



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



Université de Lorraine

Faculté de Pharmacie de Nancy

Impact de l'acouphène sur la capacité  
d'attention au travers du test de  
Stroop, avant et après une prise en  
charge par T.R.T.

Mémoire soutenu en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat  
d'Audioprothésiste

par

WALDBURGER Astrid

Année 2015

Maître de mémoire : P. LURQUIN

---

# Remerciements

Premièrement, je remercie Monsieur LURQUIN, mon maître de mémoire et maître de stage de troisième année, pour ses recommandations avisées, son professionnalisme, et sa disponibilité.

Je tiens également à remercier Madame REAL, pour ses conseils judicieux, son aide précieuse et sa gentillesse.

Mes remerciements vont également à Monsieur LAMBERT, directeur d'Audition Confort qui m'a accueillie dans ses laboratoires.

Je souhaite remercier Madame Clothilde DUHAUTOIS, orthophoniste clinicienne spécialisée dans les troubles de l'audition chez l'adulte et l'enfant, que j'ai rencontrée pendant mon stage de seconde année et qui m'a gentiment conseillée pour la rédaction de ce mémoire.

J'adresse également mes remerciements aux membres du département audioprothèse de la faculté de Pharmacie de Nancy, qui pendant tout le cursus de formation ont su répondre à mes questions et m'aider quand j'en avais besoin.

Pour finir, je tiens à remercier mes proches pour m'avoir supportée et épaulée au cours de mes études, et lors de la réalisation de ce travail, mes remerciements vont plus particulièrement à mes parents et à François.

---

Autorisation de diffusion du mémoire

Je soussigné Monsieur Lurquin

Agissant en tant que promoteur du mémoire présenté par Astrid Waldburger en  
vue de l'obtention du diplôme d'état d'audioprothésiste.

Déclare avoir pris connaissance du contenu du présent document et en autorise la  
diffusion.

Le 06/10/15

Signature :

À Nancy



P. Lurquin

---

# Introduction

L'acouphène touche entre 3% et 10% de la population mondiale. Ces différences épidémiologiques dépendent du type d'acouphène étudié, on parle de 3% de la population vivant avec un acouphène particulièrement gênant et de 10% de la population qui aurait un acouphène intermittent ou transitoire suite à différents facteurs comme une surexposition au bruit.

Les patients reçus en consultation pour un acouphène, uni ou bilatéral ont par définition du mal à vivre avec ce dernier. Le plus souvent ils se plaignent des conséquences de l'acouphène. L'acouphène peut les empêcher de travailler, de suivre une conversation, d'apprécier un moment en famille ou entre amis, de dormir, de lire, d'écouter de la musique... En somme, il les empêche de se concentrer sur ce qu'ils voudraient faire et d'accomplir les tâches qui jusqu'alors leurs étaient quotidiennes ou fréquentes.

Si l'acouphène a ces pouvoirs néfastes sur le quotidien de certains patients, c'est parce qu'ils y font attention, voire se concentrent dessus, ce qui les empêche de se focaliser sur autre chose. Les professionnels des acouphènes sont globalement d'accord pour en convenir, pour autant les études objectivant cela restent peu nombreuses. Une prise en charge globale des acouphènes permet souvent une diminution des gênes occasionnées par ces derniers, on peut se demander si les troubles attentionnels qui en résultent bien souvent, se voient également diminuer.

Ce mémoire a pour objet la concentration chez les patients acouphéniques, à travers le test de Stroop, avant puis après la prise en charge de l'acouphène par Tinnitus Retraining Therapy (T.R.T).

Nous allons donc dans un premier temps expliquer ce qu'est l'attention et essayer d'en comprendre les rouages, à travers différents modèles théoriques. Ensuite, nous verrons en quoi l'attention et les acouphènes peuvent être liés. Pour la partie expérimentale, nous utiliserons le test de Stroop, pour tenter d'objectiver un déficit d'attention chez les patients acouphéniques, puis nous chercherons à voir si la T.R.T. permet d'améliorer les performances attentionnelles de nos patients.

# 1 L'attention

## 1.1 Définitions

Voici quelques définitions tirées de références incontestables.

Selon le dictionnaire Larousse, l'attention est définie comme : « *Capacité de concentrer volontairement son esprit sur un objet déterminé* » [1]

Selon William James Psychologue Américain : « *L'attention est la prise de possession par l'esprit, sous une forme claire et vive, d'un objet ou d'une suite de pensées parmi plusieurs qui semblent possibles. La focalisation, la concentration et la conscience en sont l'essence. Elle implique le retrait de certains objets afin de traiter plus efficacement les autres, et elle s'oppose à l'état d'esprit dispersé et confus que l'on nomme en français "distraction"* » [2].

Selon Walter Pillsbury : « *L'essence de l'attention, en tant que processus conscient, est d'augmenter la clarté d'une idée ou d'un groupe d'idée au détriment des autres.* » [3].

Ces définitions nous éclairent sur notre capacité à privilégier certaines informations sensorielles, notre faculté à faire attention. Il s'agit d'un phénomène complexe, qui nous accompagne constamment, de façon volontaire ou non. Cette capacité doit pouvoir être mesurée de façon objective. Certains neuropsychologues, psychologues, psychiatres, ou neurologues spécialistes des neurosciences cognitives, en ont fait, et en font, l'objet de leurs recherches. Ces dernières sont basées sur différents tests de neuropsychologie (qui seront traités ultérieurement et dont le test de Stroop fait partie) ainsi que sur l'imagerie cérébrale.

Les imageries cérébrales pouvant être utilisées à cette fin sont les suivantes :

- L'électroencéphalographie, ou E. E. G., mesure l'activité électrique du cerveau par le biais d'électrodes placées sur le cuir chevelu. Le tracé obtenu est la résultante de la sommation des potentiels d'action post-synaptiques synchrones issus d'un grand nombre de neurones [4],
- L'imagerie par résonance magnétique ou I. R. M. permet une visualisation en trois dimensions du cerveau. L'I. R. M. f. à savoir l'I. R. M. fonctionnelle reflète le taux d'oxygénation du sang dans le cerveau, dans le but de visualiser le fonctionnement de la plupart des aires cérébrales en temps réel, pendant que le patient effectue une tâche donnée. Malheureusement cette mesure reste plus lente que la dynamique des processus cognitifs [5],

- La magnétoencéphalographie, ou M. E. G., mesure les champs magnétiques induits par l'activité électrique des neurones du cerveau, le champ magnétique émis par un neurone étant inférieur au seuil de détection des M. E. G., il est nécessaire que l'activité de plusieurs milliers de neurones soit synchrone [6],
- La tomographie par émission de position, ou T. E. P., encore appelée plus communément PET Scan, permet de mesurer l'activité métabolique du cerveau en trois dimensions, grâce aux émissions produites par un traceur préalablement injecté (produit radioactif) [7].

Ces examens d'imagerie fonctionnelle nous donnent un aperçu aussi fidèle que possible, des ressources déployées par le cerveau humain, lors de l'exécution de différentes tâches, dont l'attention.

Il nous est possible aujourd'hui de recenser les fonctions de l'attention. William James nous indique que l'attention permet une facilitation de l'organisation de la pensée, augmente les performances de la mémoire, et nous permet de mettre en place les traitements pertinents pour atteindre un objectif. On peut également rattacher à l'attention la facilitation de la détection de stimuli, une préparation et une gestion de l'action, mais également l'organisation de nos capacités cognitives limitées. A priori, en l'état actuel des connaissances ce recensement des fonctions de l'attention est exhaustif.

## 1.2 Les modèles attentionnels

Le monde dans lequel nous vivons est extrêmement riche en stimulations extérieures, il nous est impossible de prendre en compte l'ensemble de ces stimulations. Notre cerveau doit donc avoir une approche sélective pour traiter les informations. Un choix doit donc être fait afin de traiter de façon élaborée un certain nombre d'informations en particulier. En effet, pour prendre une décision, il nous faut maintenir un haut niveau de traitement des informations essentielles pour obtenir une réponse adaptée.

Toutes les études réalisées montrent qu'il existe de nombreux types d'attention, on peut parler d'attention sélective, soutenue, partagée, ou encore de la focalisation de l'attention (liste non exhaustive)... Toutes ces «attentions» vont répondre à différents modes d'organisation du système superviseur attentionnel.

Le système superviseur attentionnel pourrait être défini comme le processus qui organise totalement ou partiellement, consciemment ou non, l'attention portée aux stimuli provenant des systèmes périphériques (cortex auditif, cortex visuel) mais également aux stimuli internes en provenance de l'ensemble de notre corps.

Les spécialistes des neurosciences cognitives ont donc cherché à mettre au point des modèles attentionnels afin de tenter d'expliquer les mécanismes mis en œuvre pour l'attention.

L'objectif de ces modèles est de représenter les mécanismes (modes de sélection) des différents types d'attention afin d'aboutir à une sélection de l'information.

Actuellement, il n'existe pas un modèle permettant d'obtenir un consensus complet auprès de la communauté scientifique. Nous n'allons pour autant pas tous les décrire, nous nous attacherons à détailler ceux qui nous ont semblé les plus pertinents. Pour choisir ces modèles, nous avons concentré nos recherches sur deux paramètres : l'attention et le prisme des acouphènes. En effet, selon le modèle de Jastreboff, l'attention joue un rôle primordial dans l'acouphène pathologique, et le test de Stroop rend compte de l'attention sélective. Nous détaillerons plus loin ces deux éléments. Avec le prisme des acouphènes et de la concentration visuelle, nous avons pu choisir un modèle attentionnel. Le modèle de Van Zomeran & Brouwer, nous a semblé le plus pertinent, d'une part parce que à ce jour, il est le seul utilisable cliniquement, et d'autre part car il présente l'attention sous des formes qui nous semblent pertinentes vis-à-vis de l'acouphène. Cependant, d'autres modèles nous permettront tout de même de compléter notre analyse de l'impact de l'acouphène sur la concentration.

L'ensemble des chercheurs ont mis au point des tests pour mettre en évidence certains aspects de l'attention spécifique.

Par exemple, en 1953, Cherry découvre le paradigme de l'écoute dichotique, qui montre que nous sommes capables de nous concentrer sur une oreille mais pas sur l'autre. Nous sommes donc capables de répéter tous les mots présentés à notre oreille A (attentive) mais pas ceux présentés sur l'oreille B (inattentive) [8].

Cependant, certaines caractéristiques sensorielles peuvent tout de même être perçues par l'oreille B (inattentive) comme des changements non sémantiques telle que la voix de l'interlocuteur (homme/femme) ; un changement de langue, qui est une caractéristique sémantique ne sera au contraire pas perçue. Colin Cherry a également démontré que pour focaliser notre attention sur une voix en particulier dans ce que nous appelons aujourd'hui le phénomène de « cocktail party », nous focalisons notre attention sur trois éléments :

- L'intensité,
- Le sexe,
- La localisation.

Cette focalisation nous permet notamment de concentrer notre attention sur une seule personne au milieu d'un groupe. Cherry nous démontre que si nous devons nous focaliser sur des voix similaires, l'exercice devient nettement plus difficile.

L'attention est un phénomène complexe, aujourd'hui encore, les chercheurs en neurosciences cognitives cherchent à en comprendre son fonctionnement. Aurélie Bidet-Caulet, chercheuse de l'équipe dynamique cérébrale et cognition du CNRL a débuté un projet de recherche sur son fonctionnement. Avec son équipe, ils étudient les processus descendants et ascendants de l'attention qui permet de faciliter le traitement de certaines informations. Le projet de cette étude débuté en octobre 2014 est de tester l'hypothèse que les processus ascendants et descendants sont distincts et répondent à deux réseaux neuronaux complémentaires et indispensables au bon fonctionnement de notre attention. Si leur hypothèse se vérifie, ils pourraient donc développer des tests efficaces pour tester l'attention ascendante de certaines caractéristiques de stimuli considérés comme saillants. Un déséquilibre de ces deux réseaux entraîne un déficit d'attention. Leur hypothèse repose également sur l'existence d'une hiérarchie des fréquences oscillatoires qui se manifeste à des échelles temporelles et spatiales multiples qui pourrait réguler les communications cérébrales et permettrait de comprendre la compétition entre les mécanismes ascendants et descendants en compétition dans l'attention.

Dans ce but, ils proposent un nouveau paradigme dans la modalité auditive qui permet d'étudier simultanément ces deux mécanismes attentionnels : les Tests de l'attention compétitive. Les résultats de leur étude ne sont pas encore connus, mais pourraient peut-être donner un nouvel éclairage à l'attention auditive, et par la suite apporter de nouvelles informations sur l'acouphène. L'objet de leur étude concerne cependant plutôt les patients atteints de troubles associés : la migraine et l'accident vasculaire cérébral [9].

Si nous comprenons de mieux en mieux le fonctionnement de l'attention, à l'aide de différentes tâches cognitives, la recherche en neuropsychologie cognitive a permis de présenter des modèles décrivant le fonctionnement de l'attention. En neuropsychologie cognitive du sujet cérébelleux déficient, tout bilan neuropsychiatrique est basé sur un socle théorique utilisé pour le choix et l'orientation des tests.

Dans le cadre de l'examen de l'attention, et des différents modèles attentionnels, il est possible de les classer en trois grandes catégories qui tiennent compte de l'évolution de la recherche au cours du temps.

