

## Les bases anatomiques et neurobiologiques du comportement الأسس التشريحية والعصبية-بيولوجية للسلوك

Abdellatif IZEMRANE  
URNOP - Université d'Alger 2

En médecine (فَنُ الْعِلَاجِ) الطَّبِّ, on ne peut soigner un patient sans prendre en considération sa dimension psychologique, depuis la première consultation jusqu'à son éventuelle hospitalisation, d'où le module de psychologie médicale عِلْمُ النَّفْسِ الطَّبِيِّ, qu'on dispense aux étudiants en médecine, sans oublier l'éthique عِلْمُ الْأَخْلَاقِ et la déontologie أَخْلَاقِيَّاتِ الْمِهْنَةِ.

De même et en parallèle, les étudiants en sciences humaines الْعُلُومُ الْإِنْسَانِيَّةُ et en neurosciences الْعُلُومُ الْعَصَبِيَّةُ, qui veulent étudier le comportement humain الْإِنْسَانِيَّ السَّلُوكُ doivent, à leur tour, s'imprégner de quelques notions d'anatomie عِلْمُ التَّشْرِيحِ, plus exactement, de neuro-anatomie عِلْمُ التَّشْرِيحِ الْعَصَبِيِّ et de neuro-biologie عِلْمُ الْأَحْيَاءِ الْعَصَبِيِّ et de neuro-physiologie عِلْمُ الْعَصَبِيِّ عِلْمُ الْأَعْضَاءِ وَظَائِفِ الْأَعْضَاءِ.

On ne doit pas douter de l'intérêt de l'enseignement des sciences morphologiques, si l'anatomie est considérée comme le support pédagogique de toutes les sciences médicales. En sciences humaines et en neurosciences elle est aussi indispensable et permet la connaissance du corps humain dans toute sa splendeur et sa complexité. L'étude des structures anatomiques doit être corrélée à leurs fonctions. Ainsi, l'anatomie fonctionnelle عِلْمُ التَّشْرِيحِ الْوَضَائِعِيِّ de prend de plus en plus place et d'importance dans cet enseignement; elle rend la discipline plus vivante, plus attrayante et permet à l'étudiant de comprendre les mécanismes physiologiques de l'organisme et de les corrélés aux différentes applications cliniques.

Les objectifs de la neuro-anatomie c'est d'acquérir des connaissances précises concernant la morphologie (extérieure et intérieure) du Système Nerveux Central, ses rapports avec le reste du corps, connaître la cellule nerveuse, en l'occurrence, le neurone الْعَصْبُونُ considéré comme unité structurelle, fonctionnelle et anatomique de base du système nerveux الْجِهَازُ الْعَصَبِيُّ.

L'étudiant doit connaître les grandes voies العَصَبِيَّةُ الْمَسَارَاتِ de conduction nerveuses et les aires fonctionnelles cérébrales الْمَسَاحَاتُ الْمُخَيَّةُ الْوَضَائِعِيَّةُ. Ces notions sont indispensables à la compréhension du comportement humain et des principaux aspects neurophysiologiques enseignés.

L'imagerie fonctionnelle permet d'excellentes corrélations anatomo-fonctionnelles et, ainsi, une meilleure approche des maladies du système nerveux.

Ainsi, toutes ces disciplines, l'anatomie عِلْمُ التَّشْرِيحِ, la physiologie عِلْمُ وَظَائِفِ الْأَعْضَاءِ, la neurobiologie عِلْمُ الْأَحْيَاءِ الْعَصَبِيِّ, la biologie moléculaire الْعِلْمُ الْجَزَائِيَّةُ الْعِلْمُ الْعِلْمُ الْعِلْمُ et l'imagerie médicale الْعِلْمُ الْإِشْعَاعِيِّ ont su s'adapter au progrès technologique, afin de préparer l'étudiant en neurosciences à entrer de plain-pied, dans les mécanismes physiopathologiques, du comportement, d'en comprendre les manifestations cliniques et de maîtriser les méthodes d'exploration, qui sont devenues de plus en plus sophistiquées.

Donc, avant d'étudier le comportement humain il faut au préalable avoir des notions de.

- Neuroanatomie
- Neurophysiologie
- Neurobiologie



**E- les ganglions de la base ou noyaux gris centraux** عَقْدُ القَاعِدَة: sont constitués par des noyaux pairs, interconnectés au niveau des hémisphères et diencéphalique. Ils comprennent le striatum ou corps striés الأَجْسَامُ المُخَطَّطَة composé du noyau caudé والنَّوَاةُ المُذْنَبَة et du putamen البَطَامَة, le pallidum الشَّاحِبَة, les noyau sous thalamique, le locus niger, المَادَّةُ السُّودَاء.

