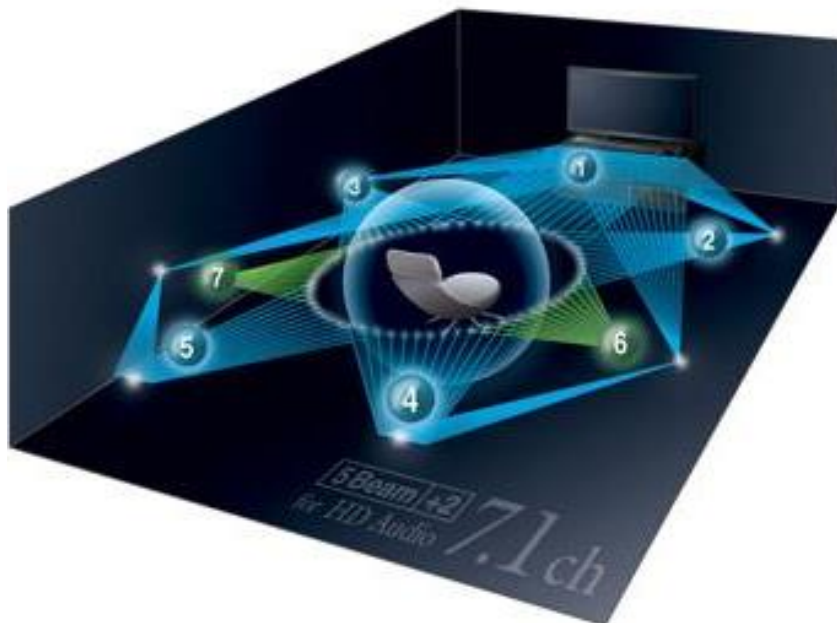


Cocktail Party Effect

- Livrable 1 : Bibliographie Académique -



Groupe 16

Emeline BERNARD

Thomas CASADO

Maxime DA SILVA

Introduction

La spatialisation sonore est aujourd'hui très répandue dans les domaines du cinéma ou de la réalité virtuelle. En effet elle permet d'accentuer l'immersion en donnant l'illusion de la localisation d'un son ou d'une voix. Cela permet aussi, en musique par exemple, de mieux dissocier les instruments en les situant dans l'espace : cela améliore leur intelligibilité.

C'est surtout ce point qui nous intéresse ici : l'amélioration de l'intelligibilité. Le son 3D permet-il de dissocier clairement les différentes voix et de saisir le sens de tous les messages ? Nous réalisons cette bibliographie académique afin de comprendre le fonctionnement de la spatialisation d'un son, de prendre connaissance des tests déjà effectués sur le son 3D et leurs résultats et de se renseigner sur l'attention avant de rédiger nos protocoles. Nous pourrions donc nous servir de cette bibliographie lors de l'élaboration de nos tests.

Table des matières

Introduction.....	2
I. L'audition	3
1) Qu'est-ce qu'un son ?	3
2) Anatomie de l'oreille.....	3
3) Perception spatiale du son	4
II. La spatialisation du son : processus et expériences	5
1) Spatialiser un son	5
2) Différences homme/femme dans l'écoute de son spatialisé.....	7
III. Division de l'attention	9
1) Effet cocktail party.....	9
2) Latéralité de l'attention	10
3) Effets de l'âge.....	12
IV. Pilotes.....	16
1) Conditions du pilote au cours d'un vol	16
2) Critères de recrutement du pilote	17
Bibliographie	18

I. L'audition

1) Qu'est-ce qu'un son ?

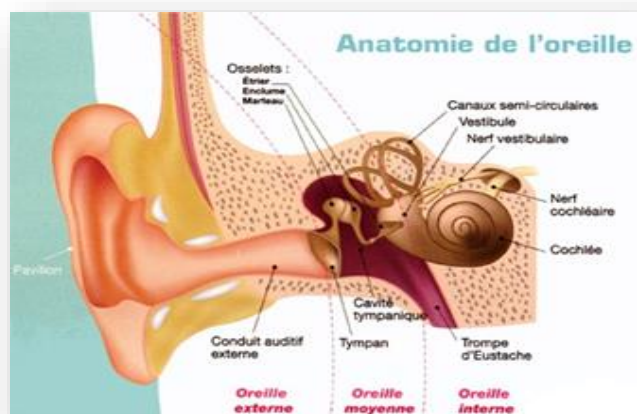
Un son est une onde mécanique se propageant dans des milieux par modification locale de la pression. La vitesse de propagation dépend des propriétés du milieu, notamment des particules présentes, de leur masse et de la distance qui les sépare. Dans un même milieu tous les sons se propagent donc à la même vitesse.

Un son est créé par le mouvement d'un objet ; en se déplaçant, la surface d'un objet va engendrer une perturbation qui va se propager de proche en proche à travers les milieux. Il est caractérisé par des variations de pression qui peuvent être lentes ou rapides : c'est la fréquence du son. Ainsi des variations lentes vont produire des sons graves tandis que des variations rapides vont produire des sons plus aigus.

2) Anatomie de l'oreille

L'oreille est divisée en trois grandes parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne.

