



THEME 3A - Neurones et mouvements

TP2 - Le mouvement volontaire

Paul, un enseignant de 59 ans, a récemment éprouvé des difficultés motrices au niveau du bras et de l'avant-bras. Maintenant, il éprouve de grandes difficultés pour effectuer certains mouvements avec sa main droite, ce qui lui pose d'importants problèmes pour corriger ses copies car Paul est droitier. Il consulte donc votre service de neurologie pour connaître la cause de ses problèmes et savoir s'il pourra à nouveau corriger des copies.



Problème : Comment expliquer les difficultés de Paul et pourrait-il retrouver une activité d'écriture normale ?

Matériel et données :

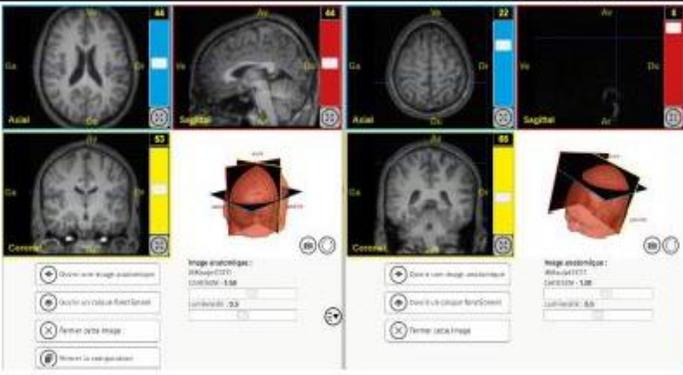
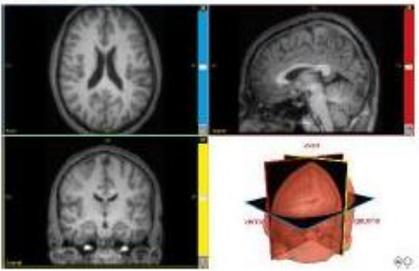
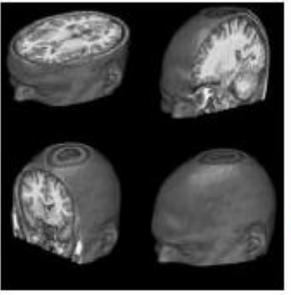
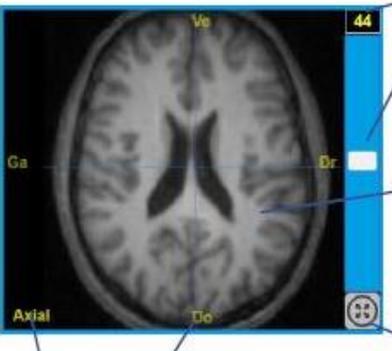
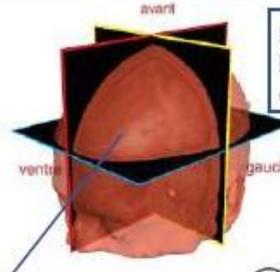
- Manuel BELIN p400 à 409 et Documents 1 à 4
- Images d'IRM anatomiques de Paul (12223-T2)
- Images d'IRM anatomiques et fonctionnelles des sujets 13111 et 13112 sains
- Logiciel Eduanat2 et sa fiche technique

Aides et supports :

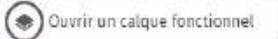
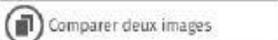
- Fiche Protocole « Etude d'IRM cérébrales »
- Fiches techniques « EduAnat2 »
- Vidéo YouTube : Le mouvement volontaire

