



# COURS PI

☆ *L'école sur-mesure* ☆

de la Maternelle au Bac, Établissement d'enseignement  
privé à distance, déclaré auprès du Rectorat de Paris

**Terminale - Module 2 - Corps humain et santé :  
système nerveux, musculaire et impact du stress**

## Sciences de la Vie et de la Terre

v.5.1



- ✓ **Guide de méthodologie**  
pour appréhender notre pédagogie
- ✓ **Leçons détaillées**  
pour apprendre les notions en jeu
- ✓ **Exemples et illustrations**  
pour comprendre par soi-même
- ✓ **Prolongement numérique**  
pour être acteur et aller + loin
- ✓ **Exercices d'application**  
pour s'entraîner encore et encore
- ✓ **Corrigés des exercices**  
pour vérifier ses acquis

[www.cours-pi.com](http://www.cours-pi.com)

Paris & Montpellier



# EN ROUTE VERS LE BACCALAURÉAT

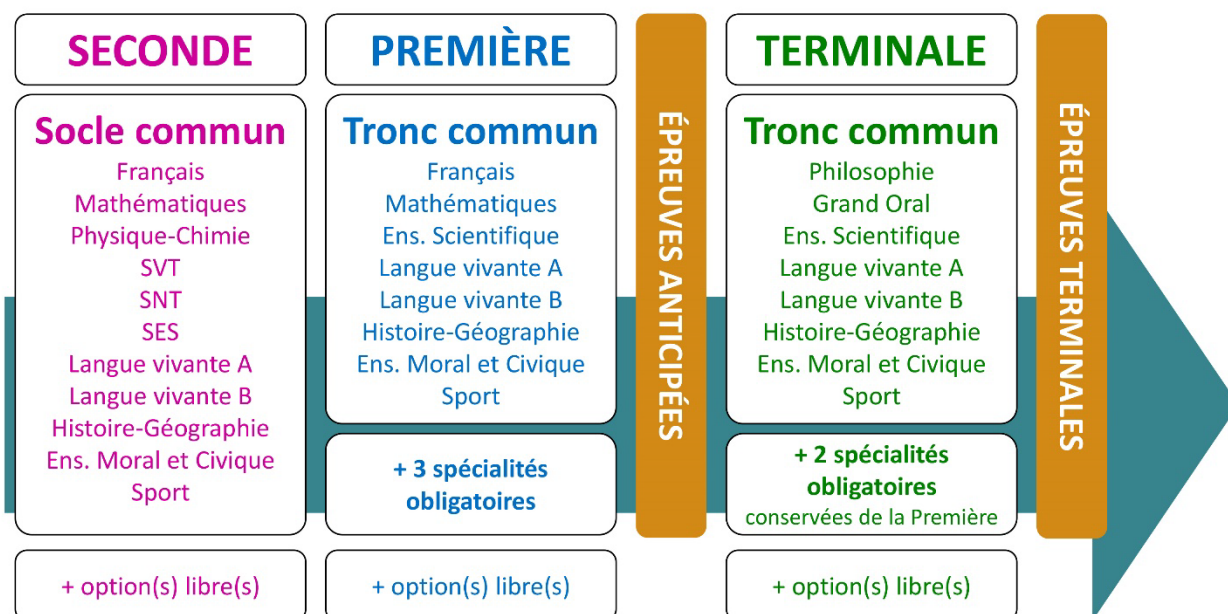
Comme vous le savez, la **réforme du Baccalauréat** est entrée en vigueur progressivement jusqu'à l'année 2021, date de délivrance des premiers diplômes de la nouvelle formule.

Dans le cadre de ce nouveau Baccalauréat, **notre Etablissement**, toujours attentif aux conséquences des réformes pour les élèves, s'est emparé de la question avec force **énergie** et **conviction** pendant plusieurs mois, animé par le souci constant de la réussite de nos lycéens dans leurs apprentissages d'une part, et par la **pérennité** de leur parcours d'autre part. Notre Etablissement a questionné la réforme, mobilisé l'ensemble de son atelier pédagogique, et déployé tout **son savoir-faire** afin de vous proposer un enseignement tourné continuellement vers l'**excellence**, ainsi qu'une scolarité tournée vers la **réussite**.

- Les **Cours Pi** s'engagent pour faire du parcours de chacun de ses élèves un **tremplin vers l'avenir**.
- Les **Cours Pi** s'engagent pour ne pas faire de ce nouveau Bac un diplôme au rabais.
- Les **Cours Pi** vous offrent **écoute** et **conseil** pour coconstruire une **scolarité sur-mesure**.

## LE BAC DANS LES GRANDES LIGNES

Ce nouveau Lycée, c'est un enseignement à la carte organisé à partir d'un large tronc commun en classe de Seconde et évoluant vers un parcours des plus spécialisés année après année.



### CE QUI A CHANGÉ

- Il n'y a plus de séries à proprement parler.
- Les élèves choisissent des spécialités : trois disciplines en classe de Première ; puis n'en conservent que deux en Terminale.
- Une nouvelle épreuve en fin de Terminale : le Grand Oral.
- Pour les lycéens en présentiel l'examen est un mix de contrôle continu et d'examen final laissant envisager un diplôme à plusieurs vitesses.
- Pour nos élèves, qui passeront les épreuves sur table, le Baccalauréat conserve sa valeur.

### CE QUI N'A PAS CHANGÉ

- Le Bac reste un examen accessible aux candidats libres avec examen final.
- Le système actuel de mentions est maintenu.
- Les épreuves anticipées de français, écrit et oral, tout comme celle de spécialité abandonnée se dérouleront comme aujourd'hui en fin de Première.



A l'occasion de la réforme du Lycée, nos manuels ont été retravaillés dans notre atelier pédagogique pour un accompagnement optimal à la compréhension. Sur la base des programmes officiels, nous avons choisi de créer de nombreuses rubriques :

- **Suggestions de lecture** pour s'ouvrir à la découverte de livres de choix sur la matière ou le sujet
- **L'essentiel** et **Le temps du bilan** pour souligner les points de cours à mémoriser au cours de l'année
- **Pour aller plus loin** pour visionner des sites ou des documentaires ludiques de qualité
- Et enfin... la rubrique **Les Clés du Bac by Cours Pi** qui vise à vous donner, et ce dès la seconde, toutes les cartes pour réussir votre examen : notions essentielles, méthodologie pas à pas, exercices types et fiches étape de résolution !

## SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE TERMINALE

### Module 2 – Corps humain et santé : système nerveux, musculaire et impact du stress

#### L'AUTEUR



#### Sébastien RANALDI

« Enseigner c'est reformuler ».

Titulaire d'un doctorat en biochimie, passionné de biologie et de science en général depuis toujours, il a choisi l'enseignement après 10 ans d'activité dans la recherche. Sa pratique de l'enseignement est tournée vers l'utilisation d'images simples pour illustrer des concepts qui semblent compliqués. Sébastien est aussi fan de basket, de mangas, et de musique.

#### PRÉSENTATION

La discipline Sciences de la Vie et de la Terre va non seulement permettre aux élèves de constituer leur socle de connaissances culturelles et notionnelles scientifiques, mais aussi de les préparer à analyser, commenter, et argumenter leurs raisonnements.

Ce sont ces compétences qui seront évaluées au baccalauréat et c'est à cela que va vous préparer par étapes, de façon très guidée tout au long des 3 thématiques au programme :

- La Terre, la vie et l'évolution du vivant
- Enjeux contemporains de la planète
- Le corps humain et la santé

Des thèmes passionnants que nous vous proposons de découvrir sans attendre !

## CONSEILS À L'ÉLÈVE

Vous disposez d'un support de Cours complet : **prenez le temps** de bien le lire, de le comprendre mais surtout de **l'assimiler**. Vous disposez pour cela d'exemples donnés dans le cours et d'exercices types corrigés. Vous pouvez rester un peu plus longtemps sur une unité mais travaillez régulièrement.

## LES DEVOIRS

Les devoirs constituent le moyen d'évaluer l'acquisition de **vos savoirs** (« Ai-je assimilé les notions correspondantes ? ») et de **vos savoir-faire** (« Est-ce que je sais expliquer, justifier, conclure ? »).

Placés à des endroits clés des apprentissages, ils permettent la vérification de la bonne assimilation des enseignements.

Aux *Cours Pi*, vous serez accompagnés par un **professeur selon chaque matière** tout au long de votre année d'étude. Référez-vous à votre « Carnet de Route » pour l'identifier et découvrir son parcours.

Avant de vous lancer dans un devoir, assurez-vous d'avoir **bien compris les consignes**.

**Si vous repérez des difficultés lors de sa réalisation**, n'hésitez pas à le mettre de côté et à revenir sur les leçons posant problème. **Le devoir n'est pas un examen**, il a pour objectif de s'assurer que, même quelques jours ou semaines après son étude, une notion est toujours comprise.

**Aux Cours Pi, chaque élève travaille à son rythme, parce que chaque élève est différent et que ce mode d'enseignement permet le « sur-mesure ».**

Nous vous engageons à respecter le moment indiqué pour faire les devoirs. Vous les identifierez par le bandeau suivant :



Vous pouvez maintenant  
faire et envoyer le **devoir n°1**



Il est **important de tenir compte des remarques, appréciations et conseils du professeur-correcteur**. Pour cela, il est **très important d'envoyer les devoirs au fur et à mesure** et non groupés. **C'est ainsi que vous progresserez !**

**Donc, dès qu'un devoir est rédigé**, envoyez-le aux *Cours Pi* par le biais que vous avez choisi :

- 1) Par **soumission en ligne** via votre espace personnel sur **PoulPi**, pour un envoi **gratuit, sécurisé** et plus **rapide**.
- 2) Par **envoi électronique** à l'adresse mail dédiée qui vous a été communiquée si vous avez souscrit à cette option

**N.B. :** quel que soit le mode d'envoi choisi, vous veillerez à **toujours joindre l'énoncé du devoir** ; plusieurs énoncés étant disponibles pour le même devoir.

**N.B. :** si vous avez opté pour un envoi par voie postale et que vous avez à disposition un scanner, nous vous engageons à conserver une copie numérique du devoir envoyé. Les pertes de courrier par la Poste française sont très rares, mais sont toujours source de grand mécontentement pour l'élève voulant constater les fruits de son travail.



## VOTRE RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Professeur des écoles, professeur de français, professeur de maths, professeur de langues : notre Direction Pédagogique est constituée de spécialistes capables de dissiper toute incompréhension.

Au-delà de cet accompagnement ponctuel, notre Etablissement a positionné ses Responsables pédagogiques comme des « super profs » capables de co-construire avec vous une scolarité sur-mesure.

En somme, le Responsable pédagogique est votre premier point de contact identifié, à même de vous guider et de répondre à vos différents questionnements.

Votre Responsable pédagogique est la personne en charge du suivi de la scolarité des élèves.

Il est tout naturellement votre premier référent : une question, un doute, une incompréhension ? Votre Responsable pédagogique est là pour vous écouter et vous orienter. Autant que nécessaire et sans aucun surcoût.

QUAND  
PUIS-JE  
LE  
JOINDRE ?

Du **lundi** au **vendredi** : horaires disponibles sur votre carnet de route et sur PoulPi.

QUEL  
EST  
SON  
RÔLE ?

**Orienter** les parents et les élèves.

**Proposer** la mise en place d'un accompagnement individualisé de l'élève.

**Faire évoluer** les outils pédagogiques.

**Encadrer** et **coordonner** les différents professeurs.

## VOS PROFESSEURS CORRECTEURS

Notre Etablissement a choisi de s'entourer de professeurs diplômés et expérimentés, parce qu'eux seuls ont une parfaite connaissance de ce qu'est un élève et parce qu'eux seuls maîtrisent les attendus de leur discipline. En lien direct avec votre Responsable pédagogique, ils prendront en compte les spécificités de l'élève dans leur correction. Volontairement bienveillants, leur correction sera néanmoins juste, pour mieux progresser.

QUAND  
PUIS-JE  
LE  
JOINDRE ?

Une question sur sa correction ?

- faites un mail ou téléphonez à votre correcteur et demandez-lui d'être recontacté en lui laissant **un message avec votre nom, celui de votre enfant et votre numéro.**
- autrement pour une réponse en temps réel, appelez votre Responsable pédagogique.

