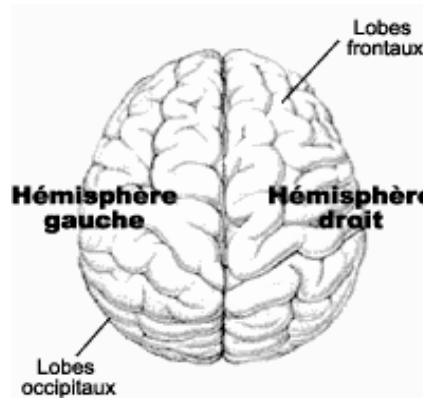


# *Latéralisation cérébrale et fatigue du système auditif chez l'humain*



**Par:**

Maxim Charland, 1496 Boul. Sacré Coeur, Saint-Félicien, G8K 1B7, (418) 630-4216  
hellen1104@hotmail.com

Julien Bouchard, 381 rue Bourgeois, Dolbeau-Mistassini G8L 2Y4, (418) 276-1453,  
jubouchard@yahoo.ca

**RÉSUMÉ:** Bouchard J. et M. Charland. 2004, *Latéralisation cérébrale et fatigue du système auditif*. Expo-Journal, rapport interne, programme des Sciences de la nature, Cégep de Saint-Félicien, Saint-Félicien, 10 pages

Nous avons fait deux expériences distinctes. (1) Expérimentation sur la latéralisation cérébrale du traitement des sons. Nous n'avons pas noté de différences significatives selon les sexes des auditeurs. (2) Expérience de fatigue sonore. Nous avons montré que certains mots, riches en consonnes différentes, induisent moins de fatigue (confusion) que des mots ayant des consonnes répétitives.

**MOTS-CLÉS :** biologie, homo sapiens, système auditif, latéralisation, cochlée.

## TEND BIEN L'OREILLE

L'être humain est un être très complexe. Plusieurs questions se posent et plusieurs recherches sont élaborées dans le but de découvrir les nombreuses facettes encore inexplorées de cette créature. Les domaines des sensations, des perceptions et de la motricité sont de bons exemples de cette complexité.

Lorsqu'on parle de perception et de sensation, on ne fait souvent référence qu'au toucher. Cependant, les sons entendus sont également une manifestation de perception sensorielle. En d'autres mots, le système auditif, tout comme celui de la peau, est doté de nerfs qui se rendent jusqu'à la zone sensorielle du cerveau. D'une façon simplifiée, il est connu que le cerveau est composé de deux hémisphères latéraux, soit le droit et le gauche. L'audition fonctionne comme le reste du corps : ce qui est perçu par le côté droit est traité par l'hémisphère gauche et vice versa.

Au niveau du cerveau, certains domaines sont traités par l'hémisphère droit et d'autre par l'hémisphère gauche. En remontant à la préhistoire il est possible de voir certaines tendances se dessiner dans la spécialisation cérébrale de l'homme et dans celle de la femme. L'être masculin exerçait régulièrement la chasse. Un bon chasseur devait avoir une perception spatiale développée et une activité motrice raffinée. Cette dernière, est un des domaines traités par l'hémisphère gauche du cerveau humain. L'homme a donc eu l'opportunité de développer plus fortement l'hémisphère gauche de son cerveau. Pour sa part, la femme cueillait les fruits, fabriquait des vases tout en élevant des enfants et en développant un côté social. Ces tâches demandaient une bonne perception spatiale et de bonne capacité artistique et d'interaction sociale. Elles avaient donc l'occasion de développer leurs deux hémisphères de manière égale.

En se fiant à ces faits, deux hypothèses nous viennent à l'esprit :

***Les femmes portent attention aux sons entendus par les deux oreilles.***

***Les hommes portent davantage leur attention aux sons perçus par l'oreille droite.***

Une deuxième expérience nous est venue à l'idée afin de tester la perte de sensibilité du à une exposition sonore répétée, un peu à l'image du bain qui nous apparaît comme brûlant à notre entrée, mais quelques minutes après l'eau nous semble moins chaude. En effet, chaque consonne stimule différemment les neurones présents dans l'appareil auditif de l'être humain. En faisant écouter à répétition deux mots qui sont « banane » et « déluge », nous émettons l'hypothèse suivante :

