

# AXE : QU'EST-CE QU'APPRENDRE ?



## La plasticité cérébrale

La plasticité cérébrale traduit la capacité du cerveau à se modifier tout au long de la vie, dès le stade embryonnaire, au cours des phases de croissance, de maladies, de vieillissement. C'est parce que la structure cérébrale est plastique que le cerveau peut apprendre, acquérir des savoirs, développer des compétences, et améliorer ses fonctions exécutives qui permettent à l'individu de penser et agir. Jouer de la plasticité cérébrale, c'est apprendre, à chaque instant de la vie. Croire en la plasticité c'est se donner d'immenses espoirs de progrès.

### MÉCONCEPTION

Penser que nos formes d'intelligence, nos talents, nos possibles, sont essentiellement déterminés par le capital génétique dont nous héritons. Telle est la vision innéiste et fixiste.

### MESSAGE CLÉ

La structure cérébrale matrice de nos pensées, actions et émotions est de nature plastique, qui entraîne d'incessantes transformations du cerveau.

La conception dynamique du cerveau autorise de grands espoirs pour l'apprentissage et la modulation de la personnalité.

Prendre le pilotage de sa neuroplasticité.

### COMPOSITION DE LA FICHE

- Test de positionnement initial à faire avant de commencer la lecture,
- Les points clés théoriques
- La correction du test de positionnement initial
- La liste des fiches et ressources associées
- Références bibliographiques



**Questions auxquelles vont répondre la fiche**

1. La structure neuronale explique-t-elle que nous sommes conçus pour apprendre ?
2. Quelle est la relation entre apprendre et la plasticité cérébrale ?
3. La conception que l'on a de son cerveau joue-t-elle sur la force de l'apprentissage ?
4. Qu'entend-on par représentations fixiste ou dynamique du cerveau ? Qu'est-ce que cela change en termes d'espoirs de changement et d'apprentissage ?

## TEST DE POSITIONNEMENT

Avant de consulter la fiche, sauriez-vous répondre précisément aux questions suivantes

**Q1. Pour vous, qu'évoque le concept de plasticité cérébrale ?**

- Le cerveau est constitué de composants organiques souples, l'ensemble pouvant subir de petites déformations sans pour autant perdre ses fonctionnalités
- Lorsque le cerveau subit des micro déformations, il reprend ensuite sa forme d'origine
- Le cerveau subit tout au long de la vie des modifications incessantes au fil des expériences et de l'apprentissage

**Q2. Dans la liste suivante des principaux composants d'un neurone, il en manque un, lequel :**

- . Axone : axe le long duquel circule l'information
- . Synapse : zone de jonction entre deux neurones, dans laquelle l'information va se transmettre vers le neurone suivant
- . Corps cellulaire, qui compose la matière grise du cerveau

**Q3. Seriez-vous capable de citer deux ou trois noms de neurotransmetteurs, messagers moléculaires jouant un rôle déterminant dans différentes fonctions cérébrales (humeurs, plaisir, mémoire, ...) ?**

**Q4. Un cerveau est performant lorsqu'il a créé un nombre important de neurones**

- Vrai
- Faux

**Q5. Pour vous, apprendre c'est plutôt :**

- Acquérir des savoirs nouveaux et développer compétences et fonctions exécutives
- Modifier incessamment l'organisation des réseaux neuronaux
- Réduire les erreurs de prédiction entre ce que nous croyons savoir et ce qu'il convient de savoir

**Q6. Connaissez-vous la règle de Hebb, qui explique comment s'établissent les liens entre nos connaissances ?**

- Oui
- Non

**Q7. Saviez-vous que le petit enfant possède beaucoup trop de neurones que nécessaire pour vivre, et que le cerveau va éliminer ceux qui ne sont pas efficaces ?**

- Oui
- Non

**Q8. Votre conception actuelle du cerveau est plutôt ?**

- Fixiste, c'est-à-dire que nos capacités cognitives sont surtout héritées génétiquement
- Dynamique, c'est-à-dire que nos capacités cognitives peuvent évoluer et sont surtout liées à l'environnement