Ce chapitre doit être complété par des planches et des illustrations d'imagerie normale

## 1.2 La systématisation du système nerveux central تَنْسِيقُ الْجِهَازِ الْعَصَبِيِّ الْمَرْكَزِيِّ

Après avoir assimilé les notions morphologiques, l'étudiant doit acquérir des notions de neuro-anatomie fonctionnelle عِلْمُ التَّشْرِيحِ الْعَصَبِيِّ الْوَضَائِفِيِّ, qui lui faciliteront la compréhension de la neuro-physiologie عِلْمُ وَظَائِفِ الْأَعْضَاءِ الْعَصَبِيِّ, de la sémiologie neurologique عِلْمُ الْعَلَامَاتِ الْعَصَبِيَّةِ et de la neuro-imagerie عِلْمُ التَّصْوِيرِ الْإِشْعَاعِيِّ الْعَصَبِيِّ. On doit connaître :

- *les bases de la neuroanatomie fonctionnelle* : l'organisation fonctionnelle générale du SNC et les aires fonctionnelles corticales (aires motrices أو السَّاحَاتُ أَوْ الْمَنَاطِقُ الْحَرَكِيَّةُ, aires sensorielles الحَوَاسِيَّةُ و السَّاحَاتُ الْحِسِّيَّةُ, aires d'associations, السَّاحَاتُ ا, aires gnosiques, en fonction de l'hémisphère, aires praxiques. Lobe temporal : fonction mnésique. Rôle du lobe préfrontal :
- *Les voies de la sensibilité générale*: المسَالِكُ الْحِسِّيَّةُ الْعَامَّةُ:
- *Les voies sensitives des nerfs crâniens* : المسَالِكُ الْحِسِّيَّةُ لِلْأَعْصَابِ الدِّمَاغِيَّةِ : en particulier celle du nerf auditif (VIII, cochléo-vestibulaire) العَصَبُ السَّمْعِيُّ.
- *Les nerfs crâniens* أو الفُحْفِيَّةُ الْأَعْصَابِ الدِّمَاغِيَّةِ *du I au XII :*

le nerf olfactif العَصَبُ الشَّمِّي

le nerf optique العَصَبُ البَصْرِيُّ

le nerf moteur oculaire commun العَصَبُ الْمُحَرِّكُ الْمُشْتَرِكُ لِلْعَيْنِ

le nerf pathétique العَصَبُ الْإِشْتِيَاقِيُّ أَوْ الْإِسْتِعْطَافِيُّ

le nerf trijumeau العَصَبُ الثَّلَاثِيُّ التَّوْنَمِيُّ

le nerf oculomoteur externe العَصَبُ الْمُبْعَدُ لِلْعَيْنِ

le nerf facial العَصَبُ الْوَجْهِيُّ

le nerf auditif العَصَبُ السَّمْعِيُّ وَالْقَوَافِي وَالْقَوَافِي دِهْلِيْزِي

le nerf glossopharyngien العَصَبُ اللِّسَانِيُّ التَّلْعَمِيُّ

le nerf vague ou pneumogastrique العَصَبُ الْتَائِهْ أَوْ الرِّئَوِيُّ مَعْدِي

le nerf spinal العَصَبُ الشُّوْكِيُّ أَوْ الْإِضَافِيُّ

le nerf grand hypoglosse العَصَبُ التَّحْتَ لِسَانِي

## I.3 Anatomie des glandes endocrines تَشْرِيحُ الْغُدَدِ الصَّمَاءِ أَوْ الْإِفْرَازِيَّةِ الدَّاخِلِيَّةِ

L'étude morphologique et histologique des glandes endocrines permet aux étudiants de localiser ces différentes glandes et d'en comprendre les mécanismes

- *La glande épiphysaire* الْغُدَّةُ الصَّنَوْبُورِيَّةُ
- *La glande hypophysaire* الْغُدَّةُ النَّخَامِيَّةُ
- *La glande thyroïde* الْغُدَّةُ الدَّرَقِيَّةُ
- *La glande parathyroïde* الْغُدَّةُ الدَّرَقِيَّةُ
- *Le thymus* الْغُدَّةُ الصَّغْتَرِيَّةُ أَوْ الزَّعْتَرِيَّةُ
- *La glande surrénale* الْغُدَّةُ الْكُضْرِيَّةُ
- *Le pancréas endocrine* غُدَّةُ الْمُعْتَكَلَة
- *L'ovaire* الْمَبِيضُ
- *Le testicule* الْخَصِيَّةُ.

## 2. La neurophysiologie **عِلْمَ وَظَائِفِ الأَعْضَاءِ العَصَبِي**

En quelques années les progrès fantastiques de la biologie moléculaire, de la génétique et de l'imagerie médicale ont créé une révolution dans la façon d'appréhender le comportement du vivant en général et de l'être humain en particulier aussi bien normal que pathologique. La description uniquement anatomique des organes n'est plus de mise. En effet, les neurosciences ont su s'adapter aux avancées de la biologie moléculaire et cellulaire et ont su intégrer les techniques les plus sophistiquées. Par conséquent, l'objectif pédagogique en sciences humaines, si l'on veut étudier le comportement d'une manière exhaustive, ne doit pas négliger les aspects suivants:

- La régulation et les différentes interactions entre le système nerveux **الجهاز العَصَبِي** et le système endocrinien **جهاز الغُدِّ الصَّمَاءِ**.
- La compréhension des phénomènes physiologiques, des différents **Neuromédiateurs الوَسَائِطُ** **الكِيمَائِيَّةِ** et **Neurotransmetteurs العَصَبِيَّةِ** **النَّوَاقِلِ** et des différentes **Hormones** **الهَرْمُونَاتِ**.
- La localisation au niveau des cellules et des organes.
- La régulation et les interactions entre le système nerveux et le système endocrinien **جهاز الغدد الصماء** sachant que le comportement est soumis au contrôle de ces derniers.
- Les bases moléculaires **الأسس الجزيئية** et cellulaires de la pathologie et la recherche du substratum lésionnel des maladies, la nature des molécules (gène, synthèse, forme spatiale,...)
- L'action des différentes drogues et médicaments **العقاقير والأدوية** sur le comportement.

