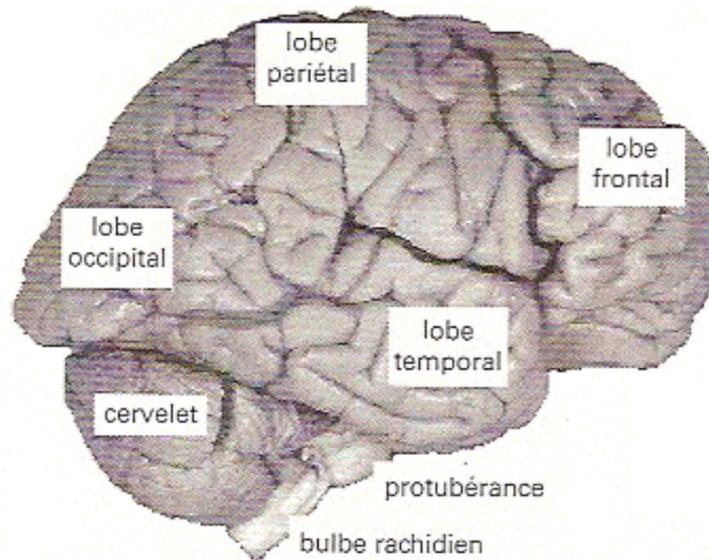


Annexes

- A1. Aires auditives
- A2. Transcription des contes utilisés pour le test d'écoute dichotique
- A3. Questionnaire (d'Edimbourg)
- A4. Tableaux récapitulatifs des tests de latéralité
- A5. Synthèse de la partie expérimentale du mémoire :
 - Retranscription de la soutenance orale
- A6. Portraits IDS et Audiogrammes

A1. AIRES AUDITIVES



Face externe du cerveau

(extrait de l'ouvrage *L'oreille musicienne* de Jean ABITBOL)

A2. TRANSCRIPTION DES CONTES UTILISES POUR LE TEST D'ECOUTE DICHOTIQUE

a) Histoire de Gauche : « L'homme à la peau d'ours » (Der Bärenhäuter), tiré des contes de Grimm

... se tenait toujours au premier rang. Tant que dura la guerre, tout alla bien. Mais quand vint la paix, on le congédia et son Capitaine lui dit qu'il pouvait aller où bon lui semblait. Ses parents étaient morts et il n'avait plus de foyer. Il alla chez ses frères et leur demanda de lui accorder asile jusqu'à ce que la guerre éclata à nouveau. Mais ses frères n'avaient pas de cœur et lui dirent :

« Que veux-tu que nous fassions de toi ? Tu ne peux plus nous être utile. Débrouille-toi seul. »
Le soldat ne possédait plus que son fusil. Il le mit à l'épaule et s'apprêta à partir pour le monde. Il arriva dans une vaste lande où l'on ne voyait rien d'autre qu'une rangée d'arbres plantée en cercle. Tristement il s'assit à leur ombre et médita sur son sort :

« Je n'ai pas d'argent », songeait-il, « je ne connais pas d'autres métiers que la guerre. Maintenant que la paix est revenue, nul n'a besoin de moi. Je prévois qu'il me faudra mourir de faim. »

Tout à coup, il entendit un bruit léger. Comme il regardait autour de lui, il vit à ses côtés un homme vêtu de vert, de fort belle prestance mais qui avait un affreux pied de cheval.

« Je sais ce qui te manque », dit l'homme. « Tu auras des biens et de l'argent autant que tu pourras emporter en y mettant de toutes tes forces. Mais il faut d'abord que je sache si tu n'as peur de rien. Je ne veux pas dépenser mon argent en pure perte »

« Un soldat et la peur, cela ne va pas ensemble » répondit le jeune homme. « Met-moi à l'épreuve ! »

« Allons-y », dit l'homme. « Regarde derrière toi ».

Le soldat se retourna et vit un ours énorme qui fonçait sur lui en grondant.

« Oh, oh », dit le soldat, « je vais te chatouiller les narines à t'en faire passer l'envie de grogner. »

Il le mit en joue, tira et l'atteignit en pleine gueule si bien qu'il tomba et ne bougea plus.

« Je vois », dit l'homme, « que tu ne manques pas de courage. Mais il te reste encore une condition à remplir. »

« Si cela ne compromet pas ma vie éternel », répondit le soldat qui avait compris à qui il avait affaire, « d'accord. Sinon je ne marche pas .»

« Tu vera par toi même », dit l'homme. « Il faudra, qu'au cours des sept années à venir, tu ne te laves pas, que tu ne te peignes ni tes cheveux, ni ta barbe, que tu ne te coupes pas les ongles et que tu ne dises aucun « notre père ». En outre, je te donnerai un costume et un manteau que tu devras porter durant tout ce temps. Si tu me rends court ce ces sept années, tu seras à moi. Si au contraire tu survit, tu seras libre et riche jusqu'à la fin de tes jours. »

Le soldat songea à la grande misère dans laquelle il se trouvait, et comme il avait souvent affronté la mort, il accepta de la risquer une fois de plus. Le Diable enleva son habit vert et lui tendit en disant :

« Quand tu porteras ce costume, à chaque fois que tu mettras la main à la poche, tu l'en ressortiras pleine d'or. »

Puis il dépouilla l'ours et dit :

« Cela te servira de manteau et aussi de lit. Car il faut que tu couches sur cette peau et tu n'auras le droit de t'étendre sur nul autre lit. Et à cause de cet assortiment, tu t'appelleras "Peau d'ours" .»

Sur quoi le Diable disparu.

Le soldat revêtit l'habit vert et tout de suite mit la main à la poche et vit qu'on lui avait dit vrai. Il jeta la peau d'ours sur ses épaules et pris la route. Il était de bonne humeur et grâce à son argent il ne se laissait manquer de rien. La première année, tout alla bien. Mais au bout de la deuxième, il avait déjà l'air d'un monstre. Des cheveux lui couvraient presque tout le visage, la barbe semblait être un morceau de feutre grossier, ses doigts portaient de véritables griffes et sa figure était si crasseuse que les cressons y auraient poussé si on en avait semé. Quand ils le voyaient, les gens s'enfuyaient. Mais comme il donnait partout de l'argent aux pauvres en leur demandant de prier pour qu'il ne mourut point au cours des sept années et parce qu'il payait tout ce qu'il achetait, il trouvait malgré tout le gîte et le couvert.

Au cours de la quatrième année il arriva à une auberge où le patron refusa de le recevoir. Il n'en accepta même pas de lui faire une place à l'écurie, tant il craignait que ses chevaux ne prirent la mort aux dents. Cependant quand Peau d'ours plongea sa main dans sa poche et quand il en retira plein de Ducas, l'aubergiste se laissa attendrir et lui donna une chambre dans un bâtiment de l'arrière cour. Peau d'ours du promettre de ne pas se faire voir pour qu'une mauvaise renommé ne jaillisse sur l'auberge. Le soir, comme Peau d'ours, tout seul

dans sa chambre, espérait de toute son âme que ces sept années passeraient vite, il entendit que l'on se plaignait à haute voix dans une pièce voisine. Il avait bon cœur. Il poussa la porte et vit un vieillard qui pleurait à chaud de larmes en se tordant les bras. Peau d'ours s'approcha de lui. Mais l'homme, pris de peur, voulu s'enfuir. Cependant, quand il entendit qu'on s'adressait à lui avec un langage humain, il s'arrêta. Peau d'ours lui parla avec amitié et le vieux lui raconta alors les raisons de son tourment. Il avait perdu peu à peu tous ses biens. Lui et ses filles se trouvaient dans l'indigence. Il était si pauvre qu'il ne pouvait même plus payer l'aubergiste et on allait le mettre en prison.

« Si c'est là tout votre souci », dit Peau d'ours, « j'ai assez d'argent pour vous tirer d'affaire. »

Il fit venir l'aubergiste, le paya et remplit d'or la poche du malheureux par dessus le marché. Quand le vieillard se vit sauvé, il ne su comment témoigner sa reconnaissance.

« Viens avec moi », lui dit-il, « mes filles sont des merveilles de beauté. Choisis-en une pour femme. Quand elle apprendra ce que tu as fait pour moi, elle ne refusera pas. Tu as bien sûr l'air un peu bizarre mais elle saura te remettre en état. »

Cela ne déplaisait pas à Peau d'ours. Il l'accompagna donc chez lui.