**Q9. Croyez-vous aux capacités naturelles (dons), c'est-à-dire liées à la génétique ?**

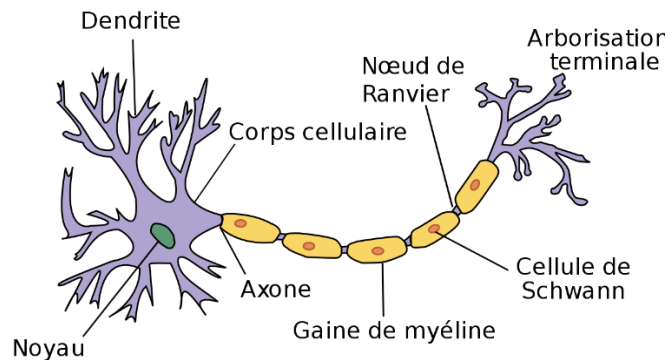
- Non
- Oui, dans une faible mesure
- L'héritage génétique est prépondérant dans la révélation des capacités

# 1. LA STRUCTURE NEURONALE EXPLIQUE-T-ELLE QUE NOUS SOMMES CONÇUS POUR APPRENDRE ?

## Etat des lieux des cellules cérébrales

Les cellules constitutives du système nerveux sont classées en deux grandes familles :

- **Les neurones**, au nombre approximatif de 90 milliards, dont la forme est classiquement représentée par le schéma suivant :



. Sur la gauche du schéma, le **corps cellulaire** au centre duquel se situe le noyau. Cette partie intègre les messages nerveux reçus par les milliers de connexion avec les autres neurones et produit ou non un message nerveux en réponse.

. En arborescence du corps cellulaire, des **dendrites** liées à autant d'autres neurones qui lui transmettent l'information. A la naissance, un neurone est lié à quelques centaines voire milliers d'autres neurones. Le nombre des neurones liés va augmenter au cours des expériences de la vie et de l'apprentissage pour atteindre quelques dizaines de milliers voire davantage. L'information arrive par les dendrites et va circuler le long de l'axone.

. **L'axone** le long duquel l'information va circuler. La vitesse de circulation augmente avec la « **myélinisation** » de l'axone, qui elle-même croît avec l'activation du neurone. La myéline est une substance organique qui entoure l'axone. Les axones sont d'autant plus myélinisés que la personne aura sollicité le neurone par l'apprentissage et l'entraînement.

. L'information se dirige vers les **terminaisons synaptiques**, sortes de boutons qui permettent à l'information de passer du neurone aux dendrites d'autres neurones. La transmission de neurone à neurone s'effectue grâce à des molécules dénommées neurotransmetteurs. Nous en possédons des dizaines de sortes, dont les fonctions sont diverses et régulatrices du voyage de l'information au sein du cerveau.

### Neurotransmetteurs accélérateurs et inhibiteurs :

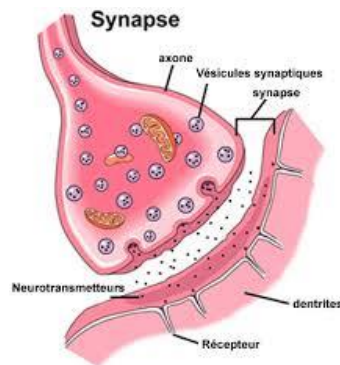
*Les neurotransmetteurs sont impliqués dans de multiples fonctions telles que le sommeil (mélatonine), les désirs et les plaisirs (dopamine), les humeurs et le bonheur (sérotonine), la mémoire (glutamate).*

*Les neurotransmetteurs peuvent avoir un effet facilitateur et accélérateur, mais aussi inhibiteur en bloquant le passage de l'information. Ils jouent donc un rôle de régulateur des fonctions cognitives et organiques.*

- **Les cellules gliales**, qui accompagnent les neurones, et dont la fonction encore mal connue serait à la fois d'assurer l'équilibre, la nutrition, l'élimination de déchets des neurones, mais aussi de contribuer à la transmission de l'information. On attribue aux cellules gliales la production de la myéline.

