

LES RÉCEPTEURS SENSORIELS

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 Les sens somatiques	Gravité	Mécanorécepteurs	Cellules Ciliées (Labyrinthe Vestibulaire)
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

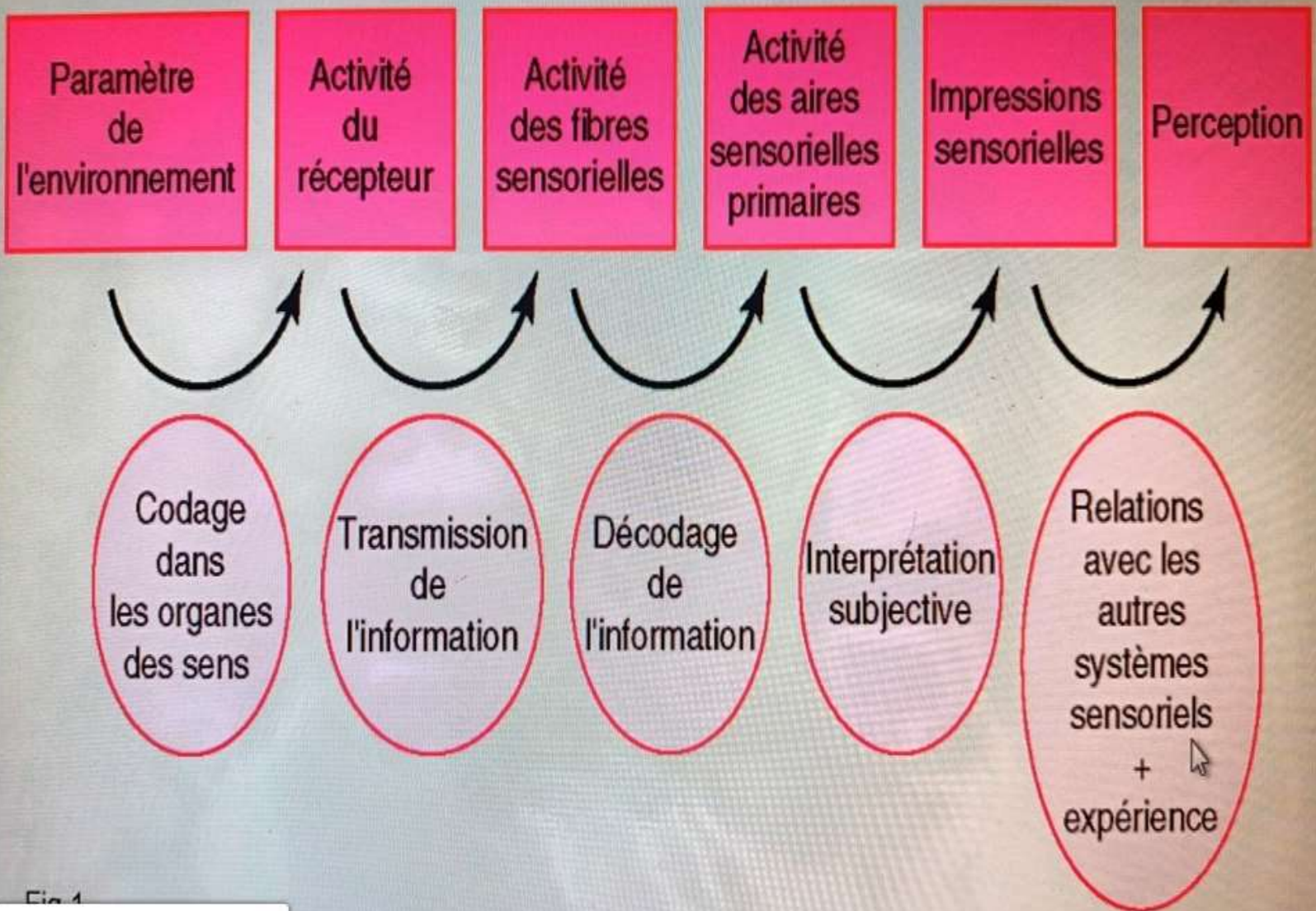
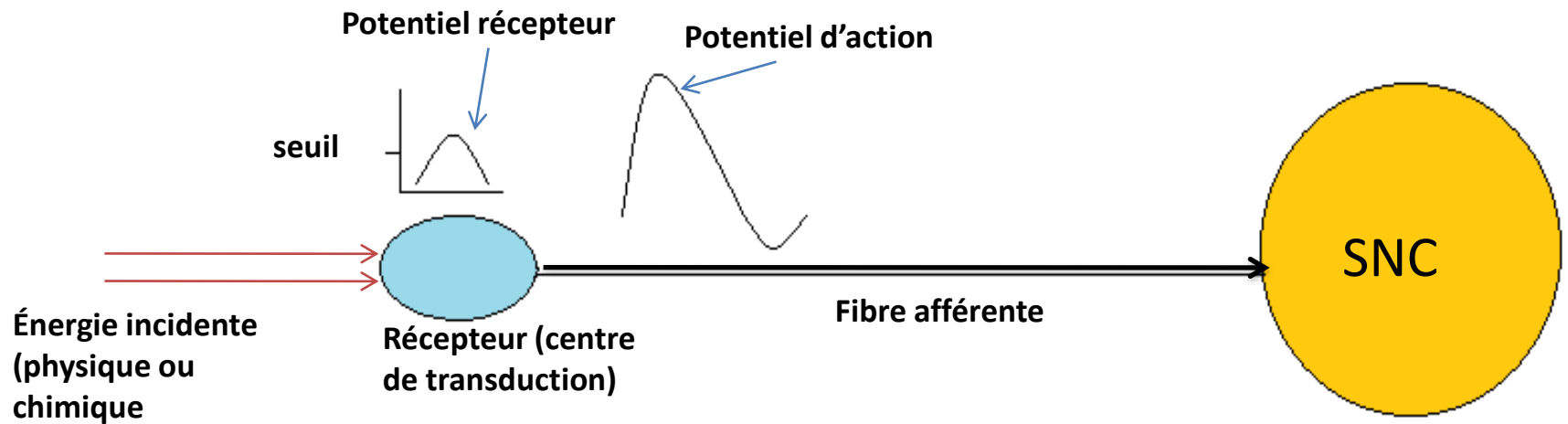


Fig. 1

00:00:22



schéma général de la transduction



I/ introduction

- Tout organisme vivant est en interaction constante avec son environnement. Ces interactions lui permettent de se déplacer ou de réagir vis à vis des stimulations du monde extérieur et de son propre monde intérieur (constance du milieu intérieur : faim, soif). Elles nécessitent la prise permanente d'informations et la circulation de messages entre les différentes cellules de l'organisme.

