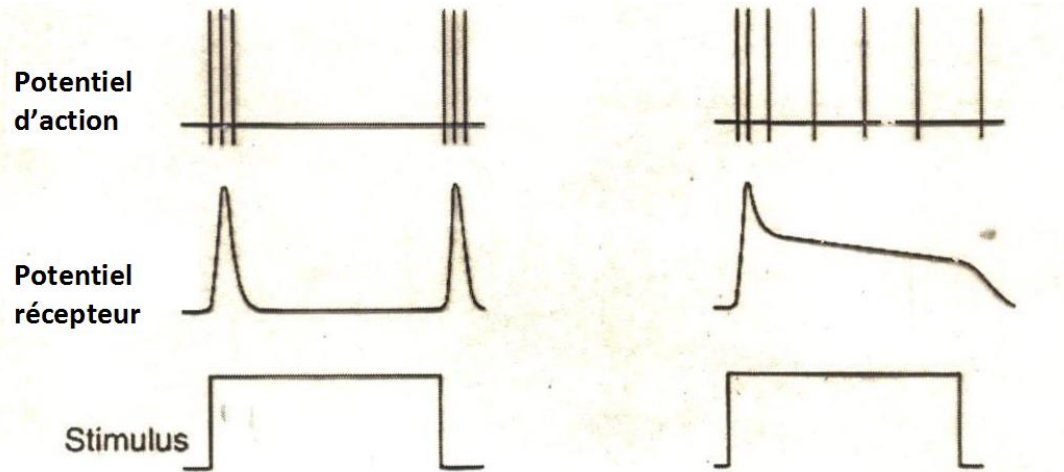
1/ Le corpuscule de Pacini (CP)

- récepteur à adaptation rapide.
- Réponse ON (un ou plusieurs PA à l'application d'une pression)
- silence électrique même si le stimulus est maintenu
- Réponse OFF une fois la pression est levée.

fonctionnement du Corpuscule de Paccini

Adaptation rapide

Adaptation lente



fonctionnement du Corpuscule de Paccini

- le récepteur répond par 1 ou 2 PA au début et à la fin de la stimulation, mais est silencieux quand le stimulus est constant en intensité.