### 1.2.1 Les modèles structuraux

En 1958, Broadbent, propose son modèle attentionnel basé sur la théorie du filtre précoce. Cette théorie précise qu'aucun message ne peut passer le filtre attentionnel, si nous n'y prêtons pas attention. [10]

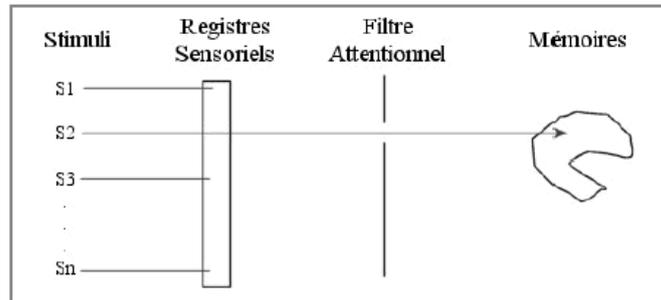


Figure 1 : Le modèle des filtres attentionnels de D. Broadbent (1958) [10]

En 1960, Treisman démontre ce qu'on appelle l'effet cocktail party. Certains stimuli peuvent être traités à partir du moment où on les reconnaît comme étant significatifs, et ce même si on ne leur prête pas une attention particulière. Notre capacité à réagir à notre prénom en fait exemple. Certains stimuli peuvent donc agir comme « capteur d'attention » même s'ils ne sont pas dans notre champ d'attention focalisée [11].

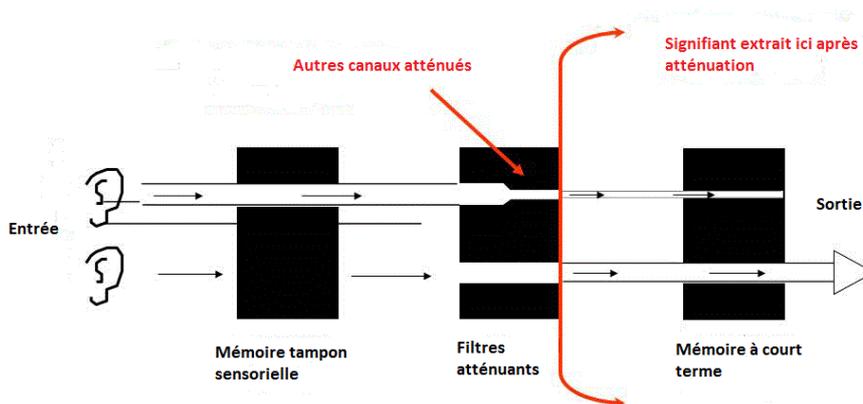


Figure 2 : Le modèle de Treisman (1960) [11]

Nous pouvons ici faire un parallèle avec l'acouphène, ce dernier peut être considéré comme un capteur d'attention sur lequel notre patient focalise momentanément, ou de façon permanente son attention. Cela est dû au fait qu'il lui accorde une importance anormale. Ce qui se trouvera en dehors de cette focalisation sera donc atténué.

Cette explication semble simpliste, mais nous verrons plus loin que l'attention est un phénomène cognitif dont la capacité est limitée. Différentes expériences nous montrent

qu'effectuer deux tâches cognitives qui requièrent une attention contrôlée est particulièrement difficile, ou possible au prix d'un allongement du temps de traitement des stimuli. Simultanément, nous sommes capables, comme nous l'avons vu dans le cadre de l'écoute dichotique, de prendre en compte certains critères dans l'analyse des stimuli qui ne requièrent pas notre attention.

C'est ce que nous démontrent Posner et Boies en 1971 avec l'expérience de double tâche. Il nous est très difficile de mener en parallèle une autre tâche, ou alors au prix d'un allongement du temps de traitement plus important que si nous menons les deux tâches en série.

- Tâche A = 200 ms,
- Tâche B = 200 ms,
- Tâche A + B Simultanée = 800ms.

L'intérêt du choix du test de Stroop dans ce mémoire est clairement démontré ici, ce genre de test nécessite une attention contrôlée importante or nous sommes difficilement capables de mener deux tâches simultanément. Nous le verrons plus loin mais l'acouphène peut être considéré comme un distracteur de notre attention qui pourrait donc avoir une tendance à l'allongement du temps de traitement lors de la tâche de Stroop. La TRT pourrait donc avoir un effet bénéfique sur notre attention en nous aidant à atténuer/éliminer ce distracteur [12].

Trois facteurs déterminent les performances :

- Effet de la similitude des tâches,
- Effet de la pratique,
- Effet de la difficulté des tâches.

En 1963, Deutsch & Deutsch, proposent un modèle théorique de l'attention où l'ensemble des stimuli est mis en mémoire à court terme et le filtre attentionnel n'interviendra que beaucoup plus tard. Tous les stimuli entreraient donc dans le système cognitif avant d'être sélectionnés [13].

L'attention est ici considérée comme un tout, effectuant un ensemble d'opérations de type détection, sélection et filtrage, sur des stimuli et informations sur lesquels le sujet doit porter son attention. De nombreuses études ont mises en évidence l'aspect réducteur de ces modèles, vu que la capacité d'attention dépassait largement une analyse superficielle de type détection, sélection et filtrage. Ces modèles ont donc été abandonnés au profit des modèles fonctionnels.

### 1.2.2 Les modèles fonctionnels

Les modèles fonctionnels mettent l'accent non plus sur les structures mises en jeu dans les capacités attentionnelles du sujet, mais sur la notion de capacité de traitement et la quantité de ressources attentionnelles disponible. L'attention y est toujours considérée comme un tout.

En 1973, Kahneman décrit un modèle que l'on a appelé le modèle des ressources attentionnelles. Celui-ci met en avant notre capacité à distribuer nos ressources attentionnelles sur différents types d'attention. Cependant, notre capacité à être attentif est une ressource limitée dans le temps et en quantité. Ce modèle introduit ce qu'on appelle aujourd'hui l'attention focalisée et délibérée, qui permet de concentrer nos ressources sur le traitement des stimuli de notre champ d'attention. Cette capacité nous permet d'améliorer nos performances cognitives, l'analyse des distracteurs serait quant à elle effectuée sur les restes disponibles de ressources attentionnelles. Dans un premier temps, nous pouvons avoir des intentions momentanées (élément perturbateur, capteur d'attention) ou une intention stable (attention soutenue, sélective, partagée, alerte), notre cerveau va donc appliquer des règles de distribution à notre attention. Ces règles sont dépendantes de leur exigence en terme de ressources attentionnelles, des ressources disponibles et de différents déterminants. Les ressources disponibles sont représentées comme un réservoir à la capacité limitée. C'est ce qui rend ce modèle particulièrement intéressant [14].

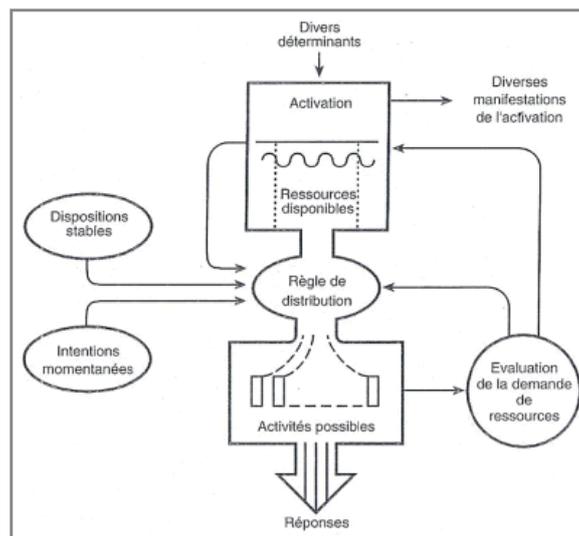


Figure 3 : Le modèle de Kahneman (1973) [14]

En 1978, Johnson & Heinz, nous proposent la théorie multimodale [15] [16], cette théorie reprend en partie les travaux de Cherry sur le paradigme de l'écoute dichotique, ils proposent deux modes d'attention :

- Le mode précoce dit d'attention sensorielle, qui nous permet de distinguer une voix d'homme et une voix de femme, même si cela se produit en dehors de notre champ d'attention réel [17],
- Le mode de sélection tardif, qui lui va nous permettre d'allouer beaucoup de ressources attentionnelles à une tâche d'attention sélective [17].

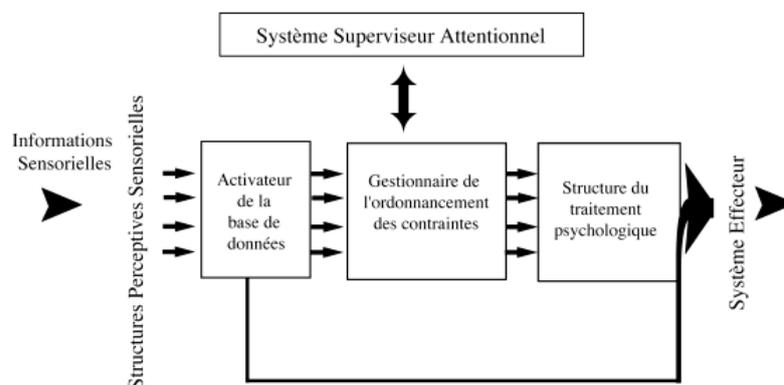
Ces travaux vont donc ouvrir la voie au déplacement de la problématique de la localisation de l'entonnoir sélectif, vers ce qu'on appelle aujourd'hui les modèles à composante avec les notions d'axes attentionnels intensifs et sélectifs.

### 1.2.3 Les modèles à composantes

La communauté scientifique a donc amorcé un nouveau courant initié par Posner & Rafal [16], ce sont les modèles attentionnels à composantes. Ces derniers modèles sont aujourd'hui les plus utilisés [18].

Ces modèles attentionnels ne considèrent plus l'attention comme un tout indifférencié mais comme un ensemble de mécanismes ou fonctions attentionnelles spécifiques. Le sujet en fonction des situations auxquelles il est soumis, va mobiliser ses différentes ressources attentionnelles.

En 1980, Norman & Shallice [19] proposent un modèle attentionnel qui met en lumière le Système Attentionnel Superviseur (SAS) et son rôle dans les régulations de l'attention.



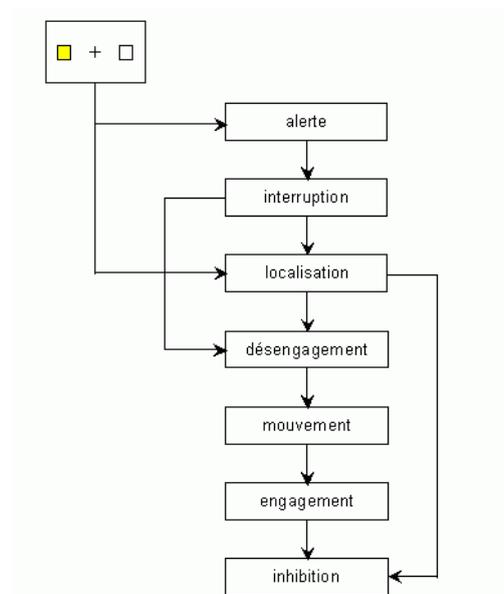
**Figure 4 : Le modèle attentionnel de Norman & Shallice (1980) [19]**

Ce modèle est basé sur des réponses préconçues, liées à notre expérience. C'est ce qu'on appellera la base de données, les structures perceptives sensorielles activeront donc cette base.

Ensuite, le SAS et le questionnaire de contraintes adapteront notre réponse, pour un traitement par nos structures psychologiques qui in-fine enverront un message au système effecteur.

Une étude récente publiée en juin 2015 a cherché à expliquer pourquoi les cris humains avaient un impact aussi important sur nos réactions. Il s'avère que les cris humains mettent en jeu l'amygdale du cerveau, qui active la peur et également notre attention alerte. Selon le modèle de Norman & Shallice nous pouvons en conclure que l'amygdale du cerveau active la base de données.

En 1987, Posner & Rafal proposent un modèle attentionnel, tiré de leur expérience sur l'attention visuelle. Ils ont, de cette expérience, tiré une conclusion sur les manifestations du faisceau attentionnel. [16] « *Les objets situés à l'intérieur du faisceau focalisé attentionnel sont facilités (bénéfices) à l'inverse les objets situés à l'extérieur du faisceau sont inhibés (coûts)* » [20].