I/ introduction

- Certaines cellules du système nerveux se sont différenciées en récepteurs sensoriels, capables de coder les messages renseignant l'organisme sur les variations des paramètres physico-chimiques de l'environnement et de son propre milieu intérieur. Nous ne connaissons notre propre environnement tout comme notre propre corps qu'à travers de nos organes des sens.
- Ces informations sous forme d'énergie (physique ou chimique) sont transmises au SNC sous forme de signaux nerveux à travers des systèmes afférents sensoriels.
- Les principaux systèmes sensoriels sont représentés par les systèmes : visuel, auditif, vestibulaire, olfactif, gustatif et somato-sensoriel

1/ introduction

- ***Définition*** : le récepteur sensoriel est une structure nerveuse périphérique spécialisée responsable de la traduction de l'énergie incidente (physique ou chimique) en un signal électrique qui peut être transmis au système nerveux central à travers la fibre afférente.

II- CLASSIFICATION DES RÉCEPTEURS SENSORIELS

II- Classification des récepteurs sensoriels

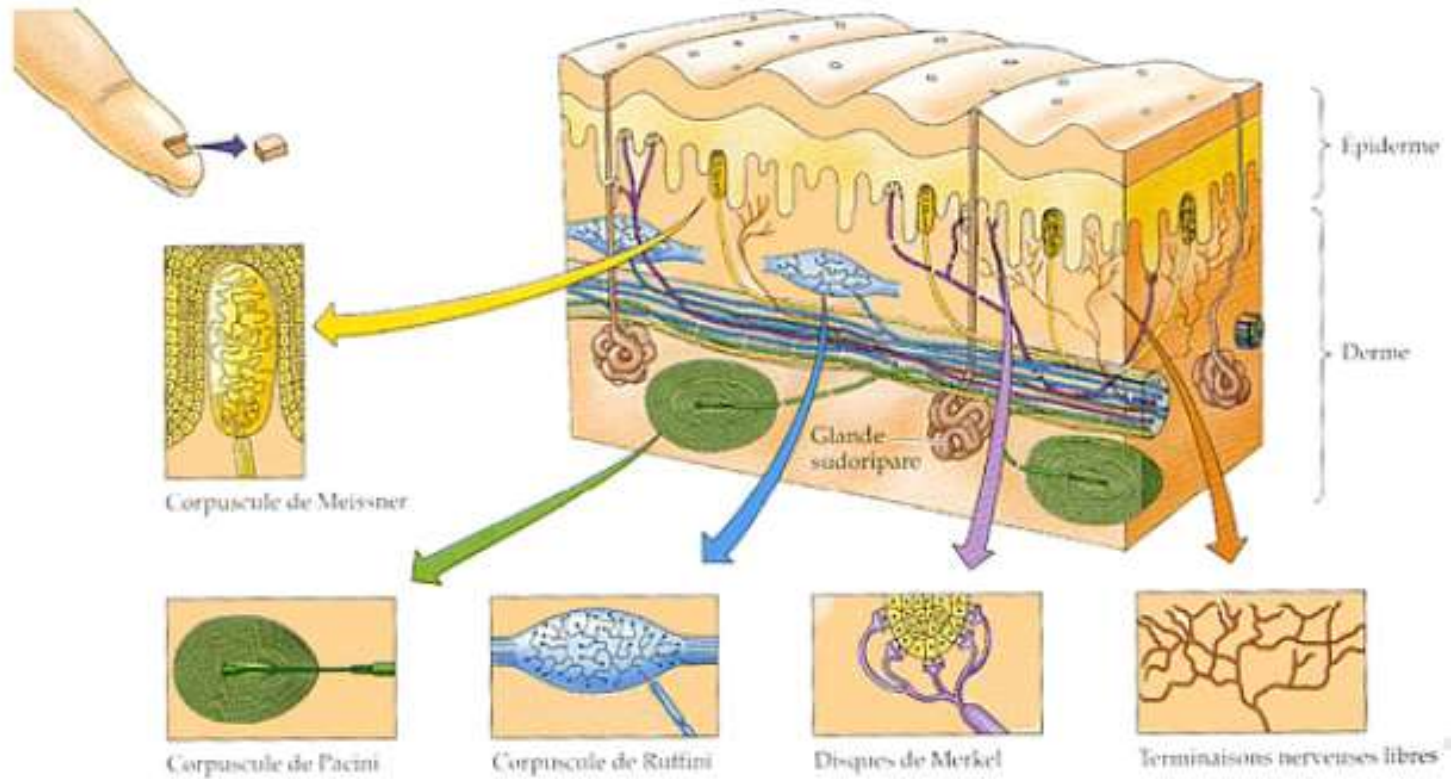
- Les récepteurs sensoriels peuvent être classés en fonction de leur structure ou de leurs différentes propriétés fonctionnelles, on distingue :

II- Classification des récepteurs sensoriels

1- selon leur morphologie :

- ***-Récepteurs différenciés*** : récepteurs qui ont une structure bien individualisée, on peut citer :
 - *Au niveau de la peau*
- * Corpuscule de Pacini : mécanorécepteur sensible à la pression et la vibration rapide
- * Disque de Merkel : mécanorécepteur sensible au toucher et la pression
- * Corpuscule de Ruffini : mécanorécepteur sensible à la pression
- * Corpuscule de Meissner : mécanorécepteur sensible aux changements de texture et la vibration lente.

Récepteurs sensoriels de la peau



II- Classification des récepteurs sensoriels

➤ Au niveau des autres organes des sens :

- * Photorécepteurs (cône et bâtonnet) des neurones hautement spécialisés sensibles à la lumière qui font synapse avec d'autres neurones dans la rétine.
- * cellule ciliées au niveau de la cochlée, considérées comme des mécanorécepteurs sensibles au son.
- * les papilles gustatives au niveau de la langue considérées comme des chémorécepteurs.
- * récepteurs olfactifs sont des chémorécepteurs.