### 2.1 Physiologie du Neurone **وَظَائِفِ العَصْبُونِ**

- **Le neurone العَصْبُونِ**: connaître la connaissance de l'anatomophysiologie de cette unité structurelle anatomique et fonctionnelle du système nerveux et primordiale. Connaître l'origine de la polarité cellulaire, de l'excitabilité, de la conductibilité dans l'axone amyélinique et myélinisé.
- **La synapse المَشْبِكَةُ**: connaître les différents types de synapses. Maîtriser la synapse chimique : différence entre neurotransmission et neuromodulation, récepteurs à action rapide et ceux à action lentes.
- **Les récepteurs sensoriels الحِسِّيَّةِ المُسْتَقْبَلَاتِ** : connaître les mécanismes généraux du codage de l'information par les récepteurs sensoriels. Connaître les spécificités de récepteurs particuliers : nocicepteurs, fuseaux neuromusculaires, récepteurs vestibulaires.
- **Les nerfs الأَعْصَابُ** : connaître le rôle et le cheminement des 12 paires de nerfs crâniens.

### 2.2 Physiologie des hormones et des glandes endocrines **وَظَائِفِ العُدَّةِ الصَّمَاءِ أَوْ الإِفْرَازِيَّةِ الدَّاخِلِيَّةِ**

#### - **L'axe hypothalamo-hypophysaire المَحْوَرُ المِهَادِي-النَّخَامِي**

La coordination des différentes fonctions de notre organisme est sous le contrôle de deux systèmes le **système nerveux central الجِهَاز العَصَبِي المَرْكَزِي** et le **système endocrinien جهاز الغُدِّ الصَّمَاءِ** qui utilise des messages chimiques, **les hormones الهَرْمُونَاتِ**, véhiculées par le courant circulatoire et qui agissent à distance sur le(s) tissu(s) cible(s). Ces deux systèmes ne sont pas tout à fait indépendants puisque le système nerveux peut communiquer avec certains organes, endocriniens ou non, par l'intermédiaire d'hormones. C'est l'hypothalamus qui contient les neurones responsables de la production de ces **neurohormones الهَرْمُونَاتِ العَصَبِيَّةِ**.

Nous insistons sur **la glande hypophysaire الغُدَّة النُّخَامِيَّة** qualifiée de glande maîtresse sur ses différentes hormones qui sont sous contrôle hypothalamique. Elles agissent sur divers organes

et fonctions. Nous démontrons son importance sur la croissance, la reproduction, la lactation,... et les conséquences de sa déficience.

#### - La glande thyroïde الغُدَّة الدَّرَقِيَّة

C'est la glande endocrine la plus volumineuse. La glande thyroïde sécrète, d'une part, les hormones thyroïdiennes, dont l'élément essentiel est l'**iode**, qui agit sur la plupart des fonctions et des organes. Elle sécrète aussi, **la calcitonine**, hypocalcémiant.

Il existe en pathologie humaine deux importants syndromes liés à cette glande :

Hypothyroïdie: soit congénitale (nanisme, arriération mentale) soit due à un défaut d'apport alimentaire en iode (goitre endémique).

Hyperthyroïdie : connue sous le nom clinique de thyrotoxicose ou maladie de Basedow, qui est la plus fréquente.

#### - La glande parathyroïde الغُدَّة الصَّغْرِيَّة أو الزَّعْتَرِيَّة

Les nodules parathyroïdiens sont situés à proximité ou même à l'intérieur de la glande thyroïde. La **parathormone** qui est hypercalcémiant agit sur l'os, le rein et l'intestin.

#### - La glande surrénalienne الغُدَّة الكُظْرِيَّة

La glande surrénale présente une partie périphérique, la corticosurrénale qui est le siège de la production **des hormones stéroïdes** et dont une partie centrale, la médullosurrénale, est le lieu de synthèse de l'**adrénaline** et de la **noradrénaline**. Ces deux parties traduisent une dualité d'origine et fonctionnelle. L'importance du rôle des hormones surrénaliennes sur les différents métabolismes indique les conséquences de leur insuffisance : maladie d'Addison et de leur hypersécrétion : syndrome de Cushing.

### 3. La Neurobiologie عِلْمُ الأَحْيَاءِ العَصْبِي

Elle s'intéresse à la cellule de base, le neurone et à son mode de fonctionnement, à la notion d'entrée et d'intégration et de sortie, aux circuits de bases, à la relation entre les différentes cellules par le biais des synapses et au mode d'action des neurotransmetteurs et des hormones au niveau neuronale et, enfin, à l'étude de la plasticité synaptique المَرْوَنَةُ المَشْبُكِيَّة.

#### Généralités sur l'organisation fonctionnelle du SN عُمُومِيَّات حَوْل التَّنْظِيم الوَظِيفِي للجِهَاز العَصْبِي

- Organisation tripartite : entrées / intégrations / sorties.
- Les 5 grands circuits de base.

#### Propriétés fonctionnelles des neurones الخَصَائِص الوَظِيفِيَّة لِلعَصْبُونَات

- Rôle d'assistance des cellules gliales, physiologie "métabolique" : synthèses et flux axoniques,
- Communication intercellulaire : comparaison neurones / cellules endocrines.