Quand l'aînée des filles le vit, son aspect l'effraya si fort qu'elle poussa un cri et s'enfuit. La seconde resta bien là. Le regardant des pieds à la tête, *me se fout* pour dire :

« Comment pourrais-je épouser un homme qui n'a pas de figure humaine ? J'aimerais encore mieux l'ours rasé que l'on a vu ici un ours et qui se faisait passé pour un homme. Il portait du moins un manteau de hussard et des gants blancs. Bien qu'il fut laid, j'aurais pu m'habituer à lui. »

Mais la plus jeune dit :

« Cher père, celui qui vous a tiré du malheur ne peut être qu'un homme bien de bonté. Si vous lui avez promis une fiancée en retour, il faut que votre parole soit tenue. »

Il fut dommage que le visage de Peau d'ours fut couvert de crasse et de barbe. On aurait pu lire combien son cœur rayonnait d'entendre ces paroles. Il prit une bague à son doigt, la brisa en deux et en donna une moitié à la jeune fille. Il garda l'autre partie pour lui. Il s'inscrivit son nom dans celle qu'il avait remise et celui de la jeune fille dans la sienne. Il l'a pria de garder précieusement ce qui lui donnait. Sur quoi il prit congé en disant :

« Je serai parti encore pendant trois ans. Si au bout de ce temps je ne reviens pas, c'est que je serai mort et que tu seras libre. Mais prie Dieu qu'il me laisse la vie. »

La pauvre fiancée s'habilla de noir et quand elle pensait à son bien aimé, les larmes lui venaient aux yeux. De ses sœurs, elle ne recevait que sarcasme et moquerie.

b) Histoire de Droite : « Jean De Fer » (Der Eisenhans) tiré des contes de Grimm.

... Toute sorte de gibier y vivait. En ce temps-là, il y envoya un chasseur avec mission d'y tuer un chevreuil. Mais le chasseur n'en revint pas.

« Il lui est peut être arrivé malheur », dit le Roi.

Et le lendemain, il envoya deux autres chasseurs dans la forêt. Ils étaient chargés de retrouver le premier. Mais eux non plus n'en revinrent pas. Le troisième jour, le Roi fit venir tous ses chasseurs et leur dit :

« Parcourez toute la forêt jusqu'à ce que vous les ayez retrouvés tous les trois. »

Mais de cela aussi, personne ne revint, et l'on ne revit aucun des chiens de la meute qui les accompagnait. Dès ce moment-là, personne ne voulut plus aller dans la forêt. Elle resta silencieuse et abandonnée, et on y voyait seulement de temps à autre, un aigle ou un vautour qui la survolait. Cela dura ainsi de nombreuses années.

Un jour, un chasseur étranger se présenta au Roi. Il cherchait du Travail et s'offrait pour pénétrer dans la dangereuse forêt. Le Roi n'y consentit pas. Il dit :

« La forêt est suspecte. Je crains qu'il ne t'y arrive quelque chose. Tu n'en reviendras pas. »

Le chasseur répondit :

« Seigneur, j'accepte le danger, je ne connaît pas la peur. »

Le chasseur partit dans la forêt avec son chien. Bientôt celui-ci trouva la piste d'un gibier et se mit à la suivre. Mais au bout de quelques pas, il tomba dans un borbier et ne put continuer. Un bras nu en sortit qui le saisit et l'entraîna. Quand le chasseur vit cela, il recula et *kiri* (vit ?) trois hommes. Il leur demanda d'apporter des seaux et d'épuiser de l'eau. Quand il atteignirent le fond, ils aperçurent un homme sauvage dont le corps était comme rouillé, et dont les cheveux tombaient jusqu'aux genoux. Il le lièrent avec des cordes et l'emmenèrent au château. On s'en étonna fort. Le Roi le fit enfermer dans une cage de fer au milieu de la cour et interdit sous peine de mort que l'on en ouvrit la porte. Il ordonna que la Reine, elle même, garda la clef de la cage en sa surveillance. A partir de ce moment-là, on pu de nouveau pénétrer sans risque dans la forêt.

Le Roi avait un fils de huit ans. Un jour qu'il jouait dans la cour du château, sa balle tomba dans la cage. Le garçon y courut en criant :

« Rend-moi ma balle ! »

« Pas avant que tu m'aies ouvert la porte », répondit l'homme.

« Non », rétorqua l'enfant, « je ne le ferai pas. Le Roi l'a interdit. » Et il s'en alla.

Le lendemain il revint et réclama à nouveau sa balle. L'homme sauvage dit :

« Ouvre-moi la porte. »

Mais l'enfant refusa. Le troisième jour, comme le Roi était parti à la chasse, le garçon revint et dit :

« Même si je le voulais, je ne pourrais ouvrir, je n'ai pas la clef. »

L'homme sauvage dit alors :

« Elle se trouve sous l'oreiller de ta mère. Tu n'as qu'à l'y prendre. »

L'enfant qui tenait beaucoup à sa balle étouffa en lui le remord et apporta la clef. La porte s'ouvrit difficilement et il s'y pinça les doigts. Quand elle fut ouverte, l'homme sortit de la cage, donna la balle à l'enfant et s'enfuit. Le fils du Roi prit peur et cria :

« Homme sauvage, ne te sauves pas, on va me battre. »

L'homme sauvage revint sur ses pas, le souleva, le plaça sur ses épaules et partit avec lui dans la forêt. Quand le Roi revint, il vit que la cage était vide et demanda à la Reine ce qui s'était passé. Elle n'en savait rien. Elle chercha la clef. Elle n'était plus là. Elle appela son fils. Il ne répondit pas. Le Roi envoya ses gens à sa recherche mais ils ne le trouvèrent point. Et la cour tout entière fut plongée dans l'affliction.

Quand l'homme sauvage fut arrivé dans la sombre forêt, il déposa l'enfant à terre et dit :

« Tu ne reverras jamais ni ton père ni ta mère mais comme tu m'a libéré et que j'ai pitié de toi, je te garderai avec moi. Si tu fais tout ce que je te dit, tu t'en porteras bien. J'ai des tors et de l'or plus que quiconque au monde. »

Il fit à l'enfant un lit de mousse sur lequel celui-ci s'endormit. Au matin, l'homme le conduisit au bord d'une fontaine et lui dit :

« Tu vois cette source ? Elle est claire et transparente comme du cristal. Tu vas rester là à veiller à ce que rien n'y tombe et ne le profane. Chaque soir, je viendrai et je verrai si tu m'as obéi. »

L'enfant s'assit au bord de la fontaine. Il vit des poissons et des serpents d'or et prit garde que rien n'y tombe. A un moment donné, il eut si mal à un doigt qu'il le trempa involontairement dans l'eau. Il le retira bien vite mais il était devenu comme doré. Il eut beau le laver, ce fut en vain. Le soir, quand le rouillé vint ; il regarda l'enfant et dit :

« Qu'est-il arrivé à la fontaine ? »

« Rien, rien », répondit-il en cachant sa petite main derrière le dos pour qu'il ne la voit pas.

Mais l'homme dit :

« Tu as plongé ton doigt dans l'eau ! Pour cette fois je ne dirai rien mais prend garde que plus rien ne vienne y toucher. »

Le lendemain matin le petit garçon prit sa place au bord de la fontaine. Il eut de nouveau mal au doigt et le porta à sa tête. Par malheur, un cheveu tomba dans l'eau.

A3. QUESTIONNAIRE (D'EDIMBOURG)

Pour chacune des 10 actions suivantes : écrire, dessiner, lancer un objet, utiliser des ciseaux, tenir sa brosse à dents, se servir d'une cuiller, serrer son mouchoir sur son nez pour se moucher, ouvrir une fenêtre, craquer une allumette, dévisser un bouchon, dites quelle est la main, gauche ou droite, utilisée en répondant par :

- toujours à gauche : noter « G » ;
- habituellement à gauche : noter « g » ;
- sans préférence : noter « ? » ;
- habituellement à droite : noter « d » ;
- toujours à droite : noter « D ».

C'est à vous :

- 1/ Ecrire :
- 2/ Dessiner :
- 3/ Lancer un objet :
- 4/ Utiliser des ciseaux :
- 5/ Tenir sa brosse à dents :
- 6/ Se servir d'une cuiller :
- 7/ Serrer son mouchoir sur son nez pour se moucher :
- 8/ Ouvrir une fenêtre :
- 9/ Craquer une allumette :
- 10/ Dévisser un bouchon :

A4. TABLEAUX RECAPITULATIFS DES TESTS DE LATERALITE

Dans ces tableaux, on trouvera les indications concernant :

- la manualité des sujets (colonne « main ») ;
- la latéralité auditive dans la perception du langage articulé (colonne « Dichotique ») ;
- La latéralité auditive dans le contrôle de la production du langage articulé (colonne « VRR » et « bascule », cette dernière correspondant au test de Bernard Auriol) ;
- l'inversion gauche-droite dans la pose du casque (colonnes « INV »).