- L'oreille externe comprend le pavillon, qui est la partie visible de l'oreille, et le conduit auditif externe, qui dirige les sons dans l'oreille.
- Le tympan, qui transforme les sons en vibrations, sert de frontière avec l'oreille moyenne. Celle-ci est aussi constituée du marteau, de l'enclume et de l'étrier (les osselets). Ils transmettent les vibrations à l'oreille interne.
- Enfin, l'oreille interne comprend deux organes sensoriels : le vestibule et la cochlée. Le vestibule est l'organe sensoriel de l'équilibre, et la cochlée celui de l'audition. La cochlée est tapissée de cellules ciliées (cellules sensorielles) qui sont mises en mouvement et envoient des signaux au nerf auditif. Les cellules ciliées sont spécialisées, ainsi certaines régions de la cochlée codent les informations relatives aux fréquences élevées, tandis que d'autres codent celles relatives aux basses. Une fois transmises, ces informations sont relayées au cerveau via le nerf auditif.

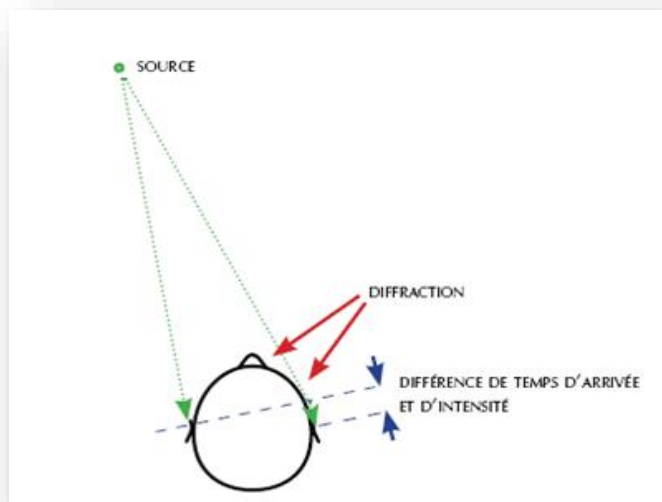


3) Perception spatiale du son

Dans la vie courante, nos oreilles sont soumises à des sons spatialisés, c'est-à-dire des sons qui viennent d'une source sonore mais qui se diffusent dans l'ensemble de l'espace. On les entend donc avec nos deux oreilles. Pourtant notre cerveau a la capacité de localiser les sources sonores.

En effet notre cerveau est capable de comparer les signaux arrivant à nos oreilles : il analyse le décalage temporel et la différence spatiale. Posséder deux oreilles présente un avantage considérable pour la localisation : du fait de la position des oreilles sur la tête, un son n'arrive pas en même temps aux deux oreilles ce qui donne certains indices sur la position de la source.

Cependant, des considérations géométriques simples montrent qu'il peut exister plusieurs positions de source sonore donnant le même résultat à nos oreilles. Le cerveau met alors en place des stratégies réflexes, comme le fait de bouger la tête : en fonction de la modification du son perçu notre cerveau arrive à préciser la position de la source.



La différence d'intensité, elle, donne des informations directement sur notre distance par rapport à la source : plus le son est fort plus on en est proche et plus il est faible plus on en est loin.

Enfin, lorsqu'un son arrive sur le pavillon de l'oreille, il est partiellement diffracté. Il est de même sur tout le corps humain.

La perception d'un son dépend donc de la forme de l'oreille et de la morphologie de la personne considérée, ce qui peut poser problème lors de la spatialisation du son qui se doit d'être « universelle » comme nous allons le voir par la suite.

II. La spatialisation du son : processus et expériences

1) Spatialiser un son

La spatialisation du son consiste à créer l'illusion qu'un son provient d'un endroit précis, et ce pour constituer virtuellement un espace sonore en trois dimensions pour l'auditeur.

Pour cela plusieurs techniques sont utiles. L'une paraît extrêmement évidente c'est la spatialisation latérale. En effet si un auditeur reçoit un son exclusivement dans son oreille gauche, alors il aura l'impression que ce son est émis par une source située à sa gauche.

Dans la pratique cette spatialisation latérale se fait plus précisément. Lorsqu'une personne reçoit un son venant de la gauche, les deux oreilles vont entendre le son, mais du fait des propriétés physique des ondes mécaniques et de la vitesse de déplacement d'une onde sonore dans l'air (environ 340 m/s) l'oreille opposée (donc ici la droite) percevra ce son plus tard et avec moins d'intensité. Pour une illusion parfaite il faut donc que les deux oreilles soient sollicitées, mais différemment.

Actuellement les méthodes de spatialisation les plus utilisées par le grand public sont la stéréo, surround 5.1, surround 7.1. Cependant le gros défaut de toutes ces méthodes est que ces techniques sont dites multicanal. C'est à dire que la spatialisation se fait sur la captation du son ou en travail de mixage.

En effet plusieurs micros placés "autour" de l'endroit de captation récupèrent les informations et plusieurs enceintes placées autour de l'auditeur recréent l'effet de son 3D en "rejouant" chacune ce qu'a capté un des micros.

