

A la suite de notre récente participation à la réunion 2019 de l'API à PARIS, nous souhaitons vous informer de quelques sujets de réflexion, à travers des interventions de grande qualité.

En particulier à propos de la dyslexie et ses relations à la posture.

Nous avons complété les informations recueillies en amphithéâtre, avec des compléments tirés de revues bibliographiques.

En fin de compte rendu, un rappel des vertus de l'enseignement musical sur la plasticité cérébrale, et les interférences sensori-motrices, qui devraient nous intéresser au premier plan.

Et quelques informations

DYSLEXIE ET POSTURE : où en est la recherche ?

D'après la communication de Maria Pia BUCCI (UMR CNRS 1141) Hôpital Robert Debré –PARIS

L'attention visuelle joue un rôle central aussi bien dans le contrôle postural que dans l'exécution des saccades oculaires (Rizzolatti et al., 1987 ; Deubel et Schneider, 1996 ; Belopolsky et Theeuwes, 2009).

Les mêmes structures corticales et sous corticales pourraient être impliquées dans la programmation et l'exécution des saccades oculaires **ainsi que** dans le contrôle postural (Leigh and Zee, 2006).

Quelques études apportent des éléments contradictoires, mais aucune étude n'examine l'effet des mouvements oculaires sur le contrôle postural chez l'enfant et l'adolescent sain.

Nous savons que les enfants strabiques sont plus instables : Odenrick et al (1984), Matsuo et al. (2006), Legrand et al. (2011) : surface, longueur et vitesse du Centre de Pression (CdP) sont significativement plus grandes chez les strabiques.

En revanche, les surface, longueur et vitesse du CdP sont significativement meilleures chez les strabiques que non strabiques au cours d'une double tâche (saccade oculaire).

Le contrôle postural passe alors en contrôle « automatique » (modèle de l'interaction non-linéaire).

Chez les enfants dyslexiques la vergence des yeux est anormale.

Il semble exister un caractère génétique (50 à 60% des sujets atteints sont de sexe masculin, et il existe certaines formes familiales)

En 2001, Paulesu met en évidence un désordre comportemental commun, et une diminution de l'activité dans le lobe temporal G.

L'hypothèse visuelle avait été bien évoquée par Galaburda dès 1985, puis Stein et Walsh en 1997. Il existe une faible coordination durant des fixations prolongées chez les dyslexiques (le problème se situant au niveau du système magnocellulaire).

Des IRM fonctionnelles (IRMf) réalisées par Peyrin (2011 et 2012) mettent en évidence une diminution d'activité dans les régions pariétales (en particulier l'aire pariétale supérieure G) et le gyrus temporal chez les dyslexiques, ces régions étant particulièrement importantes dans l'activité visuo-attentionnelle.

Il existe manifestement un déficit du traitement des informations visuelles.

Des études récentes (Quercia 2013, mais surtout Le Floch et Ropars en 2017 évoquent le rôle de la coexistence de l'image primaire miroir par rapport à la persistance rétinienne, comme cause de la dyslexie) : ceci implique la notion des taches de Maxwell : celle de l'œil directeur est parfaitement circulaire, l'autre a plutôt la forme d'une « patate diffuse ». **Si on regarde une lettre (le b par exemple) elle sera parfaitement imprimée par l'œil directeur dans une partie du cerveau, et une image inversée fantôme (un d) sera stockée dans une autre partie. Le cerveau ne tenant pas compte de cette dernière.** Les dyslexiques ont deux taches de Maxwell parfaitement identiques et symétriques ; donc pas d'œil D ou G directeur, et l'image fantôme ne va pas s'effacer. Le cerveau ne sait donc plus laquelle sélectionner.

Une étude réalisée par l'auteur (M. Seassau M P Bucci, Front. Integr. Neurosci., 30 October 2014) a montré des différences dans les mesures de convergence et divergence : les valeurs sont beaucoup plus faibles chez les DYS (dyslexiques) que les nonDYS.

Les fixations durant la lecture : chez les DYS le nombre de fixations ne décroît pas avec l'âge, alors qu'il décroît chez le nonDYS.