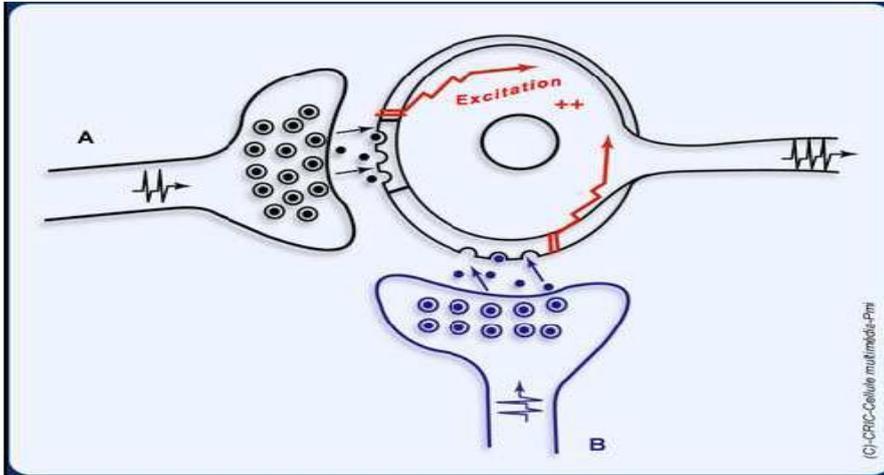
#### Propriétés fonctionnelles des synapses الخَصَائِص الوَظِيفِيَّة لِلْمَشَابِك

- Synapses métabotropiques et plasticité synaptique (marquage)
- Plasticité synaptique au cours du développement
- Plasticité synaptique à l'état adulte : apprentissage post-lésionnel.

### 4. Synapses métabotropiques et plasticité synaptique (marquage)

La plasticité fonctionnelle **المُؤنفة الوظيفية** dans le système nerveux est essentiellement basée sur la plasticité synaptique et les propriétés métabotropiques des synapses neurochimiques. Le fonctionnement synaptique peut, ainsi, être profondément et durablement modifié (facilitation **تسهيل** et/ou répression "كبت":

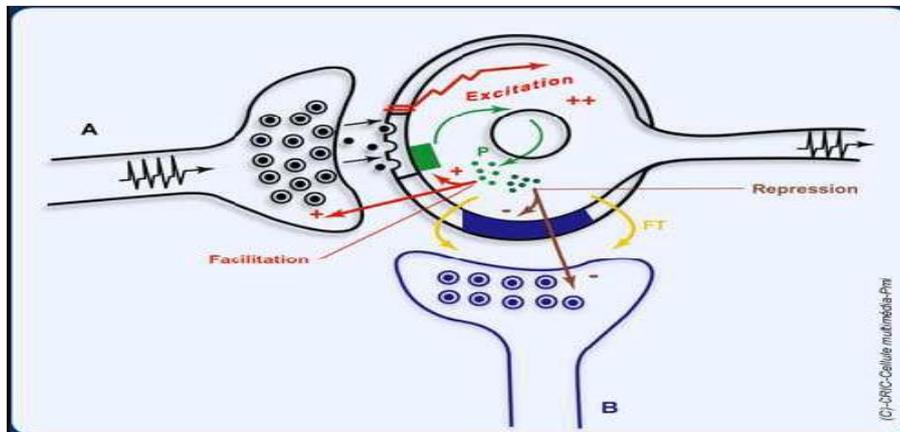
### عصبون C عصبون A



عصبون B

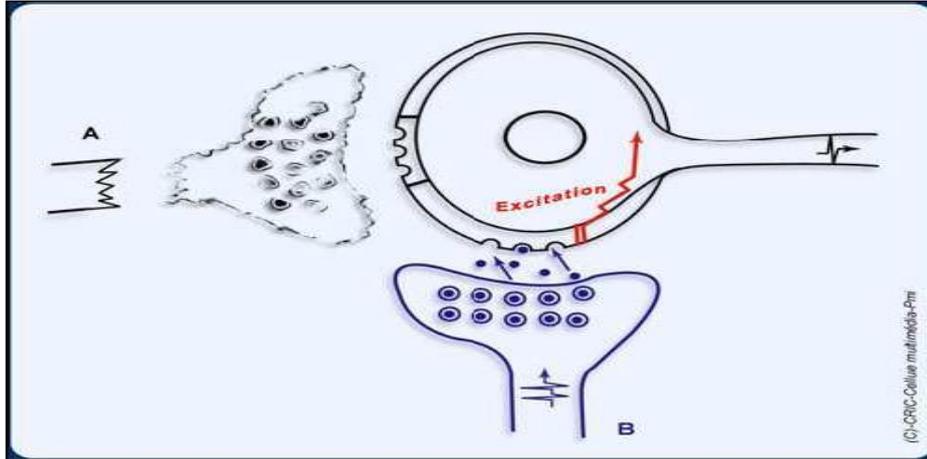
في البداية كل من العصبونين A و B يقومان بالاتصال بالعصبون C و تكوين مشبك

Deux neurones A et B font une synapse neurochimique avec le même partenaire. Chacun des neurotransmetteurs A et B a une action ionotropique (ouverture de canaux Na<sup>+</sup>) excitatrice



استلاء العصبون A على العمل في المشبك و كبت العصبون B الذي يوجد في حالة راحة

Grâce à ses propriétés métabotropiques, la synapse A (facilite) son propre fonctionnement et exerce une « répression » sur la synapse B, qui devient inactive. Des échanges trophiques maintiennent cependant B au contact de son partenaire.