***Il s'écoulera plus de temps avant d'entendre une subtilité dans le mot déluge que dans le mot banane.***

## SYSTÈME DE PERCEPTION « SON » SONORE

Il suffit d'une toute simple stimulation extérieure pour déclencher tout le processus menant à l'analyse cérébrale. Tout d'abord, le son arrive au niveau du pavillon de l'oreille externe, il se propage le long du conduit auditif et vient tambouriner sur la membrane du tympan: c'est la vibration aérienne du son qui provoque la vibration du tympan. Par la suite, les osselets de l'oreille moyenne amplifient la vibration transmise par le tympan. Cette même vibration sonore qui était jusque là aérienne, va être transformée en variation de pression dans la cochlée, créant des vagues dans le liquide contenu à l'intérieur. Ces vagues provoqueront le déplacement des membranes qui permettra la contraction des cellules ciliées (neurone)<sup>1</sup>. Ce processus entraîne la propagation d'un potentiel électrique (message électrique). Toutes ces informations électriques provenant des cellules ciliées, se rassemblent au niveau du nerf auditif qui se rend au cerveau. Une fois rendu au cerveau, le signal aboutit au cortex auditif (partie du cerveau spécialisée dans l'audition). C'est précisément à cet emplacement que l'information est analysée. On lui attribue un sens grâce à l'identification de ses caractéristiques. Ici entre en jeu la notion d'audition centrale, qui est en fait, la sensation consciente du son. Lorsque les influx sensitifs aboutissent dans la moitié postérieure des

---

<sup>1</sup> Marc P. Bear, Barry W. Connors, Michael A. Paradiso, Neurosciences: à la découverte du cerveau (1<sup>ère</sup> édition ; Pradel)

deux hémisphères cérébraux, où ils doivent être analysés, ils ont à passer par deux centres corticaux, deux zones (la zone primaire et celle secondaire et associative de gestion des informations) intervenant dans l'intégration du message auditif (pour ce cas ci). L'aire sensorielle primaire procède à l'analyse de la fréquence, de l'intensité, de la durée, mais aussi du timbre et du rythme pour ce qui est du centre auditif primaire. Alors que la tâche de l'aire sensorielle secondaire, consiste en l'association sémantique du son, c'est-à-dire de la correspondance entre le son entendu et sa signification, donc c'est grâce à cette aire auditive associative que le son prend tout son sens.

### Latéralisation fonctionnelle du cerveau

Le cortex de chacun des hémisphères cérébraux est le siège de la perception sensorielle et de la régulation de la motricité volontaire du côté opposé du corps<sup>2</sup>. La structure du cortex des deux hémisphères cérébraux est presque symétrique, mais ils ne sont pas tout à fait égaux sur le plan fonctionnel. Il y a latéralisation, c'est-à-dire spécialisation du cortex de chaque hémisphère par rapport à certaines fonctions cérébrales. Le terme dominance cérébrale désigne la prépondérance d'un hémisphère. Chez la grande majorité de la population (environ 90%) l'hémisphère gauche est celui qui exerce le plus d'influence sur le langage, les habiletés mathématiques et la logique. C'est donc cet hémisphère qui intervient lorsque vient le temps d'écrire. L'hémisphère droit, quant à lui, est responsable, toujours pour la plupart des gens, des habiletés spatio-visuelles, de l'intuition, de l'émotion, de l'appréciation de l'art et de la musique. Donc chaque hémisphère exerce une influence sur l'autre. Cependant, l'hémisphère qui domine tente d'empêcher l'autre de se livrer à ses activités, ses spécialités. Mais il est faux de croire que l'être humain est doté de « deux cerveaux » car les hémisphères communiquent entre eux presque instantanément à l'aide de faisceaux (comme le

<sup>2</sup> Marieb, Elaine N., Laurendeau, G. Le système nerveux central, chap. 12, 1992, Anatomie et physiologie humaines, Éd. ERPI, Saint-Laurent, Canada.

corps calleux). La latéralisation du cerveau rend l'idée d'interprétation sonore particulièrement intéressante: De prime abord, les deux hémisphères du cerveau peuvent sembler similaires voir même identiques mais pourtant ceux-ci sont caractérisés par une latéralisation fonctionnelle.

La figure 1 illustre le cerveau avec ses deux divisions, ses deux hémisphères.

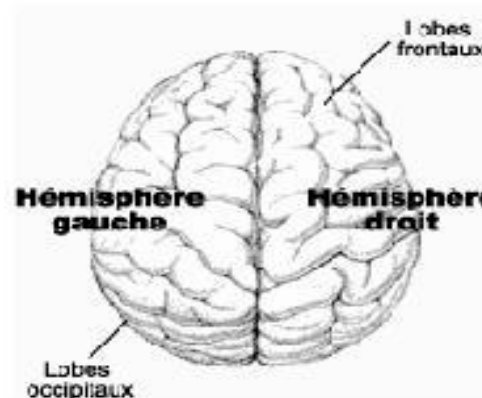


Fig. 1 : Schéma du cerveau

Donc, en considérant que les sons transmis aux oreilles sont interprétés dans l'une ou l'autre des hémisphères et ce, selon qu'ils aient été perçus par l'oreille droite ou bien celle de gauche, l'interprétation peut être différente.

### Conséquence de la latéralisation sur l'interprétation

En envoyant simultanément des sons différents dans chaque oreille, les deux hémisphères sont stimulés de façon différente. En effet, l'hémisphère gauche régit le côté droit du corps humain et en reçoit les influx sensitifs. Ainsi, un son perçu uniquement par l'oreille droite émet un influx qui atteint, dans un premier instant la partie gauche du cerveau qui possède sa propre spécialisation. Cette stimulation différente des deux hémisphères peut entraîner des phénomènes très intéressants lors de la mise sur papier du son entendu. Alors, il est possible de se demander si le son perçu par l'oreille gauche sera exprimé par un dessin et que celui capté par celle de droite sera traduit à l'aide de

l'écriture ou que la communication entre les deux hémisphères sera assez efficace pour mettre en commun les deux sons perçus.