Propositions d'activités	Capacités / Critères de réussite
<p><u>ACTIVITE : La commande du mouvement volontaire</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ETAPE 1 : Proposez une stratégie pour déterminer l'origine des difficultés de mouvement de Paul et l'aire motrice impliquée dans les mouvements de la main. ☎ Appelez le professeur pour vérification ➤ ETAPE 2 : Réalisez les manipulations proposées afin de localiser l'aire impliquée dans la réalisation des mouvements de la main droite et d'identifier si cette zone est lésée chez Paul. ☎ Appelez le professeur pour vérification ➤ ETAPE 3 : Récapitulez vos résultats sous une forme judicieuse. ➤ ETAPE 4 : Rédigez un texte permettant de répondre à la problématique. <p>En fin de séance, rangez le matériel et nettoyez la pailasse.</p>	<p>Recenser, extraire des informations <i>Quoi ? Comment ? Attendu ?</i></p> <p>Utiliser un logiciel (EduAnat2) <i>Savoir charger des images anatomiques et des images fonctionnelles, régler les seuils, être capable de placer une zone dans les 3 plans de l'espace (X, Y, Z), utiliser la fonction de comparaison, faire des captures d'écran des observations.</i></p> <p>Présenter les résultats à l'écrit <i>Techniquement correct, renseigné correctement, organisé pour répondre à la question (annotation, ordre des éléments pour comprendre, mots clés ...).</i></p> <p>Adopter une démarche explicative <i>On a vu que ... ; Or on sait que ... ; On conclut que ...</i> <i>Faire le lien entre la lésion et la perte de motricité ; Mobiliser la notion de plasticité corticale ; Envisager une réorganisation du cortex moteur</i></p> <p>Gérer et organiser le poste de travail</p>

Fiche technique du logiciel ÉduAnat2 : cas d'une image anatomique

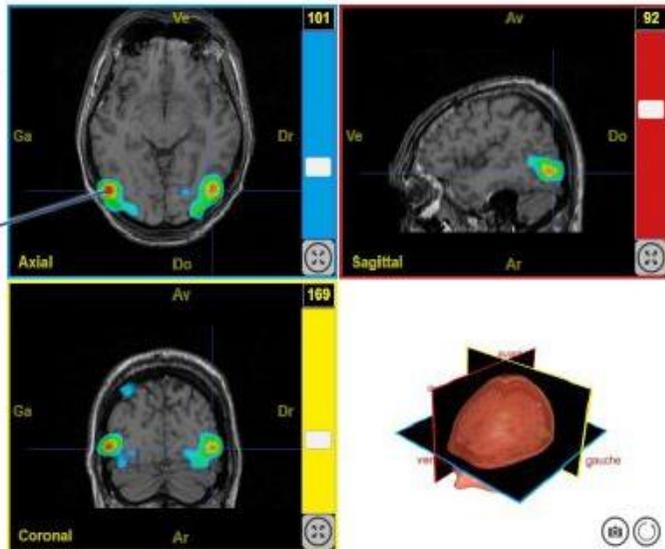
Les principales fonctionnalités	Ouvrir une image anatomique
 Réduit (masque) le panneau de gauche ; cliquer à nouveau pour faire réapparaître le panneau <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">  Ouvrir une image anatomique </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">  Ouvrir un calque fonctionnel </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">  Fermer cette image </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">  Comparer deux images </div> <p>Image anatomique : IRM_sujet13111 Contraste : 1.78</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> <input type="text" value="1.78"/> </div> <p>Luminosité : 0.5</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px;"> <input type="text" value="0.5"/> </div> Utiliser ces curseurs pour renforcer le contraste ou la luminosité d'une image anatomique	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cliquer sur « Ouvrir une image anatomique » 2. Rechercher le fichier de l'IRM anatomique dans l'arborescence des répertoires, puis cliquer sur « Ouvrir » 3. Éventuellement, régler le contraste et la luminosité de l'image à l'aide des deux curseurs
	Comparer deux images anatomiques
	 <ol style="list-style-type: none"> 1. Cliquer sur « Comparer deux images », l'écran se scinde alors en deux 2. Ouvrir chaque image en cliquant sur « Ouvrir une image anatomique » dans la moitié de l'écran correspondant 3. Lorsque la comparaison est terminée, cliquer sur « Fermer la comparaison » afin de revenir à un écran unique
Explorer une image anatomique	
<p>Une image anatomique présente des vues selon 3 plans de coupe différents</p>  	 <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Saisie d'une coordonnée</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Déplacer l'ascenseur pour afficher les différentes coupes d'un plan</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Cliquer sur un point de cette image permet de faire passer les deux autres plans par ce point</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">N'afficher que ce plan de coupe (en plein écran)</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">Utiliser la molette de la souris pour zoomer</div>
	 <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Réinitialiser l'orientation de la vue 3D</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">  </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">  - Enregistrer une capture d'écran </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> - Utiliser la molette de la souris pour zoomer sur la vue 3D - Bouger la souris tout en maintenant le bouton gauche enfoncé pour faire pivoter la vue 3D </div>

