

TP24 : La plasticité cérébrale

La notion de plasticité cérébrale a déjà été abordée en Première S (la vision). -> En TS : démontrer que le cortex moteur, à l'instar du cortex visuel, est le siège d'une plasticité et que cette plasticité est importante, tant dans l'élaboration d'un phénotype spécifique que dans certaines situations médicales".

Objectifs : Montrer que l'environnement façonne **différemment l'organisation du cortex entre différents individus** et montrer que cette plasticité cérébrale permet au **cerveau de se remodeler tout au long de la vie malgré le vieillissement cellulaire.**

A partir de la comparaison des images fonctionnelles de l'encéphale deux sujets réalisant strictement la même tâche motrice, discutez de leur utilisation possible pour argumenter l'idée de plasticité du cortex moteur. Présenter en parallèle des images légendées permettant de comparer, chez les deux sujets, l'emplacement des zones corticales impliquées dans la réponse motrice de la main (voir document en annexe).

À l'aide des documents du livre, montrez que la plasticité cérébrale peut compenser des handicaps liés à des accidents (cérébraux ou autres) et que certains comportements permettent, grâce à cette plasticité, de ralentir le vieillissement cérébral.



Activité 1 : Comparaison des cartes motrices de deux individus

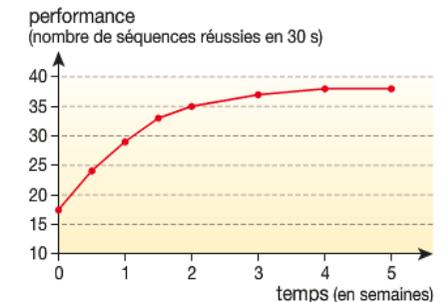
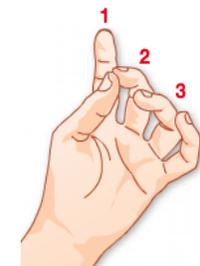
- Avec le logiciel EduAnatomiste, comparer les IRM fonctionnelles de deux individus (13111 et 13112) réalisant les mêmes tâches motrices.

Activité 2 : Influence de l'apprentissage sur le cortex moteur

1^{er} exemple : Des chercheurs ont réalisé l'expérience suivante dont le but est de caractériser l'effet de l'entraînement dans l'exécution d'une tâche motrice.

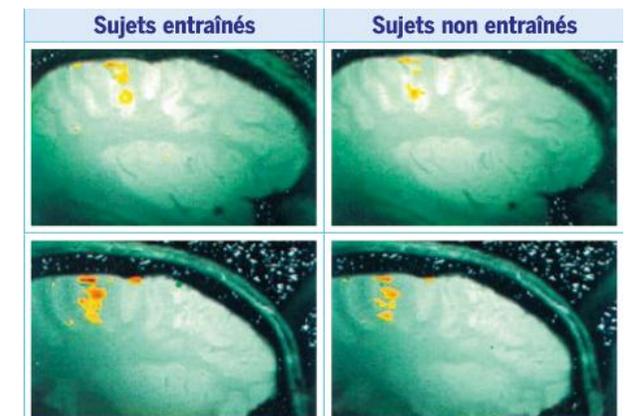
La tâche, moins facile qu'il n'y paraît, consiste à taper successivement sur le pouce les 4 autres doigts de la main, dans un ordre bien précis, par exemple la séquence 4,1,3,2,4 (doigts numéroté de 1 à 4, de l'index à l'auriculaire). L'entraînement consiste à réaliser quotidiennement cette tâche avec précision, le plus rapidement possible, pendant 10 à 20 minutes.

Le graphique ci-contre montre l'évolution de la performance au cours des 5 semaines d'entraînement (nombre de séquences réalisées en 30 secondes, moyennes sur 10 sujets).



L'exploration par IRMf compare l'activité du cortex cérébral associée à l'exécution de cette tâche chez des sujets qui suivent l'entraînement (1^{ère} colonne) avec des sujets non entraînés (2^{ème} colonne). Dès la 3^{ème} semaine d'entraînement quotidien, des différences significatives apparaissent (1^{ère} ligne). Malgré l'arrêt de l'entraînement, ces différences s'accroissent et deviennent maximales 8 semaines après (2^e ligne).

- Décrire et interpréter les résultats



2^{ème} exemple : Quand le cerveau apprend à jouer du piano... :