### **Communication entre les deux hémisphères**

Comme il en a été question un peu plus haut, dans les temps anciens, les femmes ont théoriquement développé une meilleure communication entre les deux hémisphères. En effet, ces deux parties ne fonctionnent pas de façons séparées. Elles sont reliées par un ensemble de formations compactes de fibres blanches, appelées « commissures ». La plus importante des commissures est sans conteste le corps calleux, non seulement en raison de sa taille, mais également à cause de la richesse de ses connexions anatomiques. Autrement dit, le transfert d'informations à l'intérieur du cerveau, d'un hémisphère à l'autre, se fait, en grande partie, par l'entremise du corps calleux, une large bande formée d'axones et celui de la femme est plus volumineux que celui de l'homme.

#### **Principe de l'expérience 1**

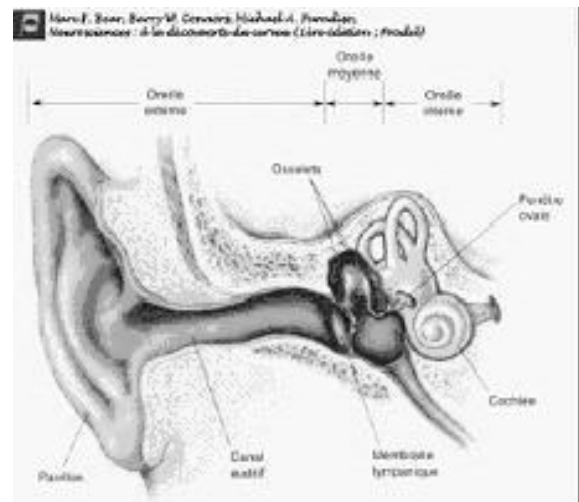
Étant donné que la femme est dotée d'un plus gros corps calleux que celui de l'homme, les deux hémisphères doivent donc communiquer plus efficacement entre eux. Il est cependant évident, autant chez la femme que chez l'homme, que la communication des deux hémisphères est une question de millisecondes. Mais la différence entre les deux, devrait pouvoir faire ressortir une tendance : l'homme devrait être plus porté à écrire le mot de droite en premier puisque ce dernier produit un influx qui se dirige dans l'hémisphère gauche pour passer dans l'aire auditive primaire puis dans celle secondaire. Il se dirige vers l'aire motrice et se dirige jusqu'à la main droite. (La majorité de la population sont droitier).

#### **Deuxième partie : fatigue**

La deuxième partie de l'expérimentation se base sur le système de perception sonore en tant que tel. Pourquoi une voix peut-elle nous sembler plus intéressante qu'une autre? Pourquoi tel ou tel ton de voix nous apparaît-il comme étant endormant? Et bien ceci est, en grande partie, une conséquence directe du timbre sonore.

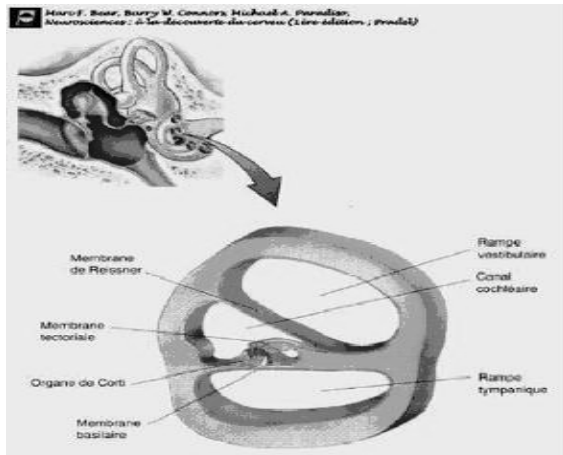
C'est en fait cette caractéristique qui donne aux sons et à la musique leur richesse et leur complexité : un diapason produit un son pur (simple) ne possédant qu'une seule fréquence alors que la plupart des sons sont composés de plusieurs fréquences. Le domaine de fréquence correspondant au téléphone est entre 250 et 3 000 Hz, donc il est restreint puisque quelques sons de la voix font intervenir des fréquences beaucoup plus élevées comme le th de la langue anglaise correspond à une fréquence de 6000 Hz. Ce domaine de fréquences correspond à celui qu'utilise un téléphone ordinaire. Mais comment expliquer le fait qu'un son utilisant une plage de fréquence restreinte semble moins intéressant, plus monotone? Ce phénomène s'explique à l'aide du fonctionnement de la cochlée.

La figure 2 illustre le système auditif dans son ensemble.