## LE BUREAU DE LA SCOLARITÉ

Placé sous la direction d'Elena COZZANI, le Bureau de la Scolarité vous orientera et vous guidera dans vos démarches administratives. En connaissance parfaite du fonctionnement de l'Etablissement, ces référents administratifs sauront solutionner vos problématiques et, au besoin, vous rediriger vers le bon interlocuteur.

QUAND  
PUIS-JE  
LE  
JOINDRE ?

Du **lundi** au **vendredi** : horaires disponibles sur votre carnet de route et sur PoulPi.

04.67.34.03.00

scolarite@cours-pi.com



# LE SOMMAIRE

Sciences de la Vie et de la Terre - Module 2 - Corps humain et santé : système nerveux,  
musculaire et impact du stress

## Introduction ..... 1

## CHAPITRE 1. La commande nerveuse ..... 3

### Q COMPÉTENCES VISÉES

- Interpréter des électrographies afin de caractériser le fonctionnement d'une synapse chimique.
- Observer des coupes histologiques de fibres et de nerfs.
- Observer des coupes histologiques de moelle épinière.
- Mettre en évidence les éléments de l'arc-réflexe.
- Mettre en évidence la plasticité du cortex
- Utiliser un logiciel de visualisation et/ou extraire et exploiter des informations afin de caractériser les aires cérébrales
- Extraire et exploiter des informations sur le rôle des cellules gliales.

### Première approche ..... 4

#### 1. Le tissu nerveux ..... 6

#### Exercices ..... 12

#### 2. Organisation du système nerveux ..... 14

#### Exercices ..... 21

#### 3. Arc réflexe ..... 23

#### Exercices ..... 27

#### Le temps du bilan ..... 29

#### Les Clés du Bac : étude de documents – la description ..... 30

## CHAPITRE 2. La réalisation du mouvement ..... 35

### Q COMPÉTENCES VISÉES

- Observer des préparations de cellules musculaires striées, pour enrichir la notion de cellule eucaryote spécialisée.
- Manipuler, modéliser, recenser, extraire et organiser des informations et/ou manipuler (dissections, maquettes...) pour comprendre le fonctionnement du système musculo-articulaire.
- Observation moléculaire du pivotement des têtes de myosine.
- Remobiliser les acquis sur la matrice extracellulaire à travers l'exemple d'une myopathie.
- Extraire et organiser des informations pour identifier les voies métaboliques de respiration cellulaire et fermentation.
- Observer des électrographies de mitochondries.
- Calculer le rendement en kJ (ou nombre de molécules d'ATP) de la fermentation lactique et de la respiration cellulaire, pour une même quantité de glucose.
- Localiser les réactions métaboliques nécessaires à la contraction musculaire dans une cellule.
- Comparer la consommation de glucose par l'organisme au repos et celles en activité musculaire,
- Observer des coupes histologiques de pancréas sain et de pancréas diabétique.
- Identifier l'effet de différents aliments sur les variations de la glycémie et la sécrétion d'insuline.

Première approche .....	36
1. Réaliser la contraction musculaire .....	37
Exercices .....	44
2. Pourvoir énergétiquement à la contraction musculaire .....	46
Exercices .....	56
Le temps du bilan .....	59
Les Clés du Bac : étude de documents – l’analyse .....	60

## **CHAPITRE 3. Adaptations et limites de l’organisme aux perturbations ... 65**

### **Q COMPÉTENCES VISÉES**

- Recenser, extraire et exploiter des informations pour visualiser la libération différenciée dans le temps de l’adrénaline et du cortisol et leurs effets.
- Observer des coupes histologiques de glande surrénale.
- Extraire et organiser des informations pour schématiser la boucle de régulation neurohormonale
- Interpréter des données cliniques et expérimentales montrant les effets du stress chronique sur la structuration des voies neuronales.
- Interpréter des données médicales et d’imagerie montrant les effets possibles du CRH sur l’amygdale et l’hippocampe à long terme.
- Recenser et exploiter des informations sur le mode d’action des benzodiazépines pour montrer leur activation des récepteurs à GABA (un neurotransmetteur inhibiteur du système nerveux) et leur effet myorelaxant et anxiolytique.
- Concevoir et/ou mettre en œuvre une démarche de projet visant à élaborer un protocole pour tester l’effet de certaines pratiques alternatives (ex : mouvements respiratoires) à court ou long terme, en analyser les limites et comparer à un corpus de données scientifiques.

Première approche .....	66
1. Le stress aigu .....	68
Exercices .....	75
2. Le stress chronique .....	77
Exercices .....	81
3. Les drogues .....	82
Exercices .....	88
Le temps du bilan .....	90
Les Clés du Bac : étude de documents – l’interprétation .....	91

## **CORRIGÉS des exercices ..... 97**



## ESSAIS

- **Atlas de la biologie** *Günther Vogel et Hartmut Angermann*
- **Le grand Atlas du cerveau** *Le Monde*
- **Votre cerveau n'a pas fini de vous étonner** *Collectif*
- **L'homme neuronal** *Jean-Pierre Changeux*
- **Les neurones miroirs** *Giacomo Rizzolatti et Corrado Sinigaglia*

## BANDES DESSINEES

- **La biologie en BD** *Larry Gonick*
- **Neurocomix : voyage fantastique dans le cerveau** *Hana Ros*
- **Cervocomix** *Jean-François Marmion*

## DOCUMENTAIRES AUDIOVISUELS

- **Les Étonnants pouvoirs de transformation du cerveau** *Mike Sheerin*
- **Les pouvoirs du cerveau** *Cécile Denjean*
- **La fabuleuse histoire de l'évolution (6 épisodes)** *Satoshi Okabe*
- **Cosmos : une odyssée à travers l'univers (13 épisodes)** *Neil deGrasse Tyson*
- **La fabuleuse histoire de la science (6 épisodes)**









## INTRODUCTION

---



L'étude du cerveau passionne les scientifiques depuis des siècles alors que le mot « neurosciences » est apparu très récemment, dans la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle.

L'étude de cet organe et de ses connections avec les autres parties du corps, comme ici avec le tissu musculaire, peut être envisagée par différentes approches allant de la biologie moléculaire aux sciences cognitives.

Durant cette année de Terminale, le thème Corps humain et santé abordera le système nerveux par une approche comportementale qui est définie comme l'étude des réactions observables chez un animal en réponse à des stimulations. Nous verrons dans ce module quels sont les mécanismes physiologiques sous-jacents à ces réponses, en prenant pour cadres d'études le mouvement réflexe, le mouvement volontaire ou bien la réaction de l'organisme à la présence d'agents stressants. La notion de rétrocontrôle abordée en classe de seconde sera approfondie et nous verrons, par une approche intégrative, les mécanismes en jeu dans le maintien des équilibres physiologiques d'un organisme en mettant l'accent sur les enjeux de santé individuelle et publique, comme par exemple avec la problématique des drogues. Un accent sera également mis sur la notion de plasticité neuronale. Les éléments abordés s'inscrivent dans la progressivité des apprentissages du collège, de la classe de seconde et des enseignements de la classe de Première (enseignement de spécialité de SVT et enseignement scientifique).





# CHAPITRE 1

## LA COMMANDE NERVEUSE



Dans ce premier chapitre nous aborderons le fonctionnement du neurone (et des cellules neuronales auxiliaires), l'organisation des aires cérébrales ainsi que la transmission du message nerveux dans le cadre par exemple de la contraction musculaire lors d'un mouvement réflexe. Ces notions complètent celles déjà vu au collège (neurone) et en enseignement scientifique de la classe de première (plasticité).

### **Q** COMPÉTENCES VISÉES

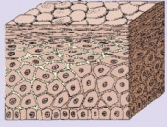

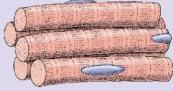
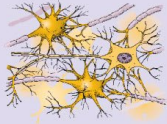
- Interpréter des électroneurographies afin de caractériser le fonctionnement d'une synapse chimique.
- Observer des coupes histologiques de fibres et de nerfs.
- Observer des coupes histologiques de moelle épinière.
- Mettre en évidence les éléments de l'arc-réflexe à partir de matériels variés (enregistrements, logiciels de simulation).
- Mettre en évidence la plasticité du cortex.
- Utiliser un logiciel de visualisation et/ou extraire et exploiter des informations afin de caractériser les aires cérébrales.
- Extraire et exploiter des informations sur le rôle des cellules gliales.



# Première approche

A l'aide des documents suivants, répondez aux questions qui suivent.

## Document 1 :

Tissus fondamentaux	Fonction	Exemple dans l'organisme
<b>Tissu épithélial</b> 	Protège la surface de l'organisme Tapisse les cavités corporelles Transport, réabsorption, sécrétion, excrétion de substances	Épiderme Muqueuses Glandes
<b>Tissu conjonctif et de soutien</b> 	Mise en contact des structures de l'organisme, statique de l'organisme, stockage de substances, processus de transport	Cartilages, os, ligaments, tendons Tissu adipeux Sang
<b>Tissu musculaire</b> 	Mouvements du corps et des organes Thermogénèse	Muscles squelettiques, Cœur Parois vasculaires, Organes creux
<b>Tissu nerveux</b> 	Recueil, traitement, stockage et envoi des informations Commandes des fonctions de l'organisme	Cerveau, moelle spinale (MS), nerfs périphériques, organes des sens

### Présentation générale des quatre tissus fondamentaux fonctions et exemples de localisation au sein de l'organisme

## Document 2 :

### Votre cerveau 15 chiffres clés

#### 86 milliards

Parmi les têtes les plus remplies : celle de l'Homme moderne. Les premières estimations considéraient qu'il y avait approximativement 100 milliards de neurones dans le cerveau humain. Mais une étude plus récente semble trouver ce nombre un peu trop rond. Les effectifs ont été revus à la baisse. Nous disposerions en moyenne d'environ 86 milliards de neurones au meilleur de notre forme.

#### 1,5

Tant de cellules, auxquelles il faut rajouter les cellules gliales (des cellules nourricières de soutien) qui représentent chez l'homme un poids moyen de 1,5 kg. Chez la femme, le cerveau est un peu plus léger : aux alentours de 1,3 kg. Ce qui ne le rend pas moins efficace : il se pourrait même que la machine tourne légèrement plus vite chez la gent féminine.

#### 250.000

Ces milliards de neurones n'apparaissent pas spontanément. Il faut les fabriquer par des divisions cellulaires successives. Notre organisme fabrique son cerveau au taux le plus élevé entre le troisième et le septième mois de la grossesse. À plein régime, il génère environ 250.000 neurones par minute.

#### 10.000 milliards

Tous ces neurones forment un vaste réseau interconnecté. Dans 1 cm<sup>3</sup> de cerveau humain, on ne dénombre pas moins de 10.000 milliards de synapses, ou connexions nerveuses.

## 120

L'information nerveuse doit transiter de neurones en neurones. Dans les fibres nerveuses les plus larges, elle circule jusqu'à 120 m/s, soit 430 km/h. Une vraie autoroute de l'information.

## 180.000

Pour gagner en vitesse, les fibres nerveuses sont recouvertes d'une gaine isolante appelée myéline. Si l'on mettait bout à bout toutes ces fibres myélinisées, on obtiendrait un segment long de 150.000 à 180.000 km selon les estimations. De quoi faire quatre fois le tour de la Terre...

## 20

Le cerveau représente environ 2 % du poids total d'un Homme. Mais par le rôle central qu'il occupe, il consomme 20 % de l'énergie totale. Un véritable gourmand qui a un fort appétit de sang...

## 41

Le cerveau se compose de quatre lobes au niveau de la couche supérieure appelée cortex. À lui tout seul, le lobe frontal représente 41 % de ce cortex. Les lobes temporaux, pariétaux et occipitaux comptent respectivement pour 22, 19 et 18 %.

