

## **La virtuosité violonistique – suprême « élixir » de la neuroplasticité**

**Andreea Ciornenchi Grigoraș  
Cezar Bogdan Alexandru Grigoraș**

C'est scientifiquement prouvé que la musique, et plus particulièrement la pratique d'un instrument de musique – contribue considérablement au développement du cerveau humain – spécialement la partie que l'on appelle cortex cérébral ou écorce cérébrale. Que se passe-t-il dans le cerveau lors d'une telle pratique? A titre d'exemple, l'étude du violon entraîne le développement des deux parties du cerveau: gauche et droite. La partie gauche gère spécialement la logique et le langage parlé et la partie droite est le berceau des émotions, des intuitions humaines et du sens artistique. Depuis la fin du 19<sup>e</sup> siècle, les spécialistes en neurobiologie avancent l'idée que le cerveau humain – et plus généralement le cerveau des mammifères – peut se régénérer et se remodeler encore à l'âge adulte, pratiquement durant toute la vie. Nous parlons bien sûr du concept de la plasticité neuronale, plasticité cérébrale ou neuroplasticité, phénomène favorisé par l'existence de plusieurs types de circuits neuronaux, qui peuvent se mettre ou se remettre en activité, s'adapter et se développer. Plus encore, une multitude de synapses neuronales qu'on peut appeler latentes, se voient stimulées et régénérées à travers la musique ou mieux encore, à travers la pratique instrumentale.

Plusieurs études basés sur des expériences de laboratoire ont été menés aux États-Unis et en Europe sur des sujets relativement jeunes – autour de 40 ans – atteints de maladies neurologiques dégénératives telles que l'Alzheimer ou le Parkinson qui, en commençant à étudier et à pratiquer le violon, ont manifesté des changements et des améliorations notables au niveau neurologique. La question qui se pose est pourquoi la pratique musicale instrumentale a

des pouvoirs quasi miraculeux au niveau neurologique de notre cerveau? Nous pouvons trouver la réponse dans les mécanismes de l'évolution biologique. L'un de ses principes fondamentaux indique que le corps biologique – le corps humain dans notre cas – s'adapte et se modifie – il évolue donc – selon les besoins des activités qu'il pratique. Par voie de conséquence, pratiquer la musique instrumentale a une influence positive sur le développement des capacités intellectuelles et cognitives, sur la santé psychique et physique d'un individu, vu la complexité, l'ampleur et la difficulté des processus que cette pratique entraîne au niveau de l'activité cérébrale.

Le cerveau humain demeure encore l'un des mystères de notre monde, cet organe qui se reconstruit continuellement, se transforme et se remodèle durant toute notre vie. La force motrice de cette perpétuelle évolution est l'apprentissage intensif d'un instrument de musique aux cordes frottées – et plus particulièrement le violon – qui débute très tôt, à un âge très jeune – avant 7 ans – et qui doit continuer inlassablement à l'âge adulte.

Les modifications observées au niveau neuronal ne se réalisent pas d'aujourd'hui à demain, mais elles sont le résultat des milliers d'heures d'entraînement instrumental assidu. Toutes les autres activités qui nécessitent des gestes répétés arrivent à modifier notre cerveau dans une certaine mesure, mais c'est seulement la pratique d'un instrument de musique qui nécessite une multitude de gestes différents aussi précis, rapides et qui se répètent pratiquement à l'infini. Ainsi, les violonistes arrivent à des performances motrices éblouissantes. Les modifications neuronales observées dans leurs cerveaux sont nettement plus importantes et sur des zones plus étendues que celles observées chez d'autres sujets non-violonistes. Des études ont montré que les gens normaux, qui ne pratiquent pas ce genre d'activité, sont naturellement capables de bouger leurs doigts sur des écarts d'à-peu-près un millimètre, dans un laps de temps d'un quart ou une demie seconde. Par contre, durant le jeu, les violonistes aguerris arrivent à placer les doigts de la main gauche sur des écarts ne dépassant pas une dixième de millimètre, dans des laps de temps de l'ordre d'une dixième ou d'une seizième de seconde, voir encore plus vite.