II- Classification des récepteurs sensoriels

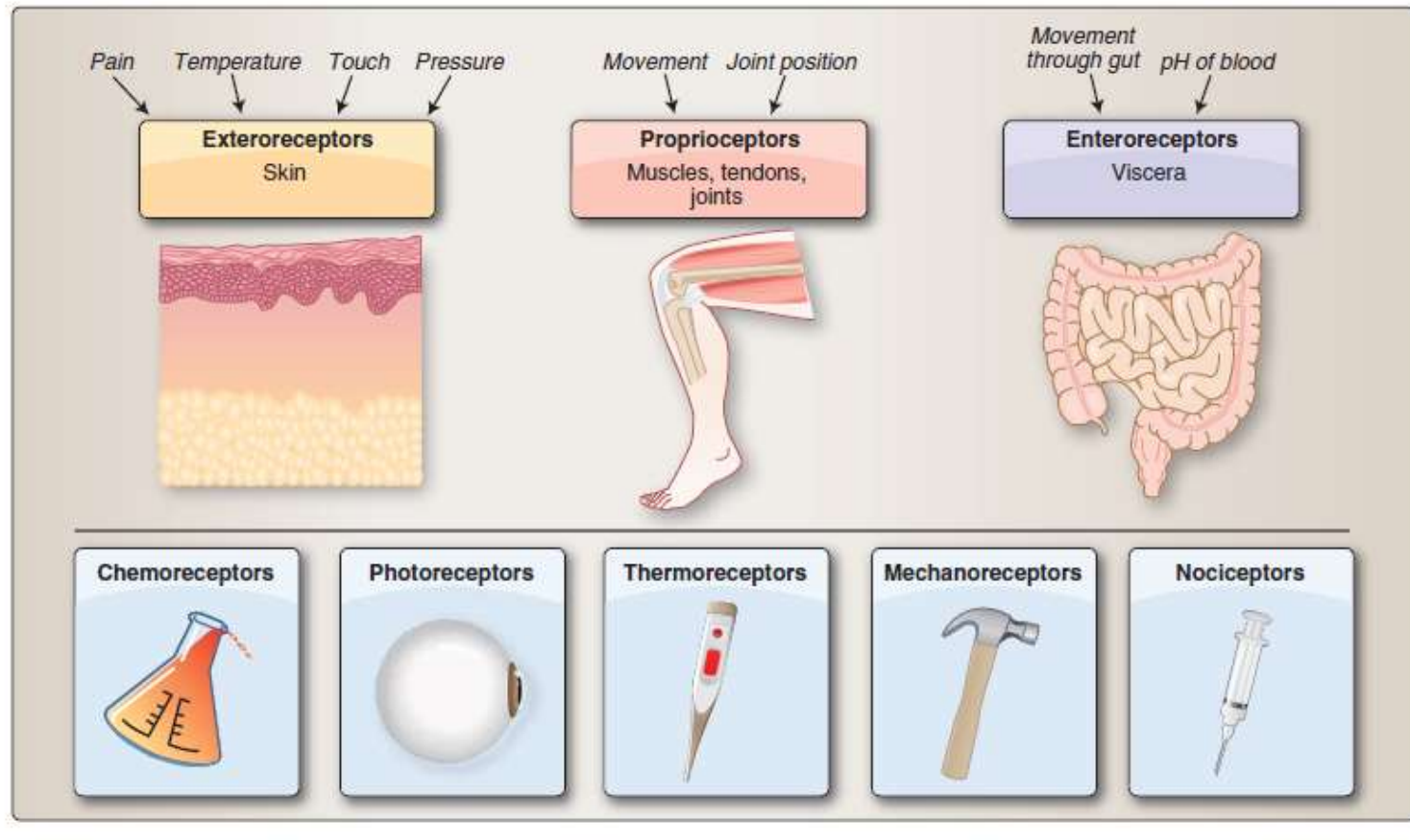
- ***-Récepteurs peu ou pas différenciés*** : n'ont pas de structure individualisée et représentée par les terminaisons nerveuses libres. Il peut s'agir :
 - * Des terminaisons libres autour du follicule pileux : mécanorécepteur sensible au toucher léger
 - * Des terminaisons libres tout au long de la peau : thermorécepteurs et nocicepteurs.

II- Classification des récepteurs sensoriels

2- selon leur localisation :

- ***-Extérocepteurs*** : récepteurs sensoriels superficielles situées dans la peau qui répondent à la douleur, à la température, au toucher et à la pression, c'est-à-dire les stimuli proviennent de l'extérieur du corps (exp : Corpuscule de Pacini).
- ***-Intérocepteurs*** ou viscérocepteurs : situés au niveau des viscères et des vaisseaux qui répondent aux stimuli du milieu intérieur qui peuvent être chimique (PH), mécanique (étirement) ou thermique.
- ***- Propriocepteurs*** : situés au niveau des muscles, tendons et articulations sont des mécanorécepteurs qui répondent aux positions et aux mouvements du corps (exp : Fuseau neuromusculaire).

types de récepteurs sensoriels selon la localisation



II- Classification des récepteurs sensoriels

3- selon la nature du stimulus :

- ***Mécanorécepteurs*** : sensibles à des stimulations mécaniques tel que le toucher, la pression, les vibrations et l'étirement (exp : Pacini)
- ***Thermorécepteurs*** : sensibles aux variations de la température (chaud et froid).
- ***Chémorécepteurs*** : sensibles aux substances chimiques.
- ***Nocicepteurs*** : sensibles aux stimulations nociceptives.
- ***Photorécepteurs*** : sensibles à la lumière au niveau de la rétine

II- Classification des récepteurs sensoriels

4- selon le seuil de stimulation

- ***-Récepteurs à bas seuil :***

Certains mécanorécepteurs ont un seuil bas et sont capable de répondre au moindre contact avec la peau ou un mouvement à peine perceptible d'une articulation. exp corpuscule de Pacini.

- ***-Récepteurs à haut seuil***

D'autre mécanorécepteurs ont un seuil élevé et nécessitent une très forte stimulation pour répondre; exp nocicepteur

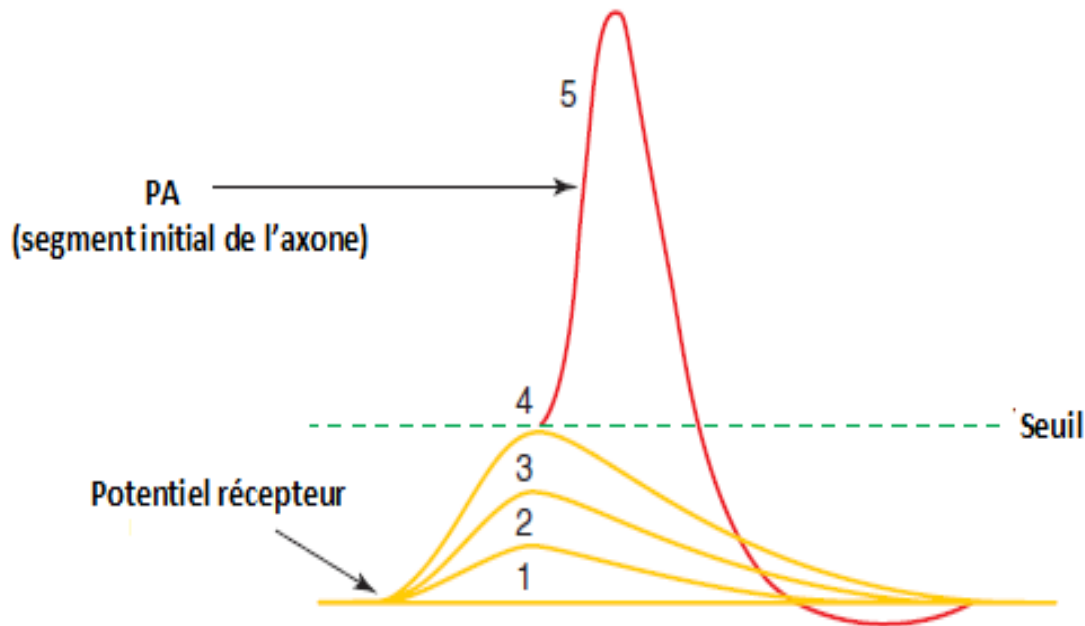
IV-LES MÉCANISMES DE LA RÉCEPTION ET DE LA TRANSDUCTION

IV-LES MÉCANISMES DE LA RÉCEPTION ET DE LA TRANSDUCTION

- **1- Potentiel récepteur :**

Est une modification du potentiel de membrane du récepteur induisant (plus souvent) une dépolarisation de la zone réceptrice suite à un stimulus (énergie incidente physique ou chimique).