Prénom NOM	Sexe	Main	Dialectique	finV	V. r. r.	finV	Exercice	finV
1 Aline GUILLAUD	F		DG (Dg) il manque des pauses		?			
2 Simon CACHEUX	M		D (Dg) G + décalage de 2 ms dynamiquement variable		d (plus forte qd G est ret)			
3 Méline BARBRY	F	d	DG (Dg) la D est + forte, + proche	X	d (plus général qd D est)		percent + les aigus à D	
4 Victor GRIESER	M	D	dg en échant D, G ne me dérange pas G, D me dérange	X	d			
5 Xshen ZERTOUN	M	D	dg + envie d'écrire à D (+ forte) à G qd fort + fort		d		percent + les aigus à D	X
6 Guillaume COURUREK	M	D	D (+ clair)		d		gd bascule à G, impression que le son est autre	X
7 Alexis PAWLAK	M	G	dg à D + des hautes, bon à 50 Hz	X	g? bcp de difficulté global		impression que "ly a" proins d'aigus à G	X
8 Sylvain LEURENT	M		dg (dG) j'ai fini par me accoutumer à G sur la G bcp de phrases mais qd est des phrases G		d			
9 Lauriane THIRIAI	F		dg qd la lecture hésite/baisse (j'arr) l'autre il accepte de le lire la	X	g? peut être + peu retenu qd G est			
10 Lucille CAMPALERO	F		dg d'après d'écrite à chaque lettre à phrase		d			
11 Cécile BERGER	M	D	DG (dG) bon restit ^o isolé	X			les syllabes st G différentes qd bascule à G	
12 Cécile NOROY	M		dg ven à G + seule	X	g + forte qd retard à D			
13 Pierre SOULMIST	M		dg (D) en voulant me décrocher de D je me suis rendu compte que c'était + forte de m'accrocher à G	X	d!			
14 Emmanuel LUGNAN	F		DG bon restit ^o de 2 list	X	?		rhon	
15 Julien GONCERD	M	G	dg (Dg)		pas de perturbation			
16 Maxime GOSSELIN	F	dg	dg (G) + forte de G accouler sur la G voix + distincte d'après son matrice		fait obs du son			

Prénom NOTI	Sexe	Nom	Structurale	inv	V, R, R	inv	boscule
35 Christian SENECAUT	M	D	DG				
35 Brigitte SENECAUT	F		G c'est un mot que m'a plu e dans j en continue l'hist.				
35 Norry RECHER	F		D aléatoirement naturellement ?				d ? pare qu ab s'écrit clacuter et D concasse
36 Guillaume BLANC	M		dg				? se raconte en la lecture
37 Audren	M		DG				? peut abs
38 Rebeca	F		D peux que j'opine le tel de la main D et se sous stendis- cible en ce moment				? idem

A5. SYNTHÈSE DE LA PARTIE EXPÉRIMENTALE DU MÉMOIRE

Retranscription de la soutenance orale

1. INTRODUCTION

1.1. Définition du titre et origine du mémoire

Ce mémoire a pour dessein de chercher à mieux comprendre les mécanismes de la perception auditive. Afin de restreindre notre champ d'étude, nous nous intéresserons plus particulièrement au rôle qu'a cette perception auditive dans le contrôle de la boucle audio-phonatoire. Par cette expression nous entendons l'influence de l'audition sur la phonation lorsque nous cherchons à contrôler, via l'écoute, notre propre production de l'acte parlé. Nous voulons ainsi tenter de vérifier les deux premières « lois » qu'Alfred Tomatis proposa en 1957 à l'Académie des Sciences, et qui se formulent comme suit :

- « La voix ne contient que ce que l'oreille entend » ;
- « Si on rend à l'oreille lésée la possibilité d'entendre les fréquences perdues ou compromises, celles-ci sont instantanément et inconsciemment restituées dans l'émission vocale »¹.

Par la première loi, Tomatis entend par là que les non-entendants ou les mal-entendants ont effectivement du mal à se faire comprendre car il est difficile pour eux, voire impossible du fait de leur surdité, d'avoir un contrôle sur leur phonation, ce qui expliquerait notamment la difficulté qu'ils ont à articuler correctement les mots qu'ils prononcent.

¹ Alfred Tomatis

Outre ses propos sur la possibilité de modifier l'écoute et d'obtenir par ce biais une modification de la phonation, Alfred Tomatis insiste fortement sur le fait que les deux oreilles ne sont pas égales dans la perception auditive en général et dans le contrôle de la boucle audio-phonatoire en particulier. Tomatis prétend, en effet, qu'il faut chercher à latéraliser notre écoute en développant davantage notre oreille droite qui, pour des raisons anatomiques qui sont loin de faire l'unanimité auprès de la classe scientifique, serait plus adaptée que l'oreille gauche pour assurer ce rôle de contrôle de la phonation.

Une mauvaise latéralisation des organes de l'audition serait, selon lui, à l'origine, entre autre, des troubles du langage et de la communication comme le bégaiement, mais aussi la dyslexie ou encore l'autisme².

C'est sur ce point, la latéralité auditive dans la boucle audio-phonatoire, que nous concentrerons notre étude sur la perception auditive.

Nous utilisons, pour cela, la première version d'un appareil en cours de développement : l'IDS (Intégrateur de Densité Spectrale) étendu et numérique proposé par Laurent Millot sur la base de la version analogique proposée par Émile Leipp et Sapaly.

Cet appareil permet d'effectuer une analyse de la répartition de l'énergie « spectrale » (ou fréquentielle) d'une scène sonore qui s'étale dans le temps. Cette analyse effectuée sur un stimulus d'une durée de quelques minutes est rendue possible en procédant à une moyenne (ou intégration) dans le temps. Cette première particularité de l'IDS constitue un élément

² Tomatis pensait qu'il est utile de travailler l'écoute dans de nombreux troubles mais, pour lui, la latéralisation n'était qu'une part du travail d'entraînement qui concernait surtout l'entraînement à l'écoute des fréquences élevées et la stimulation cérébrale globale par ce biais.

Le deuxième point est l'entraînement spécifique de l'écoute en conduction osseuse par vibreur, placé au milieu du front ou au sommet du crâne, qui envoie, bien entendu, un son non-latéralisé. Ce travail osseux se fait simultanément avec l'usage du casque sur les deux oreilles. En effet, on augmente progressivement l'amplitude du signal envoyé à l'oreille droite quand on passe de la musique au langage prononcé par le sujet. La méthode de rééducation de Tomatis débute en effet par une phase d'écoute de musique classique, essentiellement du Mozart, puis se poursuit avec la propre voix du sujet lisant un texte.

Quant à l'autisme, Tomatis ne croyait pas que la causalité en soit purement auditive et avait tenté une collaboration avec Françoise Dolto qui était très intéressée par son travail avec la « Voix Maternelle ». Ils ne purent mener très loin cette collaboration faute d'une connaissance suffisante de la psychanalyse par Tomatis. Cependant le Dr Hebrard et d'autres allèrent assez loin dans ce sens.

pertinent d'analyse de la parole dont la production de sens, dans ses variations de rythme et de timbre, est tributaire du temps qui s'écoule.

Une autre particularité de l'IDS est la grande lisibilité des résultats proposés. En effet, les résultats correspondent à la répartition de l'énergie spectrale (ou balance spectrale) selon les bandes sensibles de l'oreille humaine (8 pour la version de 1977 proposée par Émile Leipp, 10 pour la version proposée par Laurent Millot), allant de la bande associée aux extrêmes basses (0- 50 Hz) à celle associée aux extrêmes aigus (15-22.05 kHz ou 15-24 kHz, notamment, suivant la fréquence d'échantillonnage utilisée).

L'IDS nous permettra donc d'analyser les modifications potentielles de la voix des sujets testés lorsqu'ils seront soumis à une écoute d'une version modifiée de leur voix.

1.2. Quelques mots sur l'« Oreille électronique » de Tomatis

L' « Oreille électronique » d'Alfred Tomatis est un appareil dont le principe repose sur un filtre baxendall qui effectue une amplification dynamique des aigus au dessus de 1000 Hz dès que le signal atteint un certain seuil d'intensité sonore. Le niveau global du signal est ajusté de façon à ce que la bascule vers l'amplification des aigus ait lieu les 3/4 du temps.

Nous chercherons dans l'un de nos tests, dont nous parlerons plus loin, à reproduire dans les grandes lignes le fonctionnement de cet appareil afin de nous rapprocher des expériences de Tomatis sur le contrôle de la boucle audio-phonatoire.. Nous mettrons, par contre, de côté le principe de la bascule qui déclenche le filtre à partir d'un niveau minimal d'intensité sonore, ce qui conduira dans notre test à l'amplification systématique des aigus.

2. LES TESTS EXPÉRIMENTAUX DE LA LATÉRALITÉ AUDITIVE

Nous avons mis en place trois tests pour étudier la latéralité auditive. En préambule à ces trois tests, nous effectuons un examen audiométrique nous permettant d'obtenir des informations d'une part sur la sensibilité auditive des individus qui effectueront les tests de la latéralité auditive par la suite et, d'autre part, sur le degré de dissymétrie existant entre leur deux organes auditifs. Nous nous assurons ainsi que le sujet effectuant les tests sur la perception auditive entend correctement. De plus, la suite des expérimentations portant sur ce qui pourrait différencier ces deux organes, il est important de prendre en compte, lorsqu'il est fortement présent et avant toute expérimentation, l'écart de sensibilité auditive entre l'oreille droite et l'oreille gauche³.