IV - Types de description

- *1/ Le corpuscule de Pacini (CP)*

Fonction physiologique

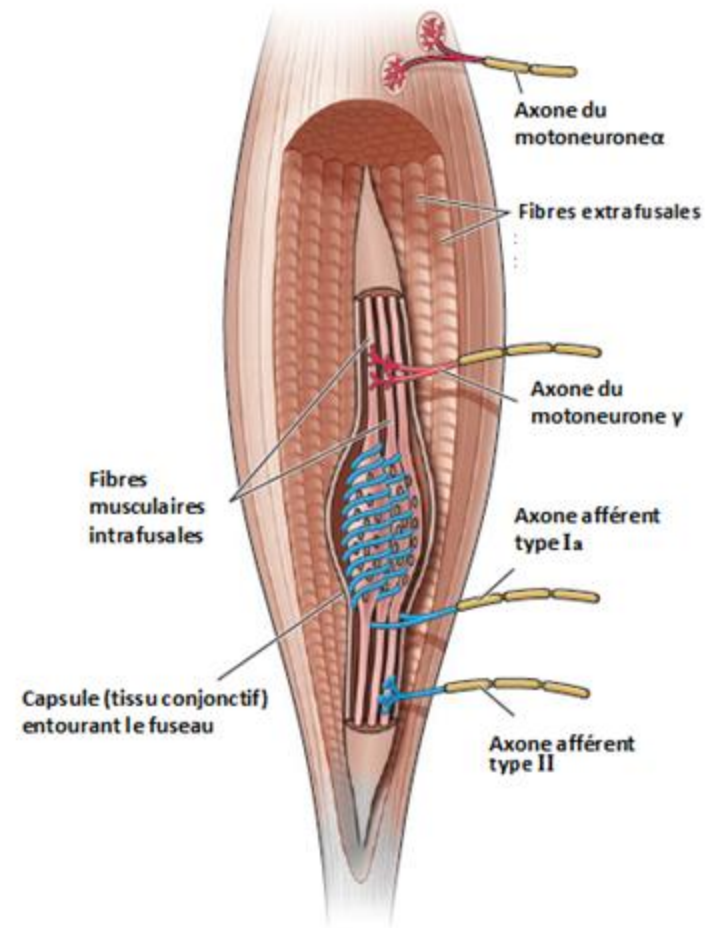
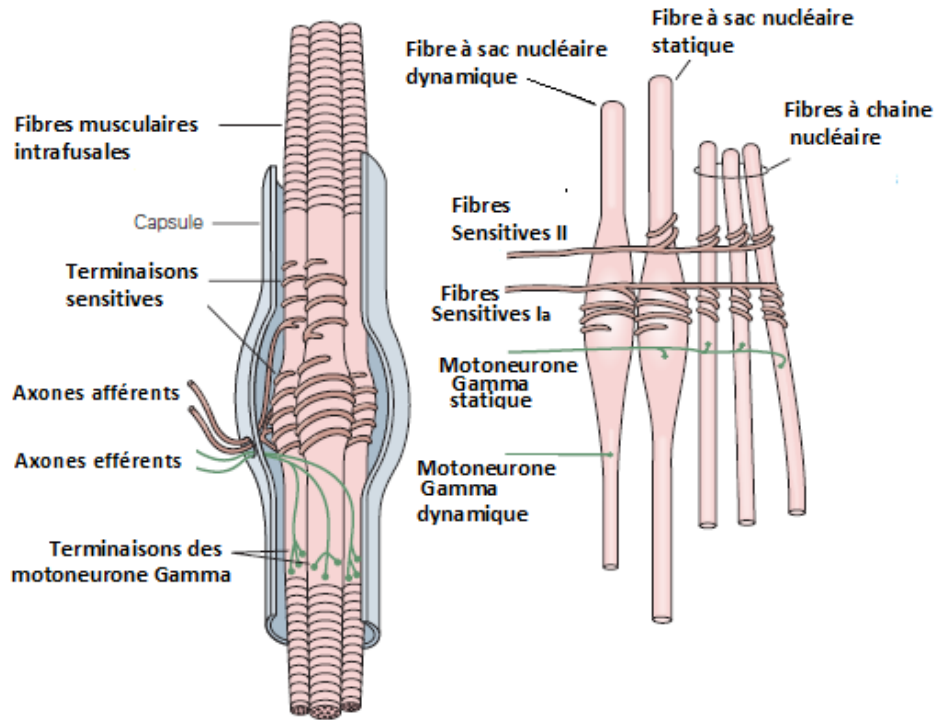
- Discrimination des textures de surface fines et des stimuli mobiles qui produisent des vibrations à haute fréquence (250–350 Hz) de la peau.
- La stimulation de la fibre afférente du CP entraîne une sensation de vibration ou chatouillement
- Sensation de vibrer à la musique (entendre par le ventre)

IV - Types de description

2- Fuseau neuromusculaire

- propriocepteur de bas seuil, sensible à l'étirement musculaire
- impliqué dans le tonus musculaire et la motricité.
- très bien différenciée située dans la partie charnue des muscles striés