1. Combien de tissus composent le corps humain ? Lesquels ?

---

---

2. Quelles sont les fonctions du tissu nerveux ?

---

---

3. Combien avons-nous de neurones ?

---

---

4. Combien pèse en moyenne notre cerveau ?

---

---

5. Combien avons-nous de synapses ?

---

---

6. Quelle est la vitesse maximale de l'influx nerveux ?

---

---

## CORRECTION

1. Il y a 4 tissus. Les tissus épithéliaux, conjonctifs, musculaires et nerveux.
2. Recueillir, stocker et générer des influx d'informations sous forme de messages nerveux.
3. 86 milliards environ.
4. Entre 1,3kg (femme) et 1,5kg (homme)
5. 10 000 milliards environ.
6. 120 m/s, soit 430 km/h.



## NEURONE ET CELLULE ACCESSOIRES

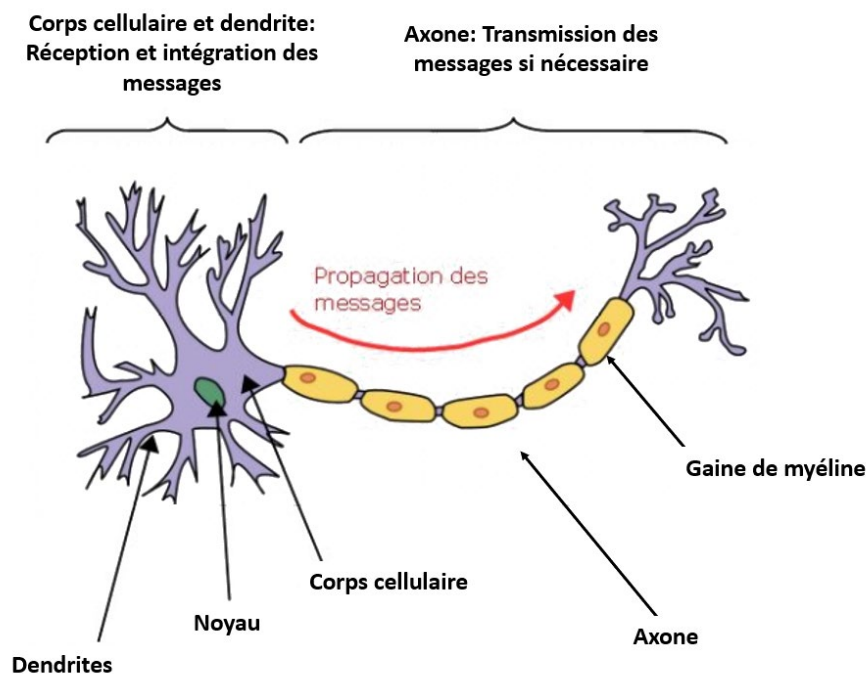
Le tissu nerveux se compose de différents types de cellules. D'un côté nous avons les neurones (environ 10% du tissu nerveux) et de l'autre côté nous avons les cellules gliales, ou cellules accessoires (environ 90% du tissu nerveux).

### ➤ Les neurones

Ils constituent l'unité fonctionnelle fondamentale du système nerveux pour le traitement de l'information. Il s'agit de cellules excitables capables de propager un signal électrique nommé potentiel d'action (une onde de dépolarisation) et de sécréter des neurotransmetteurs.

D'un point de vue organisationnel un neurone est organisé en trois zones :

- Les dendrites qui reçoivent des informations
- Le corps cellulaire (ou stroma ou péricaryon) qui traite les informations reçues.
- L'axone qui transmettra si besoin le message nerveux produit en réponse aux informations reçues. L'axone peut être enveloppé d'une gaine de myéline qui permettra une transmission plus rapide du message nerveux tout en assurant une « isolation électrique »

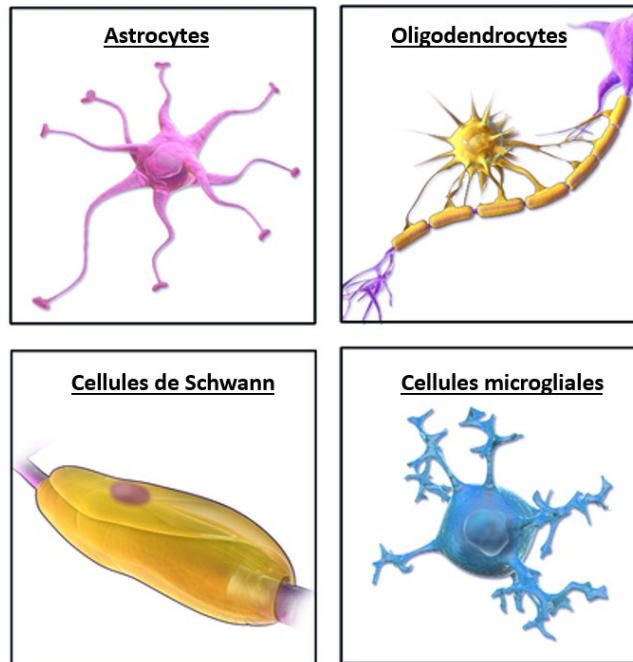


### ➤ Les cellules gliales

Il s'agit de cellules essentielles du tissu nerveux puisqu'elles assurent toutes les fonctions autres que la transmission du message nerveux. Elles permettent tout simplement le fonctionnement des neurones. Il en existe 4 principales :

- Les astrocytes : Les astrocytes qui ont une forme étoilée. Elles sont très nombreuses. Elles servent d'intermédiaire entre les neurones et les vaisseaux sanguins. De plus il semblerait que les astrocytes sont capables de s'hypertrophier (croître) pour remplacer les neurones notamment de réparation du système nerveux.
- Les oligodendrocytes : cellules dont les prolongements cytoplasmiques forment la gaine de myéline des axones dans le système nerveux central (voir suite de ce cours). On peut les comparer à des pieuvres dont les tentacules s'enroulent autour de l'axone formant les fameuses gaines.

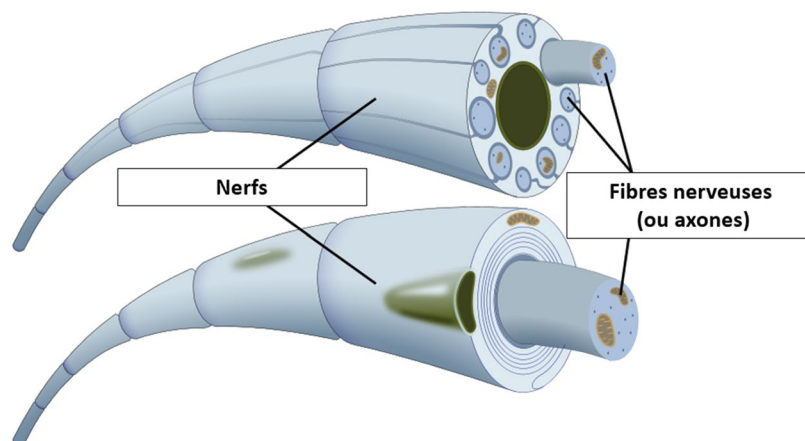
- Les cellules de Schwann : cellules qui en s'enroulant autour de l'axone forment la gaine de myéline des axones dans le système nerveux périphérique (voir suite de ce cours). On peut les comparer à des sangsues qui s'enroulent autour de l'axone formant les fameuses gaines.
- Les cellules microgliales : cellules de la famille des macrophages. Elles assurent la défense immunitaire du système nerveux, ce dernier étant doté de très peu de système immunitaire car les effets secondaires seraient potentiellement problématiques (exemple des méningites).



## À VOUS DE JOUER 1

Nerf et fibre nerveuse.

A l'aide du document ci-dessous expliquez la différence entre une fibre nerveuse (un neurone) et un nerf.



## POTENTIEL DE REPOS VS POTENTIEL D'ACTION

### ➤ Le potentiel de repos

Le neurone possède un potentiel membranaire qui est dû à une différence de potentiel électrique (ddp) entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule. Cette différence de potentiel électrique est due à une répartition différentielle des ions de part et d'autre de la membrane cellulaire.

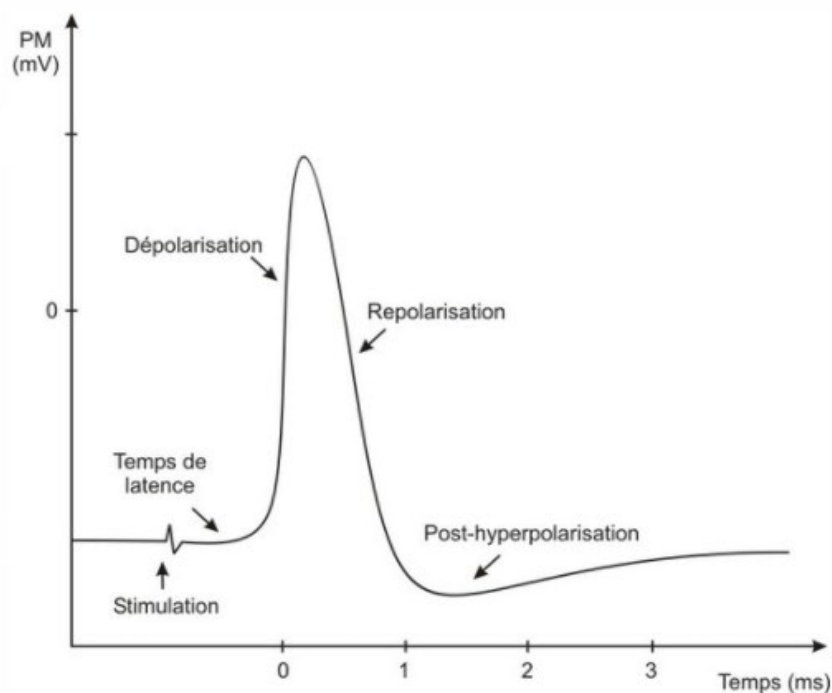
Au repos, le potentiel membranaire des neurones au niveau de l'axone est d'environ  $-70\text{mV}$  (on a d'avantage d'ions positifs à l'extérieur de l'axone qu'à l'intérieur). On nomme cette valeur : potentiel de repos.

### ➤ Le potentiel d'action

Suite à une stimulation du neurone (à condition que cette stimulation soit suffisante pour déclencher une réponse neuronale) on va avoir une série de mouvement ioniques à travers la membrane, ce qui va avoir pour conséquence une inversion transitoire de la polarité membranaire (on observe ainsi plus de charge positive à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'axone). Ceci aboutit à un nouveau potentiel membranaire qui vaut en moyenne environ  $+30\text{mV}$ . On nomme cette valeur : potentiel d'action.

Dans le détail, ce potentiel, comprend trois phases :

- Une première phase de dépolarisation extrêmement brève puisqu'elle ne dure qu'une fraction de milliseconde et qui se traduit par une brusque inversion du potentiel de membrane (on passe en moyenne de  $-70\text{mV}$  à  $+40\text{mV}$ )
- Une seconde phase de repolarisation un peu plus lente et qui permet au potentiel de membrane de revenir à son niveau de repos
- Une troisième phase d'hyperpolarisation encore plus lente (plusieurs millisecondes) et de très faible amplitude pendant laquelle les concentrations ioniques intracellulaires retrouvent leurs valeurs initiales



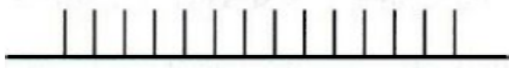



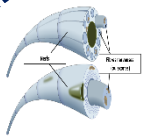
### ➤ Loi du « tout ou rien » et codage de l'influx nerveux

Il est très important de comprendre comment est codé l'influx nerveux. Pour cela il faut savoir que le potentiel suit la loi du « tout ou rien ». C'est-à-dire que soit un neurone n'est pas suffisamment stimulé et alors il ne génère pas de potentiel d'action, soit la stimulation est suffisante et alors il va générer un certain nombre de potentiels d'action qui auront tous la même amplitude. Ce qui va différencier en fonction de l'intensité de la stimulation, c'est le nombre de potentiels d'actions.

Ainsi une stimulation faible (mais suffisante pour entraîner une réponse du neurone) déclenchera la production d'un nombre faible de potentiels d'action alors qu'une stimulation forte déclenchera la production d'un grand nombre de potentiels d'action.