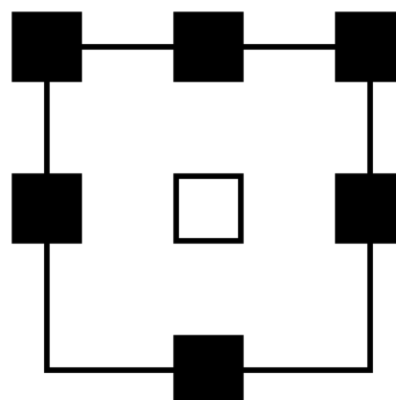


fig 3- exemple de spatialisation sonore multicanal chacun carré représente un haut-parleur et le blanc l'auditeur

Cependant de nouvelles façons de spatialiser un son voient le jour, comme la technique dite binaurale qui elle ne se focalise pas sur les sons et leur captation mais sur les caractéristiques psychophysiologiques de l'être humain pour repérer un son dans l'espace.

Par exemple, pour un émetteur latéral, l'onde acoustique atteint d'abord l'oreille la plus proche, contourne la tête en s'atténuant, puis atteint l'autre oreille après un écart de temps de quelques dizaines de microsecondes. Selon l'angle latéral de cet émetteur, les circonvolutions du pavillon de l'oreille modifient l'enveloppe spectrale selon l'angle d'arrivée de l'onde (la sonorité d'un son semble légèrement différente selon la direction d'où il provient).

En prenant en compte toutes ces caractéristiques psychophysiologiques, on essaie de recréer artificiellement ces différences de tonalité, d'intensité et de temps pour que l'auditeur ait la réelle impression que le son vient d'un point précis de l'espace.

Seulement ce procédé peut connaître quelques limites et n'est bien entendu pas parfait. Chaque humain possède des caractéristiques physiologiques différentes (largeur de la tête, forme du pavillon de l'oreille, etc.), ce qui engendre une différence de perception d'un individu à un autre. C'est le cerveau qui arrive à analyser le résultat d'une interférence entre 2 ou plus ondes sonores.

Par exemple pour un même son perçu un individu peut avoir naturellement une différence d'intensité sonore et un décalage temporel plus fort qu'une autre. Il semble donc être impossible de recréer un système universel et parfait de son3D en utilisant cette méthode, le mieux qu'on puisse faire étant de s'approcher un maximum. Cette technique se base sur l'hypothèse, non prouvée, selon laquelle l'oreille et l'audition chez l'Homme fonctionne comme un interféromètre, c'est à dire qu'il analyse les interférences intervenant entre plusieurs ondes cohérentes entre elles.

Enfin, il existe la technique de spatialisation dite holographique : elle se base sur le même principe que la spatialisation binaurale mais elle ne se focalise pas que sur un point de l'espace en particulier, elle essaie de faire en sorte que tous les auditeurs aient la même impression malgré le fait qu'ils soient à des endroits différents de l'espace.

2) Différences homme/femme dans l'écoute de son spatialisé

Malgré la volonté d'une égalité homme/femme dans le monde actuel, les hommes et les femmes n'ont pas les mêmes capacités intellectuelles. Les études d'[Ida C. Zündorf](#), [Hans-Otto Karnath](#) et [Jörg Lewald](#) sur [*Male advantage in sound localization at cocktail parties*](#)

se sont penchées sur cette inégalité au niveau de la localisation d'un son dans un milieu bruyant. L'étude porte sur 40 sujets, tous droitiers, divisés en deux groupes qui doivent effectuer différentes tâches : une tâche de réponse verbale pour l'un et une tâche de réponse manuelle pour l'autre groupe. La parité homme/femme est respectée dans chaque groupe. Cela permet d'éliminer les potentielles interférences entre les tâches et de s'assurer que les résultats sont les mêmes quelles que soient les tâches à effectuer.

