



THEME 4 - Entendre la musique

Activité 2 - Le cerveau et les aires auditives

Les **cellules ciliées** produisent des messages nerveux qui sont ensuite transmis au **nerf auditif**, qui transmet lui-même le message jusqu'au **cerveau**. Les messages nerveux sont analysés dans les **aires auditives** qui sont présentes à la surface du cerveau (**cortex cérébral**). On étudie le cas particulier d'un patient qui subit des **hallucinations auditives** mais dont l'oreille ne présente aucun défaut. On cherche à comprendre l'origine de ce dysfonctionnement.

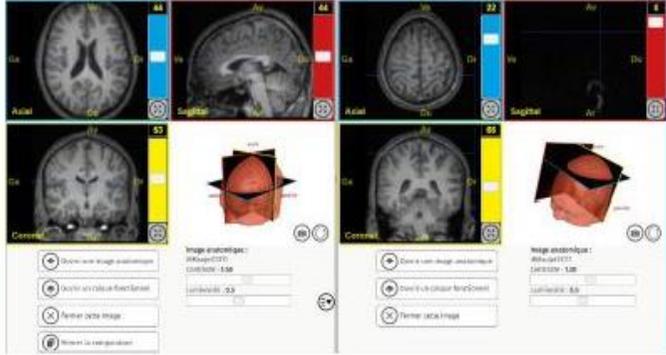
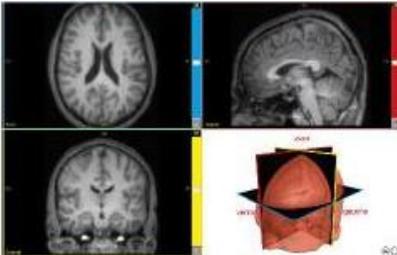
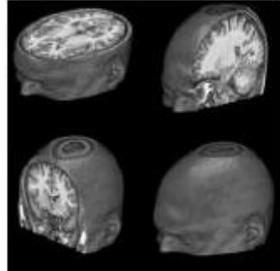
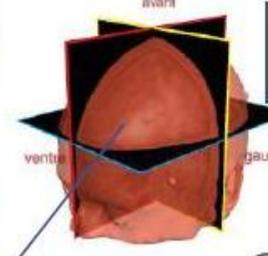


Problématique : Comment le cerveau perçoit-il les informations auditives ?

Matériel (par groupe) : - Documents 1 à 4 et Manuel BELIN p226 à 227 - PC équipé du logiciel EduAnat2, IRM anatomiques du patient 12222, IRM fonctionnelles d'un patient sain 13141 - Modèle anatomique du cerveau	Aides : - Fiche technique EduAnat2
--	--

Activités et déroulement des activités	Capacités & Critères de réussite
<ul style="list-style-type: none"> ➤ ETAPE 1 : Proposez une stratégie qui permet d'identifier la localisation des aires auditives au sein du cerveau et de comprendre l'origine des hallucinations auditives du patient 12222. <li style="text-align: center;">☎ Appelez le professeur pour vérification ➤ ETAPE 2 : Réalisez les manipulations proposées afin de localiser les aires cérébrales mises en jeu lors de l'écoute d'un son et d'identifier cette aire chez le patient atteint d'hallucinations auditives. <li style="text-align: center;">☎ 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 utilisé et nettoyez votre espace de travail.</p>	<p style="text-align: center;">Proposer une stratégie, démarche scientifique <i>Quoi ? Comment ? Attendu ?</i></p> <p style="text-align: center;">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 style="text-align: center;">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 style="text-align: center;">Adopter une démarche explicative <i>On a vu que ... ; Or on sait que ... ; On conclut que ...</i> <i>Identifier la localisation de l'aire auditive chez le patient sain 13141, identifier la nature du dysfonctionnement chez le patient 12222, comparer les deux observations et conclure sur l'origine des hallucinations auditives.</i></p> <p style="text-align: center;">Gérer et organiser le poste de travail</p>