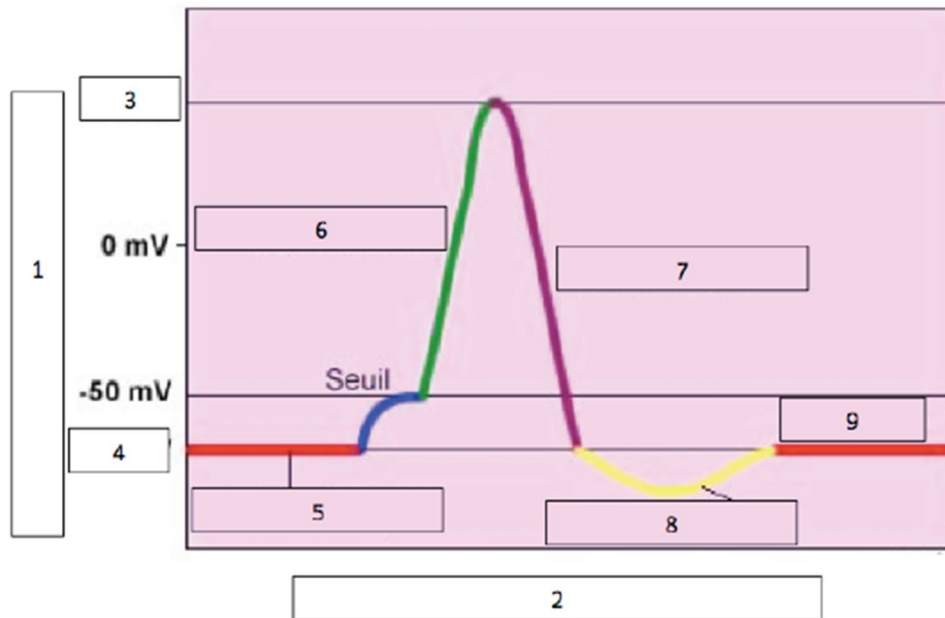
Pour résumer, de l'intensité de la stimulation dépend le nombre de potentiels d'action générés et le codage de l'influx nerveux se fait donc en fréquence de potentiel d'action (nombre de potentiels d'action par unité de temps) et non en amplitude de potentiels d'action (l'amplitude des potentiels d'action n'augmente pas en fonction de l'intensité de la stimulation).

Type de stimulation	Potentiels d'action générés	Réponse de l'organisme
Stimulation trop faible		Aucune
Stimulation faible		++
Stimulation moyenne		++++
Stimulation forte		+++++++



## À VOUS DE JOUER 2

Légendez le document ci-dessous.



- 1 : .....
- 2 : .....
- 3 : .....
- 4 : .....
- 5 : .....
- 6 : .....
- 7 : .....
- 8 : .....
- 9 : .....

## SYNAPSE CHIMIQUE

Les neurones sont connectés et communiquent entre eux par l'intermédiaire de synapses. Ces synapses permettent la transmission de l'influx nerveux de façon unidirectionnelle par intermédiaire de neurotransmetteurs.

Au niveau d'une synapse, on distingue trois éléments :

- L'élément présynaptique qui contient de nombreuses vésicules synaptiques contenant les neurotransmetteurs.
- La fente synaptique d'une distance d'environ 20 nm est obturée par d'autres cellules fermant les orifices de la fente et empêchant les différents éléments de diffuser à l'extérieur.
- L'élément post synaptique qui possède sur sa membrane des récepteurs qui permettent la fixation des neurotransmetteurs.

La terminaison axonale du neurone présynaptique, qui conduit l'information nerveuse vers la synapse, se termine par un léger renflement : le bouton synaptique. Celui-ci contient des vésicules synaptiques, dans lesquelles est stocké un messenger chimique, le neurotransmetteur qui a été synthétisé et conditionné par le neurone présynaptique.

Le bouton synaptique s'approche de très près, mais sans toutefois le toucher, du neurone postsynaptique dont l'information se propagera en s'éloignant de la synapse.

L'espace entre les neurones présynaptiques et postsynaptiques appelé fente synaptique est trop large pour qu'il y ait passage direct du courant d'une cellule à l'autre et empêche donc la transmission électrique de l'information nerveuse d'un neurone à l'autre.

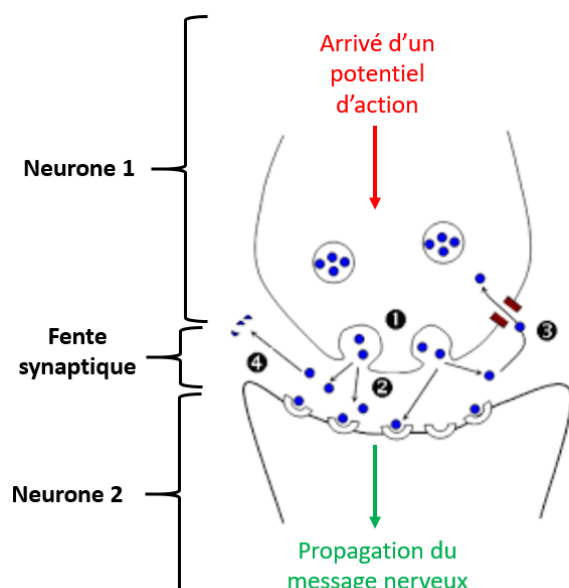
La portion de la membrane postsynaptique située en face du bouton synaptique est la membrane postsynaptique.

**Important :** Les synapses ne fonctionnent qu'à sens unique ; le neurone présynaptique exerce une influence sur le neurone postsynaptique mais ce dernier n'exerce aucune influence sur le neurone présynaptique.

### ➤ Fonctionnement

De façon simplifiée, la transmission synaptique peut être découpée en 4 étapes :

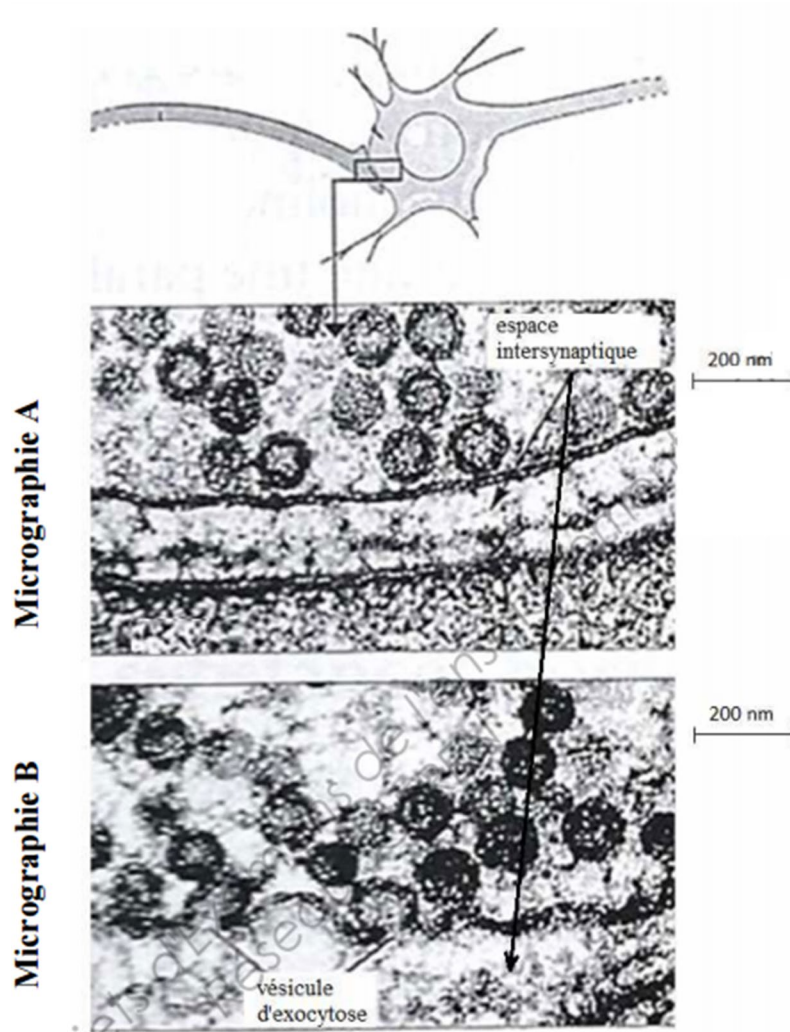
1. l'arrivée du potentiel d'action au niveau du bouton synaptique
2. la libération du neurotransmetteur dans la fente synaptique
3. la combinaison du neurotransmetteur avec les récepteurs postsynaptiques
4. l'inactivation du neurotransmetteur après dissociation du complexe récepteur-neurotransmetteur.



- 1: Arrivé d'un potentiel d'action au niveau de la terminaison axonique de l'élément présynaptique (neurone 1). Les vésicules synaptiques contenant un neurotransmetteur fusionnent alors avec la membrane de l'élément post libérant leur contenu dans la fente synaptique
- 2: Le neurotransmetteur diffuse dans la fente synaptique et se lie à des récepteurs membranaire de l'élément post synaptique (neurone 2) qui lui sont spécifique. Cette fixation déclenche la propagation du message nerveux au niveau de l'élément postsynaptique.
- 3: Le neurotransmetteur peut être recapturé à l'intérieur de l'élément présynaptique ....
- 4: ... ou détruit au sein de la fente synaptique



### À VOUS DE JOUER 3



1. Sur la microphotographie A, identifiez les éléments pré et post synaptiques. Justifier la réponse.

.....

.....

.....

.....

2. Quel est le phénomène mis en évidence sur la microphotographie B ?

.....

.....

.....

.....

.....

Abordons maintenant une série d'exercices, afin de vérifier vos connaissances. Les exercices ont été classés dans un ordre d'approfondissement croissant. Les réponses aux exercices se trouvent en fin de manuel.

## EXERCICE

01

QCM (sélectionner la ou les bonnes réponses).

1. Concernant le neurone :

- a. Les dendrites sont spécialisées dans la réception des messages nerveux.
- b. Les dendrites sont spécialisées dans la transmission des messages nerveux.
- c. Les axones sont spécialisés dans la réception des messages nerveux.
- d. Les axones sont spécialisés dans la transmission des messages nerveux.

2. Concernant les cellules gliales :

- a. Les astrocytes assurent la défense du tissu nerveux.
- b. Les oligodendrocytes forment les gaines de myéline au niveau du système nerveux central.
- c. Les oligodendrocytes forment les gaines de myéline au niveau du système nerveux périphérique.
- d. Les cellules microgliales assurent la défense immunitaire du système nerveux

3. Les 4 étapes d'un potentiel d'action sont, dans l'ordre :

- a. Repolarisation – Dépolarisation – Hyperpolarisation- Retour au potentiel de repos.
- b. Hyperpolarisation – Repolarisation – Dépolarisation – Retour au potentiel de repos.
- c. Dépolarisation – Repolarisation – Hyperpolarisation – Retour au potentiel de repos
- d. Dépolarisation – Hyperpolarisation – Repolarisation – Retour au potentiel de repos.

4. Concernant les synapses chimiques :

- a. les éléments pré-synaptiques et post-synaptiques sont en contact
- b. les éléments pré-synaptiques et post-synaptiques sont séparés par un espace
- c. L'élément post-synaptique présente sur sa membrane des récepteurs à neurotransmetteurs
- d. L'élément pré-synaptique présente sur sa membrane des récepteurs à neurotransmetteurs

5. Concernant le codage de l'influx nerveux

- a. Il se fait en fréquence de potentiel d'action
- b. Il se fait en amplitude de potentiel d'action
- c. Les potentiels d'action répondent à la loi du « tout ou rien ».
- d. Toute stimulation du système nerveux entraînera une réponse de celui-ci.