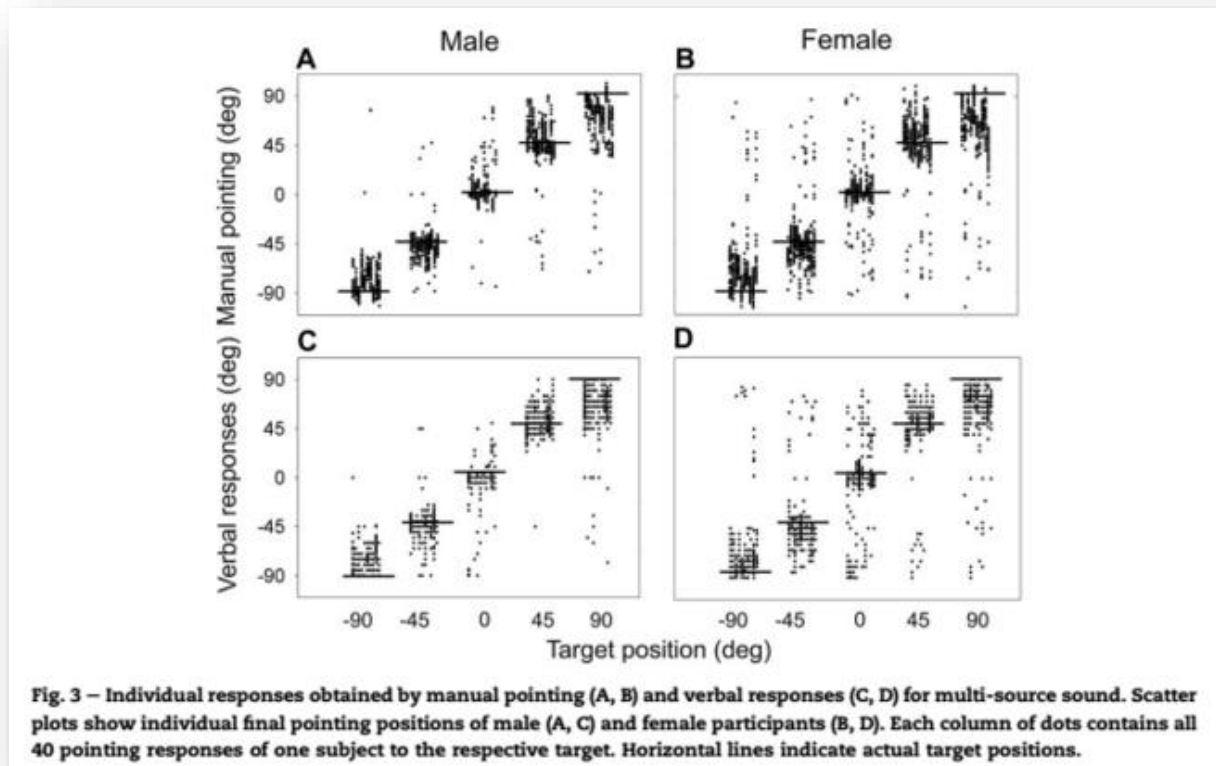


Fig. 2 – Five loudspeakers were arranged in the azimuthal plane, with constant angular distance of 45°. In the single-source condition, one target sound was presented from one of the five loudspeakers. In the multi-source condition, five different sounds (one target and four distracting sounds) were presented simultaneously from all loudspeakers. In the manual-pointing task, subjects operated a swivel-mounted hand pointer to indicate the location of the target sound. In the verbal-response task, subjects verbally reported their estimate of the target position.

L'expérience se déroule dans une pièce insonorisée. Le sujet est placé sur un fauteuil avec, en face de lui, 5 haut-parleurs espacés de 45°. Plusieurs bandes sons sont diffusées de façon aléatoire dans chacun des haut-parleurs, comme des aboiements, des pleurs de bébés ou un rire d'homme. Le sujet doit identifier l'enceinte ayant diffusé le son demandé, soit en le pointant à l'aide d'une règle soit en le désignant à voix haute (à l'aide des pancartes positionnées au-dessus des sources).

Remarque : Tous les sujets ont ici aussi passé un test d'audiométrie au préalable et les candidats ayant eu un résultat supérieur à 20 dB ont été éliminés du test. Cela correspond aux résultats du test TFS que nous effectuons et ce seuil limite peut être appliqué à nos données et nous permettre de sélectionner nos résultats. Nous devons néanmoins nous assurer qu'il n'est pas trop restrictif.

Résultats :



On constate assez rapidement que les résultats des femmes sont beaucoup plus éparpillés autour de la réelle position de la source cible que ceux des hommes, et ce quelle que soit la tâche considérée. Les capacités des hommes dans ce domaine semblent donc être supérieures, ce qui implique la nécessité de respecter la parité hommes/femmes lors du recrutement pour nos tests.

III. Division de l'attention

1) Effet cocktail party

Dans les années 1950, de gros progrès sont faits dans le domaine de l'attention. [Donald Broadbent](#) met en avant le concept de filtre attentionnel, qui est la capacité du cerveau à éliminer ce sur quoi nous ne focalisons pas notre attention. Cependant, le premier à mettre en avant l'effet cocktail party est [E.C Cherry](#) en 1953. Il étudie ce phénomène en menant des expériences d'écoute dichotique sur des sujets "normaux". Il présente à l'aide d'écouteurs des messages différents dans chaque oreille en demandant (dans différentes conditions) de se concentrer sur un des messages et de le répéter immédiatement, en ignorant le message parvenant à l'autre oreille. Comme l'expliquent [Michael S. Gazzaniga, Richard B. Ivry et George R. Mangun](#) dans [*Neurosciences Cognitives : la Biologie de l'esprit**](#), Cherry a découvert que lorsqu'on demande aux sujets de répéter ce qu'ils ont entendu dans l'autre oreille, ils n'arrivent pas à s'en rappeler. Cela a donc mené à l'hypothèse que *"l'attention portée à une oreille entraîne un meilleur encodage des informations qui lui parviennent"*.

Plus tard, [Anne Treisman](#) vient compléter ce modèle : le cerveau prête un certain niveau d'attention constant à toutes les conversations, c'est pourquoi lorsque certains mots clés sont prononcés dans une autre conversation (comme notre nom par exemple) nous l'entendons et dévions toute notre attention sur la conversation. C'est l'effet "Cocktail party". Malgré la masse d'informations sonores lors de réunions cocktail, notre cerveau arrive à dissocier du reste des expressions familières ou personnelles.

D'autres effets du même type sont actuellement étudiés, comme la capacité du cerveau à omettre certains éléments sonores. En effet, dans le cas d'une alarme, nous entendons lorsque le son démarre, mais nous avons tendance à ne pas entendre quand il s'arrête. Des études sont menées sur ce sujet, mais la principale raison semble être la vigilance : la fin d'un son ne signifie jamais un danger, contrairement à l'apparition soudaine d'un son.