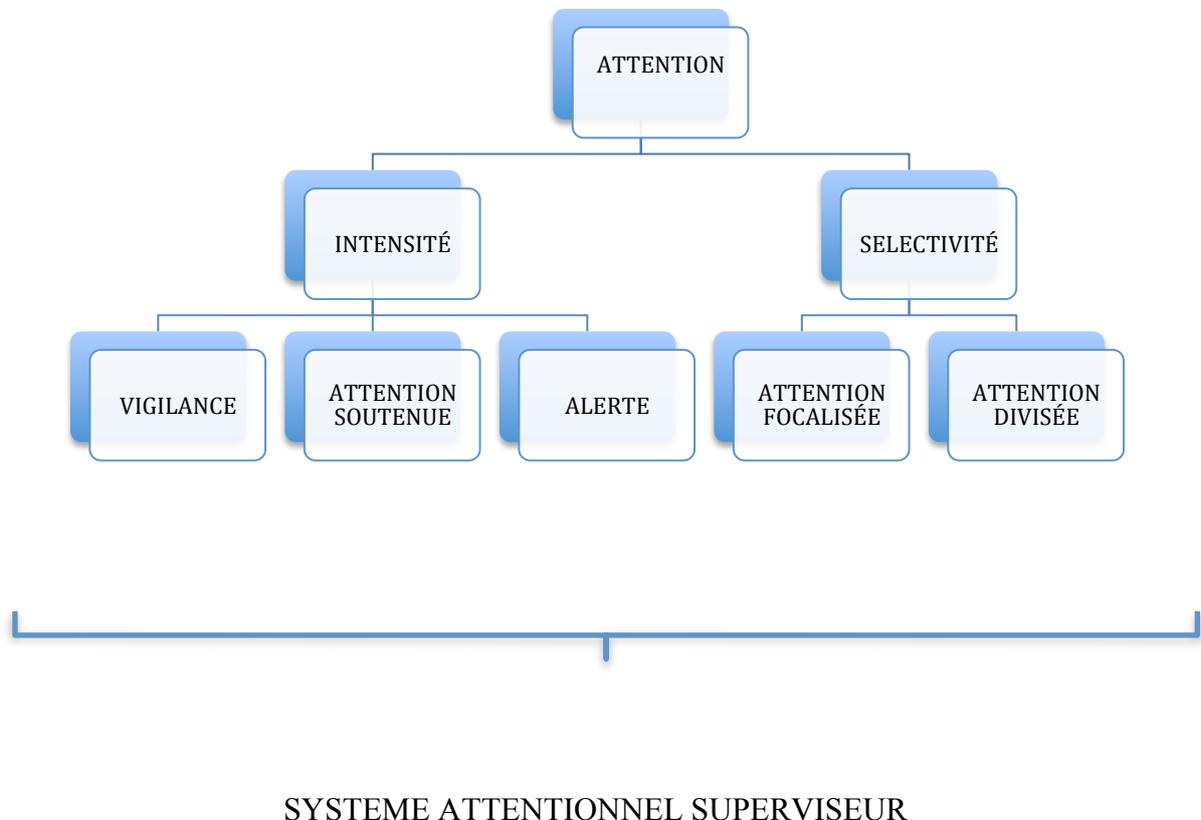
**Figure 5 : Le modèle attentionnel de Posner & Rafal (1987) [16]**

Ce modèle met en évidence le travail effectué par le cerveau pour déplacer notre attention et les étapes pour avoir une certaine flexibilité. L'acouphène peut être rapproché de ce modèle, sa qualité de distracteur pourrait entraîner des interruptions plus ou moins régulières dans un travail d'attention. Notre concentration s'en trouvera diminuée, mais surtout du fait des interruptions régulières, cela pourrait allonger notre temps de traitement.

Pour résumer, notre attention est limitée à la fois en temps mais aussi en nombre de tâche, les chercheurs essayent de modéliser l'ensemble de ces informations. Nous savons aujourd'hui que l'attention intervient à différents niveaux de traitement cognitif. Broadbent, Treisman, Kahneman, Posner ont entre autres permis de mieux comprendre et de modéliser le

fonctionnement général de notre attention. Cependant leurs modèles sont soit trop complexes soit pas assez développés pour une utilisation en neuropsychologie.

En 1994, Van Zomeran & Brouwer (1994) [21] proposent un modèle attentionnel qui est le seul modèle cliniquement utilisé en neuropsychologie cognitive et ce parce qu'il est le seul réellement exploitable pour expliquer les différentes attentions [22].



**Figure 6 : Modèle attentionnel de Van Zomeran & Brouwer (1994) [21]**

Le modèle de Van Zomeran et Brouwer se subdivise en différentes parties qui correspondent aux différentes attentions. L'ensemble de ce système est sous le contrôle de ce qu'ils ont appelé le Système Attentionnel Superviseur (SAS), celui-ci nous permet d'apporter de la flexibilité et met au point des stratégies pour atteindre l'objectif attentionnel. Le SAS a également pour rôle de gérer les conflits, c'est notamment lui qui intervient lorsqu'il faut répondre à une alerte, la réponse combattre ou fuir est de son ressort. C'est également lui qui lorsque les ressources attentionnelles sont épuisées va organiser la répartition et l'allocation des ressources en fonction de l'objectif recherché et l'urgence de la réponse à apporter.

En dehors des tâches routinières qui finalement ne nous demandent que peu d'attention (par exemple la conduite : en conduisant il nous est possible de tenir une discussion avec notre

passager parfois même sur des sujets assez complexes), le rôle du SAS est d'allouer les ressources attentionnelles disponibles (cf : modèle de Norman & Shallice – 1980) mais aussi, de répondre aux situations non routinières pour lesquelles aucun schéma de réponse n'a été mis en place [19].

Avec le modèle de Van Zomeran & Brouwer [21], le rôle du SAS est sensiblement identique, le changement se situe plutôt au niveau de la répartition des tâches attentives en fonction de deux grands axes [21] :

- d'une part la sélectivité :
  - l'attention focalisée (on ignore les stimuli non pertinents),
  - l'attention divisée (on partage l'attention entre différents stimuli),
- d'autres part l'intensité (vigilance),
  - l'attention soutenue (tonique),
  - l'attention alerte (phasique).

### **1.3 Les différents types d'attention selon Van Zomeran & Brouwer (1994)**

Ces différents modèles nous amènent à une compréhension plus fine de l'attention. En effet, le modèle de Van Zomeran & Brouwer (1994) nous présente différents types d'attentions.

Comme nous l'avons précisé, l'attention est une tâche complexe qui fait intervenir de nombreuses aires corticales différentes. L'attention peut être décrite comme une capacité à prendre en compte des stimuli extérieurs (en provenance des sens) ou intérieurs (en provenance du corps ou des pensées). L'attention n'est pas stable, elle ne peut rester soutenue pendant un long moment. Le modèle de Kahneman nous le démontre notre capacité d'attention est limitée. Pendant la seconde guerre mondiale, les chercheurs ont tout particulièrement étudié la capacité d'attention des contrôleurs aériens, ils ont pour cela mis au point le test de l'horloge. Ce test consiste à décompter le nombre de « ratés » de la trotteuse pendant un temps déterminé. Les résultats de ces tests montrent que dans le cadre de l'attention soutenue, au delà d'une demi-heure, la capacité à prendre en compte les « ratés » diminue [23].

*«L'attention permet à l'individu de diriger ses actions sur des objets spécifiques en des endroits sélectionnés, et de maintenir certaines informations ou certains objets à un haut niveau de traitement, dans la mémoire de travail, ou encore dans la conscience » [24].*

Attention ou concentration, les deux termes sont souvent utilisés indifféremment, pourtant il existe une différence. On peut faire attention à des stimuli, les garder à un certain niveau de conscience ou on peut se concentrer, les garder à un niveau de conscience plus élevé. La concentration peut correspondre à l'attention soutenue.

Les travaux de Schneider & Shiffrin, nous ont permis de différencier l'attention automatique de l'attention contrôlée. Voir le tableau ci-dessous

**Tableau 1 : Tableau comparatif des propriétés des processus automatiques vs contrôlés [25]**

CARACTERISTIQUES	PROCESSUS AUTOMATIQUE	PROCESSUS CONTROLE
Capacité Centrale	Non requise	Requise
Contrôle	Incomplet	Complet
Pratique	Conduit à des améliorations progressives	Peu d'effet
Modification	Difficile	Facile
Stockage en mémoire opérationnelle	Pas ou peu	Beaucoup
Niveau de performance	Elevé	Faible sauf si la tâche est facile
Vitesse	Rapide sans perdre sa précision	Lent, sinon détérioration de la précision
Attention / ressources attentionnelles	Non requise mais peut être appelée	Indispensable
Effort	Peu, pour autant qu'il y en ait	Enormément

Ce tableau nous permet de différencier l'attention automatique de l'attention contrôlée en quelques points. Par ailleurs, en situation de double tâche, ils se sont rendus compte que l'attention automatique suite à un apprentissage pouvait s'effectuer en parallèle d'une attention focalisée. Les auteurs ont émis l'hypothèse que l'attention automatique faisait appel à la mémoire à long terme, alors que l'attention contrôlée faisait appel à la mémoire à court terme. L'attention contrôlée nécessite de faire un effort volontaire pour maintenir en mémoire la trace des items ce qui implique une attention soutenue focalisée [26].

L'attention automatique peut être rapide sans perte de précision, elle ne nécessite pas d'intervention d'une capacité centrale, et l'entraînement permet d'améliorer progressivement notre capacité de traitement. En revanche, il est très difficile de changer ou modifier le processus. On peut l'expliquer comme un programme qui serait développé spécifiquement par le cerveau pour répondre à certaines tâches tout en nous demandant un minimum de

ressources attentionnelles. Ce programme peut être amélioré par l'entraînement mais ne peut pas être modifié de fond en comble. Elle nous demande peu d'effort. On peut parler ici de traitement parallèle.

L'attention contrôlée, est lente sous peine de perte de précision. Elle offre une capacité d'adaptation importante, le changement n'est ici plus un problème. Il est nécessaire de faire intervenir notre capacité centrale et nous demande un contrôle complet. Son intervention se ferait pour toutes les tâches que nous ne pouvons pas automatiser pour lesquelles la création d'un « programme » n'est pas possible. L'attention contrôlée, nous demande des efforts importants et fait intervenir différents processus tel qu'un travail de mise en mémoire assez important. On parlera d'un traitement séquentiel.

Les travaux de Schneider et Shiffrin (1977) peuvent être rapprochés des travaux de Posner et Raichle (1994) sur l'attention automatique ou contrôlée qui se rapprochent respectivement de l'attention exogène (automatique) et endogène (contrôlée).

On parle de processus d'attention qui oscille entre mécanisme endogène et exogène, ils réorientent notre attention en permanence. Lorsqu'on nous appelle, nous tournons la tête. Ce mécanisme est un réflexe d'attention exogène. Le mécanisme endogène correspondrait à d'abord terminer le chapitre que nous sommes en train de lire avant de répondre à la question que l'on vient de nous poser. Nous contrôlons l'objet de notre attention, nous avons entendu la question, mais nous décidons d'y apporter une réponse à la fin de notre première tâche.

Nous avons, d'ailleurs souvent l'occasion de constater que nous devons faire répéter la question car nous ne l'avons pas mise en mémoire.

Dans le cadre de l'attention, on parle également de flexibilité et d'inhibition, ce sont ces deux mécanismes qui nous donnent la capacité première de déplacer notre focus attentionnel et deuxièmement de sortir les distracteurs de notre champ de conscience.

Par exemple, lors du test de Stroop, nous avons tendance à parler d'inhibition, en effet il faut inhiber notre tendance naturelle à lire le mot, et donner la couleur du mot. L'inhibition entrerait donc bien dans ce cadre. Contrairement au Wisconsin Card Sorting Test, (WCST) : qui est un test de classement de carte, celui-ci met en évidence notre capacité à nous adapter à une situation, il évalue donc plutôt la flexibilité.

### **1.3.1 L'inhibition**

L'inhibition est un mécanisme qui permet d'atténuer / supprimer les éléments distracteurs, on retrouve ce mécanisme dans tous les types d'attention. C'est un élément essentiel qui nous permet de faire attention au sens large du terme [21].

### **1.3.2 La flexibilité**

La flexibilité est le mécanisme qui nous permet de passer d'une tâche à une autre, d'un mode attentionnel à l'autre. Elle est particulièrement utilisée lors de la réalisation de tâches complexes. Sans flexibilité, nous ne serions pas capables d'adapter notre attention à notre cible, ni de changer de cible en cours de réalisation d'une tâche. Ce mécanisme est particulièrement important, il est même essentiel à notre survie. C'est lui qui intervient en cas de danger, qui nous permet de laisser de côté une tâche pour traiter le stimulus correspondant au danger, et in fine d'avoir la bonne action à mettre en place pour y répondre [21].

### **1.3.3 L'attention exogène ou non contrôlée**

L'attention exogène peut se définir comme une attention non contrôlée par le sujet. On peut donc parler d'attention réflexe ou automatique [25].

### **1.3.4 L'attention endogène ou contrôlée**

L'attention endogène peut être comprise comme l'attention contrôlée voulue par le sujet. Ce type d'attention fait suite à un processus contrôlé par le sujet de focalisation de son attention [25].

Elle dépend de la motivation du sujet à se concentrer sur une information sensorielle.

### 1.3.5 La sélectivité

La sélectivité correspond au nombre limité d'informations que peut traiter le sujet. Elle se subdivise en deux grands types d'attention [21]:

- L'attention focalisée : L'attention focalisée correspond à notre capacité à nous concentrer sur un type de stimuli en éliminant/atténuant les autres (ex : la vidéo de Daniel Simmons, on demande au sujet de compter le nombre de passes de l'équipe de basket blanche, à la fin de la vidéo le sujet est capable de restituer correctement le nombre de passes mais n'a pas vu le passage de l'ours au beau milieu de la vidéo). C'est un bon exemple de l'attention focalisée, nous éliminons un certain nombre de stimuli pour focaliser notre attention sur l'objet de notre concentration.
- L'attention partagée : L'attention partagée nous permet de nous concentrer sur deux tâches cognitives. Cependant, notre capacité de partage de l'attention reste limitée. Nous ne sommes pas capables, par exemple, de prendre en compte deux stimuli sensiblement identiques ou de réaliser deux tâches cognitives utilisant les mêmes modalités d'entrée (stimuli sensoriels) ou de sortie. Cela est parfaitement illustré par la vidéo de Daniel Simmons, deux équipes jouent au basket, (les blancs et les noirs) nous pouvons regarder cette vidéo dans son ensemble mais nous ne pouvons pas compter à la fois le nombre de passes des blancs et des noirs. Si nous regardons la vidéo de façon globale sans porter d'attention particulière au nombre de passes, alors, nous apercevons clairement l'ours passer au milieu du déroulement de cette vidéo. L'attention partagée nous permet de visualiser une action dans sa globalité.