## EXERCICE

02

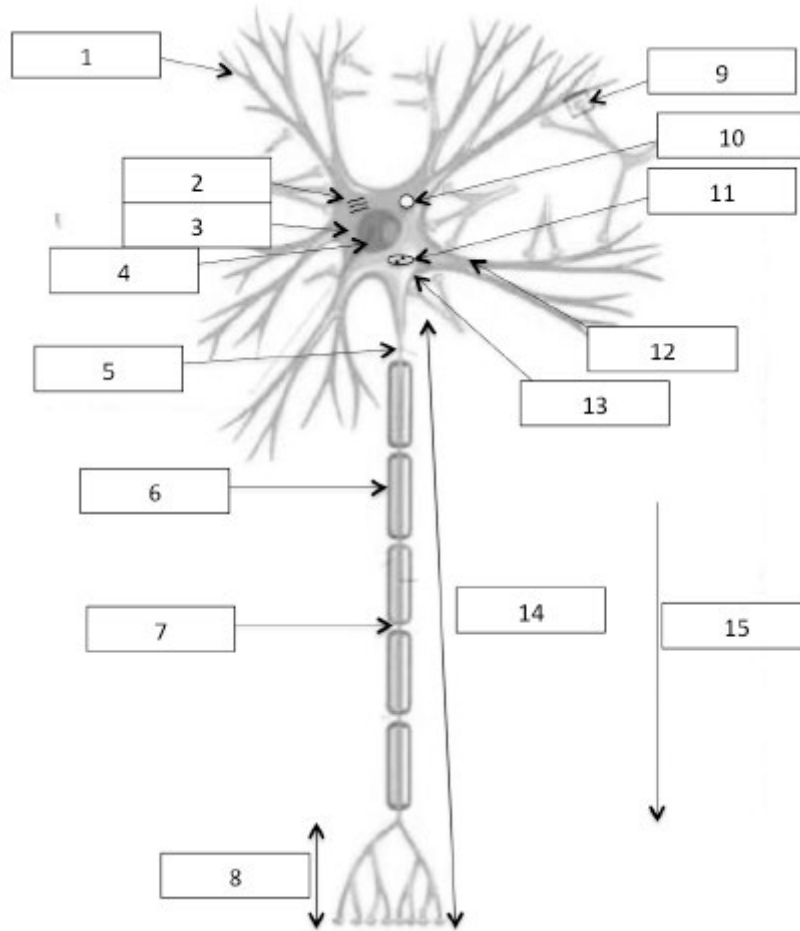
Réalisez un schéma du fonctionnement d'une synapse chimique.



## EXERCICE

03

A l'aide du cours et de recherches personnelles, légendez le schéma ci-dessous.



## EXERCICE

04

### Les antidépresseurs.

Les inhibiteurs sélectifs de la recapture de la sérotonine (ISRS ; SSRI en anglais) sont une classe médicamenteuse de psychotropes. Ils agissent sur le cerveau en inhibant la recapture de la sérotonine au niveau de la synapse.

Les ISRS sont prescrits fréquemment, outre leur indication principale qu'est la dépression, dans les cas d'anxiété, de trouble obsessionnel compulsif et dans les douleurs neuropathiques réfractaires (duloxétine) en réduisant la charge émotionnelle, en augmentant le tonus (effet booster) et en créant une désinhibition potentiellement dangereuse (virage maniaque...).

Ce sont les antidépresseurs les plus prescrits dans de nombreux pays.

Expliquez en quelques lignes le mode d'action des ISRS.

---



---



---



---



---



## LA COMMANDE NERVEUSE

### Organisation du système nerveux

## SYSTEME NERVEUX CENTRAL ET SYSTEME NERVEUX PERIPHERIQUE

Le système nerveux est organisé en système nerveux central (SNC) et système nerveux périphérique (SNP). Le système nerveux central comprend l'encéphale (télencéphale, tronc cérébral et cervelet) et la moelle épinière, le système nerveux périphérique comprend lui les nerfs dans lesquels circulent l'information entre le SNC et le reste de l'organisme.

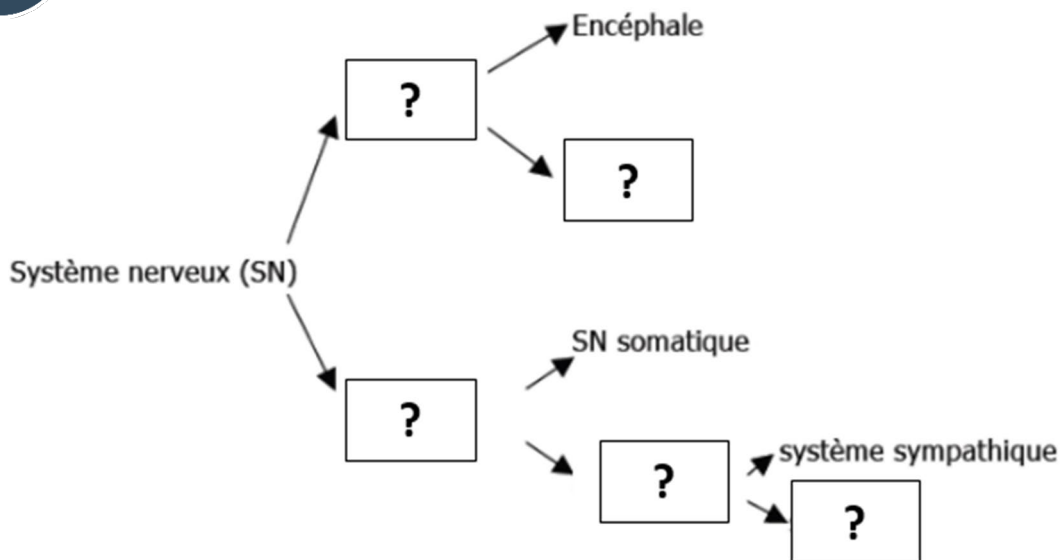
Le SNP est subdivisé en voies afférentes et efférentes :

- La voie afférente (ou centripète) conduit l'information depuis la périphérie vers le SNC, le renseignant sur l'environnement extérieur et des rapports d'activité sur les fonctions internes qu'il contrôle.
- La voie efférente (ou centrifuge) conduit l'information depuis le SNC vers la périphérie permettant au SNC de transmettre des instructions aux organes effecteurs, les muscles et les glandes qui exécutent les ordres. Le système nerveux efférent est subdivisé en système nerveux volontaire (ou somatique) qui est formé par des motoneurones innervant les muscles squelettiques, et en système nerveux autonome (ou végétatif) qui innerve les muscles lisses, le muscle cardiaque et les glandes. Enfin, ce système nerveux autonome comprend le système nerveux parasympathique et le système nerveux sympathique qui l'un comme l'autre innervent la plupart des organes soumis à l'action du système nerveux autonome.



### À VOUS DE JOUER 4

Complétez le schéma ci-dessous :



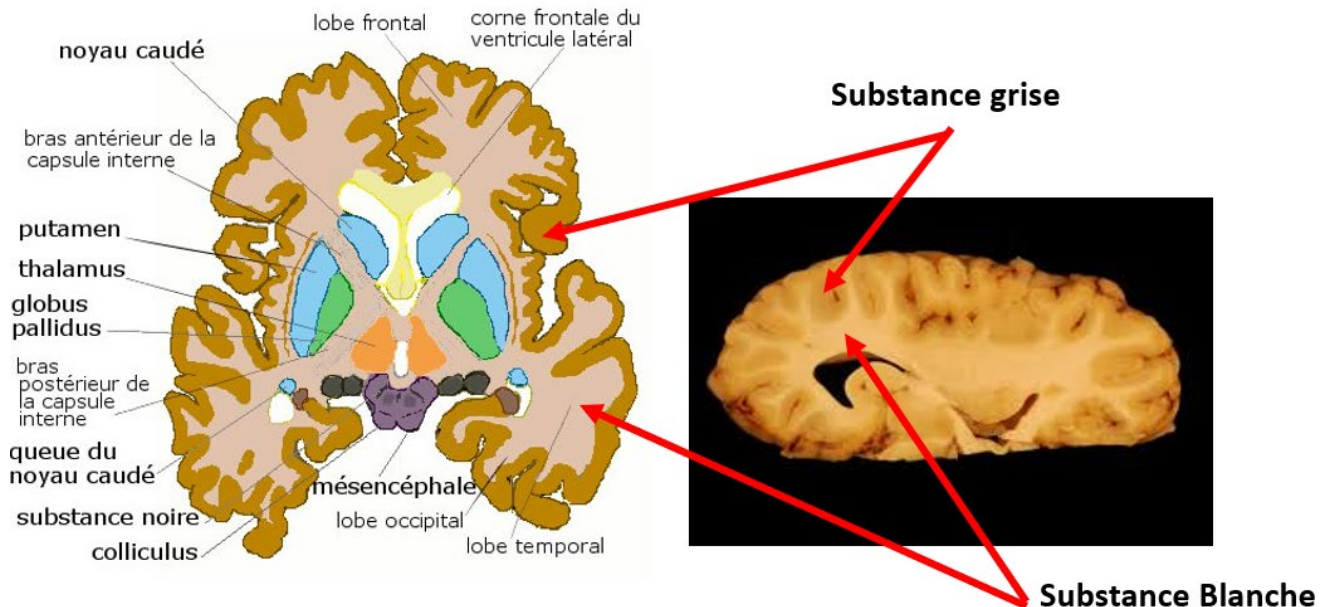
## ORGANISATION DU CERVEAU

Au niveau du système nerveux central, l'encéphale est constitué de trois parties, le cerveau, le cervelet et le tronc cérébral.

Le cerveau est de loin la partie la plus volumineuse de l'encéphale. Il est fait de deux moitiés, les hémisphères cérébraux droit et gauche qui sont réunis par le corps calleux. Chaque hémisphère est constitué par une

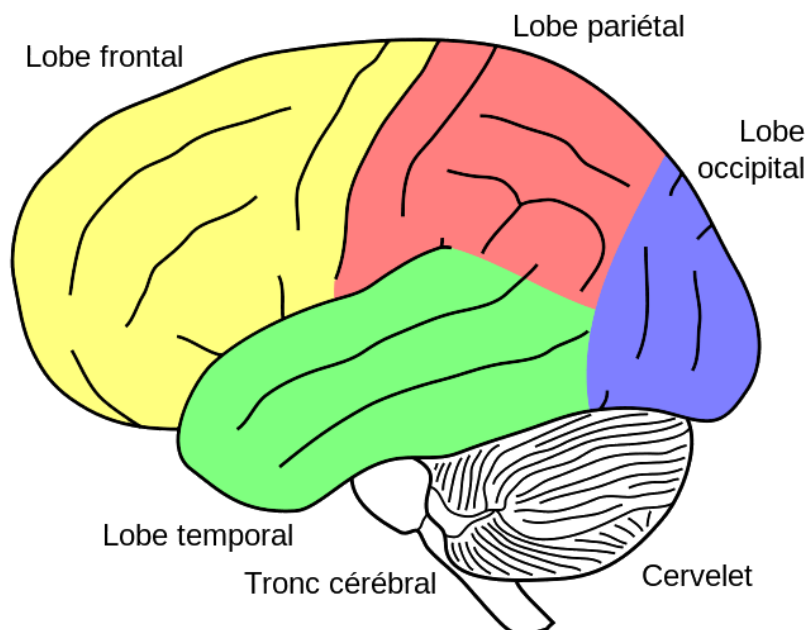
coquille périphérique de substance grise, le cortex cérébral, enveloppant la masse épaisse de la substance blanche. La substance grise est essentiellement constituée par de denses amas de corps cellulaires avec leurs dendrites et aussi par de nombreuses cellules gliales. La substance blanche est faite de faisceaux d'axones myélinisés et sa couleur est due aux lipides de la myéline.

Le cerveau est lui-même organisé en plusieurs parties dont le télencéphale (le cortex cérébral) et le diencephale (thalamus et hypothalamus).