- Cette dépolarisation est appelée potentiel récepteur, elle est due à l'ouverture des canaux ionique de la membrane du récepteur (le plus souvent des cations)

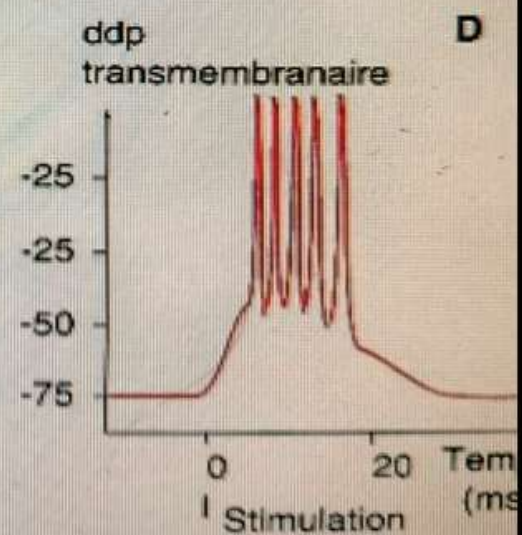
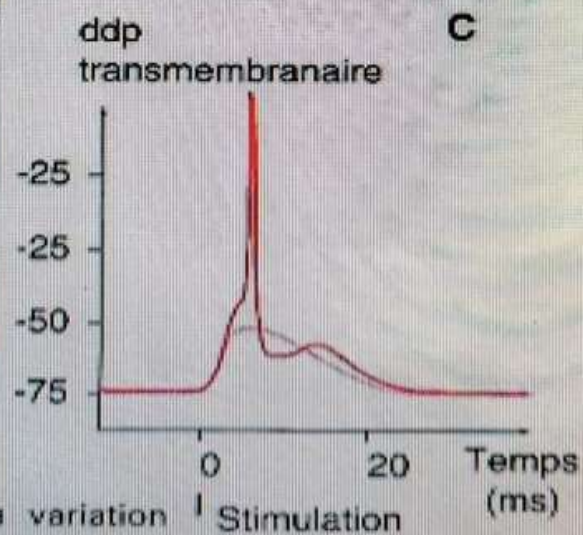
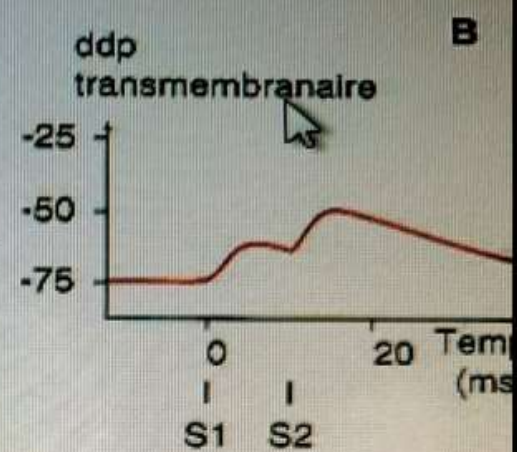
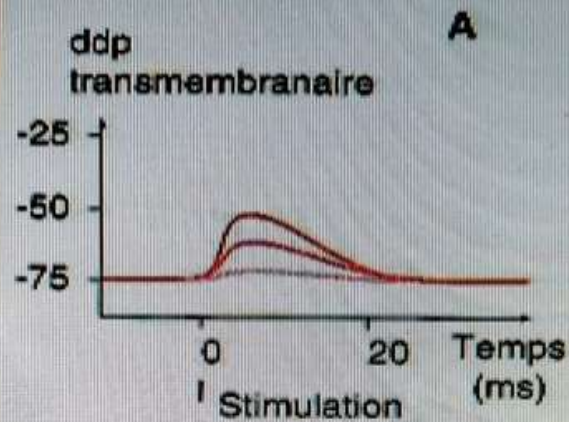


Potentiel récepteur

Les stimuli sensoriels entraînent la production de potentiels gradués appelés potentiels récepteurs ou générateurs (numéros 1 à 4). Si le potentiel récepteur atteint une valeur seuil de dépolarisation, il génère des potentiels d'action (numéro 5) dans le neurone sensoriel.

IV-LES MÉCANISMES DE LA RÉCEPTION ET DE LA TRANSDUCTION

- **1- Potentiel récepteur :**
- L'effet du stimulus sur l'ouverture des canaux ioniques se fait de façon graduelle.
- Le potentiel récepteur qui se produit dans les branches terminales se propage de façon électrotonique dans la direction proximale (vers la SNC) vers le site où un potentiel d'action se produit en ouvrant les canaux Na⁺ + voltage-dépendant (à condition que l'amplitude du potentiel récepteur atteigne le seuil)



8

Figure 1 : Effet de la variation d'intensité d'une stimulation sur l'amplitude des potentiels de récepteur.

IV-LES MÉCANISMES DE LA RÉCEPTION ET DE LA TRANSDUCTION

- Le potentiel récepteur est :
 - Une réponse **locale** : localisée au niveau de la structure réceptrice, son amplitude décroît d'une façon exponentielle au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la zone réceptrice.
 - Un potentiel **graduable**, son amplitude est en fonction de l'intensité de la stimulation.
 - Une réponse **sommable**: deux stimuli faiblement espacés dans le temps, les potentiels récepteurs s'additionnent.

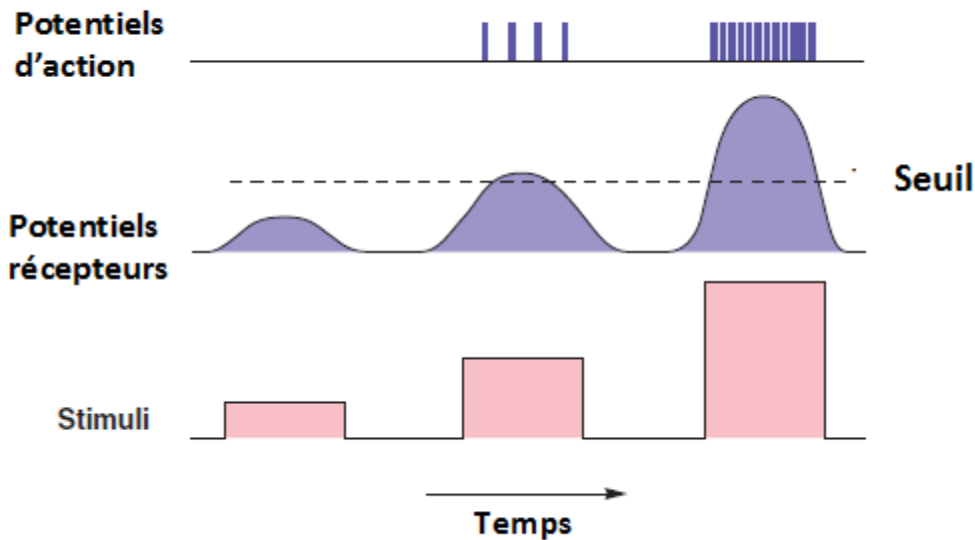
IV-LES MÉCANISMES DE LA RÉCEPTION ET DE LA TRANSDUCTION

- ***2-codage de l'intensité :***

- **Lorsque l'intensité du stimulus augmente, l'amplitude du potentiel récepteur augmente.**
- **Lorsque l'amplitude du potentiel récepteur augmente, le nombre et la fréquence de décharge des potentiels d'action augmentent.**