2) Latéralité de l'attention

La dominance de l'hémisphère gauche est connue depuis les années 1950 chez certains rongeurs et primates. L'étude de [Virginie Bidois*](#) pour sa thèse pour un doctorat vétérinaire intitulée [Approches expérimentales et ontogénétiques des informations acoustiques spécifiques de la latéralisation du traitement chez le chien \(canis familiaris\)](#) montre que la latéralité existe de la même façon chez le chien.

Chez l'homme, l'écoute dichotique est utilisée dans le cadre des études sur l'attention, le langage ou la perception auditive. Elle consiste à placer un participant en situation d'écoute au moyen d'un casque stéréo dans lequel on diffuse des signaux sonores qui peuvent être différents d'une oreille à l'autre.

Lors d'une situation d'écoute dichotique tous les sujets ont tendance à avoir une meilleure compréhension lorsque le signal vient de la droite que lorsqu'il vient de la gauche. Le score est meilleur pour l'oreille opposée à l'hémisphère dominant.

L'explication de cette dominance de l'oreille droite par rapport à la gauche est que l'oreille droite a de meilleures connexions avec l'hémisphère gauche que l'oreille gauche en a avec l'hémisphère droit. Il est également suggéré que l'hémisphère gauche soit l'hémisphère qui analyse les sons de paroles. L'oreille droite semble donc avoir l'avantage d'avoir un meilleur accès à ce "centre d'analyse".

Dans son étude visant à prouver la dominance de l'oreille opposée à l'hémisphère dominant, [Doreen Kimura*](#) a fait passer des tests d'écoute dichotique à des patients ayant dominance de l'hémisphère droit.

Digits Test: Hemisphere Dominance and Preoperative Scores for Right and Left Ears

Locus of Speech	N	Left Ear	Right Ear	P
Left Hemisphere	107	76.6 (80%)	83.0 (86%)	< .001
Right Hemisphere	13	85.0 (89%)	74.9 (78%)	< .01

Ce tableau résume ces résultats, et on peut voir que c'est bien l'oreille opposée à l'hémisphère dominant qui a de meilleurs résultats. Le centre d'analyse de la parole semble donc bien être dans l'hémisphère dominant.

Le [Docteur Bernard Auriol](#) et le [Professeur Pierre Josserand*](#) ont effectué des recherches sur plusieurs aspects de la latéralité auditive. Ils se sont notamment intéressés à la [latéralité auditive sur la voix parlée](#) en faisant passer à une quarantaine de sujets des tests en 3 étapes.

- Tout d'abord, les sujets ont tous passé un examen audiométrique (Audioscan) basé sur un balayage fréquentiel, de 125 à 16 000 Hz puis une variation d'intensité. Ces tests sont nécessaires pour détecter les asymétries chez les candidats avant de passer les futures étapes.
- Ensuite, le test d'écoute dichotique *"sert à déterminer si le sujet privilégie l'une de ses deux oreilles pour la compréhension du langage parlé"*. Des textes longs sont utilisés : des contes des frères Grimm sont diffusés dans chaque oreille pendant 7 min. A l'issue de l'écoute, le sujet doit raconter l'histoire qu'il a entendue et/ou comprise. On regarde alors s'il y a une confusion (un mélange) entre les deux histoires, si les deux histoires sont maîtrisées, ou si l'oreille gauche ou droite a été privilégiée.
- Nous ne nous intéresserons pas à la troisième étape ici car elle concerne la boucle audio-phonatoire, ce qui est plutôt éloigné de notre sujet. Globalement, le sujet lit un texte et entend simultanément sa voix filtrée à travers un casque (il y a une alternance 9/10 - 1/10 de l'intensité entre la gauche et la droite). Lors de la seconde phase une modulation des fréquences est ajoutée.

Remarque : Avant les tests, les sujets remplissent un formulaire basé sur le formulaire de latéralité d'Edimbourg renseignant sur la main préférentielle lors de 10 tâches quotidiennes. Selon Claude-Henri Chouard, ce test est *"suffisamment détaillé pour servir de référence à la plupart des publications qu'il rend ainsi comparables"*. Il pourrait donc être intéressant pour nous aussi de faire remplir ce questionnaire aux candidats. Il sert dans l'interprétation des résultats.

Pour exploiter ces résultats : *"cinq réponses chaque fois sont possibles : toujours à gauche = -10 ; habituellement à gauche = -5 ; sans préférence = 0 ; habituellement à droite = +5 ; toujours à droite = +10. En additionnant les scores obtenus, on apprécie quantitativement la dominance manuelle entre les valeurs -100 (gauchers parfaits) et +100 (droitiers"*

parfaits). Un score négatif correspond aux gauchers vrais, un score compris entre 0 et 70 aux sujets intermédiaires, et un score supérieur à 70 aux droitiers vrais".

Résultats :

Globalement, pour l'effectif testé, les chercheurs ont constaté que les femmes sont légèrement plus latéralisées que les hommes, et ce plus particulièrement à gauche.