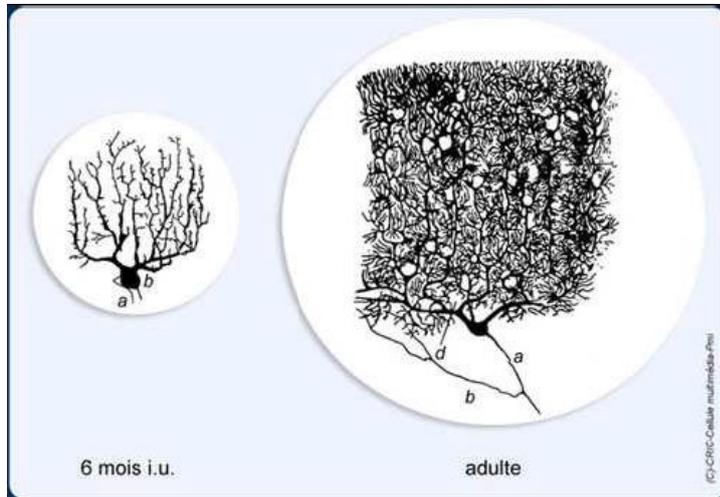
في حالة ضمور و اضمحلال العصبون A يدخل العصبون B في العمل

S'il arrive un problème à A, sa synapse, qui a cessé de fonctionner, ne peut plus produire la protéine « répressive » sur B, qui redevient actif. Ces mécanismes de facilitation et de répression jouent un rôle capital, notamment dans l'apprentissage et la mémoire **التعلم والذاكرة**.

### 5. Plasticité synaptique au cours du développement **المرونة المشبكية في مراحل النمو**

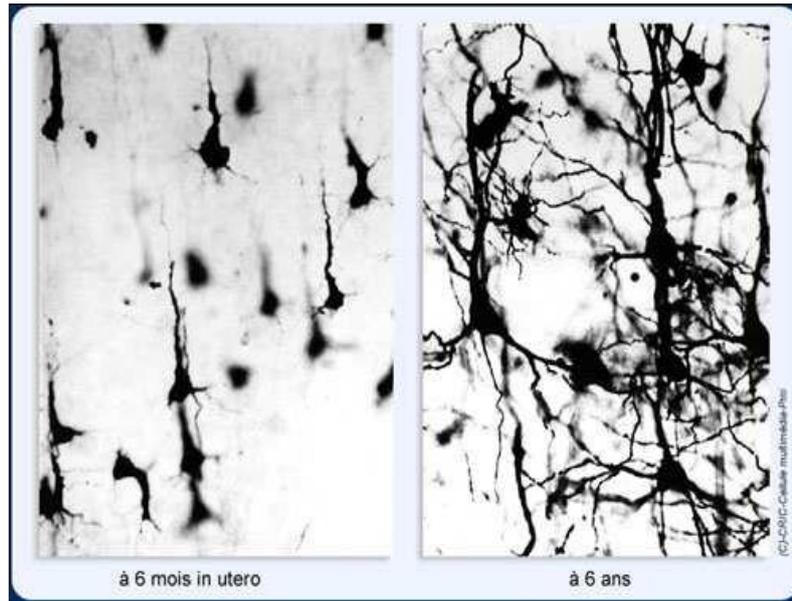
Principe fondamental : au cours du développement le nombre, la stabilisation et le marquage (apprentissage, mémoire) des synapses, dépendent des stimulations appropriées. Ce principe est valable pour les systèmes sensoriels, comme pour les systèmes moteurs.

**Ex. 1 : cellule de Purkinje (cervelet) مثلًا "بوركينجي" في المخيخ**



Entre ces 2 schémas de l'arborisation dendritique d'une cellule de Purkinje (d'après Ramon y Cajal) il y a plusieurs mois et années de fonctionnement normal de toutes les nombreuses afférences. Des dizaines de milliers de synapses se forment sur la même cellule, multipliant ses propriétés d'intégration sensori-motrice.

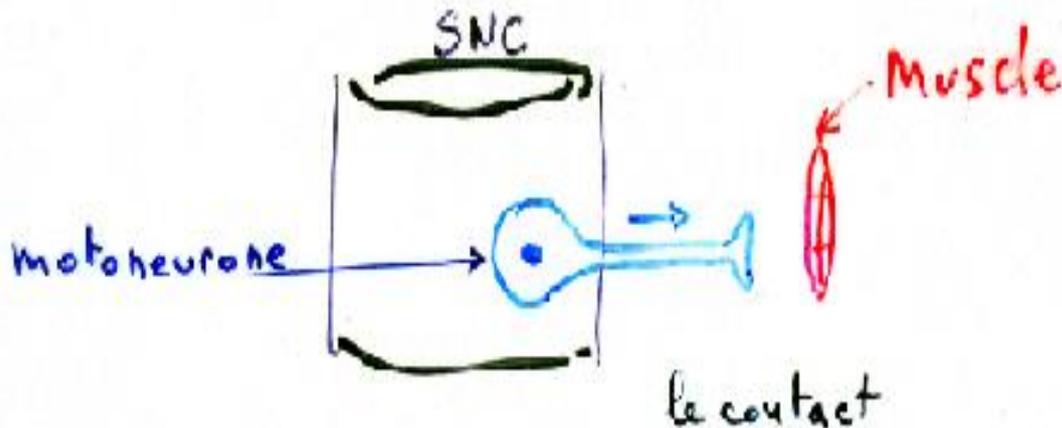
**Ex 2 : neurones du cortex auditif مثل عُصبونات القشرة السمعية**