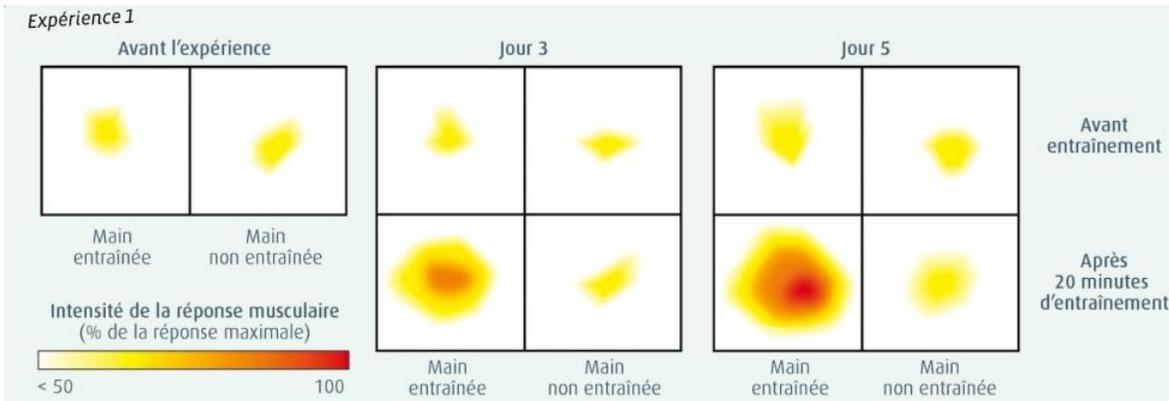
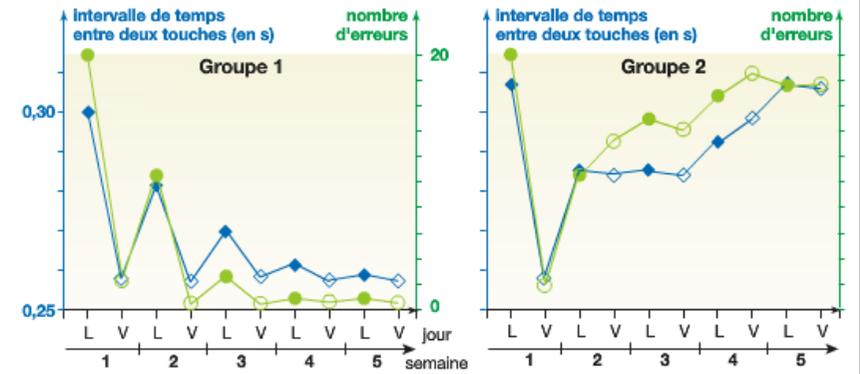
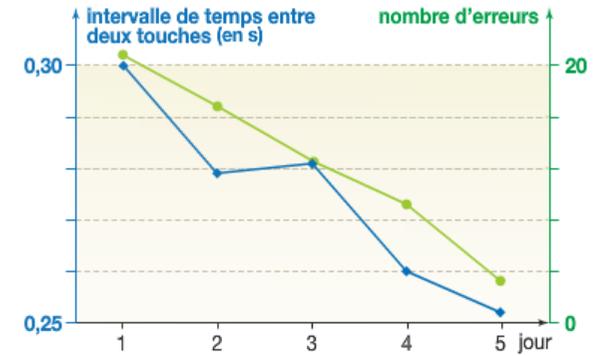
1^{ère} étude : Les sujets ont pratiqué pendant 5 jours un entraînement quotidien de 2 heures. Il leur a été demandé d'effectuer une séquence avec une main seulement et en utilisant les 5 doigts. La consigne était d'effectuer un exercice en frappant les touches régulièrement, sans erreur.

A l'issue de cet entraînement, un test est réalisé, consistant à réaliser le mouvement appris, 20 fois de suite : les résultats sont présentés par le *graphique ci-contre*.

Par ailleurs, par une technique complexe, on a déterminé la carte motrice associée aux muscles fléchisseurs des doigts, c'est-à-dire l'aire du cortex associée au fonctionnement de ces muscles. Cette exploration a été menée avant chaque séance d'entraînement et 20 minutes après. Les résultats sont présentés par le *document ci-dessous (expérience 1)*.

2^{ème} étude : A l'issue de cette première semaine, les sujets ont été répartis en 2 groupes : le premier groupe a continué l'exercice pendant que le second groupe a cessé de pratiquer l'apprentissage. Le même test et la même cartographie du cortex moteur impliqué ont été réalisés chaque semaine, d'une part le lundi avant chaque séance, d'autre part le vendredi après la dernière séance d'apprentissage de la semaine (il n'y avait pas d'entraînement le week-end). Les résultats sont traduits par les *graphiques ci-contre*.

Le *document ci-dessous (expérience 2)* montre les cartes du groupe 1 le lundi. Les cartes du groupe 2 ne sont pas représentées car elles ont repris leur dimension de base dès l'arrêt de l'entraînement.



Une seule main est entraînée à un exercice de piano pendant 20 minutes. Les cartes motrices sont déterminées avant et après la séance d'entraînement, pour les deux mains. L'expérience est renouvelée pendant 5 jours consécutifs.



Pendant 5 semaines consécutives, une seule main est entraînée quotidiennement à un exercice de piano du lundi au vendredi. Les cartes motrices de cette main sont déterminées le lundi avant chaque entraînement.