## La connectivité synaptique explique en partie la plasticité neuronale

On nomme connectivité synaptique la possibilité pour un neurone de se lier avec un autre neurone



L'information arrive par la partie supérieure de la synapse du neurone « présynaptique ». Les neurotransmetteurs transmettent l'information en direction du neurone « postsynaptique », à travers une zone sans liaison rigide, l'**espace inter-synaptique**. Cela signifie les neurones peuvent aisément se défaire de la liaison non rigide. D'où la possibilité d'une évolution de la configuration des réseaux de neurones. Dans les synapses, l'information nerveuse circule sous forme chimique : elle est codée en concentration de neurotransmetteurs. C'est dans les synapses que des substances chimiques exogènes (médicaments, alcool, tabac, autres drogues, etc.) peuvent agir sur le cerveau.

La plasticité s'exprime de trois façons :

- **La plasticité neuronale** : les neurones évoluent, les dendrites se développent, les axones se myélinisent, permettant à l'information de circuler de plus en plus vite. Les synapses se renforcent au fil des réactivations et la transmission du message nerveux est plus efficace.
- **La plasticité cérébrale** : modification des réseaux de neurones. Au cours des expériences de vie et de l'apprentissage, les réseaux évoluent et se reconfigurent, les liaisons se multiplient de neurones à neurones, mais peuvent aussi s'affaiblir et disparaître.
- **La plasticité fonctionnelle**, qui se traduit par une évolution du comportement de la personne.

Sans oublier qu'à tout moment de la vie, il y a modification du nombre des neurones et des synapses :

- **Neurogenèse** puissante lors de la formation du cerveau pendant le stade embryonnaire, où la vitesse de création de nouveaux neurones peut atteindre 200 000 neurones / minute. La neurogenèse continue cependant toute la vie dans certaines zones du cerveau comme l'hippocampe, une zone impliquée entre autres dans la mémoire.
- **Synaptogenèse** par développement de la connectivité des neurones entre eux, par millions de contacts nouveaux chaque seconde chez le bébé, mais plus tard également. Les capacités de l'individu étant relatives non pas au nombre de neurones, mais surtout à la circulation de l'information entre eux, donc aux liaisons synaptiques. Un cerveau est performant lorsque l'information se diffuse largement dans les zones du cerveau et circule vite.

## 2. QUELLE RELATION ENTRE APPRENDRE ET LA PLASTICITE CEREBRALE ?

### Une définition possible pour « apprendre »

Il y a apprentissage chaque fois que la personne acquiert un nouveau savoir, développe une compétence, interagit avec l'environnement, volontairement ou involontairement, produit une action qui va bousculer peu ou prou la configuration neuronale. Apprendre n'est possible que grâce à la plasticité cérébrale.

Le cerveau est un système dynamique en perpétuelle transformation, à tout moment de la vie, depuis l'apparition du tube neural prémisses du cerveau vers le trentième jour de la gestation, jusqu'au dernier souffle de la vie.

La plasticité cérébrale est particulièrement effective durant les périodes de l'enfance et de l'adolescence mais ne cesse jamais. On comprend aisément à quel point les structures cérébrales sont différentes d'un individu à l'autre car dépendant des cheminements de vie et d'apprentissage de chacun.

### Quatre formes de modification de structure neuronale liées à l'apprentissage

- **La règle de Hebb de la co-activation**

Cette règle désormais reconnue par la communauté scientifique s'énonce ainsi : des neurones qui s'activent simultanément se connectent ensemble. Si la connexion préexiste, elle est renforcée.

En termes de comportements d'apprentissage elle explique la construction des liens entre les informations. Apprendre, c'est établir des liens entre les connaissances, autrement dit sur le plan neurobiologique c'est établir et renforcer des liaisons synaptiques. Mais plus encore concernant la règle de Hebb : l'activation d'un neurone entraîne l'activation d'un neurone qui lui est connecté. C'est ainsi que si deux connaissances sont liées l'activation de l'une va activer l'autre.