Entre ces deux photographies (R. Pujol) de neurones pyramidaux du cortex auditif, on remarque une différence essentielle : le nombre de dendrites (= synapses) considérablement plus nombreuses à droite (6 ans). Entre les deux, la cochlée a parfaitement fonctionné et les stimulations ont construit ce cortex sensoriel avec des propriétés d'intégration optimales. D'une manière générale, les cortex sensoriels ou associatifs développent leurs dendrites et leurs synapses, en fonction des stimulations et de l'apprentissage.

### Ex. 3 : motoneurone médullaire العصبون الحركي الشوكي

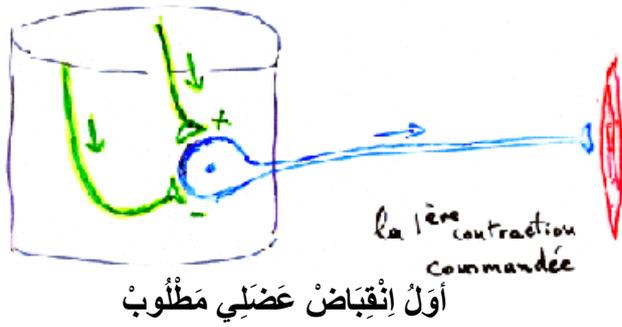
a- Le programme génétique fait rencontrer, au début du développement, un motoneurone et la fibre musculaire العضية و الألياف العصبية qu'il va commander.



العصبون الحركي الجهاز العصبي المركزي الاحتكاك

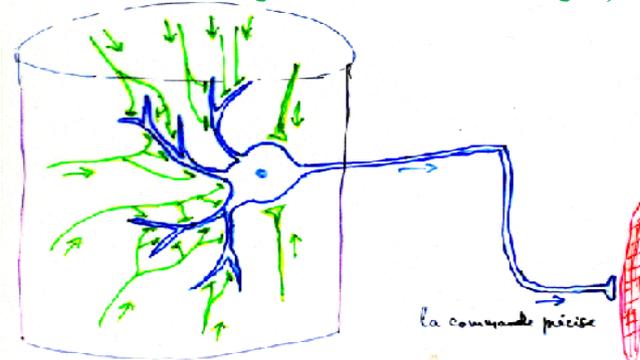
b- Le motoneurone, qui fait maintenant synapse avec la fibre musculaire, reçoit les premières commandes centrales (+ et -).

العضية العصبون الحركي التعليمات الأولية من المراكز العليا (+) محفزة و (-) مثبطة



c- Pour aboutir à une commande très précise de la contraction de la fibre musculaire, le motoneurone reçoit de très nombreuses afférences : noyaux moteurs cérébraux, cortex, cervelet, motoneurons adjacents, etc. En réponse à ces stimulations il fabrique et stabilise de nouvelles synapses (en développant son arborisation dendritique).

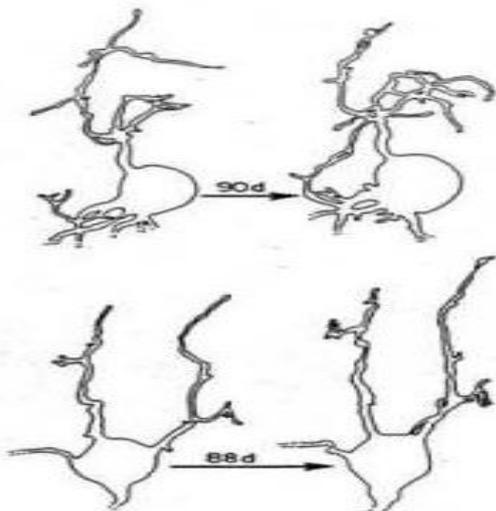
تعليمات المراكز العليا المختلفة (المخ، القشرة المخية ، المخيخ، الانوية الحركية....



العضلة العصبون الحركي و تفرعاته الشجيرية

## 6. Plasticité liée au fonctionnement المرونة و وظيفّة العُصْبُون

Ex. : neurones du ganglion sympathique. Deux neurones du ganglion sympathique de rat adulte, marqués par un colorant vital, sont observés in vivo, à 3 mois d'intervalle.

