

# THEORIE NEURONALE DE LA COGNITION ET ENTRAINEMENT COGNITIF

C. Touzet

Lab. Neurosciences Adaptatives et Intégratives (UMR 7260),  
Pôle Cerveau-Comportement-Cognition, Aix Marseille Université, F

Mots clés : entraînement cognitif, critères, efficacité

## Introduction

Touzet (2012) liste six critères garantissant l'efficacité d'un programme d'entraînement cognitif. L'entraînement cognitif est rendu possible parce que la mémorisation par les neurones de ce qu'ils vivent ne peut pas être empêchée, et que ce processus est à l'oeuvre du premier jour à la dernière seconde de notre vie. De plus, le cerveau ne traite pas l'information, mais la représente. Il suffit donc de modifier le quotidien pour induire des modifications dans la connectique neuronale – c'est à dire modifier (si possible améliorer) les performances des fonctions cognitives vis à vis du quotidien. En nous appuyant sur la Théorie neuronale de la Cognition (Touzet, 2010), nous détaillons rapidement les bases neuronales de ces 6 critères.

### *1) L'ajustement continu des difficultés des exercices au profil cognitif de l'utilisateur*

Trop facile, le nombre de neurones impliqués est faible et les effets de l'entraînement seront très limités ; trop difficile, l'exercice n'est pas fait (et donc pas d'entraînement du tout).

### *2) L'acquisition par l'utilisateur d'une méta-connaissance de sa cognition*

Il s'agit de permettre au sujet de comprendre ses limitations, de les prévoir et donc de les résoudre. Cette connaissance élimine *ipso facto* le stress induit par la différence entre la performance prédite (espérée) et celle effectivement réalisée. Cette différence est le signe d'un nombre de neurones impliqués plus important que strictement nécessaire, qui à terme va entraîner une baisse des performances cognitives.

### *3) L'utilisation de matériels et exercices écologiques (en relation avec la vie quotidienne)*

Un matériel non écologique (type idéogrammes abstraits) et/ou des exercices n'ayant pas de contrepartie dans le quotidien de la personne entraînée (type mesure de l'empan) impliquent des réseaux de neurones « nouveaux » puisque absents du quotidien de la personne - qui par définition ne serviront à rien dans son quotidien.

### *4) Un entraînement fréquent et qui s'étend sur plusieurs semaines*

Les modifications de la connectique neuronale (création/destruction de connexions et modifications d'efficacité synaptique) ne se comptent pas en jours, heures ou mois – mais en nombre d'évènements vécus par les neurones impliqués. Une sollicitation intense peut aboutir à une mémorisation « en un coup », tandis qu'une sollicitation tout juste liminale peut nécessiter des centaines de répétitions. L'objectif de l'entraînement cognitif étant l'amélioration des performances cognitives, c'est à dire une meilleure gestion des situations nouvelles, une large variété de situations nouvelles doivent avoir été vues souvent. Cela prend du temps. Du fait de la nécessaire sérialisation des expériences vécues, la modification de la connectique neuronale est incrémentale. L'incrément journalier est limité du fait même que l'apprentissage neuronal est continu et permanent. Il faut donc des semaines pour modifier en profondeur un cerveau à raison de plusieurs heures par jour. Notez que cela ne signifie pas que l'on doive avoir l'impression de s'entraîner plusieurs heures par jour. Il suffit de quelques minutes pour initier la mise en oeuvre de nouveaux réseaux qui resteront actifs pendant tout le reste de la journée - si celle-ci inclut des situations qui les mettent en jeu.

5) *Les processus cognitifs de base (mémoire et attention) sont à entraîner avant les processus de haut niveau type inhibition, planification, résolution de problème*

Les événements (situations vécues), qui appartiennent à la même famille, ont par définition des ressemblances. Ils activent des réseaux neuronaux proches (voisins), et construisent des "représentations". Les représentations (appartenant à une même famille) forment une topie, et occupe une surface corticale continue baptisée "carte corticale" (type Homoncule). Les représentations (cartes corticales) préexistent (mémoire et attention) à la construction de la hiérarchie des cartes corticales. La gestion des relations entre les cartes correspond à la mise en oeuvre des processus cognitifs de haut niveau (contrôle, planification) à entraîner dans un second temps.

6) *Tous les processus cognitifs doivent faire l'objet d'un entraînement (même si l'objectif initial est l'amélioration d'un seul d'entre eux)*

Mémoires, attentions, contrôle, planification, etc. sont intimement liés. Il s'agit de la même hiérarchie de cartes corticales vue selon une perspective différente.

La TnC estime à environ 600 le nombre de cartes corticales organisées sur un peu plus d'une douzaine de niveaux. Quatre-vingt de ces cartes ont déjà été découvertes. Ces cartes sont construites au cours du développement de l'individu en fonction de son vécu. Les cartes de bas niveau d'abstraction (au sein du cortex primaire) avant des cartes de niveaux plus élevés qui représentent des informations issues d'une ou plusieurs cartes (cortex secondaires). Les cartes de niveau le plus élevé forment le cortex associatif et sont les dernières à s'organiser. De ce point de vue, les capacités cognitives de l'individu (langage par exemple) sont directement dépendantes de l'organisation de ces cartes, laquelle dépend du nombre d'événements vécus.

Ce que nous appelons les processus cognitifs, sont la mise en jeu des représentations entre elles. La mémoire est la simple « relaxation » du système vis à vis d'une information présente en entrée. L'inhibition est le contrôle de l'activation d'une connectivité normale entre deux cartes, afin de faire disparaître la réponse la plus « naturelle » (en fait la plus rapide), les fonctions exécutives consistent en la supervision de activations inter-cartes pour respecter soit des contraintes d'usage (contrôle attentionnel), soit des contraintes de résultats (planification).

La construction de la connectique neuronale par des synapses obéissant à la loi de Hebb impose (du fait de la fenêtre temporelle, source d'a-causalité) un ajustement des synapses à la fois dans le sens « bottom-up » et dans le sens « top-down ». L'attention endogène (facilitation) est donc automatique dès qu'une représentation au niveau « associatif » est activée (qui utilisera les connexions top-down).

Si l'on veut bien se souvenir que les cartes corticales réalisent une cartographie respectant la fréquence d'apparition des événements ainsi que leur similarité, on comprend alors qu'un événement « nouveau » (dans le contexte courant) générera d'autant plus d'activation neuronale qu'il est hors norme, et que cette activation parviendra aux plus hauts niveaux (puisqu'elle n'a pas pu être prédite – et donc filtrée). C'est l'attention exogène, tout aussi automatique que la précédente (mais via les connexions bottom-up). Le fait qu'une unique représentation seulement puisse être active à la fois sur une carte induit un accès limité aux cartes codant pour le langage (représentations orthographiques des mots, représentations phonologiques des mots, etc). Ceci oblige à une verbalisation automatique (*i.e.*, conscience) sérialisée (qui donne l'illusion de ressources attentionnelles limitées). De fait, deux individus (aux vécus différents), dans la même situation, ne seront pas attentifs de la même façon.

### **Références**

Touzet, C. (2012). Six critères à respecter pour l'entraînement cognitif. In *Congrès Européen de Stimulation Cognitive*, Dijon (soumis).

Touzet, C. (2010). *Conscience, intelligence, libre-arbitre ? Les réponses de la Théorie neuronale de la Cognition*, 156 pages, éd. la Machotte.