Donc un récepteur sensoriel "code" les changements d'intensité du stimulus par un changement dans le nombre et la fréquence des potentiels d'action générés. Le codage de fréquence est une caractéristique fonctionnelle courante du SNC et peut être trouvé dans tous les systèmes sensoriels.(**codage temporel**)

On a également pour des intensités de stimulation croissante, un recrutement croissant d'un plus grand nombre de récepteurs et de neurones.(**codage spatial**)



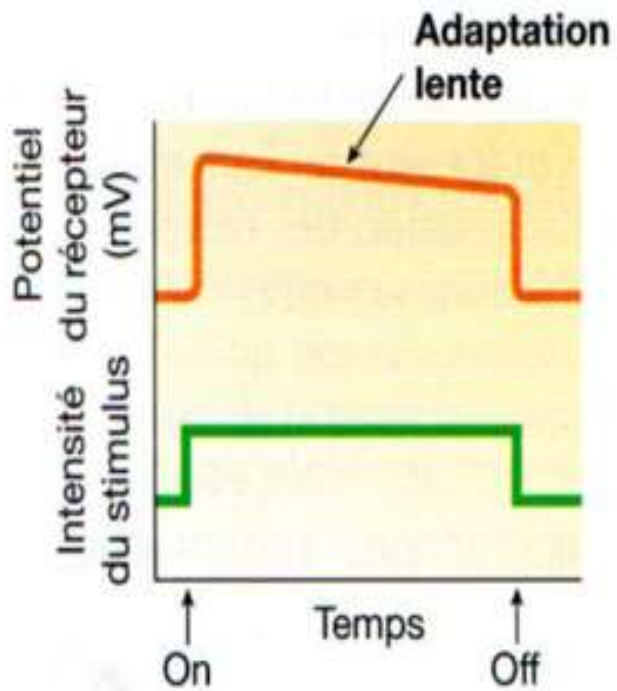
la réponse d'un récepteur tonique: codage de l'intensité

Trois stimuli successifs d'intensités croissantes sont appliqués à un récepteur. L'amplitude croissante du potentiel récepteur entraîne une augmentation de la fréquence des potentiels d'action, qui persistent tant que le stimulus est maintenu

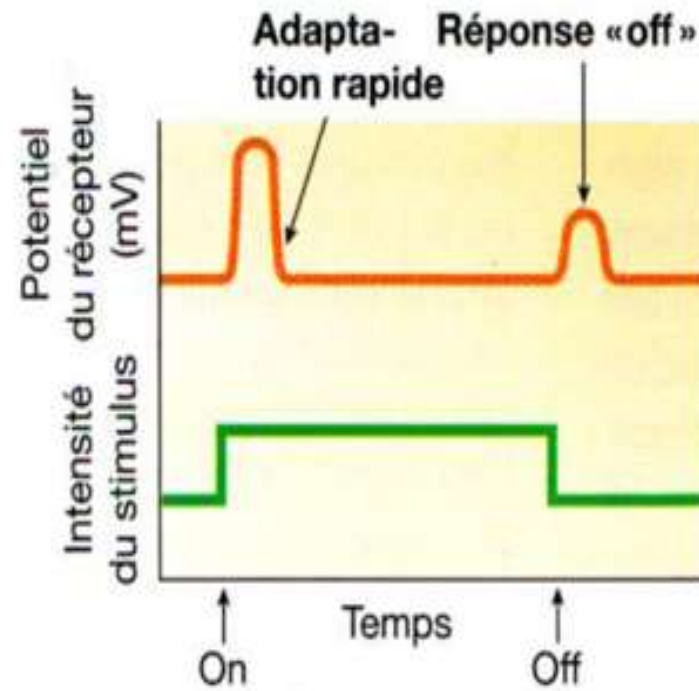
IV-LES MÉCANISMES DE LA RÉCEPTION ET DE LA TRANSDUCTION

- ***3-codage de la durée :***
- Pour un stimulus maintenu constant pendant un certain temps, la fréquence des potentiels d'action décroît en fonction du temps d'application. La vitesse de cette adaptation dépend du type de récepteur. On distingue ainsi
- les récepteurs à adaptation nulle ou lente : nocicepteurs, otolithes vestibulaires. Ils renseignent sur la valeur absolue de l'intensité du stimulus et sur sa durée. Ce sont des récepteurs toniques ou statiques.
- les récepteurs à adaptation rapide : corpuscule tactile, récepteur de follicule pileux. Ils traduisent les variations du stimulus en fonction du temps. Ce sont des récepteurs phasiques ou dynamiques.

Codage de la durée



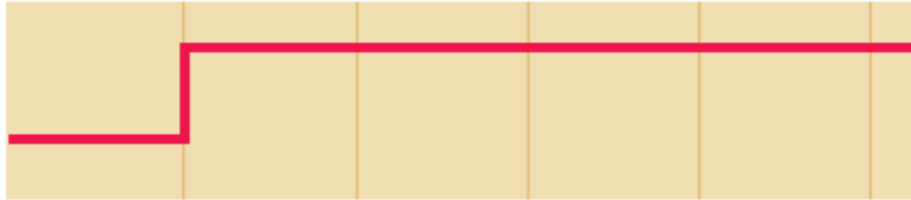
(a) Récepteur tonique



(b) Récepteur phasique

caractéristique d'adaptation des récepteurs

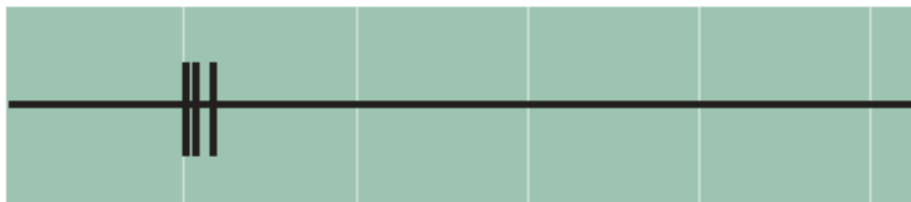
Stimulus



Slowly adapting



Rapidly adapting



0 1 2 3 4

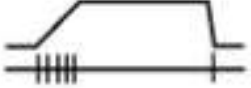
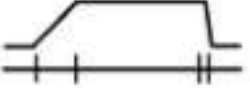


Time (s)

IV-LES MÉCANISMES DE LA RÉCEPTION ET DE LA TRANSDUCTION

4- LE CODAGE DE LA LOCALISATION DU STIMULUS :

- Le champ récepteur est « l'étendu de l'espace sensoriel (somatique, visuel, auditif...)
- dont la stimulation entraîne la réponse du récepteur » .Il traduit le pouvoir de
- discrimination spatial. On distingue des récepteurs à petits champs récepteurs
- (quelques mm²) et à larges champs récepteurs (plusieurs cm²).