Ainsi s'opèrent les liens établis en cours d'apprentissage, et le renforcement de la mémorisation.

- **L'élagage synaptique**

Processus actif surtout durant la petite enfance et jusqu'à l'adolescence se traduisant par l'élimination de synapses non actives. On peut le comprendre comme un affinage des réseaux neuronaux dans le sens d'une plus grande efficacité du capital des neurones. Dès la naissance le nombre de ceux-ci était trop important, une sélection conduit à ne conserver que ceux qui s'avèreront les plus utiles. Moins mais mieux en quelque sorte.

Le cerveau ne contient à maturité que des réseaux neuronaux susceptibles d'être activés, gommant le neuromythe que l'on n'utilise que quelques pourcents de notre cerveau.

- **Recyclage neuronal**

N'oublions pas que le cerveau de l'humain moderne est identique à celui des chasseurs-cueilleurs de la préhistoire. La phylogenèse (évolution de l'espèce au cours des âges) de l'humain est très lente, beaucoup plus lente que l'évolution des sociétés. Un exemple emblématique est celui de la lecture. L'écriture étant une invention moderne (tout est relatif !), le cerveau ne dispose pas à la naissance de zones spécialement dédiées à la lecture. Chaque petit humain arrivant en maternelle puis en CP devra reconfigurer son cerveau pour lui permettre de lire aisément. Au prix de mobilisation de zones prévues pour reconnaître des formes (objets, visages) pour l'entraîner à reconnaître des lettres et des mots.

Le principe général du recyclage repose sur la préexistence de zones initialement destinées à certaines fonctions et qui sont réorientées vers d'autres fonctions, par apprentissage. C'est le cas des zones visuelles qui sont recyclées chez les aveugles, les cérébrolésés suite à un accident, et qui réapprennent en s'appuyant sur des zones non initialement affectées. Cette réorganisation des circuits neuronaux exige des efforts et du temps d'entraînement. Mais la plasticité opère.

- **La plasticité qui s'accompagne d'une perte**

La plasticité opère aussi dans l'autre sens : si une zone neuronale est moins sollicitée, la connectivité diminue, l'action est moins facile à réaliser. D'où la question fondamentale : comment tirons-nous pleinement profit de notre plasticité au cours de la vie, y compris dans ses derniers segments ? Comment entretenons-nous notre capital cognitif ?

## **Dans quelles formes d'apprentissage la plasticité cérébrale est-elle impliquée ?**

Citons quelques exemples de situations d'apprentissage qui seraient inenvisageables sans la plasticité cérébrale :

- **Intégration de connaissances nouvelles**

Une connaissance, portée par des modèles mentaux (selon les auteurs : représentation mentale, structure mentale, schéma mental) est associée à des réseaux neuronaux. Acquérir ou ajuster une connaissance ou une compétence, c'est réorganiser ces réseaux.

- **Consolidation mémorielle**

Lors d'une première acquisition, l'information existe à l'état d'une trace traduite par une modification des réseaux neuronaux. La trace ne sera ultérieurement récupérable qu'au prix d'une consolidation avec reprises pour la rendre plus solidement ancrée dans les réseaux neuronaux en particulier par : renforcement des synapses, myélinisation des axones, multiplication des dendrites.

- **Compréhension à des degrés plus profonds**

Comprendre, c'est établir des liens entre les éléments de connaissance au sein du système étudié, et entre celui-ci et toute connaissance antérieure susceptible d'être corrélée. Les supports neurologiques de ces liens ne sont autres que les réseaux neuronaux qui se complexifient.

- **Feedbacks**

Qu'ils soient positifs (le retour par la réponse confirme la justesse de l'hypothèse) ou négatifs (le retour indique un mauvais écart de prédiction qui va entraîner une modification de la connaissance), les feedbacks ont un impact sur l'organisation des réseaux de neurones.