Comparativement aux joueurs d'instruments aux cordes frottées de plus grandes dimensions – altistes, violoncellistes, contrebassistes – les exigences auxquelles le cerveau des violonistes est appelé à s'adapter sont incontestablement plus grandes. Plus petit est

l'instrument, plus exigeant est le jeu. Par exemple, un violoncelliste ne sera jamais obligé de placer les doigts de sa main gauche sur des écarts aussi réduits qu'un violoniste, car la corde de violoncelle est presque deux fois plus longue que la corde d'un violon. Par conséquent, les intervalles au violoncelle sont deux fois plus grands qu'au violon. En ce qui concerne la vitesse, un violoncelliste ou un contrebassiste ne pourra jamais exécuter une succession de notes aussi rapidement qu'un violoniste, à cause des particularités des cordes de son instrument – longueur, diamètre et tension. Plus la corde est courte, fine et tirée, plus la vitesse de jeu qu'elle permette est grande.

Toutes ces performances, toute cette précision du jeu et cette maîtrise parfaite de l'instrument ne sont pas innées, mais acquises durant un processus d'apprentissage extrêmement long et soutenu. C'est durant toutes ces longues années d'exercices que le cerveau arrive à se modeler et à se remodeler. Seulement ainsi les violonistes parviennent à jouer d'une façon parfaite une note toutes les dixièmes ou vingtièmes de seconde.

Des études effectuées à l'aide de l'imagerie par résonance magnétique ont mis en évidence que les actions de la main droite d'un violoniste sont gérées par des neurones qui se trouvent dans l'aire motrice de l'hémisphère gauche du cerveau. Cet hémisphère héberge également le centre du langage, des concepts et de la logique. Par contre, les mouvements de la main gauche sont dirigés par les neurones de l'hémisphère droit, qui est aussi responsable de la perception de la musique et de l'imaginaire.

La qualité et l'acuité des gestes d'un violoniste dépendent d'une infinité de circuits neuronaux de contrôle, situés dans la profondeur du cerveau, dans des formations appelées ganglions de la base, qui ont le rôle d'ordonner, de synchroniser et de coordonner ces gestes. En égale mesure, ces circuits ont appris durant les années de pratique instrumentale à gérer et à contrôler la souplesse, la fluidité et l'harmonie des gestes des violonistes. Les circuits neuronaux sont particulièrement développés et entraînés chez les instrumentistes virtuoses et dans une moindre mesure chez les acrobates et les danseurs. Par contre, quand ces circuits de contrôle se détériorent – comme dans le cas des différentes affections neurologiques telles que la maladie de Parkinson – les gestes motrices présentent des discontinuités, leur souplesse est affectée et le mouvement arrive à un blocage.

Un violoniste virtuose, même à un âge adulte, doit toujours s'entraîner pour maintenir et pourquoi pas affiner d'avantage ses capacités motrices, ses mouvements des bras, des doigts et des poignets, mais surtout la coordination de tous ses mouvements, pour parvenir à un idéal de souplesse et de vélocité. Ainsi, au cours des années d'exercices, les mouvements et les gestes volontaires deviennent des gestes reflexes, automatisés, qu'on exécute d'une façon inconsciente.

La scintigraphie cérébrale est une analyse d'imagerie médicale réalisée à l'aide d'une substance de contraste légèrement radioactive, qui s'accumule et se fixe pour une courte période dans les parties plus actives du cerveau à un certain moment. Les signaux émis par la substance radioactive sont transmis sur un écran sous forme de points ou de zones colorés. De cette façon, on peut remarquer les zones et les relais cérébraux impliqués par exemple dans les mouvements volontaires de la main. En même temps, nous pouvons observer d'autres zones du cerveau qui sont actives durant le jeu, touchant plus précisément les relais cérébraux responsables de la souplesse et de la précision du jeu. Au niveau du cervelet, zone cérébrale qui assure généralement le tonus et l'équilibre du corps, nous remarquons aussi des points et des zones d'activité.

Les différentes expériences et analyses par scintigraphie cérébrale ont prouvé ce que l'on croyait impossible quelques décennies auparavant. A l'âge adulte, dans le cerveau humain et généralement au niveau de tout le système nerveux, le réseau de voies neuronales peut être modifié, il peut donc changer. Lors d'une analyse par scintigraphie, le cerveau d'un homme qui avait la main droite paralysée présenté des signes très faible d'activité cérébrale du coté gauche. Suite à une thérapie, l'homme arrive à reprendre la mobilité de sa main droite. La scintigraphie montre que le coté gauche du cerveau est toujours déficitaire, mais son activité s'est déplacé au niveau de l'hémisphère droit. Ainsi, l'activité de l'hémisphère droit compense le manque d'activité dans l'hémisphère gauche. Nous assistons à la démonstration du phénomène appelé plasticité cérébrale. C'est l'incroyable capacité du cerveau humain de muter, de s'adapter et de changer ses voies neuronales, en permettant ainsi à de nouvelles zones de compenser les zones affectées par des accidents ou maladies neurologiques.