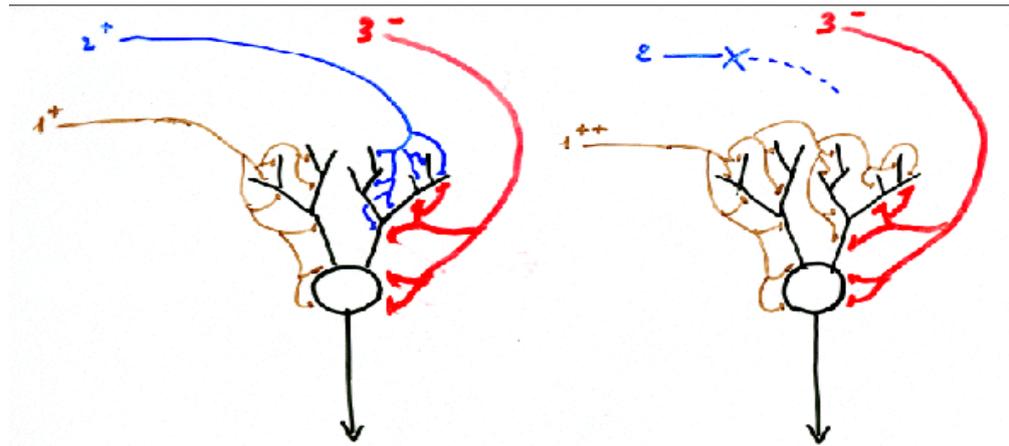


العُصبونات في الأعلى وَ التي كَانَتْ أَكْثَرَ عَمَلًا طَوَّرَتْ تَفْرَعَاتٍ شُجَيْرِيَّةً جَدِيدَةً كَثِيفَةً . العُصبونات في الأسفل التي لَمْ تَوْظَّفِ بِاتِّظَامٍ تَفْرَعَاتِهَا الشُّجَيْرِيَّةَ لَمْ تَتَطَوَّرْ . إِذْنُ هُنَاكَ عِلَاقَةٌ بَيْنَ الْوَضِيعَةِ وَ تَطَوُّرِ التَّفْرَعَاتِ الشُّجَيْرِيَّةِ وَ الْمَشَابِكِ أَي الْمُرُونَةِ .

Le neurone du haut (qui a du beaucoup fonctionner) a développé de nouvelles dendrites (donc de nouvelles synapses). Le neurone du bas (qui a du beaucoup moins fonctionner) n'a pratiquement pas changé.

## 7. Plasticité synaptique post-lésionnelle المُرونة المشبكية بَعْدَ الْإِصَابَاتِ الدِّمَاغِيَّةِ

Après une lésion, la récupération fonctionnelle va étroitement dépendre des capacités de plasticité des circuits non lésés et de leurs synapses.



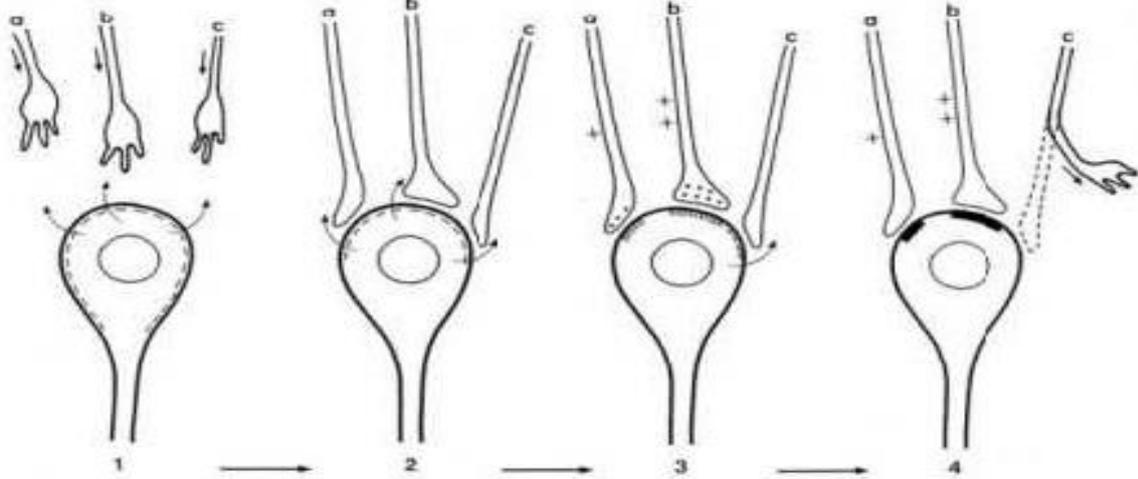
يَتَّصِلُ الْعُصْبُونُ الْأَسْوَدُ بِثَلَاثَةِ عُصْبُونَاتِ الْبُنْيِ (+) الْأَزْرَقِ (+) وَ الْأَحْمَرِ (-) عَنْ طَرِيقِ ثَلَاثَةِ مَشَابِكٍ . فِي حَالَةِ تَلَفِ عُصْبُونٍ مَا مِثْلًا الْأَزْرَقِ يُعَوِّضُ بِالْعُصْبُونَاتِ الْمُتَبَقِيَّةِ . فِي هَذَا الْمِثَالِ الْعُصْبُونُ الْبُنْيِ (+) عَوِّضُ الْعُصْبُونِ الْأَزْرَقِ (+) . فَالْوَضِيعَةُ الْمُحْفَظَةُ (+) وَ الْمُثَبِّطَةُ مُتَوَاصِلَةٌ بَعْدَ الْإِصَابَةِ الدِّمَاغِيَّةِ وَ تَلَفِ الْعُصْبُونَاتِ الْمُصَابَةِ بِفَضْلِ الْمُرُونَةِ مَرَّةً أُخْرَى .