### 1.3.6 L'intensité

Van Zomeran & Brouwer ont souligné la difficulté à différencier les concepts d'alerte, d'attention soutenue et de vigilance, d'une part, du point de vue expérimental mais également du point de vue des notions [21].

- L'alerte : Nous l'appellerons l'alerte phasique c'est le gain d'efficacité permettant d'obtenir une réponse rapide à un stimuli d'alerte non spécifique. Elle nous permet d'avoir une réponse très rapide. C'est elle qui intervient lorsqu'on nous crie attention,
- L'attention soutenue : Elle fait référence à notre capacité à maintenir notre attention de manière prolongée sur une sélection de stimuli,
- La vigilance : elle a particulièrement été étudiée pendant et après la Seconde Guerre Mondiale avec les contrôleurs aériens ou les sous-marinières responsables du sonar. En effet, le niveau d'attention requis nécessite de rester attentif pendant plusieurs heures à des stimuli particuliers noyés au sein d'un nombre important d'informations. C'est

ce qu'on appellera le monitoring ou la vigilance qui nécessite une attention à des stimuli de faible intensité pendant une longue période sans activité [23] [27].

### 1.3.7 L'attention alerte [21]

L'attention alerte est celle qui nous permet de sauvegarder notre vie lorsque celle-ci est en danger.

Lorsqu'un danger est signalé, notre cerveau mobilise toutes ses ressources pour répondre le plus rapidement possible au danger. Les personnes ayant été en danger parlent souvent d'une espèce de suspension du temps qui leur a offert un répit et permis de prendre la décision qui leur a sauvé la vie face à un danger immédiat.

Dans la mesure où le cerveau mobilise la totalité de nos ressources attentionnelles, il semble que notre vitesse de traitement s'en trouve largement améliorée ce qui pourrait expliquer cette sensation.

Les chercheurs parlent d'Attention Alerte Phasique ou Attention Alerte Tonique

Quelle différence :

- « *L'attention Alerte Phasique : est une modification soudaine et transitoire du niveau d'éveil,*
- *L'attention Alerte Tonique : est graduelle, lente, progressive et fluctuante en fonction de la journée, elle correspond à un changement du niveau d'éveil au cours de la journée* » [28].

### 1.3.8 L'attention soutenue

Elle nous demande de maintenir à un niveau d'éveil important des tâches monotones, mise en avant par les travaux de Norman Mackworth (1970), c'est à la suite d'échecs pendant la surveillance des radars lors de la Seconde Guerre Mondiale qu'est né le concept de vigilance ou d'attention soutenue. Norman Mackworth a mis au point un test en demandant aux sujets de surveiller les ratés de l'horloge, moments où la trotteuse franchie deux secondes d'un coup [23].

Pour réaliser ce type de tâche particulièrement monotone avec un niveau d'attention soutenue élevé, certaines conditions sont requises : un niveau d'éveil élevé dépendant directement du

temps pendant lequel on doit effectuer la tâche ; on observe une baisse de performance dès la fin des 30 premières minutes.

### **1.3.9 L'attention focalisée**

Elle correspond à notre capacité à focaliser notre attention sur un champ particulièrement précis de stimuli nous provenant de nos différents sens. L'objectif pour notre cerveau est de nous permettre un niveau d'analyse plus important sur une partie de notre champ perceptif. Ce champ perceptif focalisé va donc être traité de façon consciente. Treisman en 1960, nous montre, grâce à l'effet cocktail party que le reste des informations est traité à un niveau subconscient, ce qui explique que certains distracteurs vont pouvoir atteindre notre niveau conscient.

Ainsi, les distracteurs, en fonction de leur pertinence d'un point de vue personnel vont venir distraire notre attention focalisée.

### **1.3.10 L'attention divisée (partagée)**

Ce type d'attention nous permet la réalisation de deux tâches en même temps. Par exemple, écouter le professeur et prendre des notes. Notre capacité à partager notre attention est primordiale car elle nous permet de réaliser des tâches assez complexes en même temps. Cependant, nos ressources attentionnelles n'étant pas extensibles, nous sommes limités. Nous pouvons par exemple conduire et discuter avec un passager. Dans ces deux cas, nous sommes face à des processus relativement automatisés mais il devient plus difficile de chercher son chemin en conduisant tout en discutant avec le passager. Le niveau de concentration nécessaire nous pousse à l'abandon d'une tâche. Ces approches ont été mises en avant par les travaux de Kahneman en 1973 notamment.

Comme nous venons de le voir, les différents types d'attention correspondent à des schémas d'organisation différents du cerveau. En effet, ils appellent une réponse spécifique en fonction du type d'attention requise.

L'attention focalisée, sélective et alerte sont à priori les trois types d'attention qui peuvent être mis en relation avec l'acouphène. Dans la partie suivante, nous allons étudier dans quelle mesure l'acouphène impacte l'attention et vice versa.

## 2 Mise en relation de l'attention et des acouphènes

### 2.1 Acouphènes et attention

#### 2.1.1 Acouphènes

##### 2.1.1.1 Définition

Nous allons commencer par nous intéresser à la définition de l'encyclopédie du Larousse Médical :

*« Perception généralement erronée d'une sensation sonore (bourdonnement, sifflement, grésillement).*

*Les acouphènes sont un phénomène fréquent : ils affectent près de 15 % de la population adulte. Ils peuvent toucher une oreille ou les deux. Parfois, le patient ne peut préciser le côté atteint et semble percevoir l'acouphène au milieu du crâne » [29].*

Cette définition permet aux personnes, non sensibilisées à ce trouble, de se faire une idée générale sur ce qu'est un acouphène. Pour autant, dans un mémoire dédié aux acouphènes, nous ne pouvons pas nous en contenter.

Deux à six millions de français auraient des acouphènes. Parmi eux, 300 000 personnes les qualifieraient d'intolérables. Pour 93% d'entre eux, le plus difficile serait le désintérêt du corps médical face à leur problème [30].

Tout d'abord, nous devons distinguer une oreille saine d'une oreille qui présente un audiogramme normal. La cochlée est composée, entre autres, de C.C.E. (cellules ciliées externes) et de C.C.I. (cellules ciliées internes). Ces cellules jouent un rôle primordial dans la discrimination en fréquence et en intensité d'un son par l'oreille. Si certaines de ces cellules sont lésées ou mêmes mortes, il est difficile de l'objectiver par un examen. L'audiométrie réalisée par les médecins O.R.L. ou les audioprothésistes renseigne sur le seuil d'audition, sur le seuil d'inconfort, pouvant révéler un recrutement mais elle ne permet pas de savoir précisément dans quelle mesure les cellules sont endommagées. En effet, des mécanismes de compensation peuvent permettre d'avoir une audiométrie dite normale avec des cellules abîmées ou mortes. Dans ce cas, le patient pourra avoir des acouphènes, de l'hyperacousie ou des problèmes de discrimination, dans le bruit principalement. Ces symptômes sont donc révélateurs d'une oreille abîmée quels que soient les résultats de l'audiométrie.

Les acouphènes peuvent donc être présents seuls ou accompagnés d'une surdité (c'est le cas dans 85% des cas) et/ou d'une hyperacousie (présente dans 40% des cas). Malgré un audiogramme normal, ne signifiant pas que c'est une oreille saine, des lésions auditives sont donc présentes chez tous les patients acouphéniques. Une oreille parfaitement saine ne permet pas de développer un acouphène. En fonction du type d'atteinte les acouphènes, des patients seront classifiés par les professionnels dans l'une de ces quatre catégories [31] :

- Type I : acouphène seul,
- Type II : acouphène et surdité,
- Type III : hyperacousie avec ou sans acouphènes,
- Type IV : intolérance au son et augmentation de l'acouphène dans le bruit.

Selon le type d'acouphène, la prise en charge sera à adapter en conséquence.

### **2.1.1.2 Origine**

#### **2.1.1.2.1 Acouphènes objectifs [30]**

Les acouphènes objectifs ne peuvent être réellement considérés comme des acouphènes. Ils ne représentent que 5% des cas d'acouphènes. L'acouphène objectif est la perception d'un son créé par l'organisme, comme un souffle vasculaire, un craquement articulaire, ou un bruit musculaire. Ils peuvent aussi être synchrones ou asynchrones, au pouls par exemple. Ce type d'acouphène est donc parfois audible par autrui et dans ce cas, peut être enregistré. Nous avons préalablement défini l'acouphène comme une sensation erronée. Or, l'acouphène objectif peut être perceptible par une personne extérieure. Ce phénomène existe et peut être à l'origine d'une plainte tout comme un acouphène subjectif, c'est pourquoi il nous semblait nécessaire de l'évoquer.

#### **2.1.1.2.2 Acouphènes subjectifs [32]**

Plusieurs théories demeurent, l'une est centrale et va dans le sens d'acouphènes générés au niveau des voies auditives centrales. L'autre est périphérique, ou neurosensorielle, cette hypothèse part donc du principe que l'acouphène est généré au niveau de la cochlée (cellules ciliées externes ou internes), ou au niveau du nerf auditif. Une autre hypothèse suggère que l'acouphène ait une origine centrale et périphérique. L'activité anormale du système auditif central serait induite par une lésion périphérique. Les lésions auditives entraînent une diminution des afférences auditives au niveau du cerveau auditif. Face à ce manque, il y a création d'un son compensateur, qui n'est autre que l'acouphène. Cette dernière hypothèse semble aujourd'hui la plus probable.

Une lésion au niveau de la cochlée entraîne une baisse du nombre de potentiels d'action si l'acouphène ne prend pas son origine sur ce système périphérique. Il est clair, aujourd'hui, que ce sont ces lésions qui sont à la base de la réponse anormale du système nerveux central et qui peuvent produire un acouphène.

Pendant nos trois années d'études au sein de la faculté de pharmacie de Nancy, nous avons eu l'occasion d'aborder différentes lésions de l'oreille interne. Si l'objet de ce mémoire n'est pas de discuter de l'ensemble des lésions possibles de l'oreille, nous prendrons comme exemple la presbyacousie et une trop forte exposition aux bruits. Cela nous permettra de bien comprendre les mécanismes pouvant entraîner une diminution des potentiels d'action et donc un acouphène au niveau du système nerveux central.

Dans le cadre de la presbyacousie, les lésions peuvent provenir de trois grandes catégories :

- La presbyacousie neurale : avec le temps, nous constatons une diminution de la densité des fibres nerveuses afférentes rattachées aux CCI, au niveau du ganglion spinal, ce qui entraîne une diminution des potentiels d'action,
- La presbyacousie striale : elle est liée à une diminution de l'activité de la strie vasculaire dont le rôle est d'assurer le maintien des composés de l'endolymphe. En effet, si le potentiel électrique n'est plus de +80mV, nous constatons un dysfonctionnement des CCE dont les moteurs pertinents ne bénéficient plus d'une électromobilité correcte permettant notre capacité discriminatoire en fréquence et en intensité. Cela entraîne également un dysfonctionnement des CCI qui ne peuvent plus assurer leur rôle de transmission du potentiel d'action, d'une part parce qu'elles ne bénéficient plus ou de façon amoindrie, du potentiel microphonique des CCE, et d'autre part, parce que la diminution du  $K^+$  dans l'endolymphe augmente le seuil d'activation des CCI,
- La presbyacousie sensorielle : est liée à l'altération directe des CCE. Ce phénomène est lié à la fois au bruit, mais également au vieillissement des cellules. Le fonctionnement de base du potentiel microphonique cochléaire est alors altéré.

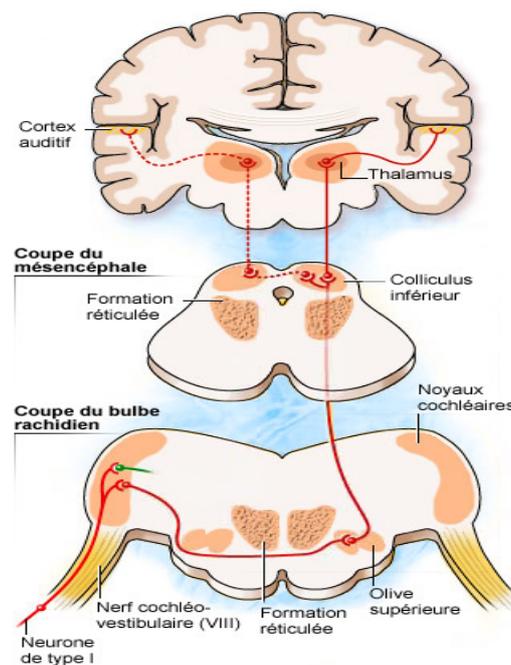
L'autre exemple que nous aborderons est la surexposition au bruit. En effet, lorsque le niveau sonore est trop important sur une trop longue durée, le fonctionnement naturel de l'oreille est de libérer du glutamate, comme lors de chaque exposition à une stimulation sonore. Néanmoins, le principal neurotransmetteur de l'oreille (le glutamate) devient ototoxique pour la synapse lorsqu'il est libéré en trop grande quantité, donc, lorsque l'oreille est surexposée aux bruits. L'hyper concentration ionique entraîne par phénomène d'osmose, l'entrée d'eau dans la CCI, permettant ainsi de rééquilibrer la concentration ionique. Si le bruit se prolonge, alors les vacuoles continuent alors de grossir sous l'effet de l'eau, et vont faire exploser la terminaison nerveuse. Ce phénomène est appelé l'ototoxicité glutamatergique.

