



## **LES NEUROSCIENCES... DE L'ANATOMIE A LA NEUROBIOLOGIE...**

Néanmoins, l'étude des neurosciences ne peut s'aborder sans une connaissance élémentaire de la neuroanatomie. Depuis la plus haute Antiquité, l'Homme n'a eu de cesse que d'essayer d'expliquer ses comportements; très précocement, le rôle du système nerveux lui est apparu prépondérant même si dans cette recherche, il y a eu au fil des siècles quelques errements... De l'Antiquité au début du XX<sup>ème</sup> siècle, l'outil utilisé par les investigateurs fut la dissection post-mortem de corps humains; elle aboutit à la connaissance actuelle de la neuroanatomie. Dans cette connaissance, il faut noter l'apport capital de la neurologie et de la neuropathologie, disciplines médicales dédiées à l'étude des comportements humains sur la base de diverses pathologies du système nerveux.

La biologie et la physiologie sont, à l'heure actuelle, très orientées vers l'étude des **mécanismes moléculaires**, constituant ainsi une discipline scientifique fondamentale, dont l'ambition est de rendre compte du fonctionnement des organismes vivants en termes d'événements moléculaires et atomiques.

### **RAPPELS DE BIOLOGIE ET DE PHYSIOLOGIE...**

Ce qui suit indique les connaissances qu'il est bon d'acquérir sur le mode de fonctionnement de l'organisme humain. Les médias annoncent presque tous les jours quelque découverte médicale, biologique ou psychophysiologique. Pour pouvoir apprécier à leur juste valeur l'importance de ces informations comme les découvertes en génie génétique, les nouvelles méthodes de diagnostic et de traitement des maladies et profiter pleinement des informations sur la manière de rester en bonne santé, **il faut obligatoirement connaître le fonctionnement du corps humain, c'est à dire sa physiologie**. Par ailleurs, l'étude de l'anatomie et de la physiologie permettra à ceux qui se préparent à une carrière dans le secteur sanitaire et social d'acquérir les connaissances fondamentales sur lesquelles ils pourront bâtir leur expérience analytique ou clinique.

Les êtres vivants, animaux, végétaux, bactéries et même les virus possèdent certains caractères qui leur sont propres et qui permettent de distinguer **le monde vivant de la matière (monde) inerte**. Il s'agit de similitudes dans leur organisation, leurs capacités d'assimilation et de reproduction.

Les progrès réalisés dans l'étude des propriétés des êtres vivants (**biologie et physiologie**) depuis moins d'un siècle ont permis d'établir que la matière vivante est agencée selon une hiérarchie de structures, des éléments moléculaires fondamentaux jusqu'aux organismes les plus complexes. Les bactéries, comme les animaux et les végétaux supérieurs, ont en commun une **unité d'organisation**. Si l'on fait exception du cas particulier des virus, tout être vivant est composé de **cellules** au sein desquelles s'effectuent les réactions chimiques dont dépendent les manifestations de la vie. Toutes les cellules, aussi complexes et spécialisées soient elles, possèdent une structure et des fonctions de base comparables.

Les propriétés des systèmes vivants sont dues en grande partie aux caractéristiques et aux interactions des molécules qui les constituent. La connaissance de la structure de ces molécules et de leurs propriétés fonctionnelles est donc un corollaire indispensable à la compréhension des phénomènes biologiques. **La biologie moléculaire** a également beaucoup contribué au progrès des connaissances sur les mécanismes de l'hérédité. **Tout être vivant se forme par l'exécution d'un programme inscrit dans des molécules spéciales constituant le matériel génétique**. Ce programme contient les plans qui régissent le développement morphologique du futur organisme, ainsi que ses caractéristiques fonctionnelles. La construction d'un organisme, à partir d'une cellule mère (l'œuf fécondé), met en jeu des processus de croissance, de multiplication et de différenciation cellulaires aboutissant à la mise en place des tissus et des organes composant un individu d'une espèce donnée.