En ce qui concerne le cortex cérébral, ce dernier est organisé en aires fonctionnelles : les lobes. Il en existe 4 types :

- Lobe occipital (fonction principale : vision)
- Lobe frontal (fonctions principales : parole et langage, raisonnement, mémoire, prise de décision, personnalité, jugement et mouvement)
- Lobe pariétal (fonctions principales : langage, mémoire et émotions)
- Lobe temporal (fonctions principales : lecture, repérage dans l'espace et sensibilité)

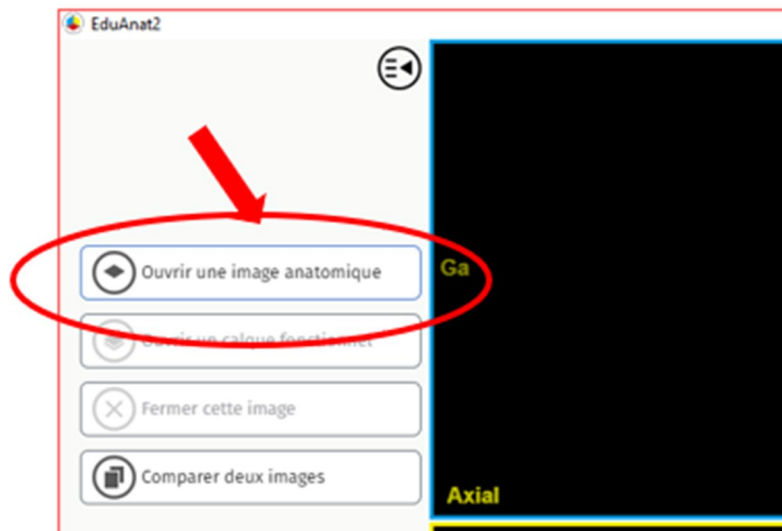




## À VOUS DE JOUER 5

Exploration virtuelle du cerveau : activité.

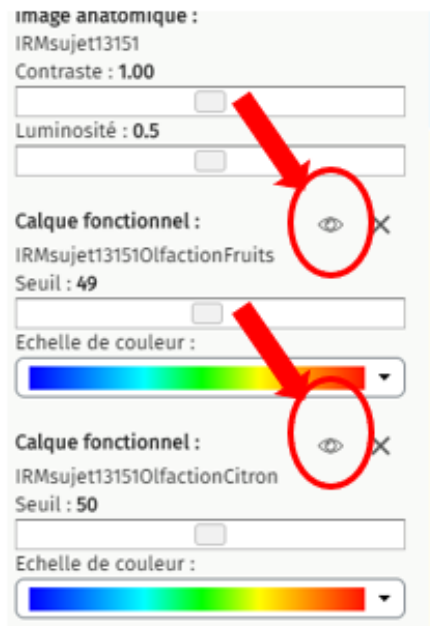
1. Premièrement, il vous faut télécharger le logiciel « **eduanat2** » disponible ici : <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/neurosciences/outils-numeriques/eduanat2-et-anapeda/logiciel-anat2>
2. Puis il faut télécharger la banque d'image « **AnaPéda** » disponible ici : <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/neurosciences/outils-numeriques/eduanat2-et-anapeda/anapeda-la-banque-dimages-du-logiciel-eduanat2>
3. Ensuite il faut ouvrir le logiciel puis sélectionner l'option : « **ouvrir une image anatomique** ».



4. Ouvrez le fichier IRMsujet13151.anat.nii.gz via le chemin suivant  
1BanqueNeuroPeda → 13Imagerie Fonctionnelle → 131 Sensibilité motricité → 1315 Olfaction → 13151 → OlfactionSujet1
5. Ensuite sélectionnez l'option « ouvrir un calque fonctionnel »



6. Ouvrez les fichiers suivants :  
IRMsujet13151OlfactionFruits.fonc.nii.gz et IRMsujet13151OlfactionCitron.fonc.nii.gz
7. En cliquant sur l'œil à côté des noms de fichier, essayez de ne regarder que la zone activée en cas d'odeur spécifique de citron ou de fruit en général.



1. Que remarquez-vous ?

.....

.....

2. Tirez-en une conclusion.

.....

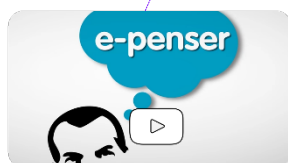
.....

.....

.....

.....

3. Essayez d'identifier d'autres zones, notamment les zones de la motricité.



## POUR ALLER PLUS LOIN

10 choses insensées que votre cerveau sait faire sans e-penser

Episode 20 de la chaîne YouTube

On dit qu'on n'utilise que 10% des capacités de son cerveau ; c'est faux. Ceci étant, votre cerveau est capable de faire des choses incroyables, sans même que vous preniez le temps d'e-penser. Voici une liste non exhaustive de 10 phénomènes que votre cerveau peut réaliser sans que vous en soyez conscient. Et, comme toujours, restez curieux, et prenez le temps d'e-penser.

[A retrouver sur YouTube](#)

## SOMMATION SPATIALE ET TEMPORELLE

Dans le système nerveux central, les nombreux contacts synaptiques que les neurones établissent entre eux font que l'arrivée d'un potentiel d'action dans la terminaison pré-synaptique ne suffit pas à déclencher l'apparition d'un potentiel d'action dans le neurone post-synaptique. En effet celui-ci étant connecté à des centaines, voire à des milliers de terminaisons présynaptiques, il reçoit autant de messages en un temps donné qu'il y a de synapses activées. De plus, il faut savoir qu'il existe des synapses dites excitatrices (qui favorisent une réponse du neurone) et des inhibitrices (qui défavoriseront une réponse du neurone). La fonction de la synapse (inhibitrice ou excitatrice) dépend du neurotransmetteur libéré par l'élément pré-synaptique. Par exemple le neurotransmetteur GABA caractérise les synapses inhibitrices. Ainsi non seulement un neurone reçoit des milliers de messages mais en plus certains demandent une réaction et d'autres demandent une absence de réaction.

### La solution ?


Le neurone post-synaptique doit effectuer la sommation algébrique des différents signaux qu'il a reçus sur l'ensemble de son territoire en un temps donné. Cette sommation sera de deux types : spatiale et temporelle.

- La sommation spatiale consiste en la somme algébrique des signaux reçus simultanément par un neurone en provenance de plusieurs synapses. (Voici un lien pour visualiser la sommation spatiale : <https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/productions/flash/somspat/>)
- La sommation temporelle consiste en la somme algébrique des signaux reçus pendant un laps de temps très court par un neurone en provenance d'une seule synapse.

Suite à ce phénomène de sommation, il y a alors deux possibilités :

- Si la somme des signaux aboutit finalement à une hyperpolarisation du potentiel de membrane alors aucun potentiel d'action n'est émis et l'axone reste silencieux.
- Si la somme des signaux aboutit finalement à une dépolarisation suffisamment marquée (on parle de seuil d'excitabilité) du potentiel de membrane alors un potentiel d'action est émis et véhiculé jusqu'à l'arborisation terminale de l'axone.

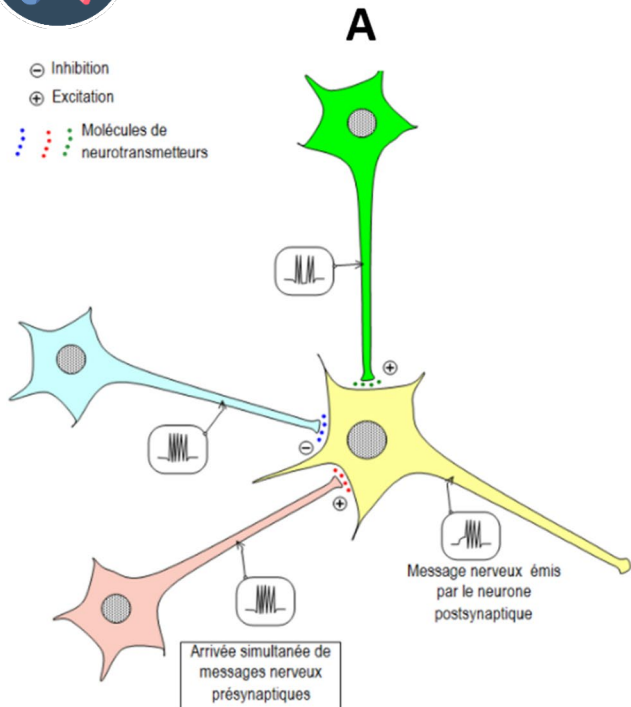
C'est ce phénomène qui porte le nom d'intégration post-synaptique et qui permet à chaque neurone d'élaborer son propre message. Il n'y a donc pas conservation de l'information d'un neurone à un autre mais reconstruction de celle-ci à chaque franchissement de synapse.



### À VOUS DE JOUER 6

Définissez quelle est la sommation spatiale et quelle est la sommation temporelle.

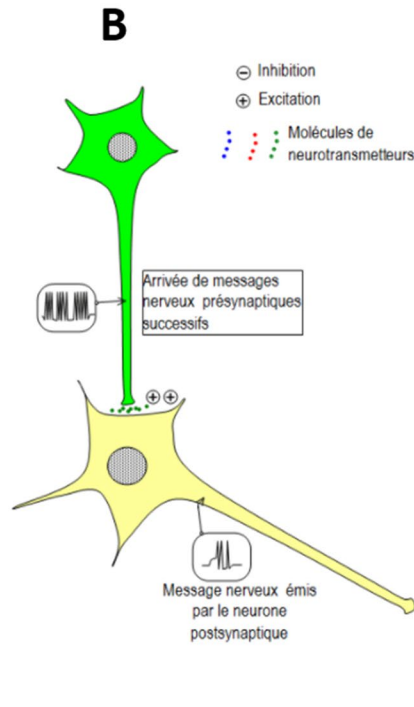
**A**



Arrivée simultanée de messages nerveux présynaptiques

Message nerveux émis par le neurone postsynaptique

**B**



Arrivée de messages nerveux présynaptiques successifs

Message nerveux émis par le neurone postsynaptique

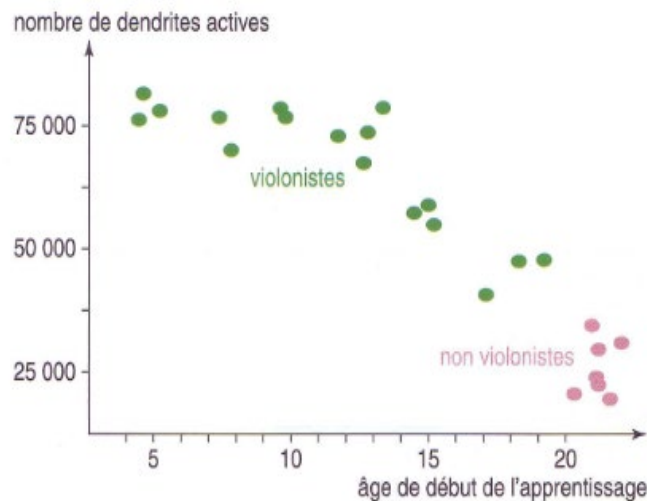
⊖ Inhibition  
⊕ Excitation  
●●● Molécules de neurotransmetteurs



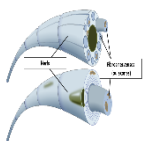
# NOTION DE PLASTICITÉ NEURONALE

D'après l'encyclopédie Universalis : « Le terme neuroplasticité désigne les facultés de réorganisation que l'on a mises en évidence dans le système nerveux. Elles sont dues à l'existence de cellules restées indifférenciées et qui peuvent donc remplacer des neurones détruits accidentellement ou à la suite de dégradation métabolique ou infectieuse. » Cette propriété du système nerveux à se réorganiser repose sur sa capacité à réorganiser ses connexions synaptiques. Deux des moteurs principaux favorisant cette réorganisation sont :

- La perte d'un membre ou d'un sens : si une fonction est perdue alors les neurones de cette zone fonctionnelle seront « réaffectés » à une autre voisine. Le processus est alors réversible. En effet plusieurs années après une amputation, le cerveau d'un patient peut se réapproprier le contrôle d'un membre greffé.
- L'entraînement : on observe que l'entraînement est source de plasticité. Ainsi le nombre de dendrites affectées aux doigts qu'utilise un violoniste pour jouer est plus important que chez un non violoniste. De même, plus l'âge auquel on commence le violon est précoce plus ce nombre de dendrites sera élevé. Ainsi, en multipliant les dendrites, on multiplie les contacts synaptiques et donc le pouvoir de calcul des neurones impliqués, ce qui rendra les mouvements plus précis car ils reposeront sur un plus grand nombre de données traitées simultanément (du fait des sommations spatiales et temporelles).