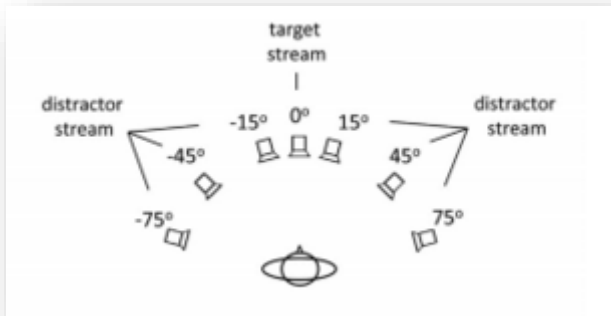
24 %¹⁸ d'ambilatéraux (DG), correspondant à 8 sujets sur 34 ;
35 % de non-latéralisés (dg), soit 12 sujets ;
29 % de latéralisés à droite (D), soit 10 sujets ;
12 % de latéralisés à gauche (G), équivalent à 4 sujets.

Cependant la grande majorité des candidats a retranscrit l'histoire racontée à l'oreille droite : seuls 4 candidats ont prêté attention à l'oreille gauche.

Il y aurait donc un effet de dominance de l'oreille droite sur l'oreille gauche, une latéralisation de l'attention. On peut aussi noter d'après leurs résultats que cette latéralisation est plus importante chez les femmes que chez les hommes. Il faut néanmoins tenir compte de la taille de l'échantillon (n=36) qui peut ne pas être représentative.

3) Effets de l'âge

Des études menées par [Stephan Getzmann et Risto Näätänen*](#) ont montré que l'âge peut être un facteur important dans la capacité de compréhension, notamment lorsque le milieu est complexe, comme dans le cas d'un effet "cocktail party". Dans [The mismatch negativity as a measure of auditory stream segregation in a simulated "cocktail party" scenario : effect of age](#), on peut voir les études qui ont été menées et leurs résultats. 36 volontaires ont été testés, tous droitiers, dont 18 âgés de 21 à 30 ans et 18 autres âgés de 57 à 72 ans. On remarque que dans cette étude, la parité homme/femme a été respectée dans chacune des catégories.

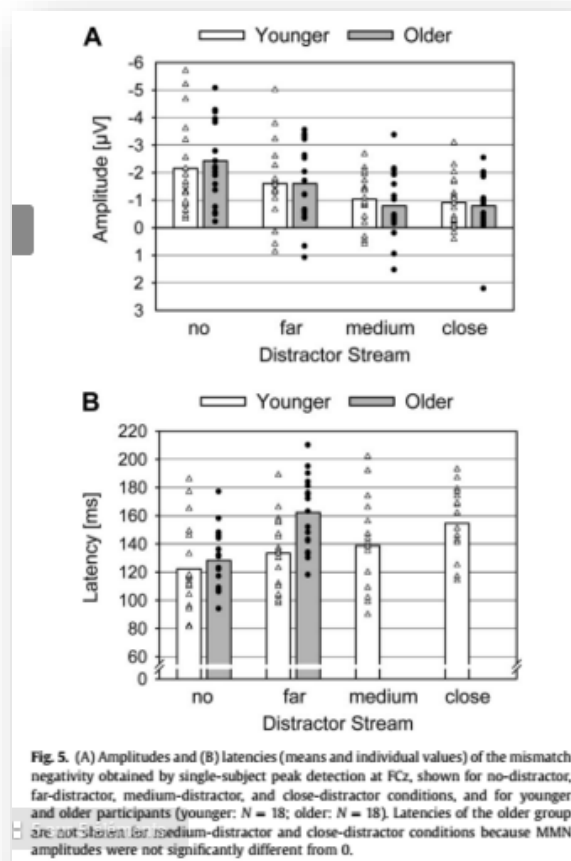


L'expérimentation se fait dans les conditions ci-contre : une source cible est toujours placée au centre tandis que 4 sources perturbatrices diffusent le même type de message (suite de syllabes /li/ et /fi/) espacées de 15, 45 ou 75° de la cible. La consigne pour la moitié des candidats était de réagir à

chaque son /li/ diffusé par la source

cible tandis que l'autre moitié devait se focaliser sur les sons /fi/. Il est important de noter qu'uniquement 2 voix sont utilisées : deux voix de femmes.

D'après les résultats suivants, le temps de réaction après le signal reçu sur la source cible est plus important pour les candidats plus âgés. On remarque aussi que les sujets les plus jeunes ont de meilleurs résultats au niveau de l'amplitude (décibels) : ils ont une meilleure audition et une meilleure réactivité. L'âge est donc un facteur important à envisager dans nos expérimentations.



L'étude [*Development of Attentional Control of Verbal Auditory Perception From Middle to Late Childhood: Comparisons to Healthy Aging*](#) menée par Passow, S., Müller, M., Westerhausen, R., Hugdahl, K., Wartenburger, I., Heekeren et H. R. Lindenberger s'intéresse à l'influence de l'âge sur la l'attention. On peut voir en effet sur la figure 2 la supériorité des résultats des enfants de 7 à 8 ans, tandis que sur la figure 3 nous pouvons noter la supériorité des sujets âgés de 65 à 76 ans. Cela suppose donc que l'âge a un fort impact sur la répartition de l'attention, qui est moins bonne pour des individus de 25-35 ans.