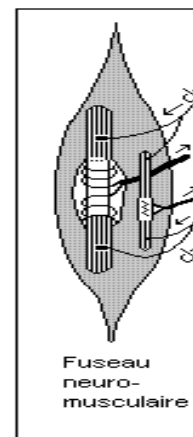
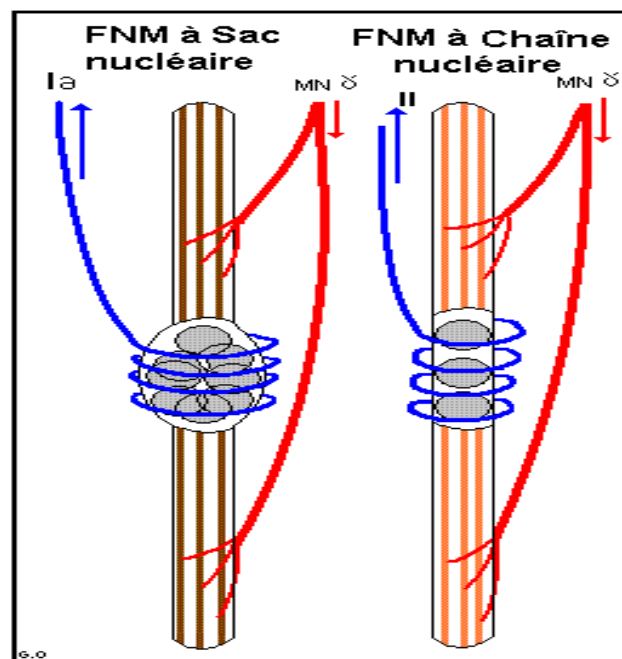
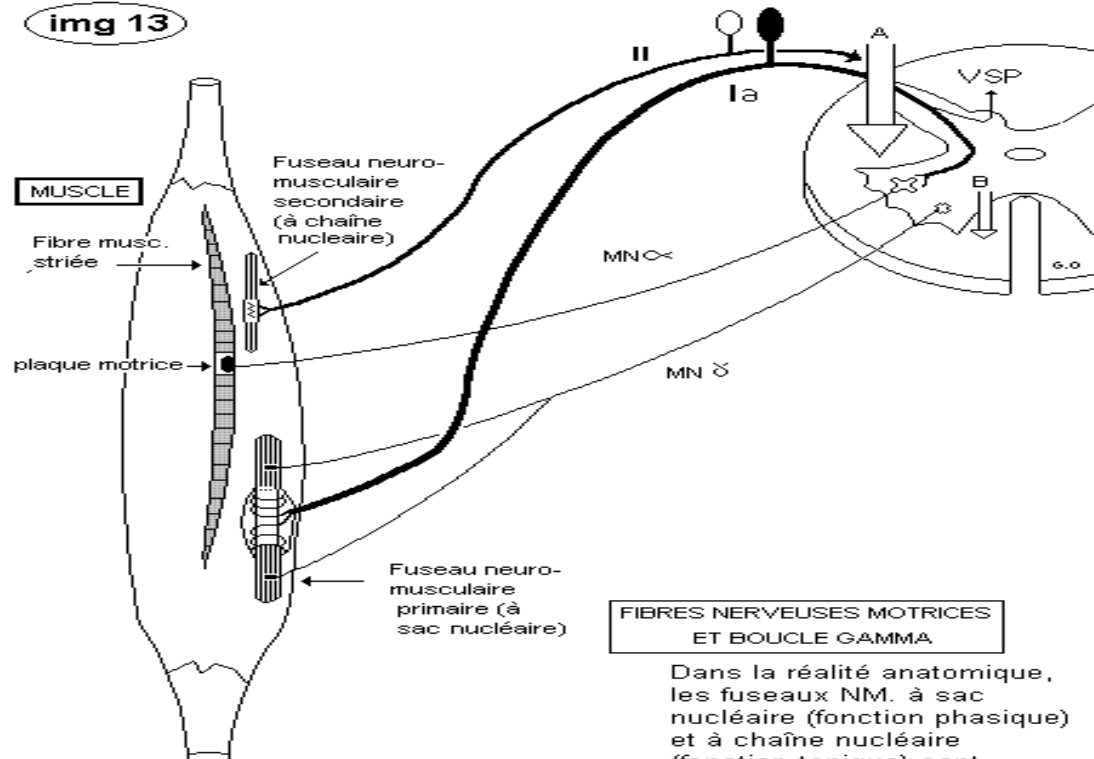
Fuseau neuromusculaire



IV - Types de description

2/ Fuseau neuromusculaire

- *Structure :*
- encapsulées de forme allongées,
- 3 à 10 petites fibres musculaires intra fusales.
Fibres à sac et a chaine nucléaire
- Extrémité riche en myofilament (contractile)
- Partie équatoriale dépourvue de myofilament
- Innervation sensitive myélinisée primaire et secondaire (Ia , II)
- Innervation motrices MN γ (moelle épinière)