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

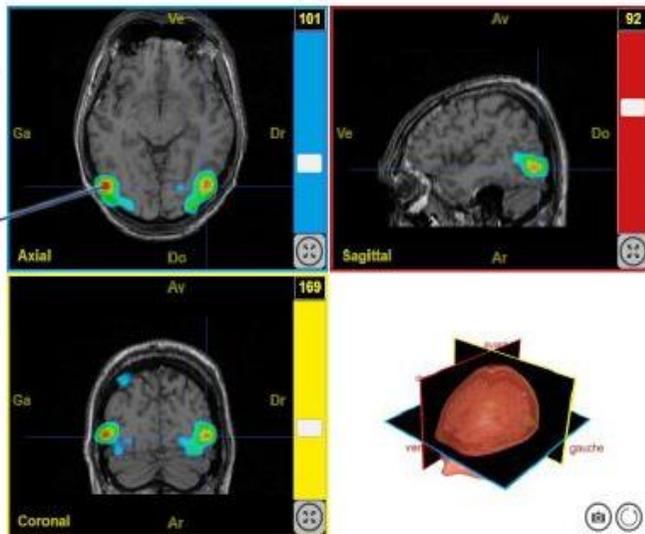
Les principales fonctionnalités	Ouvrir une image anatomique
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; border-radius: 5px; display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> Ouvrir une image anatomique </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; border-radius: 5px; display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> Ouvrir un calque fonctionnel </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; border-radius: 5px; display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> Fermer cette image </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; border-radius: 5px; display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> Comparer deux images </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>Image anatomique : IRM_sujet13111</p> <p>Contraste : 1.78</p> <div style="border: 1px solid gray; width: 100%; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <p>Luminosité : 0.5</p> <div style="border: 1px solid gray; width: 100%; height: 15px;"></div> </div>	<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
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>Réduit (masque) le panneau de gauche ; cliquer à nouveau pour faire réapparaître le panneau</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>Ferme l'image anatomique en cours</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <p>Utiliser ces curseurs pour renforcer le contraste ou la luminosité d'une image anatomique</p> </div>	<h3 style="text-align: center;">Comparer deux images anatomiques</h3> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; gap: 20px;">  </div> <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="display: flex; align-items: center; justify-content: center; gap: 20px;">  =  </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 100%;"> <p>Saisie d'une coordonnée</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 100%;"> <p>Déplacer l'ascenseur pour afficher les différentes coupes d'un plan</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 100%;"> <p>Cliquer sur un point de cette image permet de faire passer les deux autres plans par ce point</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 100%;"> <p>N'afficher que ce plan de coupe (en plein écran)</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 100%;"> <p>Utiliser la molette de la souris pour zoomer</p> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; gap: 20px;">  <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <p>Réinitialiser l'orientation de la vue 3D</p> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>- Utiliser la molette de la souris pour zoomer sur la vue 3D</p> <p>- Bouger la souris tout en maintenant le bouton gauche enfoncé pour faire pivoter la vue 3D</p> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> Enregistrer une capture d'écran </div> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 100%;"> <p>Nom du plan de coupe</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 100%;"> <p>Orientation de la coupe : Do/Ve = dos / ventre Av/Ar = avant / arrière Ga/Dr = gauche / droite</p> </div> </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 : IRMSujet13111 Contraste : 1.58</p> <p>Luminosité : 0.5</p> <p>Calque fonctionnel : IRMSujet13111MotriciteMainDroiteVersoSga Seuil : 50</p> <p>Echelle de couleur :</p> 	<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> <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 align="center">Comparer deux IRM fonctionnelles côte à côte</p> <p><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 montrant la localisation des aires auditives »