Fiche technique du logiciel ÉduAnat2 : cas d'une IRM fonctionnelle (= calque fonctionnel)

Les principales fonctionnalités	Ouvrir une ou plusieurs IRM fonctionnelle(s) (= calque(s) fonctionnel(s))
 Ouvrir une image anatomique  Ouvrir un calque fonctionnel  Fermer cette image  Comparer deux images <p>Image anatomique : IRM_sujet13111 Contraste : 1,58 Luminosité : 0,5</p> <p>Calque fonctionnel : IRM_sujet13111MotriciteMainDroiteVersusGa Seuil : 50 Echelle de couleur :</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Après avoir ouvert une image anatomique, cliquer sur « Ouvrir un calque fonctionnel » 2. Rechercher le fichier de l'IRM fonctionnelle dans l'arborescence des répertoires, puis cliquer sur « Ouvrir ». Renouveler éventuellement cette opération pour superposer plusieurs calques. 3. Régler le seuil du (des) calque(s) fonctionnel(s) à l'aide du curseur. 4. Eventuellement, choisir une échelle de couleur différente pour chaque calque fonctionnel.
<p>Ce bouton n'est actif qu'après qu'une image anatomique ait été chargée. Il permet d'ouvrir un ou plusieurs calques fonctionnels.</p> <p>L'œil permet de masquer ce calque fonctionnel, la croix permet de le fermer.</p> <p>Permet de régler le seuil de ce calque fonctionnel.</p> <p>Permet de choisir une gamme de couleurs pour cette IRM fonctionnelle.</p>	<h3 data-bbox="1227 419 1792 451">Comparer deux IRM fonctionnelles côte à côte</h3> <p data-bbox="896 459 2011 563"><i>En suivant les opérations ci-dessus il est possible de superposer plusieurs calques fonctionnels. Cependant, dans certains cas, il est préférable de les comparer côte à côte, dans deux vues différentes :</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cliquer sur « Comparer deux images », l'écran se scinde alors en deux 2. Ouvrir une image anatomique en cliquant sur « Ouvrir une image anatomique », puis un calque fonctionnel en cliquant sur « Ouvrir un calque fonctionnel » dans la moitié de l'écran correspondant 3. Lorsque la comparaison est terminée, cliquer sur « Fermer la comparaison » afin de revenir à un écran unique

Explorer une IRM fonctionnelle

Pixels colorés indiquant une activité significativement plus élevée dans la 2^{ème} série d'enregistrement



Le calque fonctionnel contient des pixels colorés qui correspondent à une différence statistiquement significative d'activité entre deux séries d'enregistrements.

Exemple :

- 1^{ère} série d'enregistrements : l'individu regarde une image en noir et blanc
- 2^{ème} série d'enregistrements : l'individu regarde la même image en couleurs

Les pixels colorés indiquent, selon une échelle de couleur (visible dans le panneau de gauche), les zones du cerveau où l'activité a été statistiquement plus importante lors de la 2^{ème} série d'enregistrements (voir ci-contre).