L'un des apports essentiels de la biologie cellulaire moderne a été d'élucider les lois selon lesquelles les instructions spécifiques qui déterminent la constitution et le fonctionnement d'un organisme sont inscrites dans son matériel génétique. Il existe une grande variété d'espèces vivantes, différant par la taille, la forme, et diverses caractéristiques physiologiques et comportementales. Ces particularités, plus ou moins inchangées à l'intérieur d'une même espèce sont non seulement le produit de leur hérédité, mais également celui de l'évolution biologique. Les deux disciplines scientifiques complémentaires que sont l'anatomie et la physiologie touchent aux notions fondamentales qui nous permettent de comprendre l'organisme humain. L'anatomie est l'étude de la structure des parties du corps et des relations qu'elles ont les unes avec les autres; l'aspect concret de l'anatomie lui confère un certain attrait, étant donné qu'on peut voir les structures de l'organisme, les palper et les examiner de près, sans être obligé de les imaginer. La physiologie porte sur le fonctionnement des parties du corps, c'est-à-dire sur la façon dont celles-ci jouent leur rôle et permettent le maintien de la vie. En fin de compte, il n'est possible d'expliquer la physiologie qu'à partir des structures anatomiques sous-jacentes.

### **SPECIALITES DE L'ANATOMIE**

**L'anatomie macroscopique** est l'étude des structures visibles à l'œil nu, comme le cœur, les poumons et les reins. Le terme anatomie s'applique surtout à l'anatomie macroscopique parce que cette discipline consiste à disséquer (découper) des animaux ou des organes préparés afin de les examiner. On peut aborder l'anatomie macroscopique de diverses façons. Ainsi, en **anatomie régionale**, on examine simultanément toutes les structures (muscles, os, vaisseaux sanguins, nerfs, etc.) d'une certaine région du corps, par exemple l'abdomen ou la jambe. En **anatomie des systèmes**, on étudie séparément l'anatomie macroscopique de chacun des systèmes de l'organisme: par exemple, l'étude du système cardio-vasculaire comprendrait l'examen du cœur et des vaisseaux sanguins de tout le corps. En **anatomie de surface**, on se penche sur les structures internes en relation avec la surface de la peau. On y a recours pour identifier les muscles visibles sous la peau d'un culturiste, tout comme les infirmières pour repérer les vaisseaux sanguins avant de prélever du sang ou de prendre le pouls.

**L'anatomie microscopique** s'intéresse aux structures trop petites pour être vues sans l'aide d'un microscope. Dans la plupart des cas, on examine au microscope des coupes extrêmement minces de tissus qui ont été colorés et montés sur une lame. L'anatomie microscopique comprend l'anatomie cellulaire, ou **cytologie**, c'est-à-dire l'étude des cellules, et l'**histologie**, c'est-à-dire l'étude des tissus.

**L'anatomie du développement** suit la transformation structurale de l'organisme de la conception à la vieillesse. **L'embryologie** est une des branches de l'anatomie du développement et traite du développement prénatal. Quelques divisions très spécialisées de l'anatomie sont surtout utiles pour la recherche scientifique et le diagnostic des maladies. Par exemple, l'anatomie pathologique (ou anatomopathologie) porte sur les altérations causées aux structures de l'organisme par la maladie, tant au niveau microscopique qu'au niveau macroscopique. L'anatomie radiologique est l'étude des structures internes au moyen de la radiographie ou des techniques spécialisées de tomographie. La radiologie est utile aux cliniciens pour le diagnostic de certaines maladies osseuses, des tumeurs et d'autres affections qui entraînent des modifications anatomiques. La biologie moléculaire traite de la structure des molécules biologiques (substances chimiques). En principe, la biologie moléculaire appartient à une autre branche de la biologie, mais on peut considérer qu'elle fait partie du grand domaine de l'anatomie. Si on pousse l'étude anatomique au-delà de la cellule, au niveau où les molécules elles-mêmes constituent les liens fondamentaux entre la structure et la fonction. Vous pouvez constater que les anatomistes s'intéressent autant aux plus petites molécules qu'aux structures facilement visibles à l'œil nu et que leurs travaux fournissent une image statique de la structure de l'organisme.

## **SPECIALITES DE LA PHYSIOLOGIE**

Comme l'anatomie, la physiologie englobe également plusieurs spécialités dont les plus communes portent sur le fonctionnement de systèmes particuliers. Ainsi la **physiologie rénale** étudie le fonctionnement des reins et la production d'urine, la **neurophysiologie** explique celui du système nerveux et la **physiologie cardiovasculaire** examine le fonctionnement du cœur et des vaisseaux sanguins. Alors que l'anatomie donne une image statique du corps, la physiologie met en évidence la nature dynamique de l'organisme. En physiologie, on s'intéresse souvent à ce qui se passe au niveau cellulaire ou moléculaire parce que les capacités fonctionnelles du corps dépendent du fonctionnement cellulaire, qui est lui-même déterminé par les réactions chimiques à l'intérieur des cellules. Pour bien comprendre la physiologie, il faut connaître les principes de la physique parce que cette science permet d'expliquer, entre autres, les courants électriques, la pression dans les vaisseaux sanguins et le mouvement produit par l'action des muscles sur les os. En fait, les notions de physique et de chimie sont indispensables pour comprendre le fonctionnement du système nerveux, la contraction musculaire, la digestion et de nombreuses autres fonctions de l'organisme.