Matériel et protocoles d'utilisation du matériel	
<p>Matériel</p> <ul style="list-style-type: none">- PC équipé du logiciel EduAnat2- IRM anatomique du patient 12222 T2  <p>Logiciel EduAnat2 Online</p>	<p style="text-align: center;">IDENTIFIER UNE EVENTUELLE LESION CHEZ LE PATIENT</p> <ol style="list-style-type: none">1. Ouvrir le logiciel EduAnat22. Ouvrir l'image anatomique du patient 12222 T23. Balayer les différents plans pour identifier une éventuelle lésion. <p style="text-align: center;">☎ Appeler le professeur pour vérification</p> <p>Remarque :</p> <ul style="list-style-type: none">- L'image T2 correspond à un traitement d'image où le signal du liquide céphalorachidien (LCR) a été supprimé pour mieux voir les structures du cerveau. <p>Lien direct vers l'image :</p> <ul style="list-style-type: none">- http://acces.ens-lyon.fr/logiciels/EduAnat2Online/?fichiers=IRMsubject12222PathologieTumeurAudition-T2Flair.anat.nii.gz
<p>Matériel</p> <ul style="list-style-type: none">- PC équipé du logiciel EduAnat2- IRM anatomique et fonctionnelle du sujet 13141 sain	<p style="text-align: center;">IDENTIFIER LA LOCALISATION DE L'AIRE AUDITIVE</p> <ol style="list-style-type: none">1. Ouvrir l'image anatomique du patient 131412. Ouvrir le calque fonctionnel « Bisyllabe versus silence » du même patient3. Balayer les différents plans pour identifier la zone active lors l'écoute d'un son <p style="text-align: center;">☎ Appeler le professeur pour vérification</p> <p>Lien direct vers l'image :</p> <ul style="list-style-type: none">- http://acces.ens-lyon.fr/logiciels/EduAnat2Online/?fichiers=IRMsubject13141BisyllabeVersusSilence.anat.nii.gz.IRMsubject13141BisyllabeVersusSilence.fonc.nii.gz

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** (motricité, audition, langage, lecture, ...) qui sont réparties dans des **zones spécifiques** du cerveau.

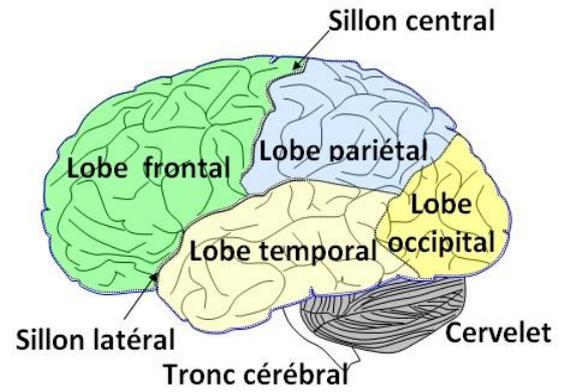
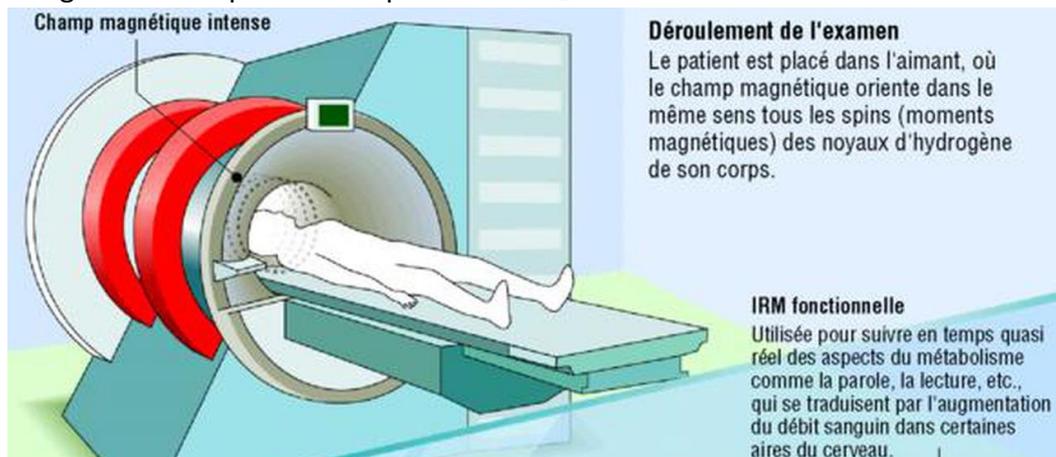


Schéma de la structure du cerveau (ac-dijon)