Les tests mis en place sont donc :

- le test d'écoute dichotique, nous apportant un indice de latéralité auditive en ce qui concerne la perception auditive du langage (écoute seule) ;
- les tests de contrôle de la boucle audio-phonatoire dont on distinguera deux formes :
 - o le test de la voix-répétée-retardée de Montaud ;
 - o le test de contrôle fréquentiel de Bernard Auriol.

2.1. Test d'écoute dichotique

a) Protocole

Le protocole de ce test est le suivant :

- chacune des deux oreilles du sujet reçoit simultanément, par l'intermédiaire d'un casque, une histoire différente pendant une durée de 7 minutes ;
- à la fin de l'épreuve, on demande au sujet de raconter ce qu'il a entendu. En fonction de sa restitution, on le note :

³ Dans le cadre d'une recherche de la meilleure méthodologie scientifique possible, il conviendrait purement et simplement d'éliminer de l'étude tout sujet présentant une dissymétrie notable entre les deux oreilles du point de vue audiométrique. Bien que n'étant pas spécialiste de l'examen audiométrique, il ne m'a pas semblé que de tels écarts aient été trouvés. Aussi aucun sujet ne fut exclu, ici, des tests de latéralité.

- « D » s'il n'a retenu que l'histoire de droite ;
- « G » s'il n'a retenu que l'histoire de gauche ;
- « DG » s'il a retenu les deux histoires intégralement ;
- « dg » s'il n'en a retenu aucune intégralement ou s'il mélange les deux.

b) Résultats du test dichotique

Les résultats obtenus pour ce test sont les suivants :

Restitution	Femmes (14)	Hommes (20)	Total (34)
DG	3	5	8
dg	3	9	12
D	5	5	10
G	3	1	4

On remarque un nombre important d'individus, 12 sur 34, n'ayant retenu aucune histoire intégralement (catégorie « dg » comprenant le plus grand nombre de sujets) ainsi qu'un nombre non négligeable d'individus, 8/34, ayant retenu les deux histoires (3^e catégorie en taille juste derrière les « D »).

Ces résultats sont à mettre en parallèle avec ceux de Yamina Guelouet qui effectua en 1984 pour sa thèse en médecine le même test d'écoute dichotique sur 76 sujets hommes et femmes, utilisant les mêmes histoires. Elle trouva alors :

- 69 % d'individus ayant retenu l'histoire de droite (« D ») contre 29 % dans notre test ;
- 18 % de « G » contre 12 % ici ;
- 12 % de « dg » contre 35 % ici ;
- et 1 individu sur 76 ayant retenu les deux histoires contre 24 % pour notre échantillon.

Cette différence dans les résultats pourrait s'expliquer par le fait que les deux populations testées comprennent toutes deux des individus présentant certaines particularités. En effet, les individus ayant effectué les tests dans notre étude, sont, pour 28 d'entre eux, étudiants à l'école nationale supérieure Louis Lumière dont 16 sont apprentis ingénieurs du son. Ces 28 individus évoluent tous dans un environnement artistique où la voix est omniprésente (particulièrement pour les sections « cinéma » et « son » de l'école) et les 16 apprentis ingénieurs du son ont pour habitude d'analyser quotidiennement des scènes sonores. Ceci pourrait expliquer la tentation pour les sujets de notre étude de vouloir analyser un "tout sonore", dans un esprit de performance à réaliser et, du coup, de ne pas adopter la solution consistant à choisir une des deux histoires pour laisser tomber l'autre⁴.

Concernant les individus ayant effectué les tests de 1984, il s'agissait de personnes venant consulter le Docteur Auriol pour des troubles du langage. Il est donc difficile de comparer les deux populations d'autant plus qu'elles ne constituent pas le même effectif⁵.

⁴ L'évaluation de la pertinence du « récit d'histoire » peut différer d'un notateur à l'autre (Les tests de 1984 étaient évalués par une Audio-Psycho-Phonologiste, Mme Monique Widmer ; ceux de 2008 par moi) Il se peut que nos façon d'évaluer si une histoire était bien comprise soient différentes.

La consigne donnée avant le test a peut être, elle aussi, été différente : en 1984, on expliquait au sujet qu'il allait participer à un test difficile : il entendrait deux histoires en même temps, une pour chaque oreille. Il devrait en raconter au moins une, aussi fidèlement que possible. Dans la présente étude, on expliquait au sujet qu'il allait entendre « quelque chose » pendant 7 minutes et qu'il lui serait demandé, à la fin de l'épreuve, de raconter ce qu'il a entendu. Une éventuelle différence de consigne peut avoir joué dans le sens du commentaire lié à la nature des deux populations testées.

⁵ En bonne règle, la notation en pourcentage ne peut être valablement utilisée en dessous d'une population globale de 60 individus. L'étude de Guelouet satisfaisait à cette contrainte et, celle du Pr Raufaste plus encore, qui écrit :

« **Latéralité de l'audition de niveau sémantique** (test de Lileyre) => Ce test consiste à faire écouter aux sujets deux histoires en écoute dichotique, c'est à dire simultanément, chaque histoire étant dirigée sur une seule oreille. On demande ensuite aux sujets de dire ce qu'ils ont retenu des deux histoire, ce qui permet de coder le côté directeur. Au total, **719** sujets ont reçu le test. 10% des sujets n'ont été capables de rapporter aucune des deux histoires, 81,1% ont rapporté une seule histoire (dont 51,2% celle de l'oreille droite et 29,9% celle de l'oreille gauche). Enfin, 8,9% des sujets ont pu rapporter les deux histoires. » (cf. http://auriol.free.fr/psychosonique/raufaste/population_raufaste.htm)

c) Confrontation des résultats du test dichotique avec la manualité

Le tableau ci-dessous indique la corrélation entre la manualité des sujets, c'est-à-dire le fait qu'ils sont droitiers, gauchers, ou ambimanés, et leur latéralité auditive :

Corrélation Main/Oreille	Femmes (14)	Hommes (20)	Total (34)
Homogène	5	5	10
Hétérogène	9	15	24

On remarque qu'un tiers environ des sujets testés présentent une homogénéité dans la corrélation entre manualité et latéralité auditive pour la perception d'histoire.

Par individu homogène, on entend une personne utilisant préférentiellement, pour le test dichotique, l'oreille du même côté que celui de la main dont il se sert pour réaliser la plupart des tâches quotidiennes (dont la première est l'écriture).

Les 2/3 des sujets sont donc hétérogènes, ce qui montre ici, la limite de la manualité comme indice de latéralité auditive pour la perception du langage.

2.2. Test de la voix-répétée-retardée (VRR) de Montaud

La VRR est un procédé utilisé initialement en test audiométrique par Azzi⁶. Celui-ci se sert de la propre voix du sujet pour la restituer avec un retard de 250 ms ce qui correspond à un léger écho. Ce test est alors utilisé pour déceler les simulations de surdités.

En effet lorsqu'une personne se présente comme sourde suite à un traumatisme sonore, alors qu'elle ne l'est pas, il est difficile de mettre en évidence cette simulation avec un test audiométrique basique. Si par contre on lui propose, de se munir d'un casque et de lire un texte à voix haute, devant un micro, on peut vérifier très facilement si la personne simule ou non une surdité.

⁶ PORTMANN, Michel, PORTMANN, Claudine, *Précis d'Audiométrie clinique*, 1988 (6^e édition).

Le procédé est le suivant : la personne lit sans que rien ne lui soit envoyé dans le casque puis, petit à petit nous augmentons le niveau de sa propre voix restitué avec un léger retard jusqu'à ce que des troubles de langage apparaissent. Ceux-ci sont, en général, flagrant : la personne entendant sa propre voix avec un retard se met à bégayer. Si la personne continue à lire sans modification de son débit ou du volume sonore, c'est qu'elle est effectivement sourde.

À l'instar des étudiants en orthophonie rédigeant un mémoire sur la latéralité auditive sous la direction de l'orthophoniste Montaud⁷, nous nous servons de la VRR pour rendre inutilisable l'une des deux oreilles du sujet pour le contrôle de sa phonation, l'obligeant ainsi à se concentrer sur l'autre oreille⁸ qui, elle, reçoit le son synchrone de la voix.