Si on choisit l'échelle de couleur par défaut (bleu, vert, rouge), plus la couleur des pixels est chaude (rouge-orange) plus l'activité détectée est statistiquement significative.

Fiche protocole « Etude d'IRM cérébrales impliquées dans la motricité de la main »

Matériel et protocoles d'utilisation du matériel

Matériel

- PC équipé du logiciel **EduAnat2**
- IRM anatomique du patient 12223 T2

IDENTIFIER UNE EVENTUELLE LESION CHEZ LE PATIENT

1. **Ouvrir le logiciel EduAnat2**
2. **Ouvrir l'image anatomique du patient 12223 T2**
3. **Balayer les différents plans** pour identifier une éventuelle lésion.
4. **Appeler le professeur pour vérification**

Logiciel accessible en ligne : <http://acces.ens-lyon.fr/logiciels/EduAnat2Online/>

Matériel

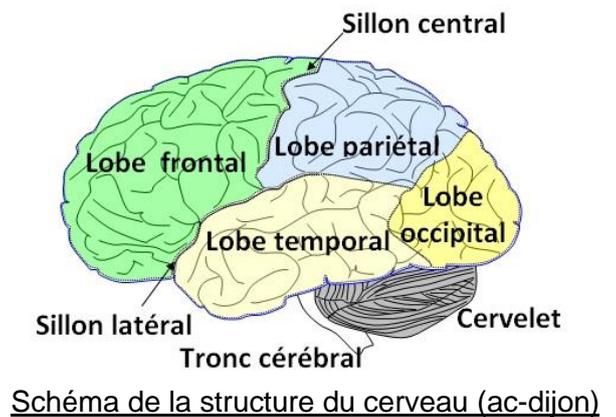
- PC équipé du logiciel **EduAnat2**
- IRM anatomiques et fonctionnelles des sujets 13111 et 13112 sains

IDENTIFIER L'AIRE MOTRICE RESERVEE A LA MAIN DROITE

1. **Ouvrir l'image anatomique du patient 13112**
2. **Ouvrir le calque fonctionnel** « Main droite » du même patient
3. **Balayer les différents plans** pour identifier la zone active lors du mouvement « Main Droite »
4. **Appeler le professeur pour vérification**
5. **Utiliser l'outil de comparaison** afin de reproduire ceci pour le patient 13111

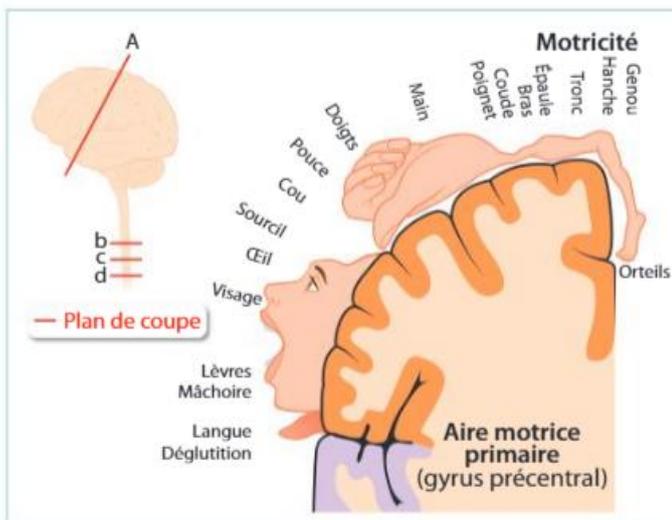
Document 1 : Le cerveau et les aires corticales

- L'**encéphale** est composé du cerveau, du tronc cérébral et du cervelet.
- Le **cerveau** comprend 4 **lobes** principaux : le lobe frontal, lobe pariétal, lobe temporal et lobe occipital.
- La surface du cerveau (cortex) est composée de **substance grise** contenant les noyaux des neurones. Le cortex est donc responsable de **nombreuses activités** (mouvement volontaire, langage, lecture, ...) qui sont réparties dans des **zones spécifiques** du cerveau.