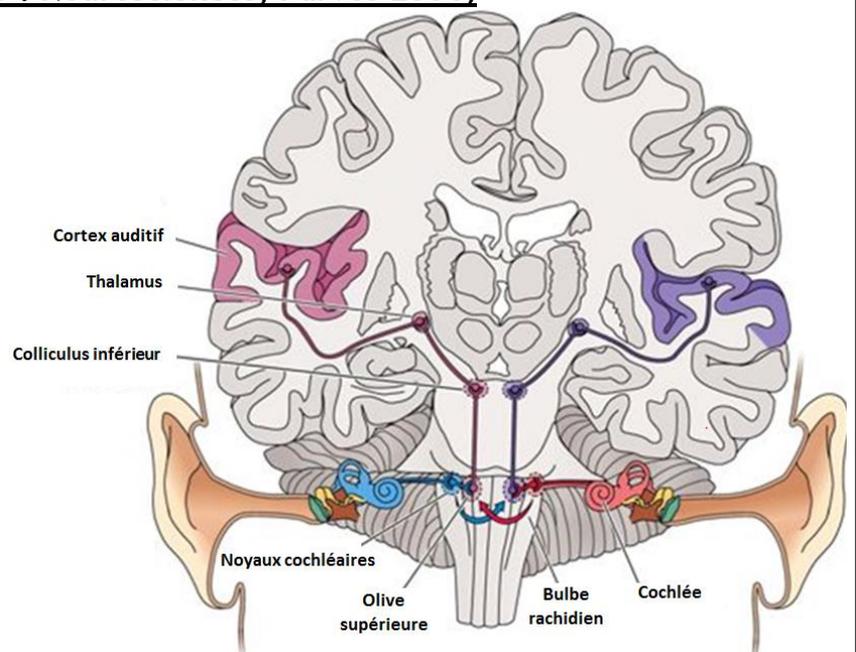
Document 2 : Principe de l'IRM (Imagerie par Résonance Magnétique)

- L'**IRM** est une **technique d'imagerie non invasive** qui permet d'étudier la structure des organes mous. On parle d'**IRM anatomique**. Elle se base sur les propriétés magnétiques des atomes d'hydrogène (H) présents dans les molécules d'eau (H₂O).
- De plus, on peut réaliser des **IRM fonctionnelles**. Cette fois-ci, on utilise les propriétés magnétiques de l'hémoglobine qui varient en fonction de la présence de dioxygène O₂. Le signal IRM est plus fort en présence d'O₂.



Document 3 : Les voies auditives (source : Neurosciences, Purves 2001)

- La **cochlée** comprend les cellules ciliées qui produisent des messages nerveux qui sont transmis par le **nerf auditif**.
- Le nerf auditif transmet ces messages jusqu'aux **noyaux cochléaires** et à l'**olive supérieure**. Ce sont des zones présentant de nombreux neurones (noyaux) qui peuvent interagir entre eux.
- Les messages nerveux sont ensuite transmis par d'autres neurones vers le **colliculus inférieur** puis le **thalamus**.
- Enfin, une dernière série de neurone transmet l'information jusqu'au **cortex auditif** situé dans le **lobe temporal**.



Document 4 : Les aires auditives (Source : Purves 2001, Carnet d'Enseignement Sc. Hatier)

- La structure de l'aire auditive est semblable chez les humains. Le **cortex auditif primaire** reçoit les informations en provenance de la cochlée. Il existe une **régionalisation de l'aire auditive primaire** : les sons graves sont perçus dans les zones à l'avant et les aigus vers l'arrière.
- Ensuite, l'aire auditive primaire envoie des informations vers l'**aire auditive secondaire**. L'aire secondaire permet de réaliser des associations avec d'autres aires, notamment l'**aire de Wernicke (compréhension du langage)** et également l'**aire de Broca (commande du langage)**.