Chacun de ces trois types de presbyacousie ainsi que l'ototoxicité glutamatergique entraînent une diminution des potentiels d'action le long de la voie nerveuse auditive. Quels sont donc ensuite les processus pouvant aboutir à un acouphène ?

« L'atteinte des relais centraux : la disparition des acouphènes ne peut être assurée par la section du nerf auditif. Ainsi, la complexité des acouphènes chroniques est due à la « centralisation » de ce phénomène. Une atteinte périphérique (cochlée) va pouvoir entraîner des phénomènes de plasticité neuronale centrale et pérenniser les acouphènes. » [33]

L'acouphène provient d'une série de processus que le cerveau met en place, ce que nous appelons la plasticité cérébrale. En effet, l'extraordinaire capacité de notre cerveau à s'adapter, à modifier ses réponses pour maintenir son activité à son maximum, peut dans certains cas entraîner un acouphène.

L'acouphène est donc la résultante de la capacité de notre cerveau à s'adapter. Plusieurs phénomènes existent, nous allons tenter ici d'en décrire les principaux au travers de différentes études.



**Figure 7 : Voies nerveuses auditives [34]**

Dans un premier temps, nous aborderons l'acouphène à la suite d'une surexposition au bruit. James Kaltenbach a constaté qu'une surexposition au bruit pouvait entraîner une hyperactivité du noyau cochléaire dorsal. Celle-ci se développe quelques jours après l'exposition. Cette étude suggère que les phénomènes liés à la surexposition au bruit sont d'une part plus complexe que nous le pensions et d'autre part qu'il y a bien une réorganisation neurale au niveau du noyau cochléaire dorsal à la suite d'une surexposition au bruit [35].

En 2010, S.G. Kujawa et M.C. Liberman [36], ont démontré les effets du bruit temporaire sur les synapses afférentes situées sous les CCI et les CCE et surtout au niveau du Noyau Cochléaire Dorsal du tronc cérébral. Ils ont constaté que les cellules cochléaires responsables

de la mécano transduction cochléaire avaient la capacité de se régénérer et ce, même si 24 heures après l'exposition, les régions pré synaptiques et post synaptiques sont altérées. En ce qui nous concerne, le point le plus intéressant de cette étude est que le bruit atteint très clairement le noyau cochléaire dorsal du tronc cérébral. Ils ont observé une diminution de la densité nerveuse à ce niveau et une aggravation des seuils supraliminaires sur les fréquences élevées qui sont définitivement perdues. Cette neurodégénérescence primaire pourrait contribuer à l'acouphène, l'hyperacousie et d'autres anomalies de la perception communément associées à des lésions de l'oreille interne.

La diminution du nombre de potentiels d'action à la suite d'une surexposition au bruit entraîne bien une réorganisation neuronale.

D'autres études nous permettent de mieux comprendre les phénomènes mis en œuvre aboutissant à un acouphène.

Moller et Killgard en 2013 [37], démontrent que la privation sensorielle déstabilise les réseaux neuronaux en entraînant une augmentation de l'excitabilité, une meilleure synchronisation des neurones et une augmentation des décharges spontanées des neurones corticaux et sous-corticaux. C'est cette dernière activité, considérée comme pathologique, qui pourrait entraîner la perception de ce son fantôme : l'acouphène.

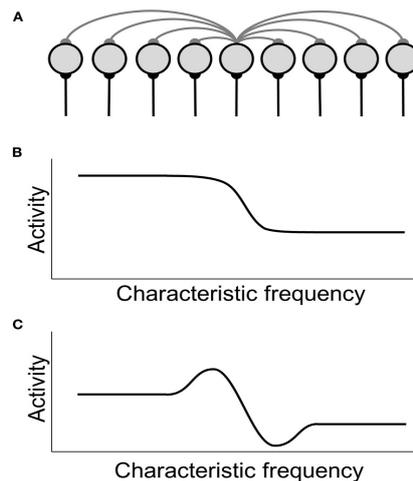
Kempter et Schaette [38], ont repris les travaux suivants : Weisz et al, 2005, 2007 [39] [40] ; ont démontré, grâce à la neuro-imagerie chez l'homme, que l'acouphène entraînait des changements dans l'activité cérébrale spontanée. Mühlnickel et al., 1998 [41] ont montré que cette activité spontanée entraîne une diminution de la puissance dans certaines bandes caractéristiques du fonctionnement du cerveau. De même, une association entre les acouphènes et la réorganisation tonotopique du cortex auditif a pu être constatée. Les études chez les humains et les animaux montrent que l'acouphène n'est pas généré dans l'oreille, mais dans le cerveau lui-même. (Eggermont et Roberts, 2004; Roberts et al, 2010) [42] [43].

L'objectif de leur étude, présentée ici, est de créer et de mettre au point des modèles informatiques expliquant la corrélation entre une perte d'audition et l'acouphène et ce, en utilisant trois mécanismes pour modéliser un acouphène :

- L'inhibition latérale,
- La plasticité homéostatique,
- L'adaptation de gain.

**L'inhibition latérale** : L'inhibition latérale peut être comprise comme le système permettant l'augmentation de la réponse d'un neurone au détriment des autres. L'objectif, dans le cadre de la vision par exemple, est d'augmenter le contraste entre les réponses de neurones voisins. Fonctionnellement, dans le système auditif cela signifie que l'inhibition entre les canaux de

fréquences proches mais pas identiques est possible. L'inhibition latérale est omniprésente dans le cerveau et cela est supposé être un mécanisme de base de traitement d'informations dans des circuits neuronaux. L'inhibition latérale joue également un rôle dans le maintien des réseaux neuronaux équilibrés et des neurones qui ont des niveaux hauts et bas d'activité. L'inhibition latérale peut permettre d'améliorer la différence entre l'activité des neurones proches dont l'activité doit être différenciée dans un réseau neuronal. Cela permet une amélioration du contraste. Un exemple d'inhibition latérale dans le système auditif est son implication dans l'exacerbation des champs réceptifs. L'inhibition latérale a été trouvée à toutes les étapes de traitement central du noyau cochléaire (Roberts et Trussell, 2010) [44] pour le cortex auditif (de la Rocha et al., 2008) [45] [38].



**Figure 8 : Illustration schématique de l'inhibition latérale [38]**

(A) Représentation d'une couche de neurones avec inhibition latérale. Les neurones sont représentés par des cercles gris, les connexions inhibitrices latérales par des lignes grises (seules les projections inhibitrices du neurone central à ses voisins sont représentées) et les afférences excitatrices par des lignes noires.

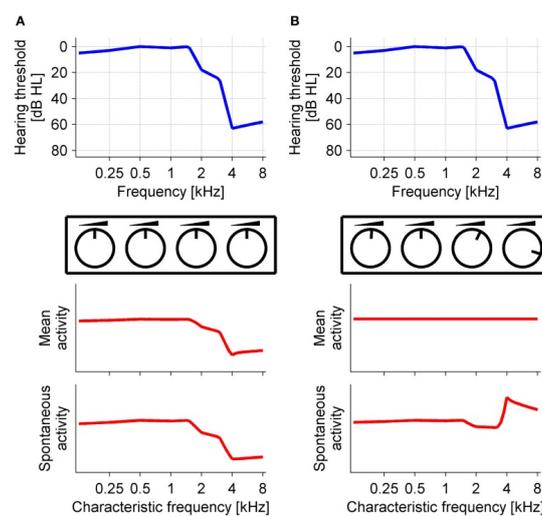
(B) Modèle d'activité auditive hypothétique avec une baisse vers les hautes fréquences, comme cela pourrait se produire par exemple dans l'activité spontanée du nerf auditif, après la perte d'audition due au bruit.

(C) Motif d'activité dans le réseau d'inhibition latérale entraîné par l'entrée indiquée en (B). Un pic d'activité est généré au niveau du bord de la forme d'entrée mais au-dessous de la région de la perte d'audition.

Cette rétroaction a élevé les pics d'activité sensiblement au-dessus du niveau de l'activité spontanée et peut éventuellement générer un acouphène très saillant. [38]

**La plasticité homéostatique :** La plasticité homéostatique est un processus qui consiste à réguler l'efficacité globale des entrées synaptiques (excitatrices et inhibitrices) sur un neurone afin d'empêcher des modifications trop importantes de son niveau d'activité. En culture cellulaire, la plasticité homéostatique apporte une réponse à une privation sensorielle. Il a été démontré que celle-ci pouvait intensifier la force des synapses excitatrices [46] et augmenter l'excitabilité neuronale intrinsèque [47]. Dans le même temps, la force des synapses inhibitrices a été réduite [48]. Enfin, lorsque l'activité est pathologiquement augmentée la plasticité homéostatique permet un retour à la normale de la force des synapses excitatrices et débloque les synapses inhibitrices, ce qui rétablit l'activité du circuit de retour à un niveau normal [46] [49] [38].

Des changements similaires ont également été observés dans le système auditif in vivo après des dommages cochléaires ou une privation auditive [50-58]. [38]



**Figure 9 : Illustration schématique des modèles de plasticité homéostatique**

Les "boutons" représentent le gain en réponse efficace des neurones. D'une part, sur leur activité normale en réponse aux potentiels d'action (Mean Activity) et d'autre part, sur leur activité spontanée (Spontaneous Activity) dans le système auditif central, déterminé par la force des synapses inhibitrices et excitatrices ainsi que l'excitabilité neuronale intrinsèque.

(A) Avant la plasticité homéostatique : la perte d'audition induite par le bruit (par exemple audiogramme dans le panneau supérieur) a réduit en moyenne l'activité normale du neurone puisqu'il reçoit moins de potentiels d'action et leur activité spontanée diminue également.

(B) Après la plasticité homéostatique : le gain de réponse a été augmenté pour restaurer l'activité moyenne des neurones auditifs centraux à son niveau cible. Toutefois, l'activité spontanée est amplifiée par le gain augmenté, donnant lieu à une augmentation des taux de décharge spontanée dans la région de la perte auditive.

**L'adaptation du gain :** Il existe plusieurs niveaux de temps dans l'adaptation du gain intrinsèque de la réponse des mono-neurones ou des circuits neuronaux à leur entrée. Ainsi, le neurone peut faire face à une large dynamique de signaux naturels. Cette adaptation du gain se produit à différentes étapes de la voie auditive. Sur une échelle de temps de quelques secondes, l'adaptation du gain peut se faire au niveau du nerf auditif [59] et du colliculus inférieur [60] [61]. Les mécanismes d'adaptation plus lents sur une échelle de temps de quelques minutes peuvent impliquer la modulation des canaux ioniques [62]. Enfin, sur des échelles de temps plus longues, de quelques heures à plusieurs jours, l'adaptation de gain peut être considérée comme fonctionnellement équivalente à la plasticité homéostatique [38]. Cette adaptation du gain peut être rapprochée de ce qu'on appelle plus communément la UP and DOWN REGULATION [63].

Dans plusieurs études, Shaette et Kemper, ont focalisé leurs recherches sur les différents mécanismes de l'acouphène. Il apparaît que les changements liés à l'inhibition, la plasticité homéostatique et l'adaptation du gain central rendent les neurones plus nerveux. Ils ont donc augmenté leur seuil d'excitabilité.

Dans le même temps, cela conduit à une augmentation de leur activité spontanée et c'est ce qui est interprété comme un acouphène. Tous les neurones centraux pourraient nécessairement présenter des taux accrus de décharge spontanée après la perte d'audition [38].

En tout cas, un modèle a combiné le tronc cérébral, le thalamus et le cortex qui pourrait intégrer des mécanismes de déclenchement thalamiques, qui ont été récemment impliqués pour jouer un rôle dans l'acouphène [64]. Ces modèles d'unification pourraient aider à comprendre pourquoi la perte d'audition ne conduit pas toujours à l'acouphène. Ce fait curieux est particulièrement important. Les études animales ont montré une relation directe entre le degré de perte d'audition et le développement des corrélats neuronaux putatifs de l'acouphène [65] [38].

En résumé, d'après les dernières études, il nous apparaît clairement que l'acouphène est attribuable à différents éléments :

- La perte d'audition,
- L'inhibition latérale,
- La plasticité homéostatique,
- L'adaptation du gain central,
- L'attention, qui de façon indirecte peut augmenter le côté saillant d'un acouphène et entraîner une pérennisation.