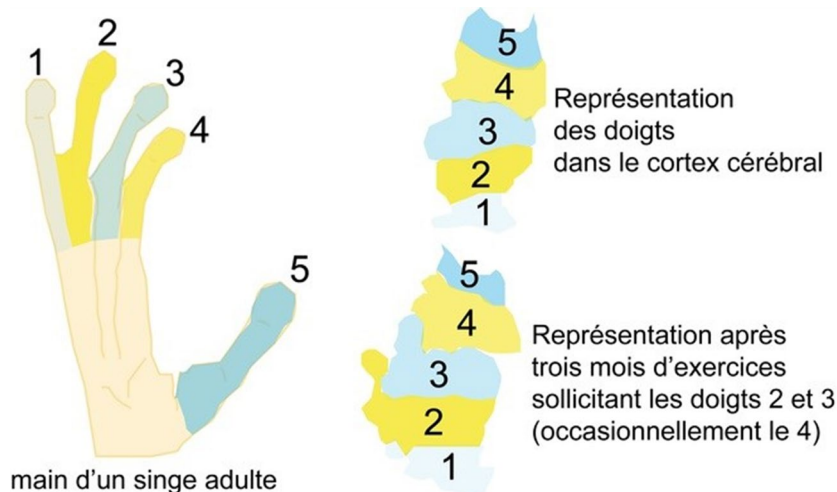


Cette plasticité neuronale ouvre évidemment beaucoup de perspective au niveau de la récupération de la fonction cérébrale après un accident de type AVC ou trauma crânien.



## À VOUS DE JOUER 7

En quoi le document ci-dessous est-il une illustration du phénomène de plasticité neuronale ?





-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----



## POUR ALLER PLUS LOIN

La migraine est une horreur

Episode 47 de la chaîne YouTube

La migraine n'est sans doute pas ce que vous croyez, et il faut que vous le sachiez.

[A retrouver sur YouTube](#)

## EXERCICE

05

QCM (sélectionner la ou les bonnes réponses)

## 1. Concernant le système nerveux :

- a. Les voies efférentes sont centrifuges
- b. Les voies efférentes sont centripètes
- c. Les voies afférentes sont centrifuges
- d. Les voies afférentes sont centripètes

## 2. La plasticité neuronale :

- a. repose sur une augmentation du nombre de neurones
- b. repose sur une augmentation du nombre de dendrites de certains neurones
- c. est irréversible
- d. est réversible

## 3. Concernant la somation :

- a. La somation spatiale consiste en la somme algébrique des signaux reçus simultanément par un neurone en provenance de plusieurs synapses
- b. La somation temporelle consiste en la somme algébrique des signaux reçus pendant un laps de temps très court par un neurone en provenance d'une seule synapse.
- c. La somation temporelle consiste en la somme algébrique des signaux reçus simultanément par un neurone en provenance de plusieurs synapses
- d. La somation spatiale consiste en la somme algébrique des signaux reçus pendant un laps de temps très court par un neurone en provenance d'une seule synapse.

## 4. Au niveau de l'organisation du cortex cérébral :

- a. La substance blanche se trouve en périphérie et la grise au centre
- b. La substance grise se trouve en périphérie et la blanche au centre
- c. La substance blanche contient essentiellement les axones et la grise les dendrites et les corps cellulaires
- d. La substance grise contient essentiellement les axones et la blanche les dendrites et les corps cellulaires

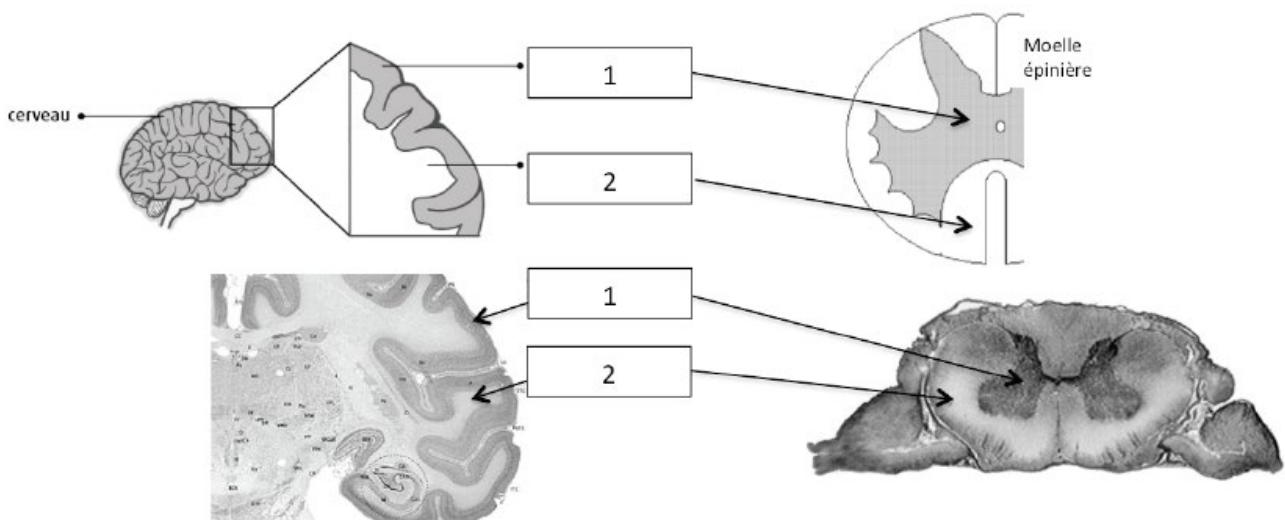
## 5. Concernant l'organisation du système nerveux

- a. L'encéphale et la moelle épinière composent le système nerveux central
- b. L'encéphale et la moelle épinière composent le système nerveux périphérique
- c. Le système nerveux central se décompose en un système nerveux autonome et volontaire
- d. Le système nerveux périphérique se décompose en un système nerveux végétatif et somatique

## EXERCICE

06

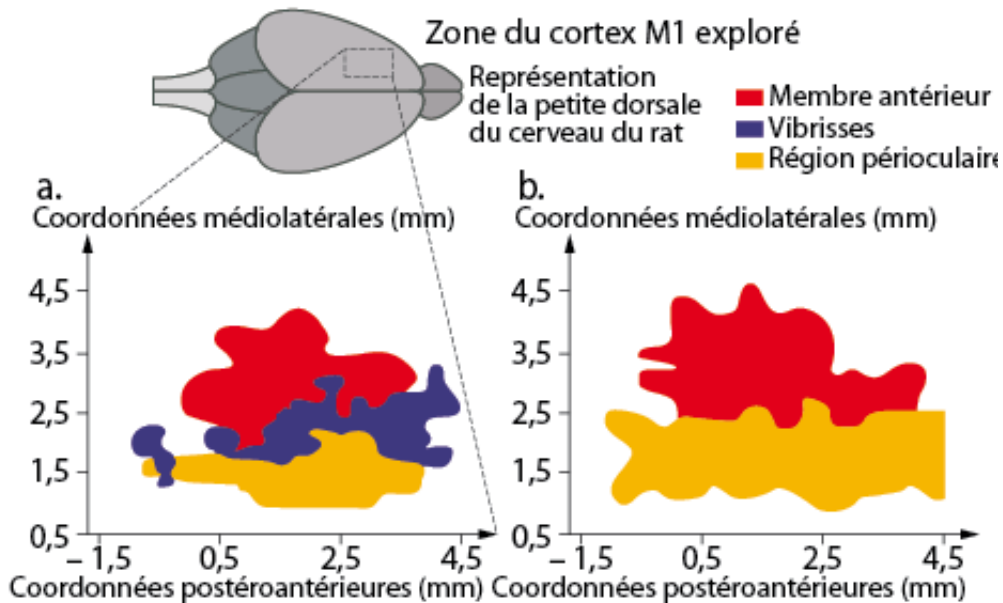
Légendez le schéma suivant et concluez sur la différence d'organisation entre le cortex cérébral et la moelle épinière.



La plasticité cérébrale (sujet du Bac S 2012, Académie de la Martinique, épreuve orale).

Chez le rat comme chez les autres mammifères, les observations sur les mouvements engendrés par la stimulation électrique du cortex ont permis de délimiter le cortex moteur et la représentation des différentes parties du corps au niveau de ce cortex (document a).

Des chercheurs ont voulu étudier la stabilité de cette carte motrice. Pour cela, chez un rat adulte, ils ont sectionné sous anesthésie les fibres nerveuses motrices innervant les muscles moteurs des vibrisses. En stimulant électriquement différents points du cortex moteur (points distants de 0,1 à 0,5 mm), 15 jours après la section des fibres motrices des vibrisses, ils ont établi la carte motrice représentée sur le document b.



a. Carte représentant le cortex moteur d'un rat normal

b. Carte obtenue chez le rat dont le nerf moteur commandant les vibrisses a été sectionné

À partir des informations extraites du document, indiquez si les résultats obtenus permettent ou non d'évoquer une certaine plasticité du cortex moteur du rat.



# LA COMMANDE NERVEUSE

## Arc réflexe

### DEFINITION D'UN RÉFLEXE

Un réflexe est une activité automatique sans participation consciente. Il y a deux grandes catégories de réflexes :

- les réflexes innés qui ne nécessitent aucun apprentissage
- les réflexes acquis ou conditionnés qui résultent de l'apprentissage et de l'entraînement.

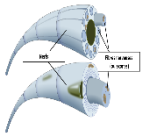
Les éléments mis en jeu dans une activité réflexe constituent un arc réflexe qui comporte typiquement cinq éléments de base :

- le récepteur
- la voie nerveuse afférente
- le centre d'intégration
- la voie nerveuse efférente
- l'effecteur

**Le récepteur** répond à un stimulus qui est un phénomène physique ou chimique dans l'environnement du récepteur.

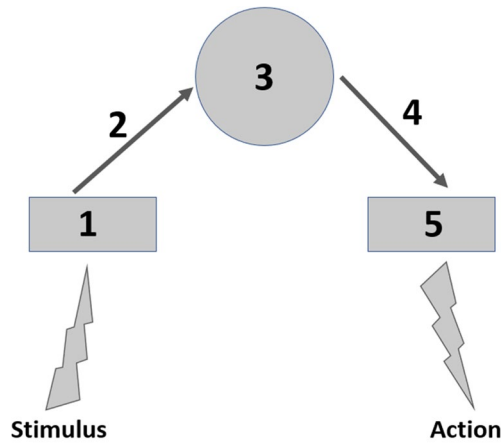
En réponse au stimulus, le récepteur cause la production de potentiels d'action qui sont véhiculés par la **voie afférente** jusqu'au centre d'intégration (localisé dans le système nerveux central) qui va traiter toutes les informations reçues par le récepteur.

Les instructions, qui émanent du centre intégrateur, sont transmises par la **voie efférente** aux **effecteurs**, muscles ou glandes, qui exécutent la réponse.



### À VOUS DE JOUER 8

Complétez le schéma suivant représentant l'organisation d'un arc réflexe



- 1 : .....
- 2 : .....
- 3 : .....
- 4 : .....
- 5 : .....



## COMPLÉMENT D'INFORMATION

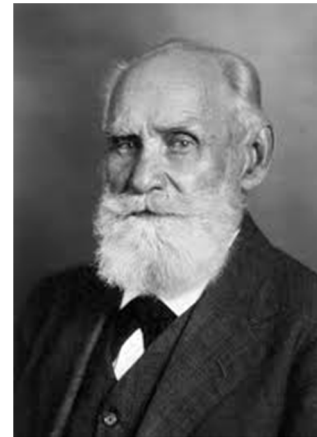
### La star des réflexes conditionnés : le réflexe de Pavlov

Ce réflexe doit son nom à son « inventeur », Ivan Petrovitch Pavlov, prix Nobel de médecine et de physiologie en 1904. Le principe est le suivant :

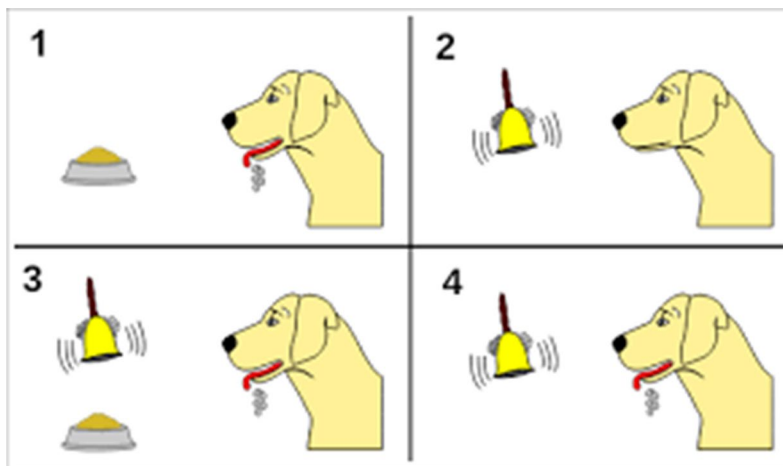
Initialement, lorsque l'on emmène une gamelle de nourriture à un chien il se met à saliver (image 1). S'il entend une cloche il ne salive pas (image 2).