Les Fuseaux Neuro-Musculaires

IV - Types de description

2/ Fuseau neuromusculaire

- L'innervation sensitive :
 - Les fibres Ia: Ce sont des fibres myélinisées de gros diamètres (12- 20 μ) elles donnent naissance aux terminaisons primaires au niveau des fibres à sac et à chaîne nucléaire
 - Les fibres II: Elle sont également myélinisées mais plus petit (4 - 12 μ), elle donnent naissance aux terminaisons secondaire presque exclusivement sur les fibres à chaîne nucléaire.

IV - Types de description

2/ Fuseau neuromusculaire

➤ L'innervation motrice :

Elle est assurée par les fibres GAMMA provenant des motoneurones GAMMA (localisés au niveau de la moelle épinière) ces fibres vont se terminer sur les extrémités contractiles des fibres à sac et à chaîne nucléaire.

Les motoneurones GAMMA constituent le système fusumoteur (par opposition au système squeletto-moteur représentés par les motoneurones alpha)

IV - Types de description

2/ Fuseau neuromusculaire

- *Fonctionnement:*

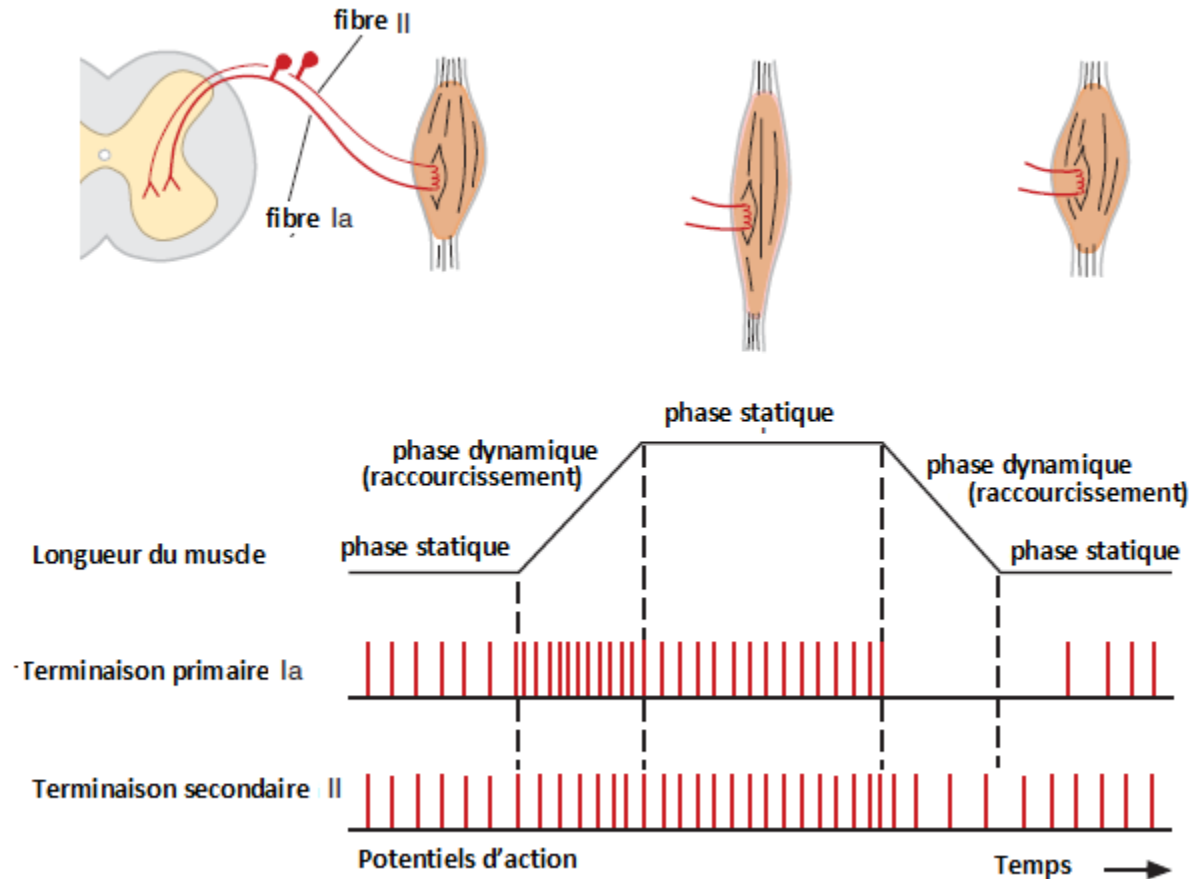
étirement musculaire → l'extrémité contractile du FNM est étirée → partie équatoriale également étirée → l'ouverture des canaux sensibles à l'étirement au niveau des terminaisons primaire Ia et secondaires II des fibres afférentes.