- **L'inhibition**

Le contrôle de la pensée visant à résister à des pensées ou actes non pertinents se traduit par une modification de la transmission de l'information et une réorientation de l'activation des neurones, un rééquilibrage des automatismes.

Apprendre, c'est ajuster ses connaissances, s'adapter à l'environnement, développer ses fonctions exécutives. Nous disposons tous de plasticité cérébrale, toute la question est de la mettre à profit pour notre développement.

Fonctions exécutives

*Ce sont les processus cognitifs transversaux de haut niveau permettant à l'humain de penser et d'agir. On cite généralement les trois suivantes :*

- . La mémoire de travail, comprise comme le traitement des informations (compréhension, interface avec les acquis mémoriels, planification, attention)*
- . L'inhibition (système 3) comme fonction régulatrice entre le système 1 des automatismes et le système 2 rationnel de la pensée*
- . La flexibilité mentale permettant de réviser ses croyances et alterner aisément les tâches.*



### 3. LA CONCEPTION DYNAMIQUE DU CERVEAU COMME LEVIER PUISSANT D'APPRENTISSAGE

#### Conception dynamique ou fixiste du cerveau

Durant des décennies deux courants se sont opposés à propos de l'évolution du cerveau :

- **La conception fixiste** selon laquelle la part de la détermination héréditaire prédomine pour le développement de l'être humain, que l'intelligence est cadrée dès le plus jeune âge et que la part de son évolution est en quelque sorte fortement pré-programmée. Avec la possibilité certes de la faire évoluer au long du parcours de vie.

De cette conception nous avons conservé des traces prégnantes, parfois à notre insu. Qui nous concerne tout autant que ceux vers qui nous portons des avis : « je ne suis pas fait pour les maths, décidément ce n'est pas pour moi », « cet enfant est doué pour les langues, comme sa mère », « une réorientation s'impose en fin de troisième », etc.

- **La conception dynamique** selon laquelle la part du patrimoine génétique joue effectivement pour la révélation de traits de personnalités. Mais dans une part finalement assez faible car la plasticité cérébrale sur laquelle s'appuie l'apprentissage autorise des transformations très importantes du cerveau et de son expression.

A ce jour, le courant dominant est celui de la conception dynamique. On peut donc envisager avec confiance le développement important de nos compétences, voire la modification de nos traits de personnalité.

#### L'épigénétique :

*Discipline scientifique qui étudie les mécanismes de modification de l'expression des gènes (suractivation ou sous-activation) au cours de la vie.*

*Le poids de la « fatalité génétique » aurait perdu beaucoup de son importance, et avec elle s'est accrue la possibilité d'évolution par les expériences de vie.*

*Des traits de la personne peuvent être acquis au cours de la vie, et transmis ou perdus.*

*On explique ainsi une part de l'adaptation à l'environnement.*

#### La représentation que l'on se construit de son potentiel

Cela vaut pour soi-même et pour autrui.

- **Pour soi-même**, le paradigme de cerveau doté d'un haut potentiel d'évolution ouvre largement les portes de la confiance que l'on se porte en termes de transformation de soi-même, et plus particulièrement pour ce qui concerne cette fiche, la marge considérable des effets de l'apprentissage. Encore faut-il disposer des conditions favorables (personnes qui accompagnent, temps disponible, modalités efficaces, contexte de vie favorisant).

- **Pour autrui**, la conception dynamique met en garde sur toute catégorisation, toute attribution de talents qui seraient innés, tout obstacle qui serait irrévocable. Attention à la stigmatisation.

L'enseignant ne manquera pas d'inscrire dans son style motivationnel l'argument de la plasticité et du cerveau dynamique, levier important de la motivation et de la confiance en soi. Le développement du potentiel de chaque individu, y compris dans les moindres situations où l'on est découragé par les obstacles, les échecs, l'impression de ne pas y arriver, repose puissamment sur la possibilité de progrès, à condition bien entendu de s'en donner les moyens et de disposer des conditions favorisantes et d'une légitime confiance en soi. Être convaincu que l'on est capable d'apprendre.