## **RELATION ENTRE LA STRUCTURE ET LA FONCTION**

Bien qu'on puisse étudier séparément l'anatomie et la physiologie, ces deux disciplines scientifiques sont en réalité indissociables; en effet, la fonction reflète toujours la structure, c'est-à-dire qu'un organe ne peut accomplir que les fonctions qui sont permises par sa structure. C'est ce qu'on appelle le principe de relation entre la structure **et la fonction**. Ainsi les os soutiennent et protègent les organes grâce aux minéraux qu'ils contiennent, le sang ne peut traverser le cœur que dans un sens parce que cet organe comporte des valves qui empêchent le reflux, et les poumons peuvent donner lieu aux échanges gazeux parce qu'ils contiennent des alvéoles aux parois extrêmement minces.

## **NIVEAU D'ORGANISATION STRUCTURALE DES ETRES VIVANTS (FIG. 1)**

### **1 - Généralités**

Les êtres vivants présentent une unité d'organisation qui comporte plusieurs **niveaux de complexité**. Tout en bas de cette organisation hiérarchique, on trouve, par ordre croissant, le niveau chimique (les atomes et les ions -solutés- en solution dans le solvant -eau-, les macromolécules), le niveau cellulaire, le niveau tissulaire, le niveau des organes, des systèmes et enfin celui de l'organisme dans son entier.

Tout système vivant apparaît comme le résultat de la conjonction de plusieurs **niveaux d'intégration**. Les éléments situés à ces différents niveaux ne fonctionnent pas isolément les uns des autres. Il existe des systèmes de régulation devenant de plus en plus complexes au fur et à mesure que l'on s'élève des niveaux inférieurs vers les niveaux supérieurs. Le système nerveux et le système hormonal, par exemple, sont deux systèmes de régulation spécialisés permettant de coordonner l'activité des différents organes d'un individu afin de garantir un fonctionnement cohérent de l'organisme et son adaptation optimale au milieu environnant.

### **2 - Le niveau moléculaire**

Comme toute matière, la matière vivante est constituée **d'atomes**. Grâce aux liaisons chimiques qui les solidarisent, ces atomes s'organisent en **molécules**. Selon la nature et le nombre d'atomes qui les constituent, on définit des molécules de nature et de taille différente. Bien que n'étant pas, elles-mêmes, de l'ordre du vivant, les molécules caractéristiques des animaux et des végétaux sont des molécules particulières dites **organiques**. Ce sont le plus souvent de grosses molécules appelées **macromolécules**. Elles ont la particularité de contenir peu d'atomes de types différents, mais ceux-ci sont présents en très grand nombre. Les atomes les plus fréquemment rencontrés dans ces macromolécules sont les atomes de carbone (C), d'oxygène (O), d'hydrogène (H) et d'azote (N). D'autres atomes, comme le phosphore (P), le soufre (S) et le fer (Fe), sont également présents dans certaines molécules organiques. Les atomes se combinent pour former des molécules comme l'eau, les glucides, les protéines et les lipides. À leur tour, ces molécules s'associent de manière bien spécifique pour former les organites, qui sont les éléments fondamentaux de la cellule.

### **3 - Le niveau cellulaire**

Les molécules organiques s'organisent en une structure plus complexe appelée **cellule**, unité structurale et fonctionnelle de tout être vivant et au sein de laquelle se déroulent les fonctions physiologiques de la vie. Bien qu'il existe de très nombreux types cellulaires morphologiquement et physiologiquement selon leur spécialisation, elles sont toujours organisées sur le même **plan structural**. Elles sont limitées par une membrane et renferment un milieu fluide ou **cytoplasme** dans lequel se trouvent des **organites**. Ces organites sont de petits éléments ayant chacun une fonction déterminée.

Certaines cellules peuvent vivre de façon isolée ce sont les organismes **unicellulaires**, comme les amibes, les paramécies ou encore les bactéries. Les organismes complexes ou **pluricellulaires** sont formés par l'association de nombreuses cellules. On parle ainsi pour les premiers de Protozoaires et pour les seconds de Métazoaires. Toutes les cellules ont certaines fonctions en commun, mais seuls certains types de cellules peuvent sécréter le mucus, former le cristallin ou transmettre des influx nerveux.