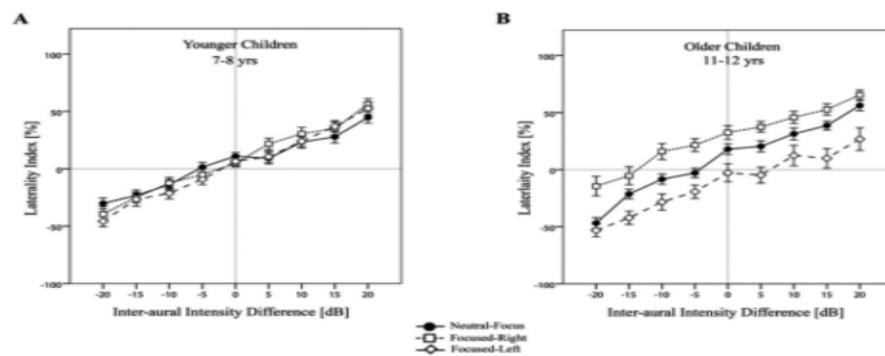


Figure 2. Mean laterality indices across all interaural intensity difference conditions and for each attentional focus condition for (A) younger children and (B) older children. Error bars indicate one standard error of the mean.

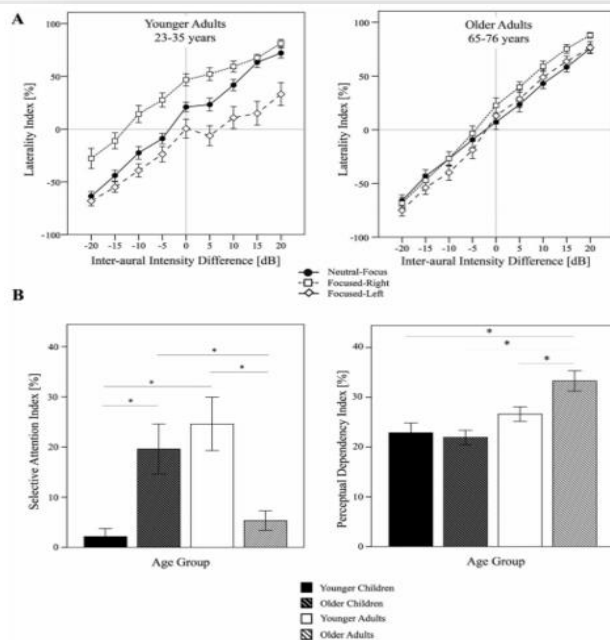


Figure 3. A: Mean laterality indices across all interaural intensity difference conditions and for each attentional focus condition for younger adults (left panel) and older adults (right panel). B: Mean Selective Attention Index (left panel) and mean Perceptual Dependency Index (right panel) across the four age groups. Error bars indicate one standard error of the mean. * $p < .05$. Error bars indicate 1 SE of the mean. A is adapted from "Human Aging Compromises Attentional Control of Auditory Perception," by S. Passow, R. Westerhausen, I. Wartenburger, K. Hugdahl, H. R. Hecker, U. Lindenberger U, and S.-C. Li, 2012, *Psychology and Aging*, 27 p. 102. Copyright 2012 by the American Psychological Association.

IV. Pilotes

1) Conditions du pilote au cours d'un vol

Nous allons ici uniquement nous intéresser aux conditions auditives du pilote, le reste nous important peu dans le cadre de ce projet. Le pilote peut être souvent "dérangé" par de nombreuses sources sonores. Il doit, à chaque fois qu'il passe au-dessus d'une tour de contrôle entrer en communication avec cette dernière afin d'adapter son allure, son trajet etc. suivant les vols devant lui notamment, ou en raison de la météo. En parlant de météo, une source météo peut être également en contact permanent avec ce dernier. De plus, lorsqu'il y a un dysfonctionnement, ou entrée dans une zone de turbulence (par exemple), une alerte se déclenche, rajoutant une source sonore supplémentaire.

Ajoutons à cela la constante communication avec le SIV (système d'information en vol), dont il faut changer à chaque fois la fréquence suivant le lieu que l'on survole, et donc s'adapter à une nouvelle personne (nouvel accent notamment). Enfin, le pilote doit rester en communication avec les hôtesses de l'air (afin de s'hydrater par exemple) ainsi qu'avec l'ensemble de son équipage à bord, notamment le copilote.

Il en résulte donc de nombreuses sources pouvant communiquer en même temps avec le pilote, dans un casque en mono. Ceci nous (du moins l'entreprise Thales) a fait penser à une alternative, la possibilité du son 3D. Nos expériences auront donc pour but d'évaluer la fatigue et la compréhension du candidat suivant la nature du son, mono ou spatialisé, afin de voir si le son spatialisé ne serait pas plus adapté à la situation quotidienne des pilotes. Pour aller plus loin, des sons sortant de hauts parleurs de sièges seront également testés.

2) Critères de recrutement du pilote

Une personne souhaitant devenir pilote doit passer de nombreux tests, notamment des tests auditifs. Ces tests sont très stricts, en effet aucune malformation ou déformation de l'oreille externe susceptible d'entraîner une gêne à l'audition ou au port du casque ne sont tolérées. De plus, sa perception auditive ne doit pas dépasser un déficit de 20 décibels pour les fréquences de 500, 1000 et 2000Hz, et 35 décibels pour les fréquences de 3000 et 4000 Hz. Par la suite, les pilotes subiront de nouveaux tests d'évaluation de leur perception auditive, et pour les premières fréquences citées le déficit ne devra pas dépasser 35 Hz, et 50Hz pour les fréquences de 3000 et 4000Hz. Autant dire que le pilote doit posséder une bonne perception auditive afin de percevoir l'ensemble des messages qui lui seront adressés au cours du vol.