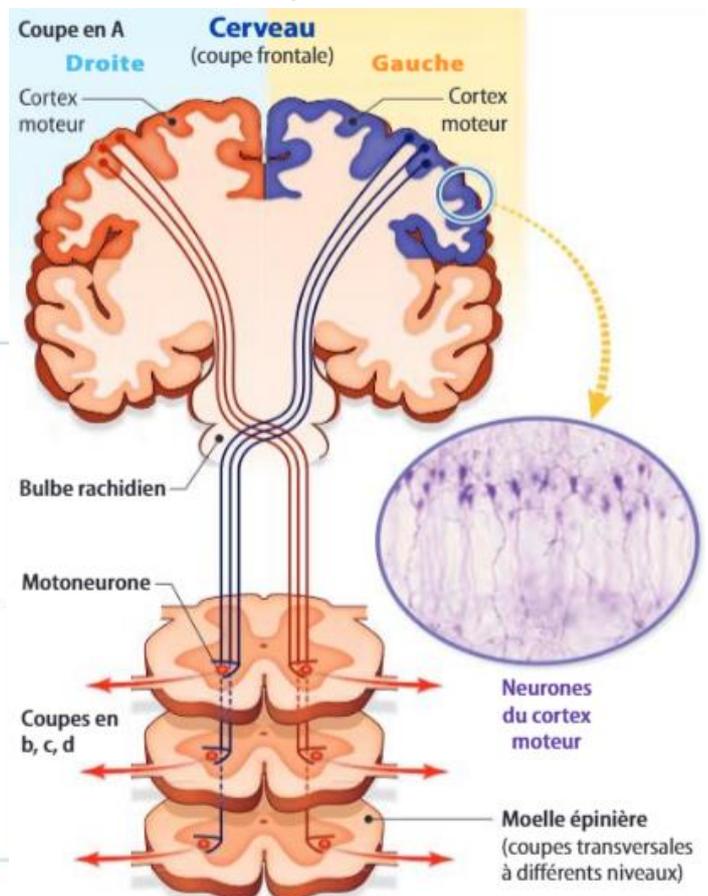


Document 2 : Le cortex moteur et les aires motrices (doc 3 p267 Hachette)

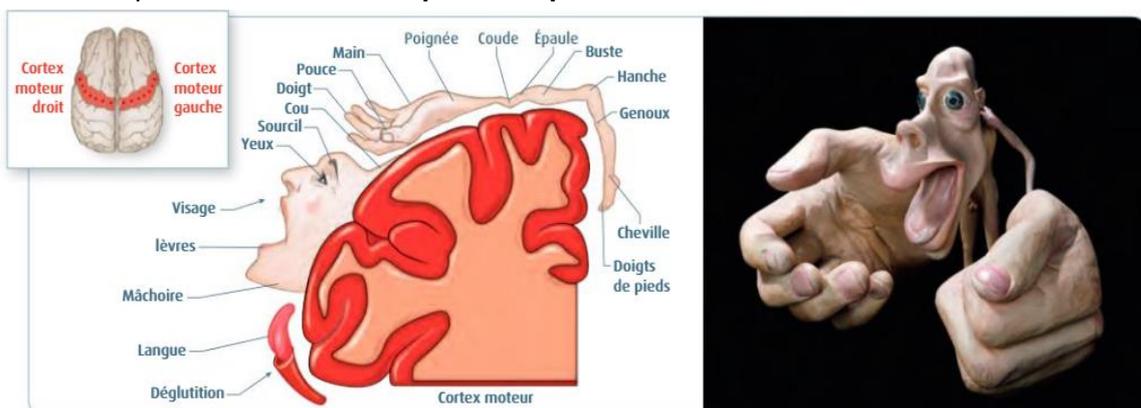
- Le **cortex moteur** correspond à la partie superficielle du cerveau qui commande le mouvement volontaire. Elle est située dans le **lobe frontal** et comprend notamment **l'aire motrice primaire M1**.
- L'**aire motrice primaire** a pu être cartographiée par le suivi systématique des **lésions**, mais aussi par **IRM**. Il y a une répartition très précise des territoires qui commandent chaque région du corps.
- De plus, les **neurones pyramidaux** qui proviennent de l'aire M1 se croisent au niveau du bulbe rachidien (**décussation motrice**).