## Neuroplasticité : entre confiance et réalisme

L'idée clé de la fiche est que la neuroplasticité permet de développer puissamment les compétences si la confiance en soi est présente ainsi que les conditions d'apprentissage, dans certaines limites de renforcement.

1. **Détermination, persévérance, efforts.** Mais, convaincus que chacun peut prendre le pilotage de sa neuroplasticité, ne pas perdre de vue que les transformations (acquisition de compétences, modification de traits de personnalités) sont lentes.
2. **Tous les effets ne sont pas visibles.** Penser que si l'échec est constaté, le cerveau s'est quand même transformé mais que les effets sont encore peu visibles.
3. **Féliciter la mise en œuvre**, et non reconnaître le don. Ce serait tomber dans un neuromythe que d'attribuer un résultat positif ou une réussite pour un don. Il est conseillé de féliciter ce qui a été mis en œuvre, la démarche, les qualités humaines.

**Q1. Pour vous, qu'évoque le concept de plasticité cérébrale ?**

Le cerveau subit tout au long de la vie, des modifications incessantes au fil des expériences et de l'apprentissage

**Q2. Dans la liste suivante des principaux composants d'un neurone, il en manque un, lequel :**

. Dendrites : ramifications branchées sur le corps cellulaire, liant le neurone à d'autres neurones, et par lesquelles parvient l'information.

**Q3. Seriez-vous capable de citer deux ou trois noms de neurotransmetteurs, messagers moléculaires jouant un rôle déterminant dans différentes fonctions cérébrales (humeurs, plaisir, mémoire, ...)**

Dopamine (désir et plaisir), glutamate (mémoire), mélatonine (cycles et sommeil), sérotonine (humeurs), acétylcholine (stimulation musculaire), adrénaline (stress), ...

**Q4. Un cerveau est performant lorsqu'il a créé un nombre important de neurones**

Faux, deux paramètres sont prédominants pour la performance de la cognition : la rapidité de transmission des informations dans les axones (résultat de l'entraînement), la multiplication de la connectivité (liens entre les neurones).

**Q5. Pour vous, apprendre c'est plutôt :**

- Acquérir des savoirs nouveaux et développer compétences et fonctions exécutives
  - Modifier incessamment l'organisation des réseaux neuronaux
  - Réduire les erreurs de prédiction entre ce que nous croyons savoir et ce qu'il convient de savoir
- Les trois répondent au concept d'apprendre.

**Q6. Connaissez-vous la règle de Hebb, qui explique comment s'établissent les liens entre nos connaissances ?**

Voir l'explication dans la fiche

**Q7. Saviez-vous que le petit enfant possède beaucoup trop de neurones que nécessaire pour vivre, et que le cerveau va éliminer ceux qui ne sont pas efficaces ?**

C'est le principe de l'élagage synaptique, voir dans la fiche.

**Q8. Votre conception du cerveau est plutôt ?**

Nous espérons qu'elle est dynamique, c'est tout l'enjeu de la fiche.

**Q9. Croyez-vous aux capacités naturelles (dons), c'est-à-dire liées à la génétique ?**

Les parts de l'inné et de l'acquis restent encore à explorer, mais les études tendent à montrer que le concept de don est erroné, il résulte en grande partie de la stimulation et de l'apprentissage.

**Références théoriques**

. Ouvrage de Steve MASSON Activer ses neurones, pour mieux apprendre et enseigner, Editions Odile Jacob, 2020

. Ouvrage de Carole DWECK Changer d'état d'esprit : une nouvelle psychologie de la réussite, Edition Mardaga

. Mind-set interventions are a scalable treatment for academic underachievement  
D Paunesku, GM Walton, C Romero... - Psychological ..., **2015** - journals.sagepub.com

. Méta-analyse sur les effets d'enseigner la neuroplasticité : Sarrasin et al. 2018  
<https://www.associationneuroeducation.org/articles/2018/9/14/effects-of-teaching-the-concept-of-neuroplasticity-to-induce-a-growth-mindset-on-motivation-achievement-and-brain-activity-a-meta-analysis>