On va conditionner le chien en faisant tinter la cloche à chaque fois qu'on lui emmène la gamelle de nourriture de façon à ce que le chien associe le son de la cloche à l'arrivée de la gamelle (image 3).

Au bout d'un certain temps on constate alors que le seul tintement de la cloche suffit à faire saliver le chien (image 4). On vient ainsi de créer un réflexe conditionné, c'est-à-dire lié à un apprentissage.



Ivan Petrovitch Pavlov  
(1849-1936)



## EXEMPLE DU RÉFLEXE MYOTATIQUE

### ➤ Principe

Ce réflexe (qui est à la base du tonus musculaire) est dit proprioceptif car il correspond à la contraction d'un muscle en réponse à son propre étirement. Il correspond à la contraction d'un muscle suite à sa propre stimulation. Ainsi lorsque l'on étire un muscle de quelques centimètres, on observe la contraction de ce même muscle.

Par exemple lors du réflexe myotatique rotulien on percute le tendon rotulien au niveau du genou avec un « marteau à réflexes », ce qui entraîne une extension incontrôlable de la jambe due à la contraction du muscle quadriceps de la cuisse.

### ➤ Les protagonistes

La substance grise de la moelle est la zone d'intégration des réflexes. Elle est organisée en régions sensorielle et motrice. La région ventrale de la moelle épinière est la motrice et la région dorsale est la zone sensorielle. **N.B. :** astuce pour s'en souvenir : ou vous pousse dans le dos (sensation) pour vous faire avancer (mouvement)

- Neurones sensoriels

Les neurones sensoriels ont leurs corps cellulaires dans le ganglion rachidien de la racine dorsale de la moelle. Ils ont leurs dendrites au niveau du muscle et leur axone arrive dans la zone grise de la moelle épinière via la zone dorsale. Dans la substance grise ils feront synapse avec un motoneurone ou un interneurone.

- Les motoneurones

Ce sont les plus gros de nos neurones et leurs corps cellulaires sont situés dans la corne ventrale de la moelle, au niveau de la substance grise. Leurs axones sortent de la moelle épinière au niveau de la racine ventrale de la moelle épinière et vont se connecter aux muscles squelettiques qui étaient à l'origine de la stimulation.

- Les interneurones

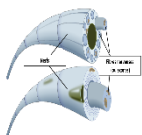
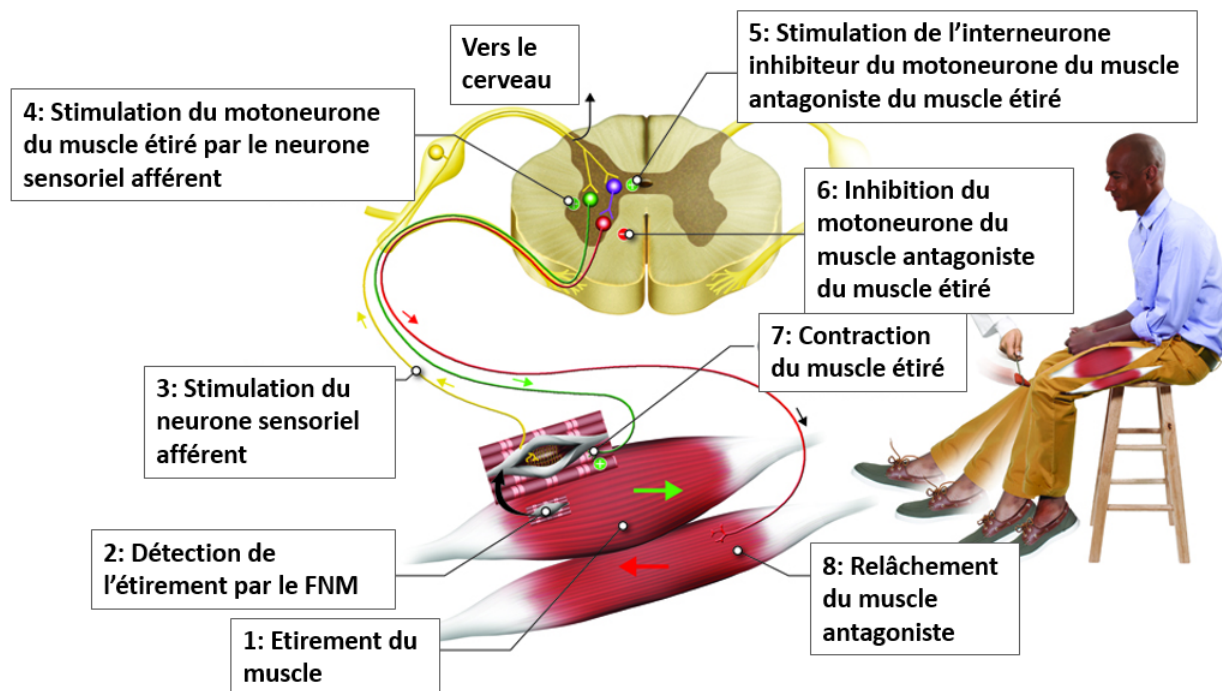
Ils sont entièrement situés dans la zone grise de la moelle épinière. Ce sont de petits neurones dont les dendrites sont en contact avec un neurone sensoriel et qui vont faire synapse via leur axone avec un motoneurone. Ils servent donc d'intermédiaire. Le plus souvent ils ont comme rôle la transformation d'un signal excitateur (en provenance du neurone sensoriel) en signal inhibiteur (qu'ils transmettent alors au motoneurone pour s'assurer de la non-contraction du muscle connecté à ce dernier).

### ➤ Mécanisme

Les muscles impliqués dans les réflexes myotatiques sont dotés d'un fuseau neuromusculaire (FNM). Ce système constitue le récepteur du réflexe myotatique. Il détecte l'étirement du muscle et déclenche ainsi l'émission d'un message nerveux vers la moelle épinière. Le neurone afférent ainsi activé va, au sein de la zone grise de la moelle épinière (centre intégrateur du réflexe) stimuler :

- les motoneurones du muscle ayant subi l'étirement (muscle extenseur dans le cas du réflexe myotatique rotulien).
- les interneurones inhibiteurs des motoneurones de muscles antagonistes, dont ils empêchent la contraction (muscle fléchisseur dans le cas du réflexe myotatique rotulien).

**N.B. :** le neurone afférent stimule aussi d'autres interneurones qui font remonter le signal le long de la moelle épinière jusqu'à l'encéphale en suivant des ascendantes. Ce n'est qu'une fois le cortex atteint que le sujet prend conscience de la nature du siège du stimulus.



## À VOUS DE JOUER 9

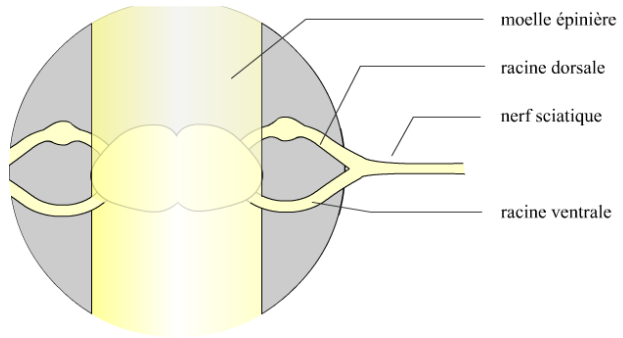
### Simulation du réflexe myotatique

Pour cette activité il vous faut télécharger le logiciel « Réflexe de flexion chez la grenouille » disponible en suivant le lien suivant :

[www.pedagogie.ac-nice.fr//svt/productions/flash/flexiongrenouille/flexion.zip](http://www.pedagogie.ac-nice.fr//svt/productions/flash/flexiongrenouille/flexion.zip)

Ensuite lancez le logiciel et sélectionnez « afficher la légende ».

(la grenouille est décérébrée)



AFFICHER LA LEGENDE

DEMEDULLER

SECTIONNER

STIMULATION ELECTRIQUE

UTILISER UNE NOUVELLE GRENOUILLE

QUITTER

(c) P.COSENTINO

1. Stimulez la racine dorsale et la racine ventrale. Qu'observez-vous ? Pourquoi ?

.....

.....

.....

.....

.....

2. Cliquez sur « utiliser une nouvelle grenouille » puis sectionnez la racine dorsale. Stimulez la racine dorsale en amont (à droite sur le schéma) et en aval (à gauche sur le schéma) de la section et la racine ventrale. Qu'observez-vous ? Pourquoi ?

.....

.....

.....

.....

.....

3. Cliquez sur « utiliser une nouvelle grenouille » puis sectionnez la racine ventrale. Stimulez la racine dorsale et la racine ventrale en amont (à gauche sur le schéma) et en aval (à droite sur le schéma) de la section. Qu'observez-vous ? Pourquoi ?

.....

.....

.....



## EXERCICE

08

Vrai ou faux ?

1. La racine dorsale est la zone sensorielle de la moelle épinière et la racine ventrale la zone motrice.

---

2. Les corps cellulaires des neurones sensoriels se situent dans la zone grise de la moelle épinière et ceux des motoneurones dans les ganglions rachidiens (ou spinaux).

---

3. Il existe des réflexes innés ne nécessitant pas d'apprentissage et des réflexes conditionnés nécessitant un apprentissage.

---

4. Les motoneurones vont du récepteur vers le centre intégrateur et les neurones sensoriels vont du centre intégrateur vers les effecteurs.

---

## EXERCICE

09

Réalisez votre propre schéma des réflexes myotatiques.

A l'aide de recherches personnelles, remplissez le tableau suivant.

Stimuli	Récepteurs sensoriels associés
Variation de lumière	
Présence de molécules chimiques	
Variation de pression	
Variation de volume	
La déformation	
Variation de température	
Excès de température, de pression : douleur	

## LE TEMPS DU BILAN

- Le tissu nerveux se compose de neurones (10%) et de cellules accessoires (90%), les cellules gliales.
- Les neurones sont organisés en trois parties :
  - - les dendrites (reçoivent les informations)
  - - le corps cellulaire (traite les informations)
  - - l'axone (envoie les informations)
- La membrane des neurones est polarisée au repos, on parle de potentiel de repos. Suite à une stimulation on verra apparaître un potentiel d'action.
- Les potentiels d'action, qui suivent la loi du « tout ou rien », constituent l'influx nerveux et ce dernier est justement codé en fréquence de potentiel d'action.
- La communication entre deux neurones ou entre un neurone et une cellule excitable (muscle par exemple) se fait via une synapse composée d'un élément pré-synaptique, d'une fente synaptique et d'un élément postsynaptique. Il n'y a pas de contact direct entre les deux cellules.
- L'intégration neuronale repose sur les notions de sommation spatiales et temporelles.
- Le système nerveux est découpé en un système nerveux central (SNC) qui intègre les informations (encéphale et moelle épinière) et un système nerveux périphérique (les nerfs) qui achemine des informations au SNC ou véhicule des informations générées par le SNC.
- La plasticité neuronale désigne la capacité du système nerveux à s'adapter via la multiplication et la réorganisation des réseaux synaptiques. Cette plasticité est favorisée par l'apprentissage.
- Un réflexe est une activité automatique sans participation consciente. Il y a deux grandes catégories de réflexes : les réflexes innés et les réflexes acquis ou conditionnés.
- Les 5 éléments mis en jeu dans un arc réflexe sont un récepteur, une voie nerveuse afférente, un centre d'intégration, une voie nerveuse efférente et un effecteur.



Vous pouvez maintenant  
faire et envoyer le **devoir n°1**