LE CODAGE DE LA LOCALISATION DU STIMULUS

		Champs récepteurs	
		Petit	Large
Adaptation	Rapide	Meissner 	Pacini 
	Lente	Merkel 	Ruffini 



A. MEISSNER



B. PACINI

III – 2 TYPES DE DESCRIPTION

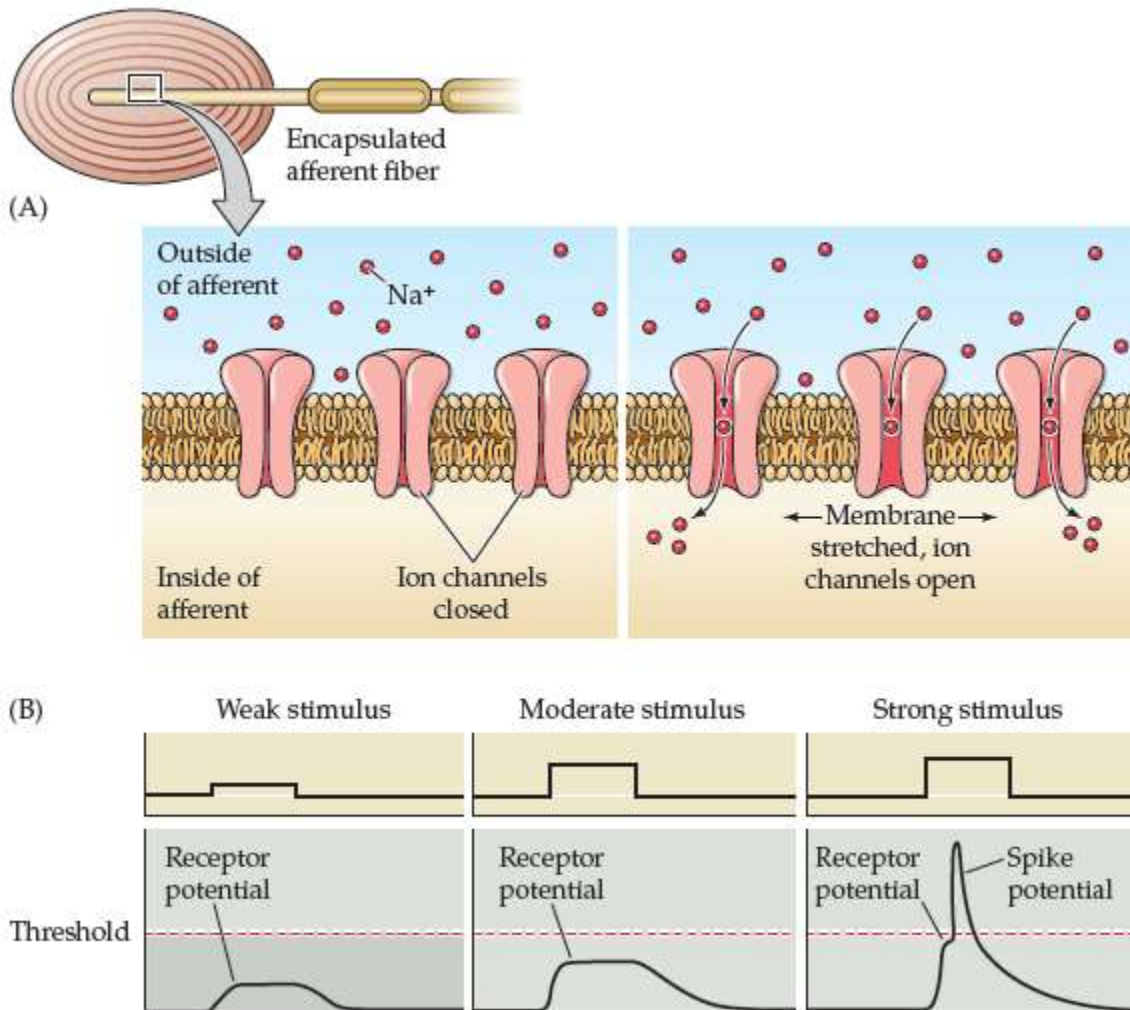
1/ Le corpuscule de Pacini ***(CP)***

III - Types de description

1/ Le corpuscule de Pacini (CP)

- c'est un mécanorécepteur à adaptation rapide sensible à la pression et à la vibration, formé d'une terminaison sensorielle entourée d'une capsule (constituée par des couches concentriques de tissus conjonctif).

III - Types de description



Mécanisme de la transduction du corpuscule de Pacini.

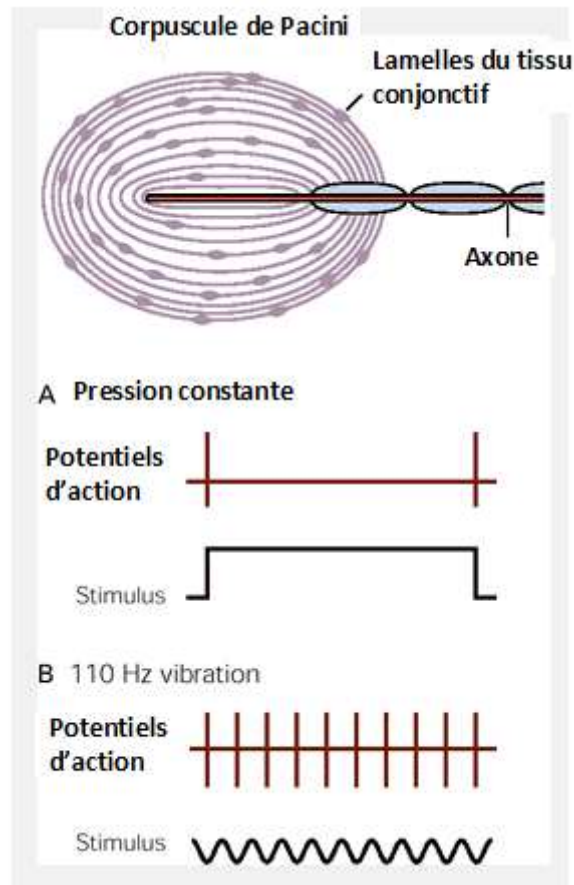
(A) La déformation de la capsule entraîne un étirement de la membrane de la fibre afférente (non myélinisé à l'intérieur de la capsule augmentant la probabilité d'ouverture des canaux de mécanotransduction de la membrane.

(B) Ouverture de ces canaux cationiques conduisent à la dépolarisation de la fibre afférente (potentiel récepteur). Si la terminaison de la fibre afférente est suffisamment dépolarisée, un potentiel d'action est généré et se propage au SNC.