#### 4 - Le niveau tissulaire

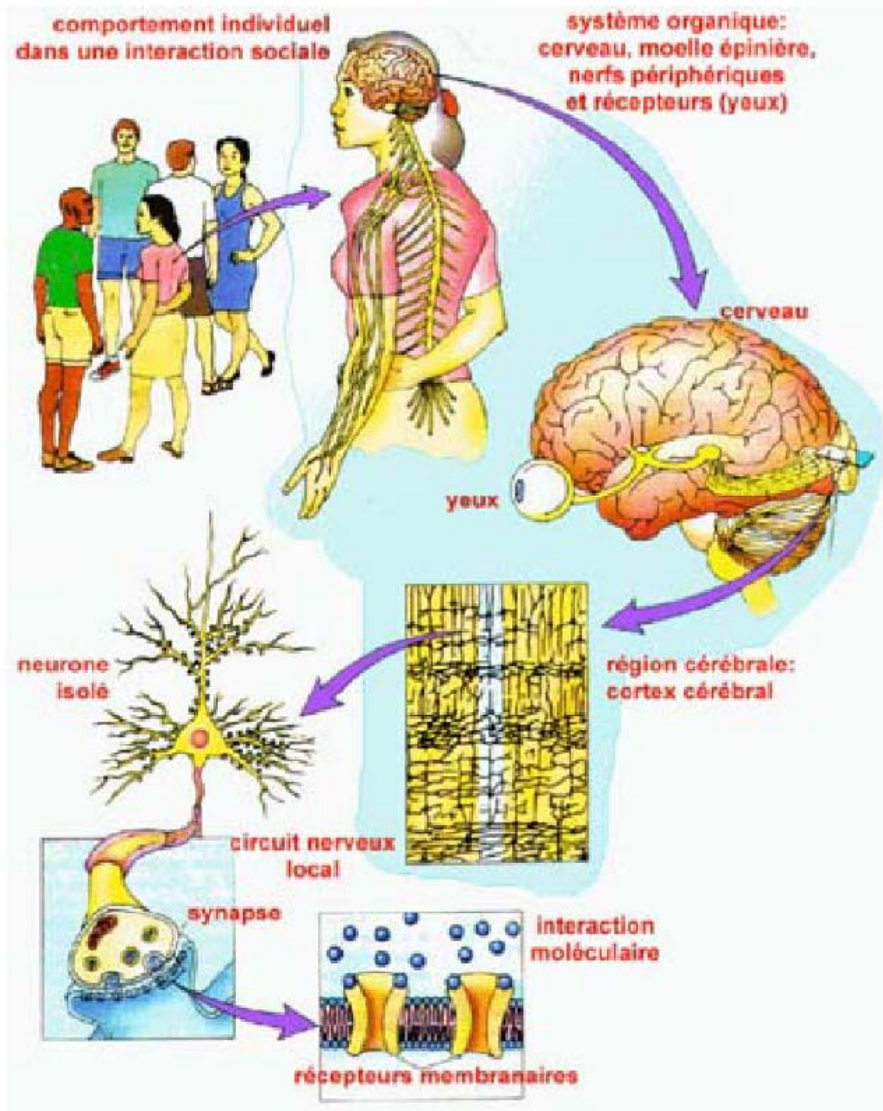
Chez les organismes pluricellulaires, les cellules ayant une même spécialisation fonctionnelle s'organisent, le plus souvent, en **tissus**. Un tissu est un ensemble de cellules dont la structure et la fonction sont semblables comme par exemple les tissus osseux, nerveux, musculaire etc... Il existe quatre grands types de tissus chez les humains le tissu épithélial, le tissu musculaire, le tissu conjonctif et le tissu nerveux. Chaque type de tissu joue dans l'organisme un rôle particulier. En résumé, le tissu épithélial couvre la surface du corps et tapisse ses cavités internes; le tissu musculaire produit le mouvement; le tissu conjonctif soutient le corps et protège les organes; le tissu nerveux permet des communications internes rapides par la transmission d'influx nerveux.