Enfin, aucune dysperméabilité tubulaire (qui provoque une fermeture anormale de la trompe d'eustache dont le rôle est d'assurer l'équilibre de pression entre l'extérieur et l'oreille moyenne, mais également de protéger l'entrée d'agents infectieux dans l'oreille et en assurer l'évacuation) ne doit être constaté ; il en est de même pour les troubles vestibulaires.

Nous ne pourrions cependant pas, dans notre protocole, inclure des tests pour s'assurer que nos candidats vérifient toutes ces conditions. La perception auditive pourra néanmoins être évaluée et il pourrait alors être intéressant de comparer les résultats obtenus entre ceux ayant les aptitudes pour être pilote et ceux ne les ayant pas, afin d'éliminer certains candidats (si trop de déficit) et cibler nos tests sur les futurs utilisateurs : les pilotes.

Bibliographie

Baalman, Marije A.J. "Spatial Composition Techniques And Sound Spatialisation Technologies."

Organised Sound Org. Sound 15.03 (2010) : 209–218. Web.

Bates, Enda et al. "Localization Accuracy of Advanced Spatialisation Techniques in Small Concert

Halls." *The Journal of the Acoustical Society of America J. Acoust. Soc. Am.* 121.5 (2007):

3069. Web.

Bryden, M.p. "Dichotic Listening And Auditory Lateralization." *Laterality Functional Asymmetry in*

the Intact Brain (1982): 39–60. Web.

Camus, J.-F. "Maintien Durable De l'Orientation De l'Attention En Écoute Dichotique:

Comparaison Entre Un Avertisseur Verbal Et Un Avertisseur Sonore Latéralisé." *L'année*

psychologique psy 96.1 (1996): 31–52. Web.

"Devenir Pilote De Ligne &Gt ; DOSSIERS &Gt ; Médical." *Devenir Pilote de Ligne > DOSSIERS*

> ; Médical. Web. 3 Dec. 2015.

<http://devenirpilote.free.fr/under_dossiers/medical/medical_classe1.htm#ii>;

Du, Yi et al. "Auditory Frequency-Following Response: A Neurophysiological Measure for

Studying the 'Cocktail-Party Problem.'" *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 35.10

(2011): 2046–2057. Web.

Gazzaniga, Michael S., Richard B. Ivry, and G. R. Mangun. *Neurosciences Cognitives: La Biologie*

De l'Esprit. Paris: De Boeck Université, 2001. Print.

Getzmann, Stephan, and Risto Näätänen. "The Mismatch Negativity as a Measure of Auditory

Stream Segregation in a Simulated 'Cocktail-Party' Scenario: Effect of Age." *Neurobiology*

of Aging 36.11 (2015): 3029–3037. Web.

"L'Effet Cocktail." *CerveauetPsycho.fr*. Web. 3 Dec. 2015.

<http://www.cerveauetpsycho.fr/ewb_pages/a/article-l-effet-cocktail-30312.php>

"Le Rôle De La Trompe d'Eustache." Web. 3 Dec. 2015. <[http://lobe.ca/audition-langage-et-](http://lobe.ca/audition-langage-et-parole/le-fonctionnement-de-laudition-audition-langage-et-parole/le-fonctionnement-du-systeme-auditif/le-role-de-la-trompe-d'eustache/)

[parole/le-fonctionnement-de-laudition-audition-langage-et-parole/le-fonctionnement-du-systeme-auditif/le-role-de-la-trompe-d'eustache/](http://lobe.ca/audition-langage-et-parole/le-fonctionnement-de-laudition-audition-langage-et-parole/le-fonctionnement-du-systeme-auditif/le-role-de-la-trompe-d'eustache/)>

"Le 'Cocktail-Party Effect.'" *Le "Cocktail-Party Effect."* Web. 3 Dec. 2015.

<<http://www.podcastscience.fm/dossiers/2012/10/25/le-cocktail-party-effect/>>

Leccese, Francesco et al. "An Analytical Model to Evaluate the Cocktail Party Effect in Restaurant Dining Rooms: A Case Study." *Applied Acoustics* 100 (2015): 87–94. Web.

Moray, Neville. "Attention In Dichotic Listening: Affective Cues and the Influence of Instructions." *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 11.1 (1959): 56–60. Web.

Passow, Susanne et al. "Development Of Attentional Control of Verbal Auditory Perception from Middle to Late Childhood: Comparisons to Healthy Aging." *Developmental Psychology* 49.10 (2013): 1982–1993. Web.

"Procédures En Route." *Procédures En Route*. Web. 3 Dec. 2015.

<http://www.f6ddr.fr/aero/radio_telephonie/procedures_enroute.htm>

Zündorf, Ida C., Hans-Otto Karnath, and Jörg Lewald. "Male Advantage in Sound Localization at Cocktail Parties." *Cortex* 47.6 (2011): 741–749. Web.

Site internet pour la partie PILOTES :

https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjTn7q5orHJAhWG1BoKHYoTDYQQFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.ffa-aero.fr%2FFFR%2Ffrm_guidedupilote_securite.awp%3FA22&usg=AFQjCNES3DIh8iC0x2m0Wtk9M_xN_YEwOw&sig2=8E_jgTI9uppnAS0d4RRtQg