Lorsqu'il est question de la cochlée, on fait ici référence à l'organe en forme de colimaçon présent dans l'oreille interne. Elle est divisée en trois cavités qui sont de haut en bas, la rampe vestibulaire, le conduit cochléaire et la rampe tympanique. Abrite l'organe spiral, c'est-à-dire le récepteur de l'audition. La sensibilité de la membrane délimitant le conduit cochléaire (membrane basilaire) est déterminée par 2 propriétés structurales.

La figure 3 illustre la cochlée et ses divisions



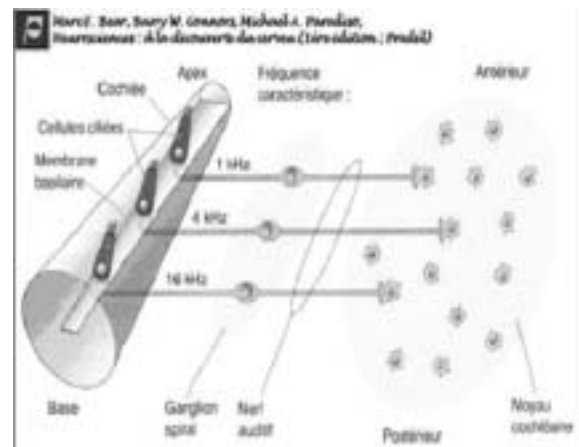
C'est la sensibilité de la membrane délimitant le conduit cochléaire (membrane basilaire) qui différencie les fréquences des sons. C'est donc la cochlée qui nous permet de faire la différence entre les sons. En effet, la distance que l'onde parcourt le long de la membrane basilaire dépend de la fréquence du son. Avec les hautes fréquences, la base plus rigide vibre considérablement et l'onde ne se propage pas très loin. Les ondes sonores à basse fréquence se propagent jusqu'à l'apex flexible de la membrane. La réponse de la membrane basilaire constitue donc un codage de site, les endroits où la membrane est la plus distendue variant en fonction des fréquences du son. Un seul son correspond à plusieurs fréquences. Ce n'est donc pas un message électrique pour un mot, mais bien un influx pour chaque fréquence.

Les cellules ciliées, présentes sur l'organe spiral du conduit cochléaire, possèdent chacune des milliers de cils, sensible aux changements de pression. Lorsque ceux-ci fléchissent, en raison de la vibration sonore, les différents canaux ioniques s'ouvrent et se referment pour permettre la propagation de l'influx nerveux (Voir L'influx nerveux). En général, chaque cellule ciliée est reliée avec une seule cellule du ganglion spiral formant le nerf auditif - ce qui fait en sorte que chaque fréquence donnée génère des potentiels d'action que sur une région de cellules. Autrement dit, les différentes fréquences sonores provoquent une déformation maximale de la membrane des cellules ciliées à des niveaux différents de la membrane basilaire).

Cette spécificité de fréquence est une caractéristique des neurones de chaque relais, de la cochlée au cortex. Dans le noyau cochléaire, des neurones proches ont donc des fréquences caractéristiques semblables, et il y a

une relation systématique entre la localisation des neurones dans le noyau et la fréquence caractéristique. Ainsi, il existe une cartographie de la membrane basilaire (et donc de la fréquence sonore) au niveau des noyaux cochléaires<sup>3</sup>.

La figure 4 illustre la cochlée d'une façon déroulée et la cartographie de celle-ci



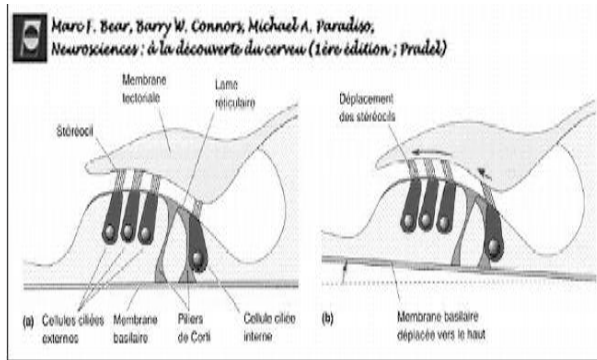
Cette organisation systématique des structures du système auditif fondée sur la fréquence caractéristique porte le nom de tonotopie.

### Transmission de l'influx nerveux

Le principe de transmission du message repose sur un principe de variation de potentiel, donc de concentration de certains ions à l'intérieur et à l'extérieur du neurone. Ce dernier possède des canaux spécialisés dans le passage des ions potassium (K<sup>+</sup>), sodium (Na<sup>+</sup>) et calcium (Ca<sup>++</sup>). Chaque canal est relié par un filament élastique à la paroi du cil adjacent. En position de repos, les cils sont redressés et la tension exercée sur ce filament ouvre partiellement le canal, ce qui permet un flux continu d'ions K<sup>+</sup> de l'endolymphe vers la cellule ciliée. Ce flux constant d'ions K<sup>+</sup> n'est pas suffisant pour déclencher le processus nécessaire à la création d'un influx nerveux.

<sup>3</sup> Marc P. Bear, Barry W. Connors, Michael A. Paradiso, Neurosciences: à la découverte du cerveau (1<sup>ère</sup> édition ; Pradel).