III - Types de description

1/ Le corpuscule de Pacini (CP)

- Le potentiel récepteur génère 1 ou 2 PA ce qui constitue la réponse du début du stimulus c'est la **réponse ON**. La redistribution du liquide à l'intérieure du corpuscule aboutit à une égalisation des pressions, et l'axe recevant des pressions égales des deux côtes n'est plus stimulé, d'où le silence électrique qui caractérise la phase du maintien du stimulus.
- Cette caractéristique d'adaptation revient aux lamelles conjonctives.
- De ce fait un CP délamellé (sans lamelles) devient un récepteur à adaptation lente.



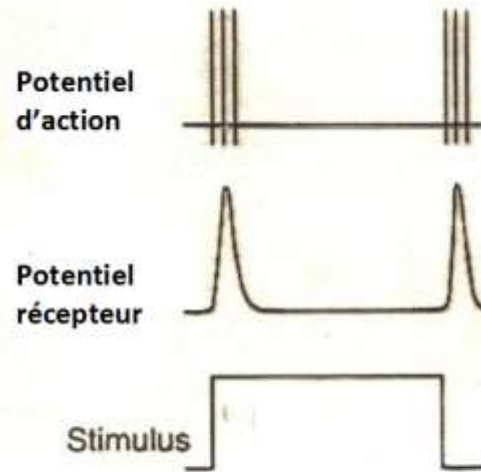
La morphologie des récepteurs influence l'adaptation des mécanorécepteurs à adaptation rapide

A : lorsqu'on applique une réponse constante sur le corpuscule de Pacini. Le récepteur répond avec un ou deux potentiels d'action au début et à la fin du stimulus (pression) mais reste silencieux lorsque le stimulus est constant en intensité.

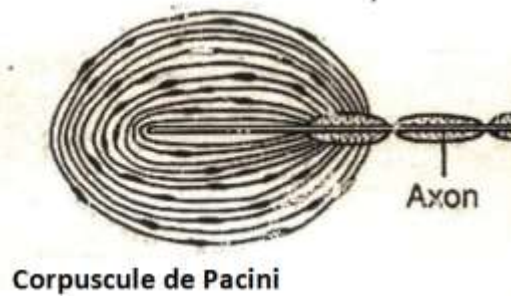
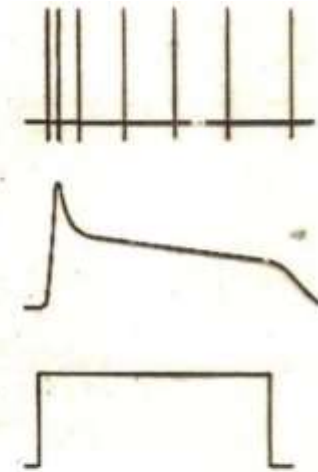
B : Le corpuscule Pacini est sensible aux vibrations. Les mouvements rapides sont transmis à travers les lamelles vers la terminaison nerveuse, générant un potentiel récepteur et un potentiel d'action pour chaque cycle vibratoire.

fonctionnement du Corpuscule de Pacini

Adaptation rapide



Adaptation lente



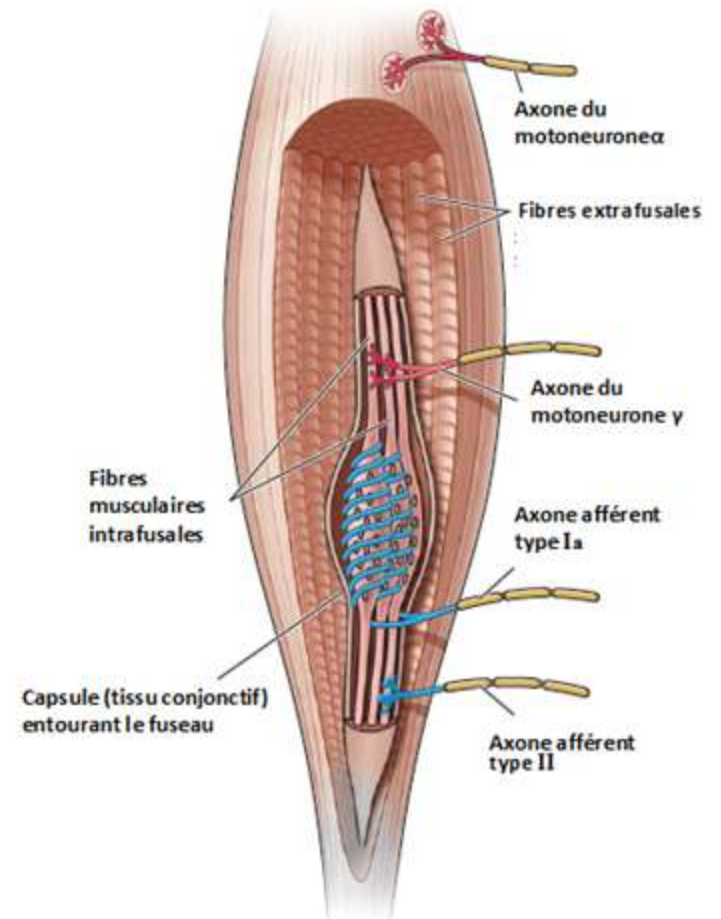
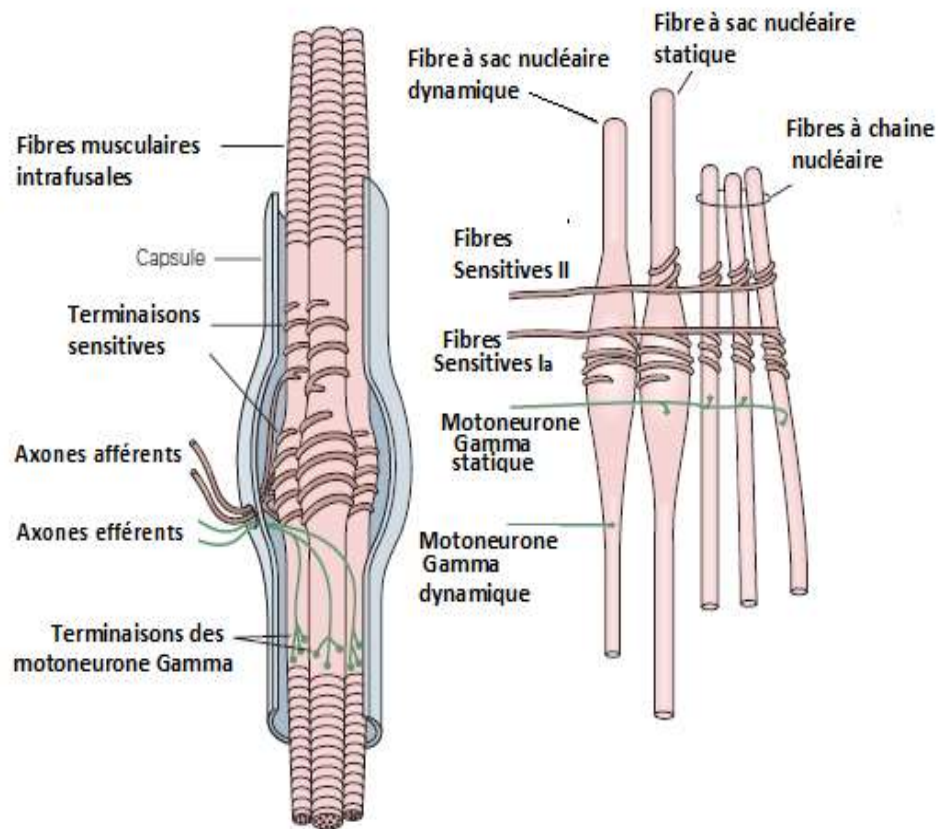
2- Fuseau neuromusculaire (FNM)

III - Types de description

2- Fuseau neuromusculaire

- ***Définition*** : Le fuseau neuromusculaire (FNM) est un propriocepteur de bas seuil, sensible à l'étirement musculaire ; Il se caractérise par une innervation sensitive et motrice et est impliqué dans le tonus musculaire et la motricité.