Coupe selon le plan A (seul l'hémisphère droit est représenté)

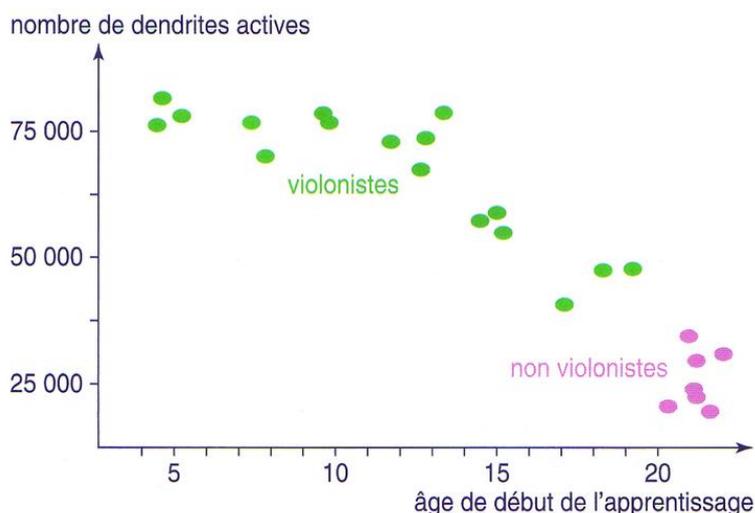
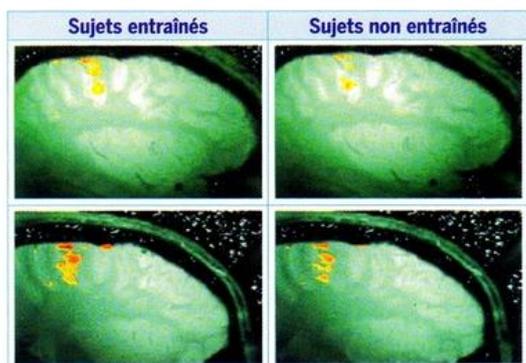
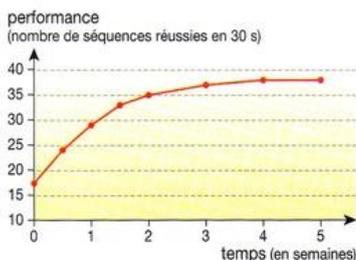


- La répartition des aires relatives à chaque partie du corps forme **l'homonculus moteur** (ou **Gnome de Penfield**). Il montre que **mouvements complexes et précis** sont associés à des **surfaces corticales vastes**.



Document 3 : L'effet de l'entraînement sur le cortex moteur

- L'**apprentissage** est basé sur le **renforcement des synapses** entre neurones. La réalisation répétée de séquences améliore les performances et permet la mobilisation d'aires corticales plus importantes. Ces capacités sont toutefois variables avec l'âge.



Document 4 : La plasticité cérébrale et les lésions (doc 7 p 407 BELIN)

- La **plasticité cérébrale** correspond à la capacité des neurones à établir de **nouvelles connexions (synapses)** et à acquérir de nouvelles fonctions. Ainsi, des neurones utilisés à d'autres fonctions peuvent être réutilisés par des réorganisations de leurs connexions (synapses).
- La plasticité intervient notamment en cas de **blessure ou lésions**. En effet, lors d'une amputation, on constate que les aires motrices réservées aux structures amputées (doigts, poignet, coude) sont ensuite réutilisées pour commander les structures restantes (épaules, moignon).