Nous comparons ensuite la gêne occasionnée entre l'envoi de la VRR sur le canal droit et son envoi sur le canal gauche. Le côté où la VRR a été la plus déstabilisante est censé refléter l'« oreille directrice pour l'élocution⁹ » puisque c'est en gênant celle-ci que le sujet éprouve le plus de difficulté à lire.

a) Protocole

Le protocole de ce test est le suivant :

- enregistrement d'une lecture à voix haute d'un texte pendant une durée de 8 minutes environ ;
- envoi, dans un premier temps, dans le casque du lecteur, de sa propre voix reprise par un microphone sans traitement particulier (conditions normales d'écoute stéréophonique) ;
- envoi, dans un second temps, de la voix-répétée-retardée de 250 ms dans l'un des deux canaux (gauche ou droit) pendant une durée de 2 à 3 minutes ;
- envoi, pour finir, de la VRR dans l'autre canal pendant une durée équivalente.

⁷ Martine VALIÈRE-MONTAUD, Gisèle ROTH, Jean RIBO, *Oreille gauche, oreille droite. Recherche sur la latéralité auditive*, mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste, Toulouse III, 1978.

⁸ Le test est surtout parlant si la personne se contente de se concentrer sur ce qu'elle lit plus que sur la façon de se contrôler...

⁹ L'oreille « non directrice pour l'élocution » est généralement la plus performante, dominante pour la musique, les voyelles versus les consonnes, etc...

Durant l'épreuve, je note les réactions du sujet lors de l'envoi de la VRR vers chacun des 2 canaux. À la fin de l'exercice, j'interroge le sujet sur le côté où la VRR a été la plus gênante afin de comparer ses impressions avec mes observations. En général, leurs impressions et mes observations sont conformes.

b) Résultats obtenus pour le test de contrôle de la boucle audio-phonatoire avec l'utilisation de la VRR

Oreille "directrice "	Femmes (11)	Hommes (17)	Total (28)
D	4	7	11
G	1	2	3
D = G	6	8	14

Sur les 28 sujets testés, 14 d'entre eux (la moitié) semblent ressentir une gêne plus importante lorsque la VRR est envoyée sur un canal particulier. Pour l'autre moitié, on n'observe pas de latéralité auditive apparente.

Il semblerait que les individus fassent abstraction de ce que je leur envoie dans le casque, se concentrant sur leur voix osseuse (ou écoute osseuse) ou bien sur la lecture du texte sans s'occuper du rendu sonore.

Il est difficile de savoir à quel point l'écoute osseuse court-circuite le signal sonore envoyé via les écouteurs du casque¹⁰. De même il n'est pas évident de savoir si, pour continuer à lire en présence de la VRR, le sujet ne se rattache pas inconsciemment à l'oreille recevant le son synchrone lorsqu'il dit ne pas écouter ce que le casque lui donne à entendre.

¹⁰ Selon Bernard Auriol, cette remarque ouvre une voie très intéressante de recherche : on peut imaginer de neutraliser la conduction osseuse sur la base théorique utilisée dans les casques anti-bruit actifs. Il faudrait, pour ce faire, remplacer les écouteurs du casque par un vibreur et utiliser le micro au plus près des cordes vocales (larynx) ou au moins dans l'axe sagittal (Cf. <http://auriol.free.fr/psychosonique/ClefDesSons/casque-anti-bruit.htm>).

c) Confrontation des résultats du test de la VRR avec la manualité

Le tableau suivant nous indique les corrélations entre l'oreille préférentielle pour le contrôle de la phonation et la main préférentielle selon qu'elles sont du même côté (homogénéité) ou non (hétérogénéité) :

Corrélation main/oreille	Femmes (11)	Hommes(17)	Total(28)
Homogène	5	6 (35 %)	11
Hétérogène	6	11 (65 %)	17

Nous voyons que seulement 1/3 des sujets utilisent préférentiellement l'oreille située du même côté que celui de la main préférée. Ces résultats sont à mettre en parallèle avec ceux trouvés en 1988 par les étudiants de Montaud et dont les tests ont été effectués sur une population de 342 enfants allant du CP à la 6^e. Ils trouvèrent, pour les garçons, un pourcentage de 69 % d'individus homogènes contre 35 % ici. Cette différence serait-elle due, là encore, au milieu artistique dans lequel évoluent les sujets testés à l'ENS Louis Lumière¹¹ ? Difficile d'y répondre.

Quoi qu'il en soit, nous voyons ici qu'à nouveau, dans la population que nous avons testée, la manualité n'est pas corrélée à la latéralité auditive¹².

¹¹ On peut aussi évoquer l'idée d'une différence dans les tests utilisés pour évaluer la latéralité manuelle (En 1984, et dans l'étude de Raufaste, il s'agissait du Test d'Auzias). Par ailleurs Montaud s'intéressait à l'homogénéité entre latéralité auditive et manuelle, mais aussi latéralités visuelle et des pieds.

¹² Le nombre faible des sujets ne permet pas, d'un point de vue statistique, de conclure, même pour l'ensemble parent des élèves d'une école de type Louis Lumière....

d) Confrontation des résultats du test de la VRR avec ceux du test dichotique

Le tableau suivant nous indique les corrélations entre l'oreille utilisée préférentiellement pour le contrôle de la phonation, et celle utilisée préférentiellement pour l'écoute de la parole d'autrui selon qu'elles sont du même côté (homogénéité) ou non (hétérogénéité) :

Corrélation perception/contrôle	Femmes(11)	Hommes(17)	Total(28)
Homogène	5	9	14
Hétérogène	6	8	14

Remarquons juste la non corrélation entre les deux latéralités auditives (perception uniquement et contrôle), quand elles existent.

Si nous confrontons maintenant, ces deux indices de latéralité auditive avec la manualité, nous obtenons le tableau ci-dessous :

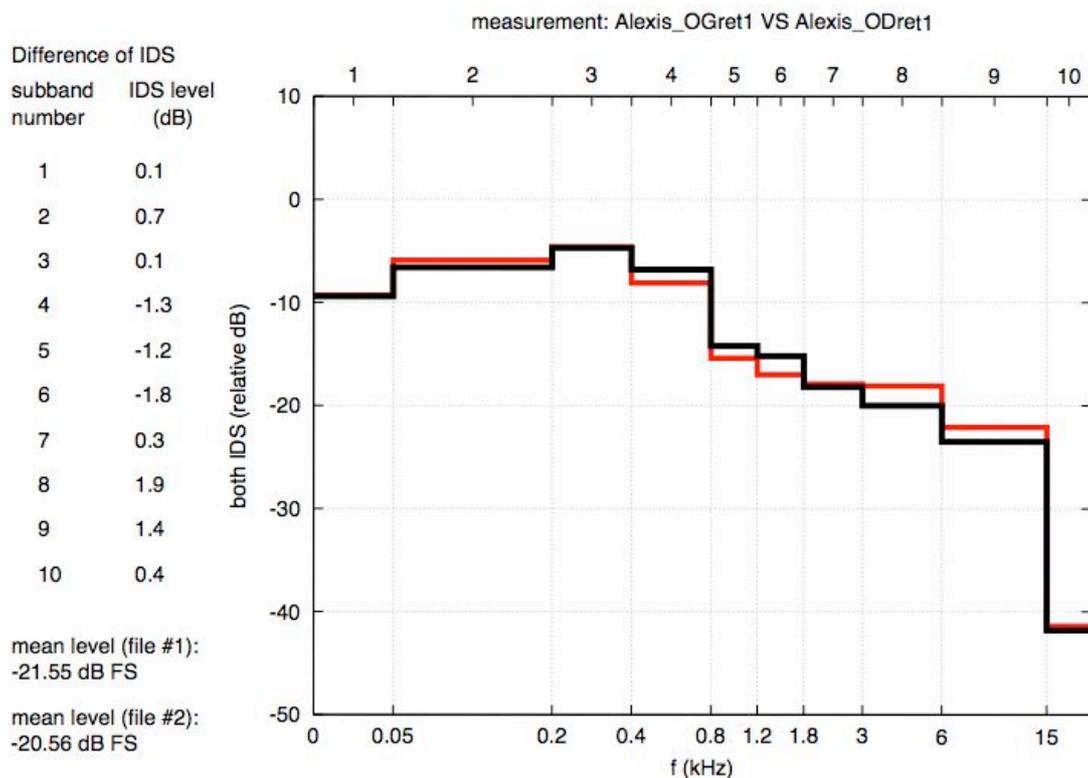
Corrélation main/perception/contrôle	Femmes(11)	Hommes(17)	Total(28)
Homogène	2	5	7
Hétérogène	9	12	21

Comme nous pouvions le prévoir, compte tenu des tableaux précédents, peu de cas d'homogénéité apparaissent ici.