La figure 5 illustre le travail des cellules ciliées lors d'une vibration



Cependant, lorsque la membrane basilaire est compressée, suite à une longue combinaison (tympan, osselets...), celle-ci engendre un fléchissement des cils des cellules ciliées et donc une déformation des canaux tensiodépendants. Ces derniers permettent ainsi l'entrée massive d'ions, ce qui amène la cellule à son potentiel seuil et déclenche la dépolarisation de la membrane : un influx est né. Cet influx passe d'un neurone à un autre en effectuant des synapses, pour ainsi se rendre jusqu'au cerveau où il se fera analysé de long en large. Donc en répétant, toujours avec la même voix et la même intensité, le mot banane, contenant deux syllabes en « a » et deux autres en « n » cette fatigue peut être amplifiée davantage qu'avec le mot déluge qui fait intervenir un plus grand éventail de fréquence. Il est ainsi possible d'expliquer différents phénomènes comme la voix monotone au téléphone qui normalise les fréquences émises par le locuteur, ou même que telle ou telle chanteuse nous semble plus intéressante puisqu'elle fait intervenir plus de fréquences différentes - voix plus riche -.

### Épuisement des cellules ciliées

Étant donné que chaque fréquence est associée à une région précise de cellules ciliées, la répétition d'un même mot, donc des mêmes fréquences, la sollicitation des mêmes régions de cellules. Cette perpétuelle sollicitation peut amener une fatigue des cellules qui est due à l'épuisement des substances nécessaires aux synapses. Suite à cet épuisement le son peut être modifié puisque les régions appropriées sont incapables de produire l'influx nerveux. C'est à ce moment qu'apparaît une déformation des mots. De plus, étant donné que le cerveau

humain a la propriété de tenter d'associer tout stimuli avec un autre déjà enregistré, la moindre déformation d'un mot peut engendrer une déformation complète comme en passant de banane à bonhomme.

### ÉCOUTE LES CONSIGNES

Afin d'élaborer nos séries de tests sur la latéralisation du cerveau humain et sur la fatigue du tympan, nous avons dû solliciter grandement le domaine de l'ordinateur. Afin d'obtenir des résultats pour cette expérimentation, il a fallu utiliser différents logiciels complexes. Voici une liste du matériel et des différents logiciels utilisés pour l'expérience :

- Lecteur de musique (Lecteur de DC, de MD ou autre)
- Logiciel d'enregistrement et d'arrangement audio (Cool Edit Pro 2.0©)
- Micro pour enregistrement sur ordinateur
- Ordinateur avec graveur ou avec appareil permettant de transférer une bande audio à un lecteur de musique quelconque.
- Écouteurs de qualité
- Feuilles de papier
- Crayons
- Plage d'enregistrement (carte mémoire, MD, DC ou cassette (dépendamment du lecteur))
- Chaise confortable
- Table
- Chronomètre
- 1 Pile rechargeable pour le lecteur de musique (à acheter)

### Les préliminaires

Premièrement, pour des fins sécuritaires, confidentielles et pratiques, il faut produire une feuille de données sur laquelle sera inscrit le pseudonyme des personnes expérimentées, le sexe, l'âge (voir annexe 1).

Par la suite, à partir du logiciel Cool Edit Pro 2.0© procuré dans un magasin d'ordinateur, nous enregistrons un mot (par exemple le mot pomme) et le faire jouer en mode mono du côté droit des écouteurs. Ensuite nous enregistrons un autre mot (par exemple le mot poire) et le faire jouer en mode mono du côté gauche des

écouteurs. Il faut ensuite synchroniser, toujours à l'aide du logiciel, les deux sons et équilibrer les décibels sortant dans chaque écouteur afin de réduire les causes d'erreurs. Toujours dans le même but, il faut ajuster le volume en décibel et le mettre égal pour chacun des mots synchronisés. Pour l'expérience nous avons choisi de mettre chaque mot au niveau de -9 décibels sur le logiciel. Il est également possible de choisir des mots ayant le même nombre de syllabes et une tonalité semblable pour arriver à des résultats plus valables. Grâce au programme, il est possible de multiplier les sons enregistrés afin de faire une répétition de mots qui à la sonorité la plus identique possible pour, encore une fois, diminuer les causes d'erreurs. Arbitrairement, faire des répétitions de trois fois la même série de mot, et enchaîner avec trois fois la série de deux autres mots, jusqu'à dix séries de répétition. Voici la liste de mots utilisés au cours de l'expérience par ordre :

Gauche : manteau, pomme, porte, gratte, fleur, gale, vache, cerveau, ciel et pied.

Droite : bureau, poire, pomme, ciel, sous, scie, fleur, cercueil, gratte et poule.