Les saccades sont moindres chez le DYS.

La durée des fixations : elle diminue avec l'âge chez le nonDYS ; elle diminue également chez le DYS et atteint des valeurs proches du non DYS.

Les auteurs évoquent une immaturité des mécanismes d'apprentissage visuel.

Peut-on l'améliorer ?

Une étude a porté sur l'utilisation de jeux vidéo (20 dyslexiques âgés de 10 ans environ). Les jeux vidéo actifs sont activateurs de la coordination (activation du système magnocellulaire, donc de la capacité visuelle et attentionnelle chez les DYS)

D'autres observations ont récemment montré l'intérêt des filtres colorés : l'amélioration est plus importante avec des filtres verts ; et avec ces mêmes filtres, l'activité temporelle G (en IRM fonctionnelle) est activée significativement (KIM 2015), sans explication nette à ce jour.... ?

POSTURE et Dyslexie

On ne retrouve un déficit postural que chez certains dyslexiques, par défaut d'information proprioceptive et visuelle.

Il existe une balance entre adaptation posturale et pratique de tâches secondaires



Chez certains dyslexiques, des troubles du développement du cervelet ont été mis en évidence (au plan anatomo-pathologique, mais aussi en IRM, avec réduction du lobe antérieur).

Un exposé de N.Goulème concernant la rééducation permet quelques rappels et donne des éléments intéressants concernant posture et dyslexie.

L'on connaît les maladroitures, perturbations de l'équilibre et de la lecture chez les DYS.

Le déséquilibre est majoré lors de privations en informations sensorielles.

2 groupes d'enfants ont été étudiés (avec et sans programme d'entraînement)

Le groupe entraîné améliore rapidement son centre de pression (CdP) en terme de surface.

L'interposition d'une mousse sous le pied majore l'instabilité des DYS.

Par contre les paramètres de lecture n'ont pas été étudiés.

Dyslexie et musique

A la suite de ces exposés, nous nous sommes intéressés aux études intéressantes les musiciens et à l'intérêt de l'apprentissage musical en terme de coordination (posture) avec corrélations chez les enfants dyslexiques.

Nous avons analysé plusieurs publications récentes sur le sujet (que nous comptons compléter, car il s'agit manifestement d'un secteur passionnant)

Le traitement de la musique par le cerveau humain possède des caractéristiques aujourd'hui bien connues, et dont certaines sont proches de la façon dont le cerveau traite les informations linguistiques.

L'information est initialement de nature auditive: ce sens est très généralement dépourvu de visée communicative.

L'apprentissage de la musique possède deux avantages remarquables : celui du caractère ludique et celui de permettre un retour gratifiant de l'effort consenti.

Lorsque l'on a acquis un automatisme, comme un acte moteur (écrire, faire du vélo, conduire....) on a modifié des circuits cérébraux de façon durable de sorte que même si l'on suspend cette activité pendant longtemps, on pourra reprendre au niveau acquis avant l'arrêt sans grande difficulté, en tout cas bien plus vite et aisément que lors de l'apprentissage initial.

En effet, apprendre à jouer d'un instrument, provoque des modifications au niveau cérébral intéressant principalement des zones impliquées dans la perception auditive et dans l'activité motrice des mains, mais aussi des modifications des connexions entre différentes structures, en particulier les fibres unissant les aires antérieures et postérieures des hémisphères du cerveau.

L'aire de Broca (où l'on trouve des neurones à vocation multimodale) est significativement plus développée chez des musiciens professionnels. Chez les DYS on a noté la difficulté à traiter simultanément la forme visuelle et le son correspondant à une même lettre.

Il est utile de reprendre les trois types principaux de mécanismes impliqués dans la dyslexie : le trouble linguistique/phonologique, le trouble attentionnel et le trouble de la coordination gestuelle.