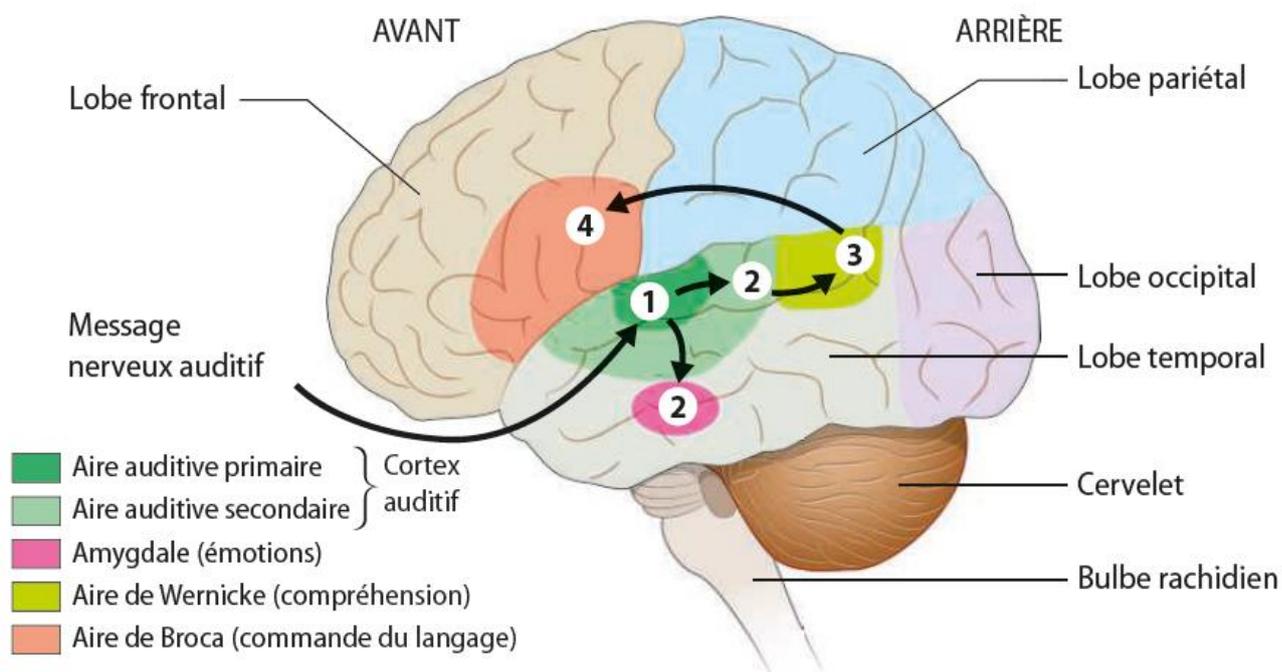
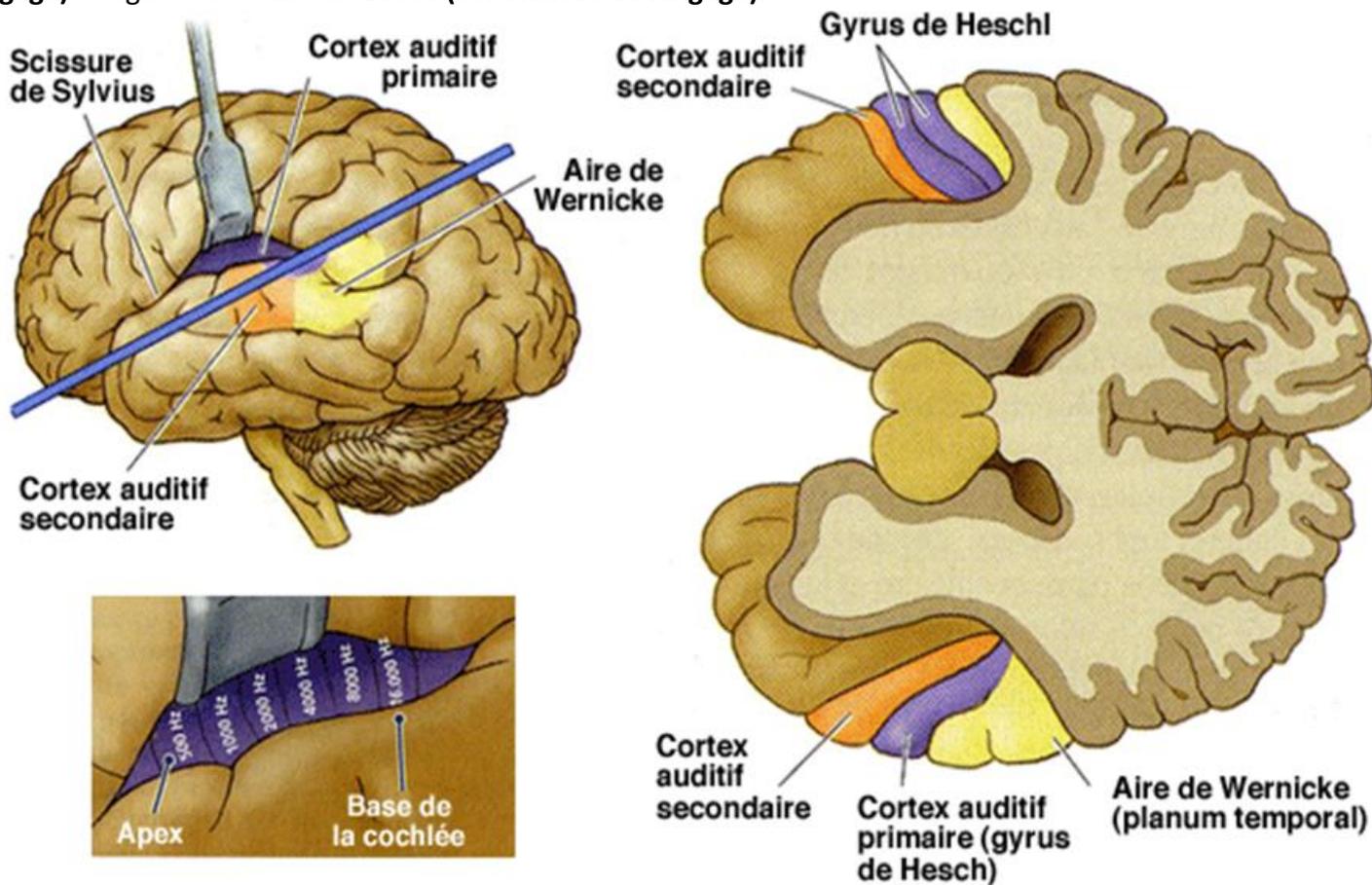
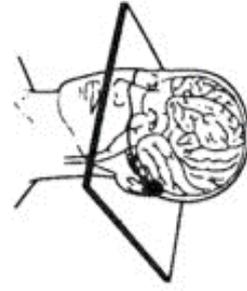
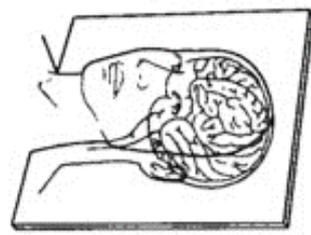
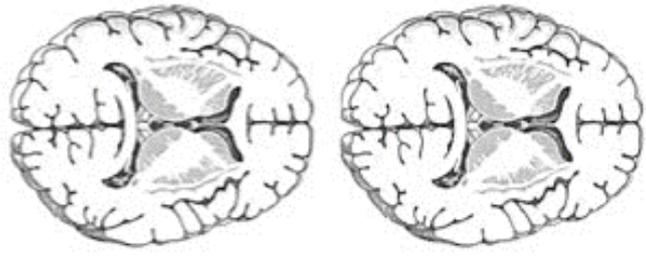