Nous savons maintenant que cette pathologie est liée à une synchronisation aberrante des décharges neuronales due à une baisse d'activité normale des neurones concernés (perte d'audition liée aux bruits (CCE/CCI), vieillissement cellulaire,...). En effet, les lésions

auditives induisent une baisse de l'activité neurale et la plasticité cérébrale compense (inhibition latérale, plasticité homéostatique et l'adaptation du gain central).

Ces études renforcent le faisceau d'arguments en faveur de la pérennisation de l'acouphène d'un point de vue physiologique. L'ensemble de ces hypothèses apporte une compréhension plus fine des mécanismes de génération de l'acouphène par le système nerveux central.

Nous noterons cependant que, selon le Pr Jastreboff, et son modèle neurophysiologique (présenté ultérieurement), la pérennisation pathologique de l'acouphène est liée à une association émotionnelle négative.

### **2.1.2 Impact théorique de l'acouphène sur l'attention**

L'acouphène est lié à la plasticité cérébrale par des mécanismes d'inhibition, de plasticité homéostatique et d'adaptation du gain central. Le système attentionnel, lui, repose également sur des mécanismes similaires. Par exemple, dans la vue, nous avons longtemps pensé que les premiers neurones, V1 et V2, de la voie nerveuse visuelle, ne faisaient que des analyses sommaires [66].

Pourtant, il apparaît qu'il existe des connexions feed-back sur ces neurones et que l'inhibition permet notamment la segmentation de scène ou la ségrégation figure/fond et pourrait être liée à l'attention sélective [66].

La segmentation de scène correspond à l'organisation des neurones V1 correspondant aux premières analyses du nerf visuel. Son objectif est de répondre à deux questions : quoi et où ? Le cortex visuel se chargera dans un second temps de reconstruire l'image [67].

La ségrégation figure/fond, correspond à notre capacité à extraire un objet ou une personne d'un ensemble d'informations au même titre que dans un environnement bruyant, nous sommes capables de nous concentrer sur un seul locuteur [67].

Les réseaux neuronaux impliqués dans l'orientation spatiale de l'attention ont été partiellement mis à jour. Le fonctionnement exact des réseaux attentionnels reste cependant encore à déterminer.

Une hypothèse semble prendre le pas sur les autres. Le fonctionnement de l'attention serait en partie lié à une synchronisation des décharges neuronales. Selon le Professeur Lawrence Ward, c'est cette synchronisation qui nous permettrait d'orienter notre attention. Son laboratoire a permis de démontrer qu'il existait une synchronisation entre les régions frontales du cerveau et les régions pariétales. Par exemple, dans le cadre de l'orientation

visuelle, ils ont pu constater qu'il y avait une augmentation de la synchronisation dans la bande gamma [68].

Chez les patients acouphéniques, il a été démontré une modification dans le temps (plasticité cérébrale) du réseau nerveux, il a été observé une diminution du couplage dans la bande de fréquences Alpha et une augmentation de la synchronisation dans la bande de fréquences Gamma.

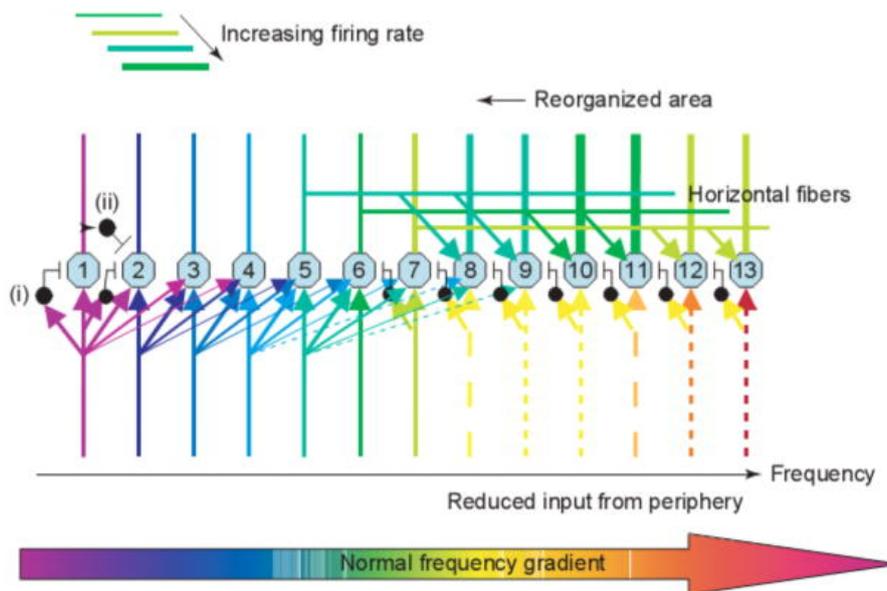
L'association d'un traitement de l'acouphène par une thérapie sonore et d'une stimulation du nerf vague, peut entraîner une modification de la plasticité neuronale et donc une diminution de la sensation acouphénique chez le rat [37].

Les études les plus récentes suggèrent donc bien l'existence d'un lien entre l'acouphène et la synchronisation neuronale à des niveaux variables du système nerveux central ou périphérique et ce, en raison de la plasticité neuronale. Nous savons aujourd'hui, grâce aux différentes études scientifiques réalisées sur le sujet, que l'attention dépend fortement de la synchronisation neuronale et que le système nerveux central est largement interconnecté avec les systèmes périphériques.

En 2010, Eggermont et Roberts [69] expliquent que divers changements au niveau de l'activité neuronale centrale pourrait, pour l'un de ces changements (ou plus), être la signature neuronale de l'acouphène. La fonction du système auditif est de représenter et de communiquer aux autres régions du cerveau des informations sur les sons qui sont présents dans l'environnement. Les neurones du Noyau Cochléaire Dorsal, répondent à des entrées (Input) et des sorties (Output). Ces neurones, s'ils n'ont pas d'informations en entrée, disposent toujours de leurs canaux de sortie. C'est la caractéristique du modèle décrit dans la figure 10.

L'acouphène pourrait être la compensation entre les entrées et sorties des neurones pour le cortex auditif. L'entrée thalamocorticale est diminuée dans la région de la déficience auditive, la sortie des neurones affectés reste intacte.

Une extrapolation raisonnable suggère que l'information est communiquée de la région réorganisée impliquant la présence de sons (acouphènes) dans l'environnement qui ne sont pas en harmonie du point de vue de l'information cortico-auditive ou des structures sous-corticales. L'attention auditive pourrait induire une activité car le cerveau tente de construire une représentation plus précise de la scène auditive en tenant compte des informations liées à l'acouphène [69].



**Figure 10 : Représentation de la réorganisation des fibres du nerf auditif en fonction des fréquences [69]**

Le fonctionnement du système auditif et le rôle des différents neurones des voies auditives restent encore largement méconnus. Mais les interactions entre le système nerveux central, les systèmes périphériques et le système superviseur attentionnel, sont largement visibles lors d'une IRMf. D'où la nécessité de réaliser des tests relativement simples afin de réussir à ne tester qu'une seule fonction cognitive [70].

*« L'acouphène peut générer des angoisses voire des moments de dépression mais l'acouphène seul ne fait pas la dépression. Les patients acouphéniques dépressifs ont une tendance à faire un « transfert » entre l'acouphène et la dépression » [71].*

L'acouphène peut, parce qu'il est associé à des idées négatives, progressivement déclencher un phénomène de peur. Ce phénomène au travers de l'attention alerte, entraîne une focalisation progressive qui empêche le patient de porter son attention sur un autre stimulus. L'acouphène devient alors un capteur d'attention. Ce capteur d'attention, s'il est d'origine périphérique, peut être amplifié par une augmentation de la pression sanguine à proximité de la synapse altérée. Nous entrons alors dans un cercle vicieux que nous pouvons appeler une crise d'acouphènes [72].

Plusieurs études ont démontré le lien existant entre l'acouphène que l'on peut considérer comme une maladie chronique et l'anxiété ou la dépression. L'anxiété peut être considérée comme l'état d'alerte lié au Système Superviseur Attentionnel. Cet état d'alerte doit normalement être momentané et cet état de stress nous permet de nous mettre dans une condition afin de parer à un éventuel danger. Notre corps s'adapte à ce danger imminent ou à ce signal ressenti comme un danger imminent. Il augmente notre rythme cardiaque, augmente la respiration, mobilise nos réserves énergétiques. Cette adaptation ne doit pas durer au-delà

d'un certain seuil et doit normalement s'arrêter avec une pensée positive ou un stimulus extérieur qui nous montre que le danger est écarté. Lorsque cet état se prolonge, il est prouvé que cela devient délétère pour le fonctionnement de notre cerveau. Enfin, nous ne sommes pas tous égaux vis-à-vis du stress, de l'anxiété ou de la dépression mais il existe un gène favorisant ces états anxieux, dépressifs ou stressants [72].

Cette anxiété peut devenir chronique lorsque le patient est victime d'un dysfonctionnement des neurotransmetteurs. Dans le cadre de la dépression, la sérotonine serait le neurotransmetteur responsable. L'anxiété favorise les maladies chroniques telles que les acouphènes ou les dépressions. Ce sont les capacités de filtrage de notre attention qui nous permettent normalement de ne pas porter l'acouphène à notre conscience. En cas de stress, d'anxiété ou de déprime, nos capacités attentionnelles et notamment de filtrage, se trouvent clairement diminuées [72].

Comme nous l'avons vu, Kahneman met en avant le côté limité de l'attention. Posner et Rafal, démontrent que l'attention focalisée nous permet d'avoir un bénéfice dans la rapidité de traitement des objets situés à l'intérieur du faisceau attentionnel alors que tous les objets à l'extérieur de notre faisceau attentionnel focalisé nécessiteront un temps de traitement plus long pour être détectés.

Van Zomeran et Brouwer, font état de différents types d'attention. Il serait intéressant de tester l'ensemble de ces modes d'attention afin de tirer des conclusions claires sur le retentissement des acouphènes avant et après TRT. Malheureusement, la TRT entre déjà dans un traitement long et délicat. Il nous est apparu difficile de tenter une analyse sur l'ensemble des différents modes d'attention. Nous avons donc choisi de nous concentrer sur l'attention visuelle et en particulier sur l'attention sélective et l'inhibition.

Selon Jastreboff, l'acouphène est gênant et pose de nombreux problèmes psychologiques lorsque le sujet n'arrive pas à adopter l'attitude normale qui est de reconnaître l'acouphène comme un signal neutre et donc sans importance. Si l'acouphène reste un signal d'alerte, notre cerveau doit le traiter en tant que tel, avec une réponse de type « Fight or Flight ». Dans ce cas l'acouphène est probablement traité dans le cadre de l'attention Alerte et entre donc, d'autant plus, dans notre champ de conscience. Quelles en sont les conséquences sur l'attention sélective ?

L'acouphène est un stimulus qui reste conscient. Selon le modèle attentionnel de Van Zomeran & Brouwer, il va donc être traité par l'un des types d'attention présenté plus haut.

Notre capacité attentionnelle étant limitée (Kahneman), il semble opportun de s'interroger sur le lien entre l'acouphène et l'attention.

L'impact de l'acouphène sur nos capacités cognitives est donc réel. Notre capacité attention / concentration peut se retrouver amoindrie par un bruit qui, au final, n'a pas de signification. Le patient doit donc apprendre à gérer son acouphène pour son confort, mais également pour maintenir ses capacités cognitives.

Nous l'avons vu, les acouphènes peuvent soit être les symptômes ou la cause d'anxiété, de stress, d'angoisse, de dépression, d'une focalisation anormale de notre attention, d'une difficulté à nous concentrer ou d'une diminution de nos capacités d'inhibition. Ceci pour des causes physiologiques, génétiques et/ou cognitives.

Enfin, notre cerveau est composé d'environ 100 milliards de neurones et tout autant de cellules gliales. Pour assurer son fonctionnement, le cerveau fonctionne en réseau. En ce sens, les localisationnistes, parmi les chercheurs en neurosciences cognitives avaient tort en cherchant un responsable pour telle ou telle action. Et pourtant, seules certaines aires s'activent pour certaines tâches cognitives. Certains réseaux sont bien identifiés, comme ceux correspondant aux stimuli auditifs et visuels mais, ils sont interconnectés avec un autre ensemble de réseaux comme celui de l'attention ou de la peur. Le réseau auditif/vestibulaire et le réseau visuel sont également interconnectés entre eux, puisque nous sommes capables d'évaluer les troubles de l'équilibre au travers d'un nystagmus. Nous observons aussi que lorsque nous cherchons une source sonore, le système moteur et le système visuel interviennent afin de nous aider à localiser une source sonore. L'acouphène, s'il n'est qu'un signal anormal, est lui aussi intégré dans ces multiples réseaux.

## 2.2 Mesures subjectives et questionnaires [73]

Comme nous l'avons précédemment rappelé, les acouphènes sont, dans la majorité des cas, perçus uniquement par le patient. Il est donc primordial pour les praticiens de savoir évaluer les répercussions de ces derniers sur son patient. Des questionnaires validés ont été conçus dans ce but. La prise en charge des patients acouphéniques est donc plus simple. Ainsi, les résultats et bénéfices de la thérapie mise en place sont plus facilement objectivés.