- a) l'approfondissement des aspects auditifs et perceptifs sera de mise. On sait ainsi que l'exercice musical est capable d'améliorer les bases phonologiques de la lecture, comme la capacité à percevoir des sons à l'intérieur d'un mot (conscience phonologique). Les capacités à traiter l'enveloppe temporelle de phrases musicales pourrait avoir un impact

direct sur le traitement de la prosodie du langage, et par là même de sa structure syllabique.

- b) sur le plan attentionnel: il y a intérêt à utiliser la notation musicale dès le début de l'apprentissage (notation de certains formes globales (« patterns ») comme les arpèges ou les accords)
- c) sur la composante motrice : utiliser l'apprentissage des mouvements spécifiques à l'apprentissage d'un instrument : le clavier d'un piano paraît le plus adapté dans cette perspective. Divers travaux récents sont venus confirmer cette hypothèse, montrant que les modifications cérébrales induites par l'apprentissage musical sont nettement plus flagrantes lorsque l'apprentissage des sons a intégré celui des gestes associés à la production de ces sons, en l'occurrence l'apprentissage d'une séquence sur le clavier d'un piano.

D'autres publications ont attiré notre attention, notamment celles ci-après, tirées du site de Figaro-santé.

En dehors de quelques cas présentant une difficulté visuelle à distinguer les lettres entre elles, les enfants discriminent mal certains sons comme B et P et peinent donc à les associer à leurs lettres respectives, entraînant les difficultés de lecture.

Chaque son, ou phonème selon le langage orthophoniste, a des paramètres acoustiques qui changent très rapidement au cours du temps. Seule une excellente synchronisation de réseaux de neurones du cortex auditif avec ceux des aires du langage assure une reconnaissance stable de chaque phonème, précise Johannes Ziegler, directeur adjoint de l'Institut de recherche du cerveau et du langage à l'université Aix-Marseille.

«Des études menées chez des musiciens s'exerçant énormément montrent que leurs capacités de langage sont exacerbées. Ils discriminent beaucoup mieux les sons et apprennent plus facilement une langue étrangère, explique Daniele Schön, chercheur à l'Inserm et coauteur de cette nouvelle étude. À l'inverse, des enfants qui ont des difficultés en lecture présentent des problèmes de coordination sur le rythme que ce soit en chant, en danse ou tout simplement en suivant une mélodie».

Daniele Schön et son équipe ont demandé à une cinquantaine d'enfants dyslexiques âgés de 8 à 11 ans de suivre des cours collectifs de musique rythmique ou d'art plastique pendant six mois à raison de deux séances par semaine (60 % des enfants du groupe « musique » s'étaient améliorés en lecture au point de sortir des critères de dyslexie contre 28 % dans le groupe «art plastique»).

En pratique, les séances ne demandent pas d'expertise particulière de la part des professeurs. Il faut juste du rythme qui peut être sous forme de danse ou de chant, afin que l'enfant ait envie d'y aller. Le solfège seul ne suffit pas. La méthode est donc à proposer dès qu'un risque de dyslexie est détecté en fin de maternelle, début de CP ou encore chez les enfants ayant un langage oral très pauvre.

Enfin nous pensons utile de citer les travaux d'une équipe de BOSTON.

Plusieurs travaux ont déjà mis en évidence de meilleures performances cognitives chez des musiciens, enfants ou adultes, mais jusqu'alors il était difficile de savoir si cela provenait de la pratique, en soi, ou d'un biais de sélection, les musiciens venant souvent d'un milieu socio-économique plus favorisé.

L'intérêt de cette nouvelle étude est d'avoir soigneusement comparé une quinzaine d'enfants musiciens (filles et garçons) avec une douzaine d'enfants non-musiciens, mais de QI et de niveau socio-économique équivalent. Ces résultats sont importants car, outre leur importance pour la planification et la sélection des actions de la vie quotidienne, les performances exécutives semblent aussi prédictives de la réussite scolaire. Dans une étude conjointe de l'université d'Aberdeen et du Nebraska, publiée en 2008, les enfants qui avaient les fonctions exécutives les plus développées à l'âge de 4 ans et demi étaient aussi ceux qui obtenaient les meilleurs résultats scolaires trois ans plus tard. Signalons que, dans leur étude, les enfants avaient en moyenne cinq ans de pratique à leur actif à raison de 3 heures et demie par semaine, et avaient débuté la musique à 6 ans.