Pour l'expérience de la fatigue du tympan, il faut enregistrer, à partir du même logiciel, le mot banane et le faire multiplier jusqu'à ce que le mot se répète pendant environ huit minutes. Le temps n'a pas d'importance car il a possibilité de faire répéter l'enregistrement de manière continue. Refaire la même chose avec le mot déluge. Pour l'expérience, le mot banane est répété à tous les 712 millièmes de seconde et le mot déluge est répété à tous les 778 millièmes de seconde.

Il ne reste qu'à transférer les bandes sonores dans un lecteur de musique. Dans le cas de l'expérience, ce sera un lecteur de « minidisques (MD) » qui sera utilisé.

#### **Dans le feu de l'ac« son »**

Toujours à des fins sécuritaires, il faut faire signer une déclaration de consentement à tous les individus ayant voulu se prêter à l'expérience.

Pour l'expérimentation sur la latéralisation du cerveau il est possible d'utiliser une salle à plusieurs postes d'écoutes. Il faut fournir à la personne sur laquelle on expérimente une feuille

et un crayon. Ensuite, bien avertir les personnes d'écrire les mots entendus un à la suite de l'autre sous la forme d'une colonne. Cette consigne est nécessaire pour augmenter le rendement de l'expérience et s'assurer de pouvoir déterminer le mot écrit en premier dans la série. Un des deux expérimentateurs devra surveiller les réactions physiologiques des cobayes afin de s'assurer qu'il ne présente aucun malaise. Pour des raisons de propreté, il est nécessaire de nettoyer les écouteurs avec de l'alcool afin d'éviter la propagation de maladies cutanées entre chaque personne expérimentée. Noter les résultats de chacun des cobayes et déterminer lequel des deux sons (droit ou gauche) a été ou écrit en premier à chaque bande sonore et pour chaque personne ayant subi l'expérimentation.

Pour l'expérience sur la fatigue de l'appareil auditif il est nécessaire d'utiliser une salle bien isolée pour garder l'attention de l'auditeur sur la bande sonore. Les consignes données au cobaye doivent être erronées afin d'assurer la véracité des résultats. Il faut dire à la personne subissant l'expérimentation que le mot qu'elle entend subira une variation à un moment donné sur la bande sonore. Il faut demander à la personne de percevoir le temps où la variation se fait entendre et lui demander quelle est cette variation. Bien sûr, il n'y a pas de variation dans le mot. Ceci est pour éviter que l'auditeur se convainque que le mot reste le même tout au long de l'enregistrement. Pour finir, on doit recueillir les données en secondes ainsi que la variation entendue par le cobaye.

#### **ANALY « SON »S**

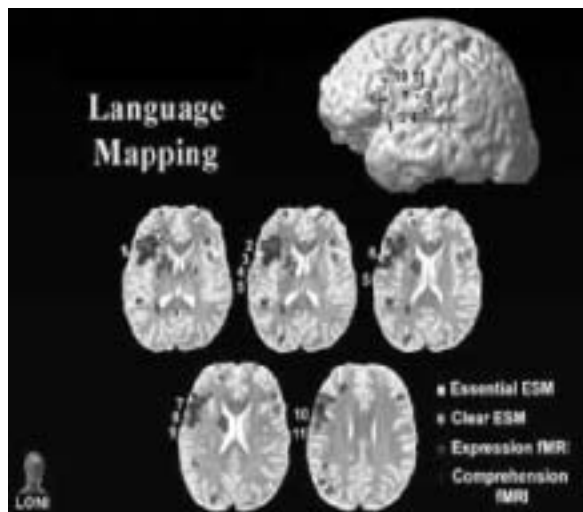
La vue d'ensemble des différents graphiques semble indiquer l'absence de différence significative dans les comparaisons. Et bien, c'est effectivement le cas! Tout d'abord, en ce qui a trait au duel mettant les femmes et les hommes à l'étude, les intervalles de confiance indique que les deux sexes sont sur un pied d'égalité. Cette constatation est lourde en conséquences. La première et sans doute la plus importante ; Est ce le fin du mythe voulant que les femmes aient une meilleur communication entre leurs deux hémisphères donc jouissent d'une plus grande intelligence, plus fonctionnel?

Les moyennes, 50% chez la femme et 48% chez l'homme révèlent aussi que la

communication entre les deux hémisphère est a un point tel que les que le cerveau n'envoie pas un des deux mots en premier à la mains. Ce phénomène peut s'expliquer de plusieurs façons :

- Les deux mots, une fois après avoir parcouru le système auditif et avoir passer par les deux aires auditives, se rejoignent au niveau de la gnose (mémoire) et se dirige vers la zone motrice du cerveau. L'ordre dans laquelle les informations arrivent dans la zone motrice perd ainsi tout son sens. La main n'effectue donc aucune discrimination entre le mot de droit et celui de gauche. D'où la tendance vers un milieu (50%) entre les mots de droites et ceux de gauches qui ont été entendu en premier. En d'autre mot, lorsqu'on entend le mot banane, ce n'est pas seulement un enchaînement de lettre mais bien une forme, une couleur, une expérience quelconque. Donc deux mots différents ne nous rappelle pas les mêmes chose, donc ne subissent as la même interprétation dans le cerveau.