d) Observations imprévues

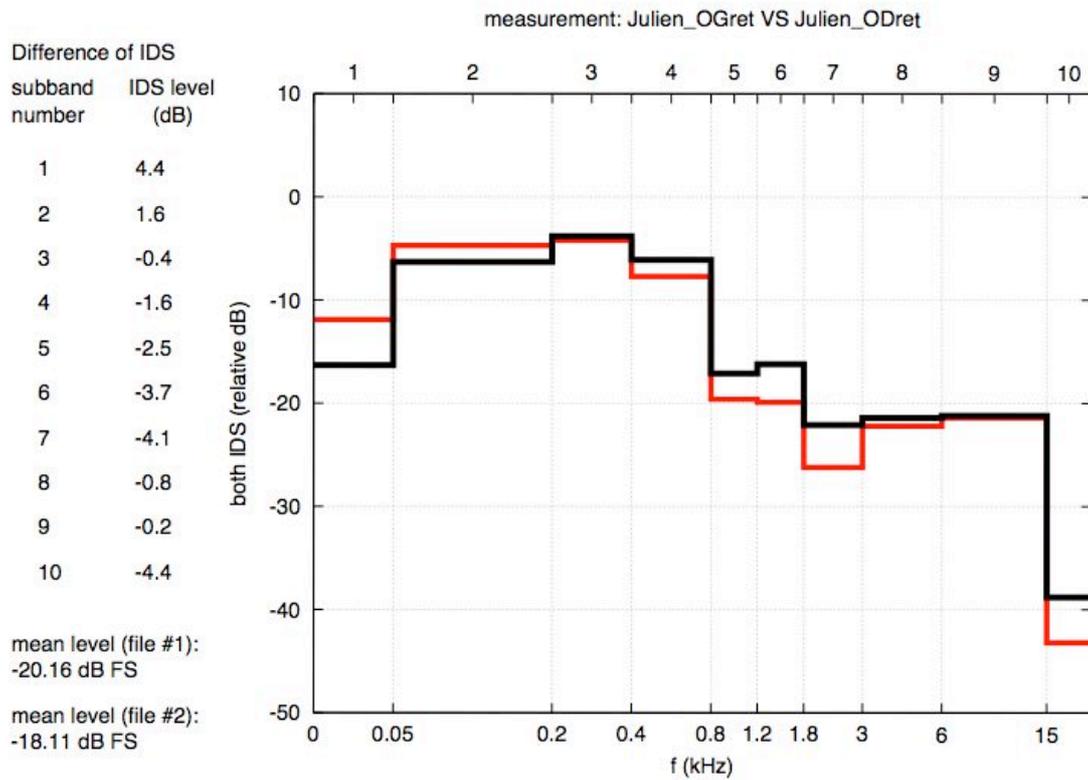
Si nous nous intéressons maintenant aux résultats de l'analyse effectuée avec l'IDS sur les voix enregistrées des sujets effectuant le test de contrôle de la phonation, nous observons un phénomène intéressant. Il semblerait, en effet, que la perturbation rythmique apparaissant en même temps que l'envoi de la VRR sur l'un des deux canaux n'entraîne pas forcément une modification de la répartition de l'énergie spectrale. Au contraire il semblerait même qu'il y ait une corrélation négative entre la modification du débit (rythme) et la modification du timbre de la parole.

Dans le tracé IDS ci-dessous, nous pouvons observer le peu de modification de la répartition de l'énergie spectrale pour un sujet qui a éprouvé de fortes difficultés à continuer à lire lorsque la VRR lui était envoyée.



En rouge nous avons la répartition de l'énergie spectrale de la voix du sujet lorsque celui-ci recevait la VRR sur le canal gauche, le tracé noir correspondant à la VRR à droite.

Sur le graphe suivant, par contre, nous observons que les modifications de la répartition de l'énergie spectrale de la voix sont plus importantes selon le changement de côté de la VRR. Pour autant, le sujet n'a montré, lors de l'épreuve, que peu de perturbations si ce n'est une augmentation du volume sonore dans la production de la voix.



Ici, également le tracé rouge correspond à la VRR à gauche tandis que le noir indique la répartition de l'énergie spectrale de la voix du sujet lorsque celui-ci reçoit la VRR à droite.

e) Conclusion sur le test de contrôle de la boucle audio-phonatoire utilisant la VRR

Il est difficile de tirer des conclusions compte tenu du petit nombre de sujets sur lesquels ont été effectués les tests. Néanmoins, on peut retenir :

- la limite, là encore, de la manualité comme indice de latéralité auditive dans le contrôle de la phonation.
- l'absence de réelle corrélation entre latéralité auditive uniquement perceptive (révélée avec le test d'écoute dichotique) et la latéralité auditive de contrôle (révélée avec le test de la VRR) ;
- l'éventuelle corrélation entre la conservation du rythme et la modification du timbre de la parole, et inversement.

2.3. Test des aigus amplifiés de Bernard Auriol

a) Protocole

Il s'agit ici de vérifier la pertinence des propos de Tomatis selon lequel, le contrôle de la phonation par l'oreille gauche entraînerait la suppression dans la voix d'un grand nombre de composantes fréquentielles responsables de la richesse du timbre vocalique. Comme Tomatis utilisait, pour rééduquer l'oreille de ses patients, l'« oreille électronique » conçue par ses soins et exposée en introduction de cette synthèse, nous avons voulu placer les sujets de notre étude dans des conditions similaires.

Nous utilisons pour cela un double filtre baxendall : l'un augmentant les fréquences supérieures à 1 000 Hz de 6 dB/octave et maintenant cette accentuation de 6 dB de 2 000 Hz à 20 000 Hz, l'autre atténuant les fréquences inférieures à 1 000 Hz de 6 dB/octave et maintenant cette atténuation de 6 dB de 500 Hz à 20 Hz. Nous avons ainsi un écart de 12 dB entre les fréquences supérieures à 2 000 Hz et celles inférieures à 500 Hz.

Le protocole de ce test est le suivant :

- enregistrement d'une lecture à voix haute pendant une durée de 10 minutes environ ;
- envoi de 9/10 de l'énergie sonore sur le canal droit durant les 5 premières minutes ;
- envoi de 9/10 de l'énergie sonore sur le canal gauche durant les 5 dernières minutes.

Tout comme pour les tests précédents, afin de minimiser les effets potentiels d'ordre de présentation dans la procédure des tests, l'ordre droite-gauche dans lequel nous effectuons l'expérience, est, bien sûr, inversé une fois sur deux.

b) Résultats du test du contrôle de la boucle audio-phonatoire avec les aigus amplifiés

Le tableau ci-dessous nous indique les modifications de la répartition de l'énergie spectrale de la voix de 16 sujets testés (10 hommes et 6 femmes) lorsque l'on passe d'un contrôle de la phonation via l'oreille droite à un contrôle de la phonation via l'oreille gauche :

- sont exposées, dans la colonne de gauche, les sous-bandes pour lesquelles les modifications les plus importantes ont eu lieu ;
- sont indiquées ensuite les sommes en dB¹³ des augmentations et des atténuations correspondant au nombre de sujets marqué entre parenthèse ;
- on lit, dans la troisième colonne en partant de la gauche, la somme globale des augmentations et atténuations pour la sous-bande concernée. Ce nombre en dB nous donne un indice concernant l'orientation que prend la modification de l'énergie spectrale lorsque le sujet passe d'un rétro-contrôle droit à un rétro-contrôle gauche ;
- enfin, la dernière colonne indique la somme des écarts, indice de degré de variation de l'énergie spectrale pour la sous-bande concernée.

¹³ Il n'est pas mathématiquement légitime d'additionner arithmétiquement des dB (Cf. *La Clef des Sons* p.79 : note au bas de la page). Le procédé d'addition que j'emploie ici abusivement, me permet de façon simple de représenter globalement l'amplitude des variations dont les sous-bandes font l'objet afin de les comparer entre elles.

Sous-bande	Évolution D -> G (H+F=16)	Somme	Somme des écarts
1 (0-50 Hz)	+21,2 dB (6) ; -8,5 dB (5)	+12,7 dB	29,7 dB
2 (50-200 Hz)	+3,8 dB (2) ; -3,5 dB (3)	+0,3 dB	7,3 dB
5 (0,8-1,2 kHz)	+7,3 dB (4) ; -3,9 dB (3)	+3,4 dB	11,2 dB
6 (1,2-1,8 kHz)	+4,5 dB (3) ; -2,5 dB (2)	+2 dB	7 dB

Nous observons, par exemple, pour la sous-bande numéro 1, celle des extrêmes basses, la plus importante modification de l'énergie sonore puisque la somme (dynamique) des écarts approche les 30 dB. Les modifications de cette sous-bande vont globalement dans l'augmentation de l'énergie (somme de +12,7 dB) lorsque le sujet passe d'un contrôle de la phonation via l'oreille droite à un contrôle de la phonation via l'oreille gauche. En fait 6 des 16 sujets ont vu augmenter l'énergie contenue dans cette sous-bande (somme de 21,2 dB) lors d'un contrôle gauche par rapport à un contrôle droit tandis que 5 d'entre eux ont vu une diminution de l'énergie (somme de 8,5 dB).

À la lecture de ce tableau, nous remarquons l'absence de 6 sous-bandes. Nous ne les avons pas mises car les modifications, lorsqu'elles avaient lieu, ne concernaient que trop peu d'individus pour dégager une tendance globale.