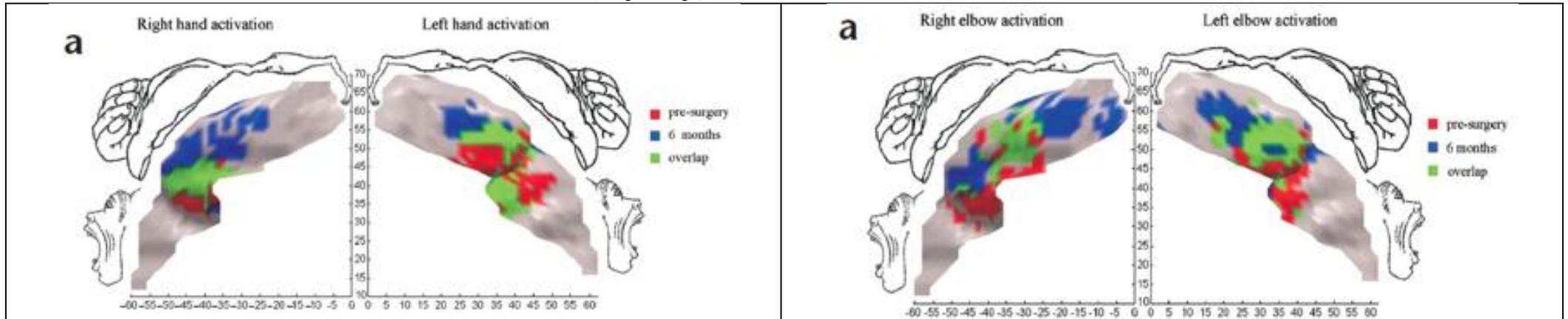
- Décrire et interpréter les résultats

Activité 3 : La réorganisation cérébrale à la suite d'un accident et sa réversibilité

Un homme a subi en 1996 l'amputation accidentelle de ses deux mains. 4 ans plus tard, il est opéré et on lui greffe deux mains.

Utiliser les résultats de l'étude d'imagerie fonctionnelle corticale afin de montrer que le cortex moteur est capable de se réorganiser et de retrouver son organisation initiale d'avant l'accident.

Les résultats présentés sont issus d'une publication scientifique de la revue Nature neuroscience (volume 4 no 7, pp. 691-692, juillet 2001) : "Cortical reorganization in motor cortex after graft of both hands" de Pascal Giraux, Angela Sirigu, Fabien Schneider et Jean-Michel Dubernard.

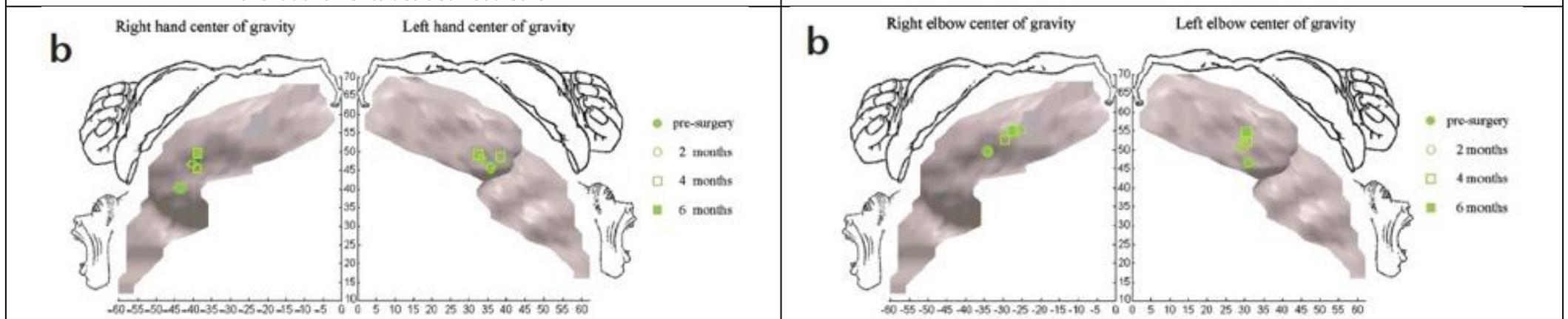


Carte d'activation dans l'aire M1 obtenue lors de mouvements de la main : vue coronale reconstruite des aires droite et gauche dans le système de coordonnées de Talairach

En rouge : avant l'opération ; en bleu : 6 mois après la greffe ; en vert : les chevauchements des deux couleurs

Carte d'activation dans l'aire M1 obtenue lors de mouvements du coude : vue coronale reconstruite des aires droite et gauche dans le système de coordonnées de Talairach

En rouge : avant l'opération ; en bleu : 6 mois après la greffe ; en vert : les chevauchements des deux couleurs



Déplacement dans l'espace du centre de gravité des activations au cours des différentes sessions d'enregistrement pour les mouvements de la main (avant l'opération, 2 mois, 4 mois et 6 mois après la greffe) ; le centre de gravité a été positionné en affectant à chaque voxel la valeur de son activation

Déplacement dans l'espace du centre de gravité des activations au cours des différentes sessions d'enregistrement pour les mouvements du coude (avant l'opération, 2 mois, 4 mois et 6 mois après la greffe) ; le centre de gravité a été positionné en affectant à chaque voxel la valeur de son activation