Les voies neuronales s'avèrent être vivantes, tout comme les neurones qui les composent ou les réseaux qui les unissent. Tous les

composants des réseaux neuronales sont entretenus et réparés pas une infinité de cellules macrophages, car le système nerveux est en permanente mutation et évolution. Tout en entraînant les muscles, les nerfs qui les commandent finissent par se développer. Le contact entre la fibre nerveuse et le muscle se renforce, les points de contact se multiplient et s'étendent, ayant comme résultat un signal nerveux moteur plus fort et plus exact. Toujours suite à un entraînement rigoureux d'une durée de quelques mois, nous avons observé que le nombre de synapses (connexions) entre des neurones voisins a augmenté et elles ont également changé de place.

Chez l'embryon humain, les fibres nerveuses ont une tendance naturelle de se connecter. Nous remarquons aussi chez les adultes la même tendance des fibres nerveuses, qui continuent à se connecter et à former de nouvelles voies ou réseaux neuronales. De circuits secondaires prennent forme et s'interconnectent durant toute la vie, mais surtout pendant les périodes d'apprentissage intensives, comme dans le cas des violonistes virtuoses.

Les mains des violonistes sont contrôlées et corrigées par multiples informations provenant des différents sens, mais principalement de l'oreille. Constamment, l'oreille contrôle et dirige l'exécution de l'instrumentiste, selon le principe « le produit final corrige l'action », phénomène également nommé boucle de rétroaction. Le son arrive à l'oreille, qui sépare les fréquences à l'aide des cils auditifs, qui vont être codés et rangés dans des fibres différentes. Des relais filtrent les bons sons du bruit d'ambiance, pour les envoyer à l'aire auditive cérébrale primaire.

A l'aide de l'électroencéphalographie, la façon dont le cerveau traite les informations est révélée. Les lobes frontaux reçoivent l'information, l'évaluent et programment ensuite les corrections ou les modifications à appliquer. Ultérieurement, l'écorce frontale attend l'information suivante. Chez un violoniste virtuose, ces transferts d'informations se réalisent extrêmement rapide, en 50 millisecondes. Dans un laps de temps ne dépassant pas une dixième de seconde, le cerveau d'un violoniste écoute le son qu'il vient de produire, analyse les éventuelles corrections, anticipe et prépare l'exécution de notes suivantes en attendant la suite. Il participe tous les sens : l'ouïe, la vue, le toucher et les perceptions internes (l'équilibre, la kinesthésie). Un schéma corporel complexe accompagnera et guidera le jeu.

Seulement à travers un entraînement assidu, conscient – guidé par tous les sens – et un self-control permanent le violoniste arrive à transformer et à améliorer dans une mesure importante et étonnante les capacités de son cerveau. Ainsi, à l'aide des performances augmentées de son cerveau, un violoniste virtuose est capable de modifier la position d'un doigt en une dixième de seconde, sur des intervalles aussi petits qu'un comma. Il y a des passages qui nécessitent une vitesse extrême, demandant aux violonistes d'exécuter jusqu'à 12 notes par seconde. Dans ces situations – mais pas seulement – l'interprète, qui peut lire ou peut se remémorer la partition, anticipe le déroulement de la musique d'au moins une mesure, ou minimum 700 millisecondes. Durant cette période infime, une zone du cerveau prépare et organise rapidement la musique qui va être jouée par une autre zone du cerveau, juste après. Le violoniste élabore un schéma et une stratégie mentale de tout son jeu. A ce sujet, l'imagerie par scintigraphie cérébrale nous montre que de nombreuses voies neuronales présentent une activité significative. Dans une aire motrice sont enregistrés les gestes habituels d'un violoniste, comme par exemple des arpèges, des doubles-cordes, des gammes etc. L'hippocampe accède par la suite à ces stocks d'informations, qui seront comparées avec des projets antérieurs, ordonnées et utilisées pour composer le nouveau projet musical. Finalement, le cortex frontal aura le rôle de construire des stratégies pour l'exécution de la pièce. C'est précisément dans la zone du cortex frontal que se préparent à l'avance tous les gestes qui vont être exécutés. Par conséquent, l'interprétation d'une pièce sera meilleure si elle sera préparée mentalement à l'avance. Le violoniste devra séparer la préparation du geste de son exécution. Ainsi, de nouveaux circuits neuronaux sont établis au niveau de l'écorce frontale, tout comme dans le cerveau entier.