Par contre on remarquera à la lecture des portraits IDS en annexe, la conservation quasi-systématique de l'énergie contenue dans la 3^e sous-bande (200-400 Hz) lors d'un changement de côté du contrôle de la phonation.

Ceci pourrait s'expliquer par le fait que cette zone fréquentielle contient pour nombre d'individus les fréquences correspondant au fondamental laryngé, zone fréquentielle inhérente à chaque individu car tributaire de la longueur et de l'épaisseur des cordes vocales de chacun.

On trouve, de plus, dans cette zone spectrale, les fréquences correspondant à la plupart des premiers formants des voyelles, eux aussi très peu variables pour un individu donné.

La forte modification de la bande de fréquences allant de 0 à 50 Hz pose quelques questions car elle concerne les fréquences situées en dessous du fondamental laryngé. Comment se fait-il qu'elle soit sujette à de telles modifications ?

Il nous faut préciser ici que la captation de la voix s'est effectuée à 20 cm environ de la source dans les conditions de prises de son cinématographiques. Nous sommes donc en situation de prise de son de proximité propice à l'observation de phénomènes d'écoulement. Il se pourrait donc très bien que ce soient ces déplacements de flux aériens qui soient responsables des fortes modifications de la sous-bande des extrêmes basses¹⁴.

Le fait que cette sous-bande voit son énergie augmenter lors d'un contrôle auditif gauche de la voix pourrait, selon nous, refléter une différence dans la projection de la parole selon que celle-ci est contrôlée par l'oreille gauche ou l'oreille droite du sujet. Il nous semble, par contre, difficile d'interpréter cette différence pour le moment.

On note, par ailleurs, une augmentation globale de la 5^e sous-bande (0,8-1,2 kHz) toujours en comparant le rétro-contrôle gauche par rapport au rétro-contrôle droit. Cette zone spectrale correspond aux fréquences nasales mais aussi à la plupart des seconds formants des voyelles.

¹⁴ A l'issue de la présentation, a eu lieu une discussion pour déterminer à quoi pouvait correspondre cette variation dans une zone située au dessous du fondamental de la voix, qu'il s'agisse de l'enfant, de la femme ou de l'homme. L'hypothèse d'un artefact ne tient pas la route car il se manifesterait aussi bien en « contrôle droit » qu'en « contrôle gauche » de la voix. Il en irait sans doute de même quant aux conditions de la prise de son : ces conditions ne variaient sans doute pas en fonction du canal G ou du canal D.

Mr Millot a indiqué d'une manière générale, que si ces fréquences hyper-basses n'apparaissaient pas dans les études sur la voix, c'est tout simplement qu'on ne cherche pas à les mesurer ou à les mettre en évidence sur les sonagrammes.

Bernard Auriol propose, sous toutes réserves, une autre hypothèse qui n'avait pas été évoquée lors de la soutenance : il se pourrait qu'on puisse - à la faveur du changement de côté de l'auto-contrôle - invoquer la survenue d'une dissymétrie de tension des cordes vocales D et G, conduisant à une forme mineure de diplophonie : la fréquence fondamentale F_0 serait alors remplacée par deux exemplaires simultanés (F_0 et F_0') qui seraient de fréquences voisines l'une de l'autre, mais un peu différentes, de telle sorte que leur interférence produirait un « son résultant », « un troisième son, correspondant à leur différence acoustique : en acoustique musicale, on sait, par exemple, qu'un intervalle de tierce pure, de rapport $5/4$, va émettre un son résultant de $5/4 - 1 = 1/4$, soit la note du bas, mais deux octaves en dessous. Par exemple $do_4 - mi_4$ permettent d'entendre un do_2 , très ténu. Il s'agit du même phénomène d'interférence que le battement, mais d'une fréquence plus élevée, audible alors en tant que son musical, et non plus en tant que simple variation périodique d'intensité (Cf Wikipédia, rubrique « son résultant »). Cette hypothèse est assez facilement testable par électromyographie (ou peut être par film des cordes vocales).

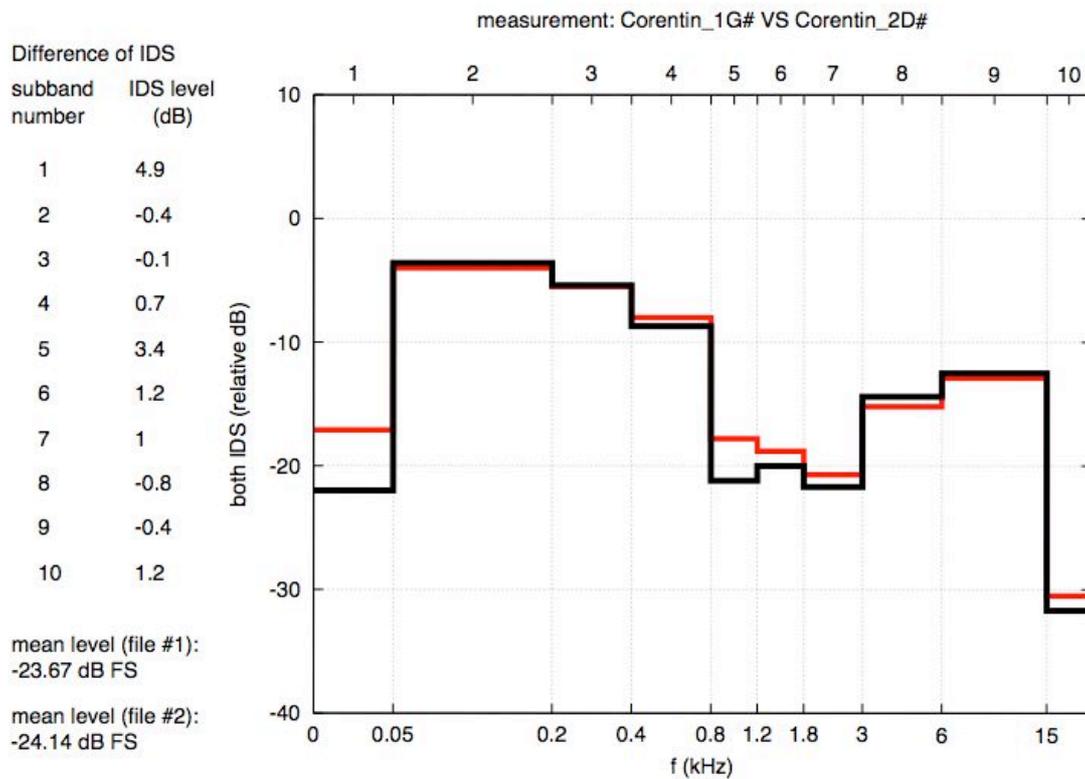
c) Résultats du test des aigus amplifiés pour les sujets masculins

Nous pouvons observer, dans le tableau suivant, les modifications principales concernant les sujets masculins :

Sous-bande	Évolution D -> G (10 H)	Somme	Somme des écarts
1 (0-50 Hz)	+19 dB (5) ; -5,5 dB (3)	+13,5 dB	24,5 dB
5 (0,8-1,2 kHz)	+7,3 dB (4) ; -1,5 dB (1)	+3,6 dB	8,8 dB
6 (1,2-1,8 kHz)	+3 dB (2) ; -1 dB (1)	+2 dB	4 dB

On remarque l'absence de la 2^e sous-bande par rapport au tableau récapitulant les modifications pour les deux sexes.

La figure IDS ci-dessous nous montre la comparaison entre la répartition de l'énergie spectrale de la voix d'un sujet masculin utilisant l'oreille gauche pour contrôler sa phonation (représenté par le tracé rouge), et la répartition avec utilisation de l'oreille droite (tracé noir) :



On remarque effectivement une augmentation de l'énergie contenue dans la première sous-bande ainsi que dans les 5^e et 6^e sous-bandes lorsque le sujet utilise l'oreille gauche pour contrôler sa phonation comparativement à l'utilisation de l'oreille droite.