Il en résulte un courant entrant de Na^+ ce qui induit une dépolarisation appelé potentiel récepteur. Ce potentiel récepteur est une réponse locale et graduable s'il atteint le seuil il déclenche un potentiel d'action

FNM: fonctionnement

Réponse au niveau des
fibres sensibles de **type Ia**
Phase dynamique informe
sur vitesse
Phase statique → amp

Réponse au niveau des
fibres sensibles de **type II**.
Phase statique
uniquement



- Réponse au niveau des fibres sensibles de type Ia.
- Si on étire un muscle on enregistre au niveau de la fibre Ia 2 types de réponses :
- Une phase dynamique : la fréquence des PA est en fonction de la vitesse d'étirement
- Une phase statique : la fréquence des PA est en fonction de l'amplitude de l'étirement et de son intensité.
- Donc les fibres sensibles de type Ia renseignent le système nerveux sur l'amplitude et la vitesse de l'étirement.

- Réponse au niveau des fibres sensibles de type II.

Seule la phase statique est observée et la fréquence des PA est proportionnelle au degré de l'étirement.

Donc les fibres de type II renseignent uniquement sur l'amplitude.

- Rôle de l'innervation GAMMA
- Lors d'une contraction musculaire volontaire, les motoneurones alpha sont activés, les fibres extra fusales (musculaire) se contractent et le muscle se raccourcit donc les FNM se relâchent, ils deviennent inefficaces pour transmettre des informations sur la longueur du muscle au SNC
- Cette situation ne se produit jamais en réalité , grâce à l'activation des motoneurones gamma

- Rôle de l'innervation GAMMA

- L'activation des motoneurones GAMMA cause la contraction et le raccourcissent des régions polaires des fibres intra fusales lesquelles à leur tour étirent la région centrale équatoriale non contractiles,
- Il en résulte une modification de la perméabilité des terminaisons primaires et secondaires
- D'où naissance d'un PR entraînant la naissance de PA au niveau de Ia et II.

- Rôle de l'innervation GAMMA

Il est mis en évidence en stimulant les fibres GAMMA du fuseau neuromusculaire et on enregistre l'activité au niveau des fibres Ia et II:

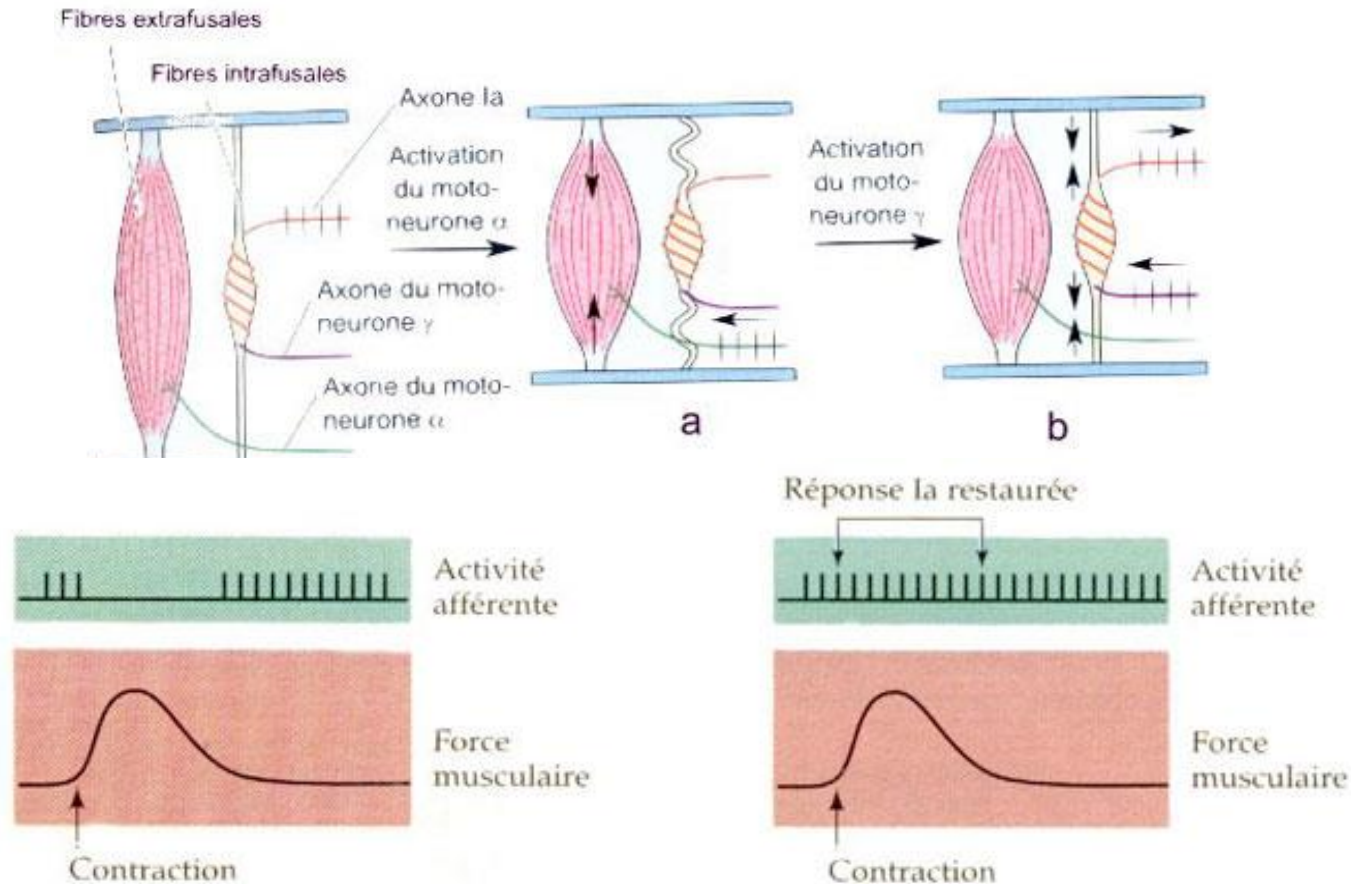
- Rôle de l'innervation GAMMA

Rôle du MN gamma

- a MN α activé seul
- b MN α et γ activé les 2

α seul \rightarrow
contraction muscle
 \rightarrow FNM se relâche
rép la \downarrow