#### 5 - Le niveau des organes, des appareils, des systèmes

Chez tous les êtres pluricellulaires, les tissus sont agencés de manière à former des **organes**. Les organes sont constitués de différents tissus et peuvent être eux-mêmes regroupés en « **systèmes** » ou « **appareils** » qui ont une fonction physiologique déterminée. Un organe est une structure composée d'au moins deux types de tissus (on y retrouve très souvent les quatre grands types) qui exerce une fonction précise dans l'organisme. Au niveau des organes, des processus physiologiques extrêmement complexes deviennent possibles. Par exemple, le cerveau et la moelle épinière formés par le tissu nerveux, composé de cellules nerveuses (neurones) et de cellules gliales, assurent une double fonction de communication entre les différents organes du corps et entre cet organisme et le milieu environnant. Prenons l'exemple de l'estomac: il est tapissé d'un épithélium qui sécrète le suc gastrique; sa paroi est essentiellement formée de tissu musculaire dont le rôle est de pétrir et de mélanger le contenu gastrique (les aliments); cette paroi surtout musculaire et molle est renforcée par du tissu conjonctif; ses fibres nerveuses accélèrent la digestion en stimulant la contraction des muscles et la sécrétion de suc gastrique. Le foie, le cerveau, les vaisseaux sanguins, les muscles squelettiques, la peau sont aussi des organes même s'ils sont très différents de l'estomac, On peut se représenter chaque organe comme une structure fonctionnelle spécialisée qui exécute une activité essentielle qu'aucun autre organe ne peut accomplir à sa place. Le niveau d'organisation suivant est le niveau des systèmes, chaque système étant constitué d'organes qui travaillent de concert pour accomplir une même fonction. Par exemple, les organes du système cardio-vasculaire -notamment le cœur et les vaisseaux sanguins- acheminent continuellement à toutes les cellules de l'organisme le sang oxygéné contenant des nutriments et d'autres substances vitales. Les organes du système digestif dégradent les aliments ingérés en nutriments qui peuvent passer dans le sang. Le système digestif permet l'élimination des résidus d'aliments impossibles à digérer. Outre le système cardiovasculaire et le système digestif, l'organisme comporte les systèmes tégumentaires, osseux, musculaire, nerveux endocrinien, respiratoire, lymphatique, urinaire et génital.

#### 6 - Le niveau individuel, de l'organisme

Le dernier niveau d'organisation est celui de l'organisme, c'est à dire l'être humain vivant. Le niveau de l'organisme représente l'ensemble de tous ces niveaux de complexité travaillant de concert pour assurer le maintien de la vie. La psychophysiologie utilise le plus souvent plusieurs niveaux d'analyse biologique pour expliquer un comportement. Ce qui est traité à un niveau donné présente une structure et une organisation plus simple que ce qui est traité à un niveau supérieur. La figure 3 montre comment on peut analyser le cerveau en unités de moins en moins complexes jusqu'aux niveaux des cellules nerveuses isolées et de leurs constituants moléculaires qui sont encore plus simples. L'explication scientifique implique généralement l'analyse d'un processus à un niveau d'organisation plus simple ou plus fondamental que celui de la structure ou de la fonction à expliquer. Cette approche est connue sous le nom de réductionnisme. En principe, il est possible de réduire chaque série explicative jusqu'au niveau moléculaire ou atomique bien que pour des raisons pratiques, cela se fait rarement. Par exemple un chimiste organicien ou un neurochimiste étudient les grosses molécules complexes ainsi que les lois qui les régissent ; mais ils recherchent rarement des explications en termes atomiques. Naturellement, dans tous les domaines, on traite les différents problèmes à différents niveaux d'analyse ; certains chercheurs effectuent souvent simultanément un travail fructueux à plusieurs niveaux. Ainsi dans leur recherche sur la perception visuelle, les psychologues font une description analytique du comportement. Ils tentent de décrire la façon dont les yeux bougent lorsque le sujet regarde une cible visuelle, ou comment le contraste entre les différentes parties du modèle visuel détermine sa visibilité. Pendant ce temps, des scientifiques spécialisés en neurosciences soit esquissent les structures et les réseaux du cerveau impliqués dans différentes sortes de discrimination visuelle, soit tentent de comprendre les événements électriques et chimiques qui ont lieu au niveau des synapses cérébrales lors d'une perception visuelle.



**Fig. 1 - Niveaux d'analyse en neurosciences et comportements.**

La compétence de la psychophysiologie s'étend de l'étude de comportements individuels (psychologie) jusqu'à celle de la neurobiologie moléculaire (psychobiologie). Les neurophysiologistes gardent toujours à l'esprit comment leurs résultats peuvent s'appliquer à l'étude du comportement.