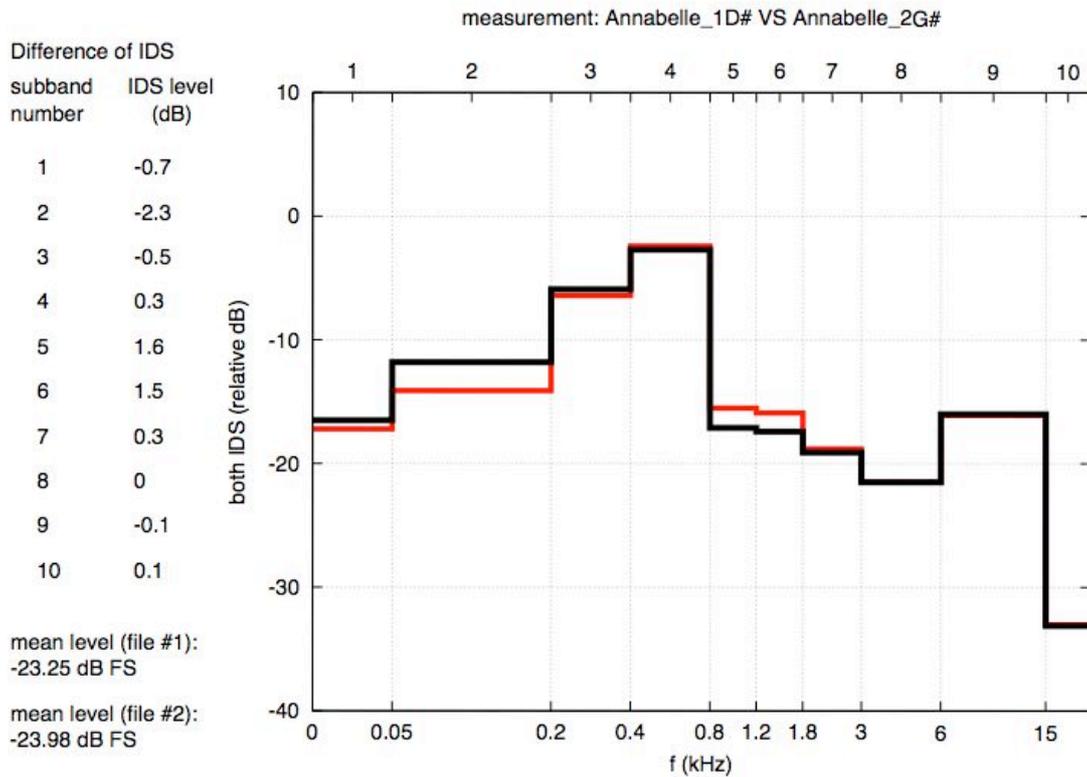
d) Résultats du test des aigus amplifiés pour les sujets féminins

Nous pouvons observer, dans le tableau suivant, les modifications principales concernant les sujets féminins :

Sous-bande	Évolution D -> G (6 F)	Somme	Somme des écarts
1 (0-50 Hz)	+1,2 dB (1) ; -3 dB (2)	-1,8 dB	4,2 dB
2 (50-200 Hz)	+3,8 dB (2) ; -2,4 dB (2)	+1,4 dB	6,2 dB
5 (0,8-1,2 kHz)	-2,4 dB (2)	-2,4 dB	2,4 dB

On remarque une nette différence d'amplitude dans la modification de la première sous-bande comparativement aux sujets de sexe masculin. Cette sous-bande est reléguée à la seconde place, lorsqu'on regarde la somme des écarts, derrière la sous-bande numéro 2. Notons que cette 2^e sous-bande correspond toujours aux fréquences situées en dessous du fondamental laryngé en ce qui concerne les femmes. Il semblerait donc que le phénomène d'écoulement, s'il constitue l'explication de la variation de ces sous-bandes sub-laryngées, serait lié à la hauteur de cette fréquence fondamentale de la parole.

La figure IDS ci-dessous nous montre la comparaison entre la répartition de l'énergie spectrale de la voix d'un sujet féminin utilisant l'oreille droite pour contrôler sa phonation (représenté par le tracé noir), et la répartition avec utilisation de l'oreille gauche (tracé rouge) :



On remarque effectivement une augmentation de l'énergie contenue dans la 2^e sous-bande ainsi qu'une atténuation de l'énergie dans les 5^e et 6^e sous-bandes lorsque le sujet utilise l'oreille gauche pour contrôler sa phonation comparativement à l'utilisation de l'oreille droite.

e) Conclusion sur le contrôle fréquentiel de la voix

Il semble que les modifications du timbre, lorsqu'on teste le contrôle de la phonation en amplifiant les aigus, concernent surtout les hommes puisque, pour les femmes, les fréquences situées au-dessus du fondamental laryngé ne sont que peu sujettes à des variations de l'énergie spectrale.

Par contre, il semble que le contrôle de la phonation par l'oreille gauche favorise un aspect harmonique de la voix contrairement à ce que prétend Alfred Tomatis.

3. CONCLUSION SUR LA LATÉRALITÉ AUDITIVE

À l'issue de ces résultats, il semble que la dominance universelle de l'oreille droite pour l'être humain soit une idée un peu simpliste. Bien que nous n'ayons pu travailler sur un échantillon important, les propos de Tomatis, s'ils étaient exacts, auraient du être vérifiés dans au moins une majorité de cas. Or il semble que la latéralité auditive pour le langage, si elle existe, ne puisse se réduire à un schéma simple laissant à la seule oreille droite le privilège de diriger l'audition¹⁵.

La latéralité auditive paraît être liée à la spécialisation hémisphérique, ce qui peut être mis en évidence grâce aux nouvelles technologies d'imagerie cérébrale telle l'IRMf et le PET-scan permettant de mesurer l'arrivée du sang dans des zones bien déterminées du cerveau lors de la réalisation de tâches particulières. Nous renvoyons le lecteur au chapitre trois pour un aperçu partiel de l'état de la recherche actuelle en la matière.

Pour nous apporter des résultats complémentaires, les tests comportementaux, tels que ceux que nous avons effectué, doivent être effectués sur une large population.

De cette manière, il serait intéressant de comparer un nombre équivalent d'hommes et de femmes mais aussi de droitiers et de gauchers. Par ailleurs si l'on s'intéresse à la compréhension de la parole, il serait sans doute utile de chercher également à comparer des sujets pour lesquels la langue française constitue la langue maternelle avec des sujets qui ont appris le français comme seconde langue¹⁶. Enfin, il serait intéressant de comparer les différence de perception auditive des musiciens professionnels avec des non musiciens et ce tant pour des stimuli verbaux que musicaux¹⁷.

¹⁵ Tomatis remarque à la suite des neuro-chirurgiens, que le cerveau Gauche s'occupe du langage chez l'immense majorité des humains, même si cette spécialisation est moins prononcée chez les gauchers. Il en déduit que pour ce qui est langage, il est plus économique et intéressant de favoriser un contrôle de l'élocution par l'oreille droite (Cf *L'oreille et le langage*, p.149-175).

¹⁶ Chez certains bilingues, on a pu montrer qu'il existe parfois deux aires corticales spécialisées dans le langage, chacune d'elles étant mise en jeu lorsque le sujet parle la langue correspondante. Il est même arrivé que chacune des deux langues soit gérée dans un hémisphère différent !

¹⁷ Il est connu que les musiciens professionnels gèrent la musique, notamment la musique solfégique, comme un langage et que cette gestion se situe le plus souvent sur l'hémisphère gauche. Le simple mélomane s'intéresse à la musique plutôt grâce à son hémisphère droit. On a vérifié ces faits de plusieurs façons, notamment avec des tests dichotiques musicaux (non verbaux).

Une autre méthode donnant un indice de latéralité auditive mériterait d'être citée. Le temps nous a malheureusement manqué pour la mettre en œuvre. Il s'agit de la discrimination temporelle de l'oreille.

Puisque pour analyser les sons de la parole, nous avons besoin de reconnaître des variations très brèves dans le temps, la capacité de l'oreille à discriminer temporellement des stimuli sonores très courts et très proches dans le temps joue un rôle important dans la compréhension du langage. Aussi si un sujet présente une différence de discrimination temporelle entre l'oreille droite et l'oreille gauche, cela peut constituer un indice supplémentaire de latéralité auditive puisqu'une oreille serait plus « rapide » que l'autre.

A6. PORTRAITS IDS ET AUDIOGRAMMES

Les portraits IDS, que l'on trouvera dans le CD-ROM joint, sont répartis comme suit :

a) Portraits IDS correspondant au test de la voix-répétée-retardée (VRR) de Montaud

Dans ces portraits, sont comparés les répartitions de l'énergie spectrale de la voix des sujets selon que la VRR est envoyée :

- vers le canal gauche (fichier nommé « Prenom_Gret »), tracé de couleur rouge ;
- vers le canal droit (fichier nommé « Prenom_Dret), tracé de couleur noire.

b) Portraits IDS correspondant au test d'amplification des aigus de Bernard Auriol

Dans ces portraits, sont comparées les répartitions de l'énergie spectrale de la voix des sujets selon que le rétro-contrôle a lieu :

- à gauche (fichier nommé « Prenom_1G » ou « Prenom_2G » selon sa position dans le temps par rapport au rétro-contrôle droit) ;
- à droite (fichier nommé « Prenom_1D » ou « Prenom_2D » selon sa position dans le temps par rapport au rétro-contrôle gauche).

La couleur des tracés est toujours :

- rouge pour le fichier de dont le nom se lit en premier (imprimé en haut à gauche) ;
- noir pour le fichier dont le nom se lit en second (imprimé en haut à droite).

c) Audiogrammes

Les audiogrammes exposés ici représentent les résultats des examens audiométriques de 31 sujets effectués avec l'appareil Audioscan de la société de dépistage Essilor.