### 2.2.1 Généralités sur les questionnaires

Pour constituer un bon outil de travail, un questionnaire doit répondre à certains critères :

- Il doit être valide, c'est à dire adapté au domaine d'étude en question et compréhensible par la population étudiée,
- Il doit également être fiable, à savoir précis et stable quelles que soient les conditions de passations,
- Il doit être suffisamment sensible pour permettre d'effectuer un test et un re-test, avant et après le traitement mis en place, de façon à pouvoir apporter des conclusions sur les effets de la thérapie mise en œuvre,
- Pour finir, on attend d'un questionnaire scientifique qu'il soit reproductible. Le test, présenté plusieurs fois, sans mise en place d'un traitement entre les différentes passations, devra donner des résultats identiques [74].

Il existe trois grands types de questionnaires :

Premièrement, ceux axés sur les aspects psychologiques et émotionnels, parmi lesquels on peut compter :

- Le Tinnitus Cognition Questionnaire (T.C.Q.),
- Le Tinnitus Coping Style Questionnaire (T.C.S.Q.),
- Le Tinnitus Reaction Questionnaire (T.R.Q.).

Deuxièmement, les questionnaires plus globaux, dont les questions sont plus vastes, moins ciblées uniquement sur l'acouphène. Ils prennent aussi en compte les effets de l'acouphène et les adaptations mises en place ou non par le patient. Dans ce second groupe, se trouve :

- Le Tinnitus Handicap Inventory (T.H.I.),
- Le Tinnitus Severity Scale (T.S.S.),
- Le Tinnitus Questionnaire (T.Q. et mini T.Q.),
- Le Tinnitus Handicap Questionnaire (T.H.Q),
- L'interview structurée de Jastreboff,
- Le questionnaire de Hazell et Mc Kinnery.

Dernièrement, nous répertorions les questionnaires atypiques ou spécifiques, centrés sur un élément particulier. En font partie :

- Le Tinnitus Handicap Support Scale (T.H.S.S.),
- Le Tinnitus Problem Questionnaire (T.P.Q.).

Nous allons maintenant vous présenter différents questionnaires acouphène existant. Nous nous limiterons aux questionnaires disponibles en français, les plus utilisés.

### **2.2.2 T.H.I : Tinnitus Handicap Inventory**

Le T.H.I. nous servira lors de l'étude expérimentale. C'est pourquoi nous profiterons de ce chapitre pour l'expliquer en détail.

Ce questionnaire que l'on doit à Newman, Jacobson et Spitzer, date de 1996. Plusieurs versions françaises validées de ce questionnaire existent. Depuis 2009 nous disposons de la version de Ghulyan-Bédikian qui conserve les qualités de la version originale. Voir Annexe 1 : Tinnitus Handicap Inventory (T.H.I.) version française [75].

Une version Franco Québécoise validée à l'institut Raymond-Dewar, fut également publiée en 2014. Voir Annexe 2 : Tinnitus Handicap Inventory (T.H.I.) version québécoise [76].

Le T. H. I. est constitué de 25 items conçus pour évaluer les répercussions de l'acouphène sur la qualité de vie du patient : vie familiale, professionnelle, sociale, sommeil... Ces 25 items peuvent être divisés en trois groupes :

11 items interrogent sur les facteurs fonctionnels, 9 items testent les facteurs émotionnels, pour finir 5 items évaluent les facteurs catastrophiques.

Pour chacune des questions posées, le patient interrogé pourra répondre par : OUI / PARFOIS / NON.

Selon la réponse donnée par le patient un certain nombre de points sera attribué:

OUI = 4 points

PARFOIS = 2 points

NON = 0 point

En fin de test, il convient d'additionner les points obtenus par réponse ainsi, le total nous permet de classer le handicap associé.

Grade 1 : léger, 0 à 16% : l'acouphène est uniquement perçu dans les milieux calmes, il est facilement masqué et le patient sait s'en accommoder.

Grade 2 : moyen, 17 à 36% : l'acouphène est perçu mais est facilement masqué par l'environnement sonore ; il ne perturbe pas la vie du patient.

Grade 3 : modéré, 38 à 56% : l'acouphène est perçu même durant les activités, mais il reste tolérable par la personne. Il peut néanmoins gêner l'endormissement.

Grade 4 : sévère, 58 à 76% : l'acouphène est constamment perçu, il peut interférer dans ses activités quotidiennes et provoquer des troubles du sommeil.

Grade 5 : profond, 78 à 100% : l'acouphène est perçu comme dérangeant toute la journée, il perturbe fortement le sommeil et la vie dans son ensemble.

Le score final du patient au T. H. I. permet également d'orienter le praticien sur la prise en charge à effectuer.

### **2.2.3 Tinnitus Handicap Questionnaire T. H. Q. [77]**

Le test aujourd'hui utilisé date de 1990. On le doit à Kuk et al qui ont retravaillé la version originale de Tyler & Baker datant de 1983, le rendant ainsi plus fiable et plus court. Ainsi, le T. H. Q. comporte 27 items. Il fut traduit et validé en français, en 1997, par Meric et al. [77]. Ce questionnaire mesure la gêne subjective générée par l'acouphène. Il permet d'interroger le patient via trois facteurs : l'impact sur la santé (la santé physique, émotionnelle et sociale), l'impact sur l'audition, ces deux premiers facteurs mesurent la gêne ressentie quotidiennement, le troisième évalue la perception de l'acouphène. Le T. H. Q. est constitué de phrases affirmatives. Si le patient attribue la note de 100 à une phrase, c'est qu'il est parfaitement d'accord avec l'énoncé. S'il donne la note de 0, cela signifie qu'il est en désaccord total. Il est possible d'accorder n'importe quelle note entre 0 et 100 à chaque item. Il faut additionner les points obtenus à chaque item, à l'exception des items 25 et 26. Pour ces derniers, il faut retrancher le résultat à 100 avant de l'additionner aux autres. Le résultat maximal est donc 2700. Plus le total est élevé, plus le handicap associé est fort. Il est également possible de faire des sous-scores en fonction des trois facteurs précédemment énoncés.

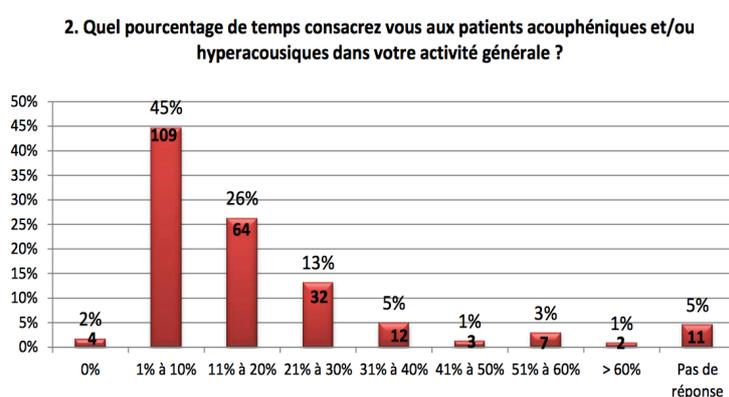
### **2.2.4 B. A. H. I. A. Biphonique, Acouphène, Hyperacousie, Insensibilité de la face et Autres sensations [78]**

On doit ce questionnaire, constitué d'échelle visuelle analogique (E. V. A.), à Lurquin et Cotton en 2009. Le B. A. H. I. A. est inspiré de l'interview structurée de Jastreboff (1999), ainsi que de la version reprise de cette dernière par Mc Kinney en 2000. L'interview structurée de Jastreboff constitue un outil concis mais incomplet qui permet de mener l'anamnèse en même temps que le questionnaire. À la différence des questionnaires dont il découle, le B. A. H. I. A. évalue les symptômes tels que les somato-acouphènes ainsi que les impacts de l'hyperacousie et de la surdité sur la vie quotidienne. Il ne reste pas exclusivement axé sur l'acouphène, il s'intéresse également aux maux qui y sont souvent associés. Le B. A. H. I. A. est composé de 15 questions. Il est facile à re-tester et constitue un bon outil pour faire prendre conscience au patient de l'évolution de ses plaintes. Il permet aussi au thérapeute d'évaluer sa méthode de prise en charge. Lors du re-test il faut que le patient puisse voir ses premières réponses. Voir Annexe 3 : B.A.H.I.A.

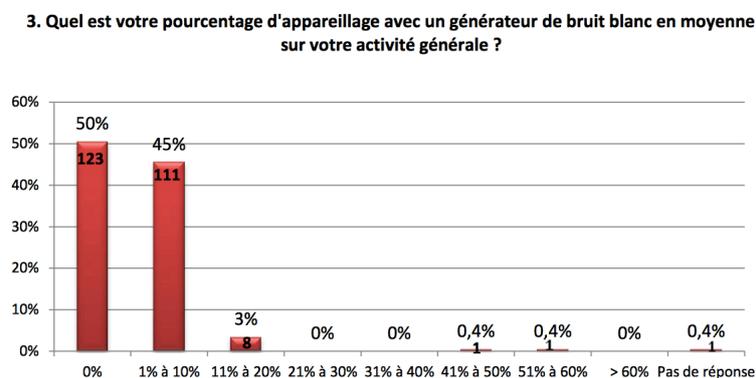
## 2.3 Acouphène et audioprothèse

Quelle que soit la prise en charge proposée, il est important que le patient se sente écouté, compris et qu'on lui propose des solutions qui lui permettent d'imaginer des jours meilleurs.

Le mémoire réalisé par Axelle Vanmeirhaeghe en 2013 fait état de la façon dont les audioprothésistes français prennent en charge les patients acouphéniques. Les graphiques ci-dessous ont été obtenus suite à l'analyse de 244 réponses d'audioprothésistes [71].



**Figure 11 : Pourcentage de temps consacré aux patients acouphéniques et/ou hyperacousiques dans l'activité générale des audioprothésistes tout venant [71]**



**Figure 12 : Pourcentage d'appareillages avec un son générateur de bruit blanc dans l'activité générale des audioprothésistes tout venant [71]**

À la vue de ces résultats, nous pouvons dire que les acouphènes et l'hyperacousie sont insuffisamment pris en charge par les audioprothésistes français. Parmi les audioprothésistes ayant répondu, 45% d'entre eux consacrent 1 à 10% de leur temps à ces patients. Pour finir, seuls 50% des audioprothésistes participants à l'étude, n'utilisent jamais de bruit blanc face à

de tels patients. Les acouphéniques se sentent donc souvent livrés à leur propre sort alors qu'ils auraient besoin d'un professionnel compétent et attentif à leurs plaintes.

Nous allons donc maintenant détailler les solutions qu'un audioprothésiste peut proposer à ses patients acouphéniques.

### **2.3.1 T. R. T. Tinnitus retraining Therapy**

La T. R. T. propose une prise en charge mixte, basée sur des séances explicatives de counselling, et un ré-enrichissement sonore par l'intermédiaire d'un bruit blanc, modulé sur mesure pour chaque patient. Il s'agit d'une prise en charge acoustico-émotionnelle.

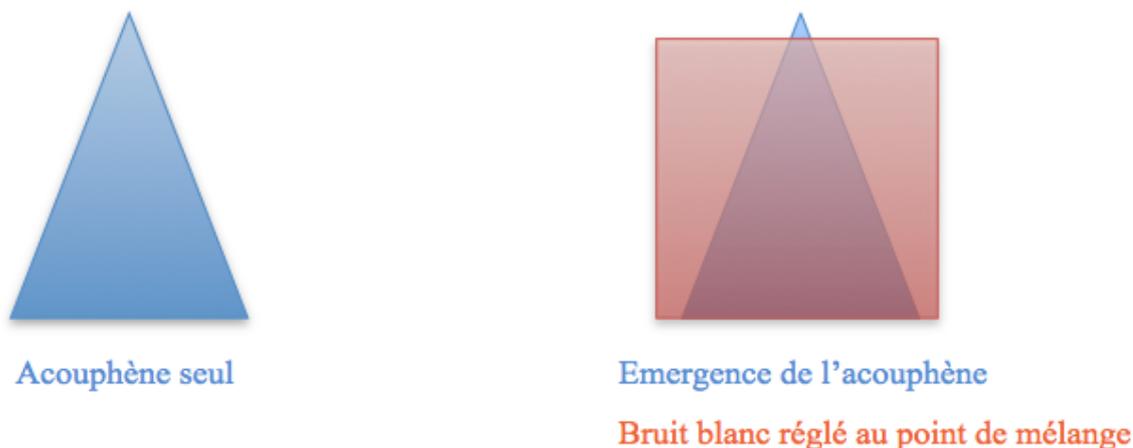
Avant de débiter une thérapie sonore d'habituation avec un patient, il faut s'assurer qu'il soit motivé, apte à comprendre et disponible pour venir régulièrement à ses rendez-vous. De plus, les patients ne doivent pas avoir plus de 70 ans et doivent obtenir un score supérieur ou égal à 40 au T. H. I. Pour les patients dont l'acouphène est apparu il y a moins de six mois, il faut attendre, pour leur laisser le temps de s'adapter seul à l'acouphène. Une fois les plaintes liées à l'acouphène présentes depuis au moins six mois, on peut prendre en charge le patient avec une T. R. T.

Il est également nécessaire de faire une acouphénométrie en plus de tous les tests devant être effectués lors d'un appareillage classique (le minimum étant de faire une audiométrie tonale puis vocale en monaurale et en binaurale). L'acouphénométrie permet d'identifier la fréquence ou la fréquence centrale de l'acouphène, son intensité et son rythme dans le cas d'acouphènes pulsatiles. Lorsque le patient vient accompagné, cela permet également à l'accompagnant (conjoint, parent, enfant) d'entendre l'acouphène qui cause tant de problèmes à leur proche.