Cependant, uniquement le développement des fibres nerveuses ne suffit pas à élucider les mutations qui sont nécessaires. Le côté énigmatique de notre cerveau réside aussi dans sa gigantesque complexité. Cents milliards de neurones compose le cerveau humain. Chacun d'entre eux peut établir jusqu'à 100.000 connexions, qui créent ainsi des milliards des milliards de circuits neuronaux disponibles. Par l'apprentissage, ces circuits peuvent être choisis, activés et consolidés. Ce processus devient possible à travers la transmission chimique de l'information, qui est révélée à l'aide de la scintigraphie, lorsqu'on découpe un neurone. Les synapses chimiques visibles sur l'écran

forment des circuits humides, qui ont la capacité de se transformer, de se remodeler continuellement, selon les besoins et les demandes.

Toutefois, la vélocité et la justesse d'un instrumentiste ne fait pas de lui un musicien. L'interprétation de la musique nécessite en égale mesure un autre type d'éducation. Il faut aborder la musique à l'aide d'une approche linguistique. Tel les lettres assemblés en syllabes et mots, pour former finalement des phrases, les notes musicales doivent être groupées, pour leurs donner un sens et arriver à établir un langage. On crée ainsi des circuits neuronaux spécialisés. Dépassé la phase de déchiffrage et de la réalisation techniques des différentes configurations, un instrumentiste fait appel à un nouveau langage symbolique.

Grace au cerveau – ce grand mystère de l'univers – nous pouvons élaborer et comprendre des notions abstraites qui sortent du mesurable, telles que: un peu, un peu plus, pas trop, juste une idée, je ne sais quoi. A l'aide des circuits humides, chaque neurone peut recevoir tout type d'informations. Ainsi, les différentes parties constitutives motrices, cérébrales et émotionnelles ont l'opportunité de s'activer pendant le jeu.

Auparavant, la science considéré le cerveau un organe fixe et invariable. Mais, un violoniste doit se confronter à ses humeurs spécifiques. Aujourd'hui, grâce à la scintigraphie, nous savons que sur les réseaux neuronaux existent des agglomérations de neurohormones – des messagers chimiques – qui circule et répandent leurs humeurs et leur influence sur de larges parties des réseaux. Ces messagers chimiques sont responsables de plusieurs activités cérébrales et émotions, telles que la vigilance, la haine ou l'amour, le sommeil, l'humeur ou le tonus unique des concertistes durant les représentations.

L'effet de la musique sur le cerveau est particulièrement fort, générant un état de bien, d'équilibre, parfois proche de la transe, mais qui reste encore énigmatique, incompréhensible. Notre cerveau possède la capacité d'entreprendre des activités infinies, qui vont ensuite le remodeler, le transformer structurellement et fonctionnellement. C'est effectivement à travers le cerveau que nous pouvons communiquer, mais également ressentir le plaisir de la musique et vivre pleinement ses émotions.

**RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :**

G. Avanzini, C. Faienza, D. Minciocchi, L. Lopez, M. Maino, *The Neurosciences and Music*, en *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 999, 2003.

A. Engélien, T. Elbert, C. Pantev, *Le cerveau du musicien. Organisation spécialisée des régions consacrées à l'audition et au toucher*, en *Médecine des arts*, nr. 28, 1999.

D. Purves, J. W. Lichtman, *Principles of Neural Development*, en *Blackwell Scientific Publications*, 1985.

**SUMMARY**

**Andreea Ciornenchi Grigoraș**

**Cezar Bogdan Alexandru Grigoraș**

**Violin virtuosity - the supreme « elixir » of neuroplasticity**

It's scientifically proven that music, and more specifically playing a musical instrument, contributes considerably to the development of the human brain - especially the part known as the cerebral cortex or brain stem. What happens in the brain when we play a musical instrument? For example, studying the violin leads to the development of two parts of the brain: the left and the right. The left side is specifically responsible for logic and spoken language, while the right side is the cradle of emotions, human intuition and the artistic sense. Since the end of the 19th century, specialists in neurobiology have put forward the idea that the human brain - and more generally the mammalian brain - can regenerate and remodel itself even in adulthood, practically throughout life. We are of course talking about the concept of neuronal plasticity, cerebral plasticity or neuroplasticity, a phenomenon favoured by the existence of several types of neuronal circuit, which can become active or reactivate, adapt and develop. What's more, a multitude of neuronal synapses, which we might call latent, are stimulated and regenerated through music, or better still, through instrumental practice.