Fuseau neuromusculaire



- ***Structure :***
- Les FNM sont des structures encapsulées de forme allongées, chaque fuseau se compose de 3 à 10 petites fibres musculaires intra fusales. Les fibres intra-fusales présentent des extrémités riches en myofilaments, elles sont donc contractiles. Par contre, la partie équatoriale est dépourvue de myofilaments.

On distingue deux catégories de fibres intra-fusales :

- Les fibres à sac nucléaire dont les noyaux sont localisés au niveau de la partie équatoriale.
- Les fibres à chaîne nucléaire dont les noyaux sont disposés tout le long de la fibre.

Grâce aux études physiologiques on a pu distinguer deux types de fibres à sac nucléaire dynamique et statique

- ***Innervation***
- Elle est sensitive et motrice.
- **L'innervation sensitive** est double, assurée par:
 - **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 u), elle donnent naissance aux terminaisons secondaire presque exclusivement sur les fibres à chaîne nucléaire (et les fibres à sac statiques).

➤ **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.

La contraction des fibres GAMMA entraîne un raccourcissement du fuseau N M.

- ***Fonctionnement:***

Le FNM est excitable de deux façons :

- soit par un étirement global du muscle dans lequel le FNM se trouve inclut.
- soit par une contraction isolée des extrémités des fibres intra-fusales, entraînant un étirement de la portion médiane réceptrice.

À la suite d'un étirement musculaires les extrémités des fibres intra-fusales seront étirées à leur tour puis la partie équatoriale qui sera également étirée ce qui permet l'ouverture des canaux sensibles à l'étirement au niveau des terminaison primaire et secondaires des fibres afférentes.

Il en résulte un courant entrant ce qui induit une dépolarisation appelé potentiel récepteur. Cette potentiel récepteur est une réponse locale et graduable.

- **Réponse au niveau des fibres sensibles de type Ia.**
- Si on étire un muscle (à vitesse constante puis on maintient l'étirement) on enregistre au niveau de la fibre Ia deux types de réponses :
- Une phase dynamique : au cours de laquelle la fréquence des PA est en fonction de la vitesse d'étirement cette phase est suivie
- D'Une phase statique : la fréquence des PA est en fonction de l'amplitude de l'étirement et de son intensité.

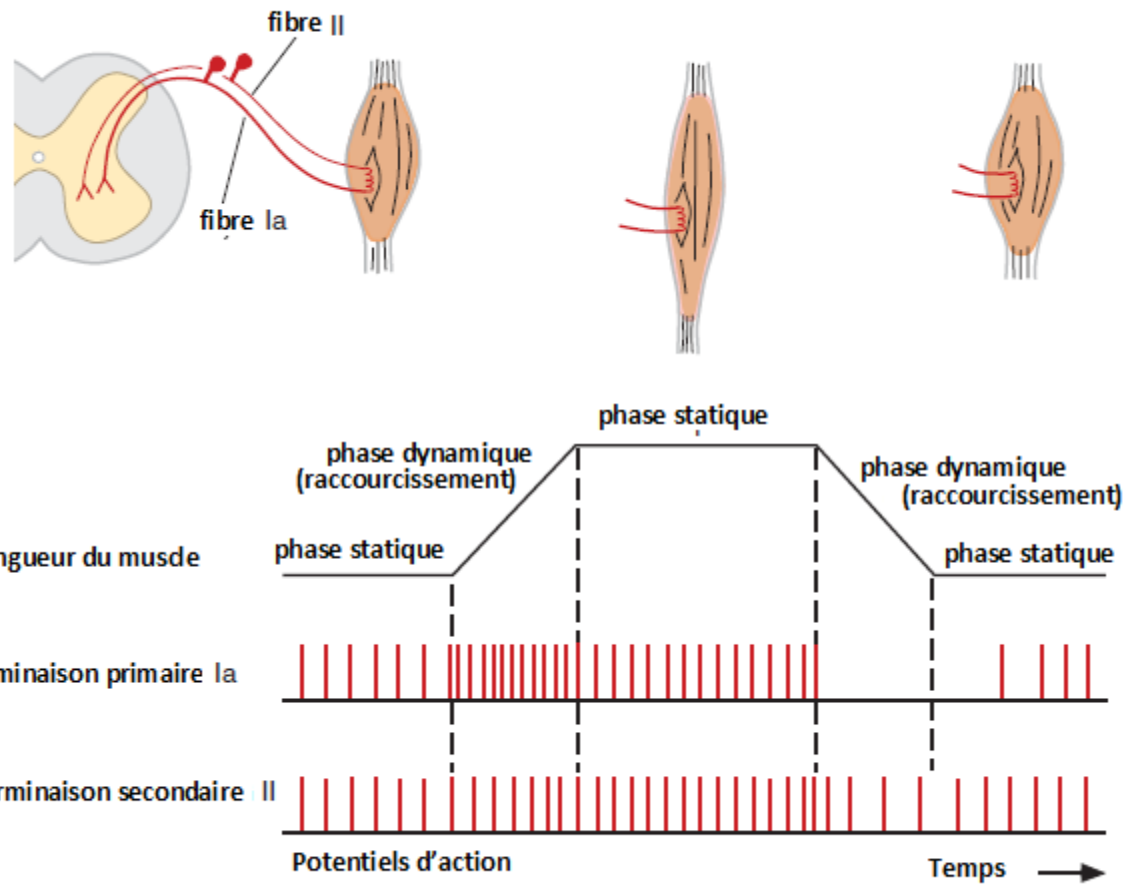
- Donc les fibres sensibles de type **Ia** renseigne le système nerveux sur l'amplitude et la vitesse de l'étirement.

- **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.

FNM: fonctionnement



- Ainsi les terminaisons **primaires** apparaissent extrêmement sensibles et informent fidèlement le SNC de toute variation de longueur survenant au niveau du FNM.

IV- conclusion

IV- conclusion

- Les récepteurs sensoriels sont des structures nerveuses spécialisées responsables de la traduction des différents stimuli du monde extérieur et du milieu intérieur (l'organisme lui-même) de nature physique ou chimique en « un langage » compris par le SNC : **des signaux électriques**. Cette opération est appelé la **transduction**. Ce qui permet à l'organisme de comprendre ce qui se passe autour de lui pour définir son comportement.

MERCI