Tout comme la nourriture, le sexe ou les drogues, la musique sollicite le circuit de la récompense dans le cerveau de l'auditeur.

Il y a libération de dopamine, le neurotransmetteur du plaisir, responsable de ce "frisson musical".

Hervé Platel, dont les travaux sont mondialement connus, est l'un des premiers chercheurs, dans les années 90, à avoir observé le cerveau sous l'influence de la musique grâce à l'imagerie par résonance magnétique.

Ecouter une oeuvre musicale crée dans le cerveau une véritable "symphonie neuronale" mettant en jeu les quatre lobes cérébraux, le cervelet ou encore l'hippocampe, surtout connu pour son rôle dans la mémoire. ET précisément, dans l'hippocampe il y a plus d'activité cérébrale chez les musiciens que chez les non-musiciens et la quantité de neurones augmente en fonction du nombre d'années de pratique et de l'intensité de cette dernière.

En dehors des zones de l'audition, la pratique d'un instrument développe les régions traitant les informations motrices - qui ne seront d'ailleurs pas les mêmes chez un pianiste et un violoniste- mais aussi très largement celles du langage, avec qui elle partage plusieurs aires communes, en plus de la mémoire et du plaisir.

"Chez les malades d'Alzheimer, la mémoire musicale résiste, même à un stade très sévère. Leur cerveau continue d'encoder des informations", s'enthousiasme Platel, qui travaille sur les maladies neurodégénératives.

Si on fait écouter des mélodies nouvelles à des personnes présentant des amnésies majeures, elles sont capables, plusieurs mois plus tard, de les fredonner. Leur hippocampe a beau être dégradé, la mélodie persiste dans leur tête. En fait, la mémoire emprunte un autre chemin, moins vulnérable aux lésions cérébrales.

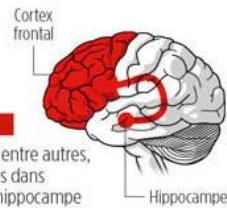
Une musique au rythme adapté, assure et uniformise la marche des patients ayant une activité motrice désordonnée pour cause de maladie de Parkinson.

Comment elle stimule certaines zones du cerveau



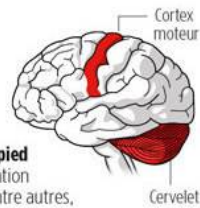
LA MÉMOIRE

Un air familier active, entre autres, des régions impliquées dans la mémoire comme l'hippocampe et certaines aires du cortex frontal.



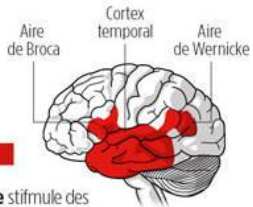
LA MOTRICITÉ

Battre la mesure avec le pied nécessite une synchronisation temporelle impliquant, entre autres, le cervelet et le cortex moteur.



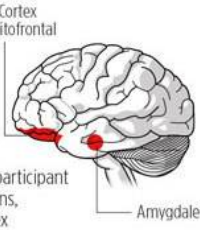
LE LANGAGE

Ecouter de la musique stimule des régions du cerveau communes à celles du langage, telles les aires de Broca et de Wernicke, ainsi que certaines régions du cortex temporal.



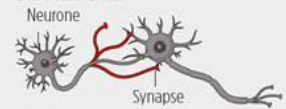
LES ÉMOTIONS

Elle active les structures participant au traitement des émotions, tels l'amygdale et le cortex orbitofrontal.

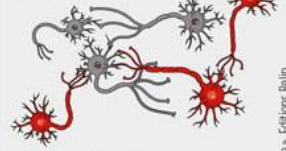


Elle favorise aussi la plasticité cérébrale...

... en augmentant le nombre de connexions synaptiques entre neurones.



... en augmentant le nombre de neurones



... en allongeant les prolongements neuronaux