La figure 6 met en relief la différence d'interprétation que font 5 personnes différentes lorsqu'ils parlent. Mais le même phénomène se produit pour l'audition<sup>4</sup>.



<sup>4</sup> <http://www.loni.ucla.edu/>, Laboratory of Neuro Imaging.

- Cette tendance peut aussi s'expliquer par les faiblesses expérimentales. En effet, la différence d'efficacité de la communication chez les hommes et chez les femmes ne pouvait pas être mises en évidences avec les techniques expérimentales utilisées vu l'infime différence. Le temps entre les mots étaient peut être aussi trop long ce qui éliminait le côté instinctif de l'expérience était-il trop court ce qui demandait aux sujets de revenir en arrière pour pouvoir écrire les mots qu'ils avaient entendus et ainsi avait recours à la mémoire à court terme. Mais toute cette question nous renvoie toujours à l'immense complexité du cerveau humain.

En considérant la première explication, l'hypothèse de départ voulant que les hommes soit des chasseurs donc avec une communication pouvant être qualifiée de limitée entre les deux hémisphères et les femmes des cueilleuses ce qui amenait la stimulation des deux grandes divisions du cortex cérébrale, est infirmée. L'ère industrielle peut en être la cause puisque les humains, et ce peu importe leur sexe, doivent maintenant s'adonner à des tâches de plus en plus intellectuelles et de moins en moins différentes entre les femmes et les hommes. Un genre de sélection naturel favorisant ceux qui réussissent intellectuellement serait donc la cause de la disparition de la différence de communication.

Par ailleurs si la deuxième explication est retenue, les fondements de l'expérimentation se doivent d'être remis en question. Tout d'abord le fait que les sujets ne sache pas le but de l'expérience avant peut les empêcher de se concentrer véritablement sur ce qui est demandé. Cependant cela nous permet d'éviter le fait qu'une personne veuille fausser les résultats. En ce qui a trait au temps entre le mots et le nombre de répétition de ceux-ci, plusieurs test d'ajustements effectués sur plusieurs personnes nous permettent de croire que la technique utilisée était la meilleure et ce dans la mesure du possible. La grande question est donc : est-ce possible de vérifier la communication inter-hémisphérique en utilisant la technique en question? Les théories sur ce sujet nous disent que oui, mais les innombrables interaction entre les divisions du cerveau nous permettent de croire que le chemin d'écrit ci haut

n'est pas aussi simple (oreille-aire auditive-aire motrice-mains) et que la complexité de celui-ci vient grandement compromettre la précision des résultats (d'où la grande écart type).

Pour ce qui est de la deuxième partie, encore une fois la technique peut être remise en question, mais cette fois ci, le seul reproche exercé sur celle-ci sera de s'être limité à un trop petit échantillon, de taille vraiment non représentative. Les deux résultats obtenus demeurent ainsi plus ou moins fiables. Il est ainsi inutile de dresser des graphiques sur les moyennes recueillies puisque celles-ci n'auront aucune valeur. La porte est tout de même ouverte!!! Toutefois, un fait intéressant a été remarqué : la déformation sonore perçue chez tous nos candidats. Ceci est un résultat important en soi, car elle est 9+manifestée dans un laps de temps relativement court, soit toujours sous les 3 minutes et régulièrement aux alentours de 30 secondes, et d'une manière très prononcée. Par exemple, le mot « bonhomme » a souvent été identifié comme le changement. D'autres mots comme « vanane », « panane », « banane » ont aussi été identifiés quelques fois. L'explication qui peut être fournie à ses phénomènes est que, pour l'apparition du mot bonhomme, l'être humain tend à identifier un changement à un phénomène connu. Donc lorsqu'il s'aperçoit que ce n'est plus banane il tente de trouver un mot connu qui concorde avec ce qu'il entend. Pour ce qui est des autres mots entendus, ceci vient confirmer l'hypothèse de départ voulant qu'étant donné que le mot banane fasse intervenir les mêmes syllabes plus d'une fois les cellules ciliées responsables de la réception de ces fréquences s'épuisent rapidement. Et en effet, c'est bel et bien ce qui est arrivé dans le cas de « banane ». En ce qui a trait à « vanane » et « panane », pourquoi le « b » disparaît plus vite que les autres syllabes demeure encore chose du mystère.

### **Cause d'erreur**

Pour l'expérimentation sur la latéralité cervicale, il y a quelques causes d'erreur identifiable :

- il était difficile de faire en sorte que les gens agissent instinctivement car le temps entre chaque série de mots a pu permettre aux gens de penser avant d'agir.