γ activé \rightarrow la
réponse la est
restaurée



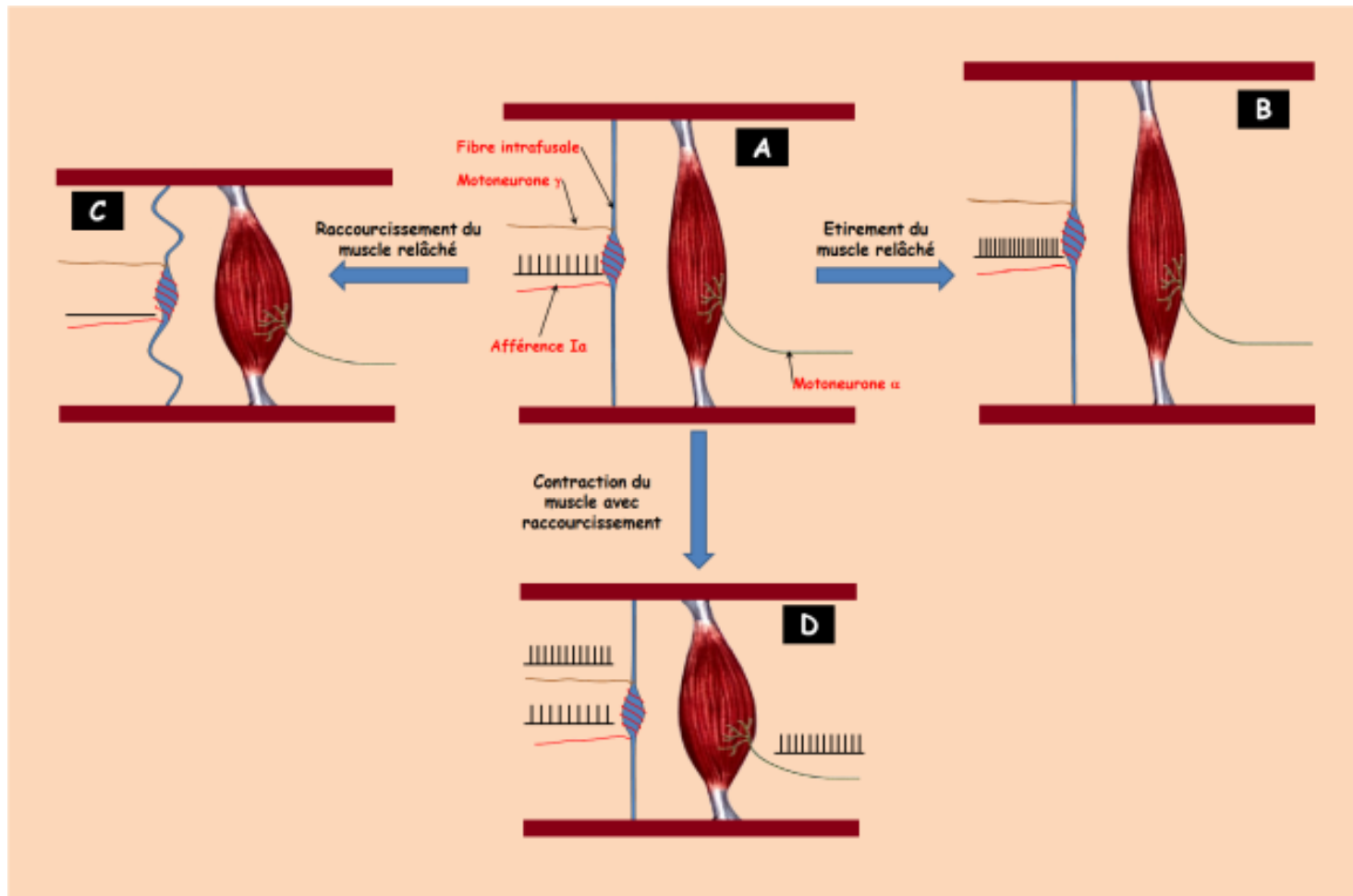
- Rôle de l'innervation GAMMA

- La stimulation du MN alpha seul entraine une contraction musculaire d'où relâchement de fuseau , la fibre la diminue sa décharge (voir schéma suivant situation a)
- Avec une stimulation alpha et gamma simultanée, la fibre la continue d'émettre un signal même lorsque le muscle est contracté, les parties extrêmes des cellules musculaires intrafusales se contractant pour maintenir un certain étirement de celles ci.
- Le motoneurone gamma permet que la décharge de la fibre la soit maintenue même pendant une contraction musculaire:

Elle permet donc de maintenir la sensibilité des fibres la au variation de longueur du FNM

les fibres la informent fidèlement le SNC de toute variation de longueur survenant au niveau du FNM.

- Rôle de l'innervation GAMMA



V- conclusion

- Le rôle des récepteurs c'est transformer les stimuli en un langage compris par le SNC (signal électrique) , ce qui permet à l'organisme de comprendre ce qui se passe autour de lui