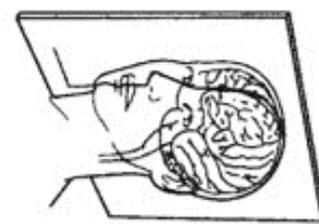
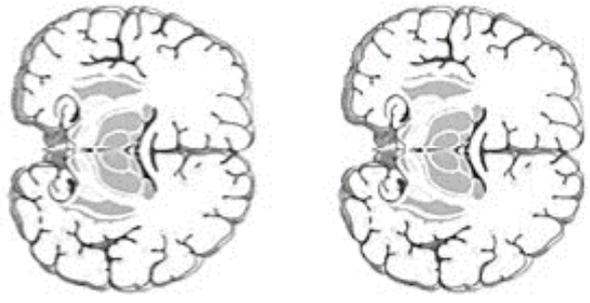
Schéma des aires participant à l'audition



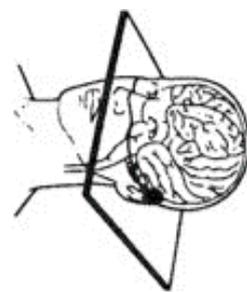
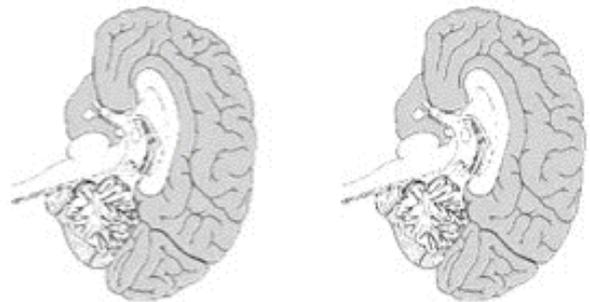
coupe axiale



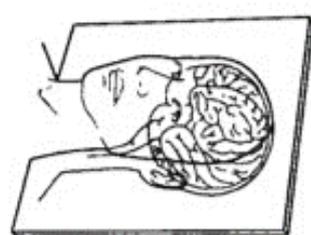
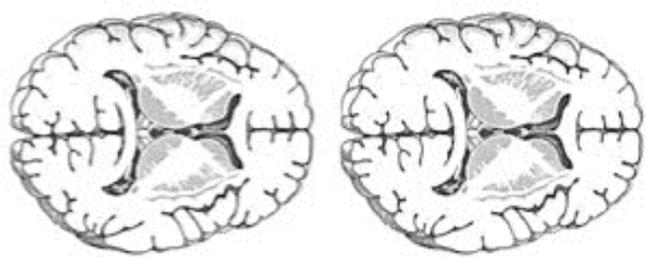
coupe coronale



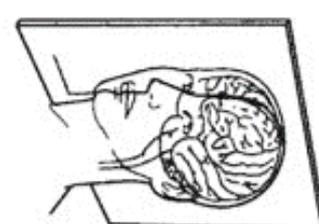
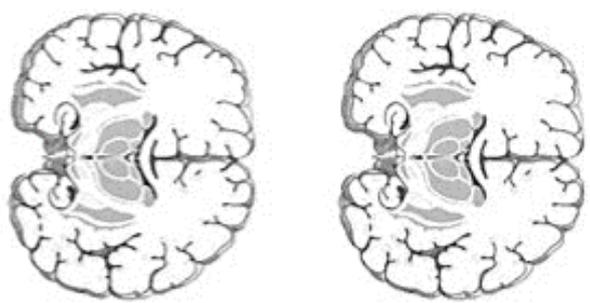
coupe sagittale



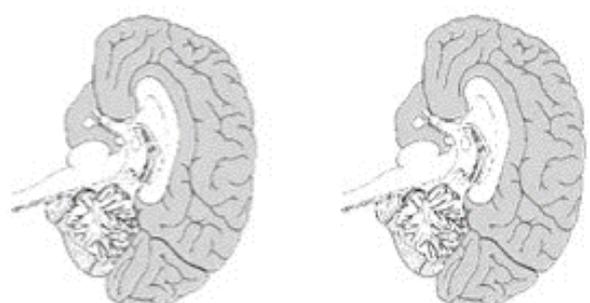
coupe axiale



coupe coronale



coupe sagittale



Sources intéressantes :

- <http://www.cochlea.eu/cerveau-auditif>
- <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/neurosciences/fiches-pedagogiques-profs/fiches-pedagogiques-banque-neuropeda/hallucination-auditive-liee-a-un-tumeur-sue>
- <https://www.livrescolaire.fr/page/6638625>