Soit un neurone (noir) recevant 3 sortes de synapses, venant de 3 autres neurones (brun, bleu et rouge) qui se partagent l'espace synaptique. S'il arrive un problème à l'un de ces trois partenaires, son espace synaptique est réoccupé par les partenaires restants : ici, les synapses du partenaire bleu ont été réoccupées par le partenaire brun, comme lui, excitateur. La balance excitation (+) / inhibition(-) du neurone cible n'est donc pas affectée et il peut récupérer un fonctionnement normal.

## 8. مُلَخَّصٌ شَامِلٌ لِلْمُرُونَةِ الْمَشْبَكِيَّةِ Plasticité synaptique

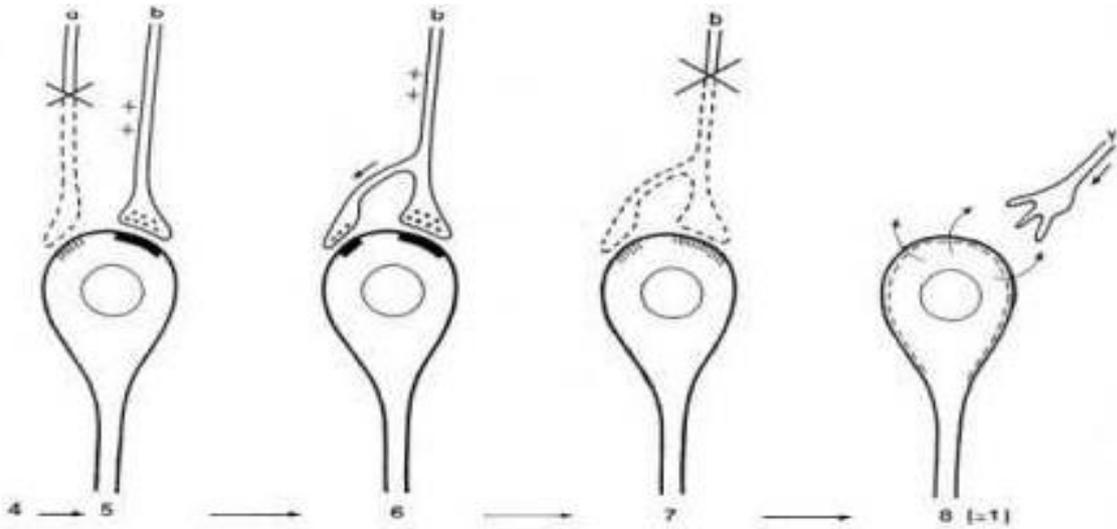
خِلَالَ مَرَاكِلِ النُّمُو لِلْعُصْبُونَاتِ ، يَقُومُ الْعُصْبُونُ الْمُسْتَقْبَلُ بِإِفْرَازِ مَوَادٍ غِذَائِيَّةٍ جَادِبَةٍ حَسَبَ الْبَرْمَجَةِ الْجِينِيَّةِ لِلْخَلَايَا فِي هَذَا الْمَثَلِ الْعُصْبُونُ الْمُسْتَقْبَلُ يَجْدِبُ إِلَيْهِ ثَلَاثَةَ عُصْبُونَاتٍ a ، b ، c ، فِي الْمَرَحَلَةِ 1 )

و (2). العصبونات b ، a تَبَدَّعْ فِي الْعَمَلِ بَيْنَمَا الْعُصْبُون c ، لا يُوظَّف و يُغَادِرِ الْمَشْبَكُ (المرحلة 3



(4و

1- Au cours du développement, le neurone cible attire (facteurs trophiques) 3 partenaires (a,b,c) que le programme génétique fait arriver à proximité (1 et 2). Deux de ces partenaires (a,b) commencent à fonctionner et stabilisent leur synapses, alors que le troisième (c) ne fonctionne pas et quitte le terrain



فِي سِنِ الرَّشْدِ فِي حَالَةِ إِصَابَةِ الْعُصْبُونِ a وَ تَلْفِهِ، يَقُومُ الْعُصْبُونُ الْمَجَاوِرُ b بِتَغْطِيَةِ الْفَرَاغِ الْمَشْبُكِيِّ بِتَوْلِيدِ تَفْرُعٍ جَدِيدٍ (المرحلة 5 و 6). فِي حَالَةِ تَلْفِ الْعُصْبُونِ b فِي إِصَابَةٍ جَدِيدَةٍ (المرحلة 7). يَصْبِحُ الْعُصْبُونُ الْمُسْتَقْبِلُ بِدُونِ وَ ضِيْفَةٍ وَ يَسْتَعِينُ فِي هَذِهِ الْحَالَةِ (8) بِعُصْبُونَاتٍ مُجَاوِرَةٍ كَمَا سَبَقَ فِي الْمَرَحَلَةِ 1 و 2. وَلَكِنْ يَسْتَعْرِقُ زَمَنَ أَطْوَلَ لِتَشْكِيلِ مَشَابِكٍ جُدُدٍ.

2-À l'âge adulte, une lésion affecte le partenaire a (5) : aussitôt b bourgeonne et occupe l'espace synaptique libéré (6) ; le neurone récupère fonctionnellement. Un peu plus tard, une lésion affecte b(7) ; il ne reste plus alors au neurone qu'à "faire appel" à d'autres partenaires (8) qui peuvent se trouver à proximité. Il est temporairement non fonctionnel.

Comme pendant le développement (phases 1,2,3), mais beaucoup plus lentement, de nouvelles synapses peuvent se former et l'activité du neurone reprendra alors.