- Malgré le professionnalisme du logiciel utilisé, il était difficile de synchroniser les mots au millième près et leurs syllabes différentes étaient perçues à des temps différents.
- Même si tous les mots ont été ajustés au même niveau sonore, soit le même nombre de décibels, l'intonation caractéristique à chaque mot peu donner l'impression qu'il est prononcé plus fort que l'autre et ainsi influencer le jugement de la personne sur qui le test a été fait.
- La concentration des expérimentateurs pouvait être affectée par les autres personnes présentes dans la salle servant de laboratoire.
- Finalement, l'une des principales causes d'erreur est due au fait que le cerveau fait interagir d'autre partie du cerveau ne servant pas spécifiquement au langage. Ceci a pour effet de rallonger le chemin que prend l'influx nerveux. Ce qui a pour conséquence d'accroître les causes d'erreur

Pour le test sur la fatigue de l'oreille chez l'humain, il y a également des causes d'erreur ayant pu se glisser :

- En disant au cobaye qu'il apparaîtrait une irrégularité dans le mot entendu, ce dernier peut tenter de se convaincre d'une irrégularité perçue à un moment donné.
- La concentration du cobaye n'était pas toujours à son maximum et variait d'un expérimentateur à l'autre ce qui a pu fausser les résultats.

### **COMPRÉHENSION « SON » FINALE**

Notre expérience sur la latéralisation du cerveau nous a permis d'infirmer notre hypothèse voulant que l'homme entende majoritairement les mots provenant de son oreille gauche. Les résultats démontrent même, tout comme chez la femme, une certaine possibilité de communication entre les deux hémisphères puisque, toujours dans le même sens que les données recueillies pour la femme, les moyennes montrent que la moitié du temps ce sont les mots de l'oreille droite qui ont été perçus en premier. Il est donc probablement faux de dire que l'homme contrairement à la

femme est incapable de faire deux choses à la fois. L'expérimentation sur la fatigue de l'appareil auditif a permis d'affirmer notre hypothèse disant que la perception du mot déluge répété serait affectée plus lentement que celle du mot banane. Cela peut s'expliquer par le fait que les sons « na » et « ne » de banane affectent sensiblement les mêmes neurones de la région de l'oreille.

## SUGGESTIONS

Pour ce qui est du test sur les hémisphères du cerveau, il pourrait être plus juste et plus valable de ne pas laisser de pause entre chaque série. Pour éliminer la différence entre le temps de perception de chaque mot d'une même série, il serait préférable d'utiliser un système plus professionnel que celui utilisé quoique déjà très professionnel. Il serait également préférable de prendre des mots ayant une consonance très semblable et très proche afin d'éviter les écarts de perception entre chaque mot de la série. L'ambiance du laboratoire pourrait être améliorée afin d'augmenter la concentration des cobayes. Une autre expérience qui irait dans le même sens et qui serait intéressante serait de vérifier quels sons les expérimentateurs perçoivent en premier avant de vérifier quels sons ils écrivent en premier.

Pour ce qui est du test sur la fatigue de l'oreille, il faudrait ajouter la consigne qu'il soit possible qu'il n'y ait pas d'irrégularité sur la bande entendue pour contrer le vouloir de l'expérimentateur de trouver une différence dans le mot entendu. Il serait également préférable, tout comme pour le test précédent, de jouer avec l'ambiance du laboratoire pour augmenter la concentration du cobaye en évitant le plus possible les éléments déconcentrant tel que l'éclairage. Finalement, il pourrait être très intéressant de refaire l'expérience avec un même mot mais sur deux bandes sonores différentes. L'une d'elle comporterait le mot répété de façon identique tandis que l'autre bande comporterait le mot répété de manière différente en modifiant la façon de prononcer ce mot.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier :

- Les personnes ayant voulu se prêter à l'expérience.
- Monsieur Laval Duchesne, professeur de biologie au cégep de St-Félicien.
- Monsieur Larry Shepherd, professeur de langue au cégep de St-Félicien.

## BIBLIOGRAPHIE

- Gazzaniga, M. 1998, septembre. Le cerveau divisé. Pour la science, p. 72-79
- Ptito, M. 1993, jan.-fév. Anatomie du corps calleux. Interface, p. 14
- Marieb, Elaine N., Laurendeau, G. Le système nerveux central, chap. 12, 1992, Anatomie et physiologie humaines, Éd. ERPi, Saint-Laurent, Canada.
- Tortora, G J., Reynolds Grabowski, S. L'encéphale et les nerfs crâniens, chap 14, 2001, Principes d'anatomie et de physiologie, Éd. ERPi, Saint-Laurent, Canada
- [Http://www.lecerveau.mcgill.ca](http://www.lecerveau.mcgill.ca), guide d'interprétation des fonctions cérébrales
- [Http://www.cerveaudroit.com](http://www.cerveaudroit.com), site traitant sur les différences entre les deux hémisphères du cerveau.
- [Http://www.membres.lycos.fr/bcheaor/auditio n%20centrale.htm](http://www.membres.lycos.fr/bcheaor/auditio n%20centrale.htm), Rappel anatomique du fonctionnement auditif
- Marc P. Bear, Barry W. Connory, Michael A. Paradiso, Neurosciences: à la découverte du cerveau (1<sup>ère</sup> édition ; Pradel).
- <http://www.loni.ucla.edu/>, Laboratory of Neuro Imaging.