Les questionnaires et l'anamnèse permettent d'identifier les plaintes du patient, ainsi que le niveau de gêne. Selon le type d'acouphène que notre patient présente, nous ne mettrons pas en place la même prise en charge. Cette classification nous permet de savoir quel symptôme traiter en priorité, on commencera par s'occuper de l'hyperacousie, après on traitera l'acouphène pour finir par la surdité. Il faut donc choisir un appareil auditif producteur de bruit blanc qui corresponde aux besoins de la prise en charge.

### 2.3.1.2 Le Bruit Blanc

L'objectif étant que le bruit blanc émis soit réglé de façon à contenir l'acouphène, le but de la T. R. T. n'étant pas de masquer l'acouphène mais de le faire sortir du champ de conscience du patient. De cette façon le contraste diminue et l'acouphène est plus facilement supportable.



**Figure 13 : Schématisation de l'effet du bruit blanc réglé au point de mélange sur l'acouphène [79]**

Le bruit blanc est :  
Emotionnellement neutre,  
Connu,  
Continu.

Ces trois caractéristiques sont indispensables pour qu'un bruit sorte du champ de conscience, l'acouphène, qui est irritant est donc remplacé par un bruit neutre, constant et continu.

On laisse néanmoins légèrement émerger l'acouphène du bruit blanc de façon à ce que l'acouphène n'ait pas tendance à ré-apparaître dès que le patient quitte son appareil. Si le bruit composé du bruit blanc et de l'acouphène arrive à sortir du champ de conscience alors l'acouphène sortira aussi doucement du champ de conscience du patient. Il faut également se méfier que le bruit blanc ne soit pas réglé sous le point de mélange pour éviter de créer un phénomène de résonance stochastique.

Le réglage du bruit blanc :

Dans l'idéal, il faut régler le bruit blanc par bande d'octave, le patient doit dire lorsque le bruit blanc et l'acouphène sont au même niveau d'intensité sonore. Une fois l'exercice réalisé pour chaque bande d'octave on doit créer un bruit composite en additionnant nos différents résultats et en veillant à conserver le niveau d'intensité. Selon les demandes du patient et le type d'acouphène (fluctuant ou stable), il est préférable de programmer plusieurs intensités de bruit blanc pour pallier au changement d'intensité de l'acouphène, selon les jours ou moments de la journée. Au cours des trois mois d'essai il conviendra d'ajuster les réglages selon les besoins de notre patient et l'évolution de l'acouphène.

### **2.3.1.3 Les séances de counselling**

#### **2.3.1.3.1 Séance 1**

Séance 1 : La première séance est une séance d'initiation. Elle est réalisée, dans la mesure du possible, à la suite de l'adaptation de l'appareillage auditif. Ce qui permet aux patients de comprendre pourquoi ils peuvent ou pourront accepter un bruit blanc alors qu'ils ne supportent pas leur(s) acouphène(s).

Cette première séance est généraliste, et permet d'expliquer :

- les origines possibles de l'acouphène,
- les fondements de la TRT, et de la thérapie sonore,
- la sortie du champ de conscience de l'acouphène,
- le modèle de Jastreboff.

#### **2.3.1.3.2 Séance 2**

Lors de cette séance, les thèmes suivants seront abordés :

- Le fonctionnement de l'oreille et plus précisément la physiologie cochléaire,
- Le phénomène d'accommodation,
- Les différentes façons de régler le bruit blanc.

#### **2.3.1.3.3 Séance 3**

Lors de cette rencontre, les notions abordées sont les suivantes :

- La différence entre une perception et une sensation,
- Le rôle acoustique du bruit blanc.

Le patient doit bien comprendre la différence essentielle existante entre perception et sensation. Ces deux mots sont souvent amalgamés, pourtant ils n'ont pas la même signification. La sensation est une puissance sonore qui se mesure objectivement en décibels.

#### **2.3.1.3.4 Séance 4**

Cette dernière séance aborde les sujets suivants :

- l'anatomo-physiologie de l'oreille,
- la perception de l'acouphène associée à une douleur ou dysesthésie faciale,
- l'évolution de l'acouphène,
- Le sommeil et l'acouphène.

Durant ces quatre séances de counselling faisant partie intégrante de la T. R. T., nous allons donc principalement nous baser sur le modèle neurophysiologique de Jastreboff pour expliquer la sortie du champ de conscience et le but du bruit blanc. Le modèle de Jastreboff sera présenté plusieurs fois, et sous des abords différents. Les séances de counselling se veulent très répétitives, et très imagées, c'est nécessaire pour assurer de bons résultats. Le but étant que le patient comprenne et retienne les notions abordées.

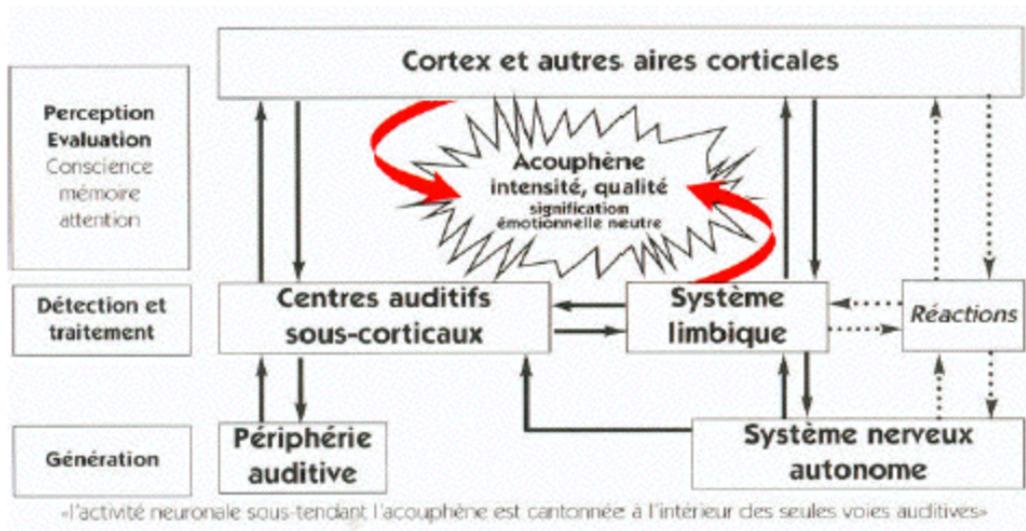
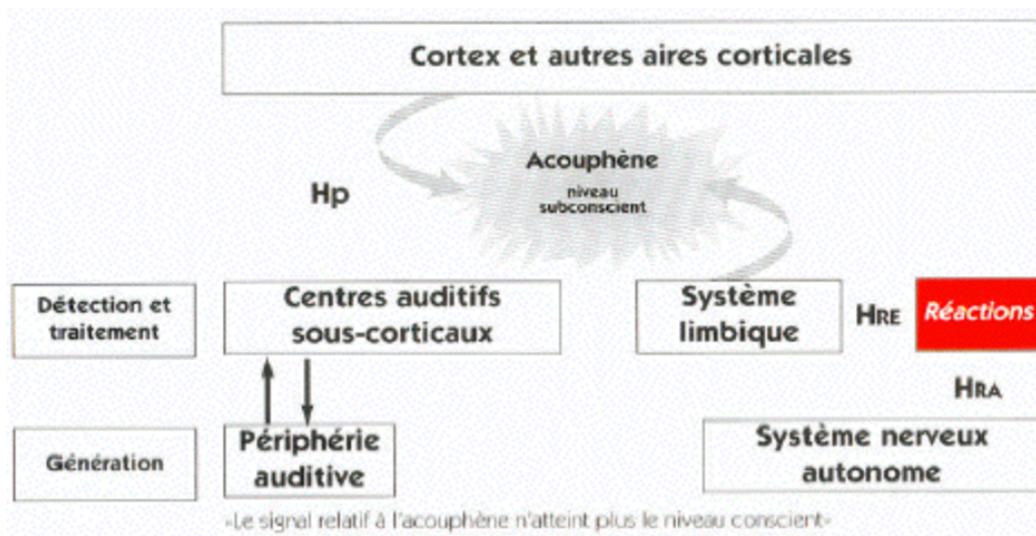


Figure 14 : Schématisation des étapes aboutissant à la perception d'un acouphène d'après le modèle neurophysiologique de P.J. Jastreboff [80]



Légende : Hp : habitude à perception ; Hra : habitude aux réactions autonomes ; Hre : habitude aux réactions émotionnelles.

Figure 15 : Schématisation des étapes aboutissant à l'habituation au signal de l'acouphène d'après le modèle neurophysiologique de P.J. Jastreboff [80]

Il est indispensable que le patient intègre que l'acouphène est un phénomène normal d'un cerveau normal et qu'il comprenne l'origine des acouphènes. Le cerveau, qui est un organe plastique, réagit simplement à un manque d'afférence lié à la perte auditive. Prendre conscience de cela permettra de lever les croyances et idées fausses qui gravitent autour de l'acouphène. Nous allons donc expliquer au patient le processus d'accommodation à partir de différentes analogies, fables, ou paraboles. Il est également important dans la mesure du possible, que le conjoint assiste aux séances, de façon à comprendre à son tour ce qu'est un acouphène et pourquoi il peut être difficile de vivre avec.

Le patient doit admettre que la T. R. T. ne fait pas de miracle, il faut assister aux séances de counselling et porter régulièrement l'appareil auditif pour voir apparaître les résultats de la thérapie. Le temps nécessaire dépend de la plasticité cérébrale et donc de l'âge du patient.

### **2.3.2 Thérapie Cognitive Comportementale T. C. C.**

La Thérapie Cognitive Comportementale se base sur le fait que : « *l'important n'est pas ce qui nous arrive, mais la manière dont on le prend.* » [81]. Partant de ce postulat ce n'est pas l'acouphène qui pose problème, mais la façon dont les patients vivent le fait d'avoir un acouphène et l'importance qu'ils accordent à ce dernier. Il s'agit de mettre en œuvre une restructuration cognitive, qui permet une réadaptation comportementale. La T. C. C. va donc aider à modifier certaines pensées et certains comportements qui conditionnent les idées négatives, en apprenant des comportements nouveaux adaptés. Cette thérapie peut être menée par des professionnels de la santé, des psychologues ou psychiatres et elle se déroule en séances de groupe ou individuelles [82].

### **2.3.3 Ce que proposent les fabricants d'aides auditives**

Depuis quelques années les fabricants d'aides auditives sont de plus en plus nombreux à proposer des modules de réglage conçus pour aider les audioprothésistes à soulager les patients acouphéniques. Nous proposons un tour d'horizon des solutions que proposent les principaux fabricants, et comment ces outils peuvent aider les personnes souffrant d'acouphènes.

*GN Resound* : Les appareils Linx, Alera, et Verso doivent être commandés en TS pour être équipés d'un générateur de bruit blanc. La bande passante du bruit blanc est de 200 à 6000 Hz, l'audioprothésiste peut agir sur la pente de 200 à 2000 Hz et de 2000 à 6000 Hz.

Le Linx2 est automatiquement équipé du TS et le bruit blanc qu'il produit est réglable selon 3 fréquences de coupure, et est ainsi plus facilement adaptable aux besoins des patients.

*Hansaton* : Les bruits proposés avec les appareils Wave et Soul sont un bruit blanc, un bruit rose, un bruit vocal, un bruit aigu et un bruit basé sur l'audiogramme. Le Wave est un générateur de bruit seul tandis que le Soul est une aide auditive avec un générateur de bruit. Ces appareils existent en contours, Ric, Intra et Cymba.

Le réglage du bruit se fait sur 8 canaux pour le Wave et le Soul Economy (entrée de gamme), et sur 12 canaux pour le Soul business (haut de gamme).

Pour ce qui est de la nouvelle gamme équipée des puces Ease et EaseHD, tous les appareils sont équipés d'un générateur de bruit blanc uniquement.

Le niveau du bruit est programmable sur 8, 10, 16, ou 20 canaux selon la gamme (Economy 10 canaux, First 20 canaux).

*Oticon* : La nouvelle plateforme Inium Sense d'Oticon propose des solutions pour lutter contre les acouphènes sur ses trois gammes d'appareils, Alta 2 pro (premium), Nera 2 pro (advanced), Ria2 pro (essential), disponibles pour les minis RITE, les RITE et les BTE. Il faut préciser au fabricant que l'on veut un appareil TI pour avoir cette option. Oticon propose un bruit blanc, un bruit rose, un bruit rouge et un bruit d'océan.

Les bruits sont modulables sur le même nombre de bandes que le nombre de canaux de réglage dont dispose l'aide auditive. En fonction de la gamme, la possibilité de réglage du bruit choisi va donc changer le haut de gamme comporte 10 bandes, le milieu de gamme en dispose de 8, et l'entrée de gamme en contient 6.

*Phonak* : Les appareils auditifs de la nouvelles puce Phonak : Venture sont équipés du programme Tinnitus Balance permettant de diffuser un bruit blanc, un bruit rose, ou encore un bruit basé sur la perte auditive. Les bruits disponibles chez Phonak peuvent simplement être modulé en intensité par l'audioprothésiste et plus ou moins graves ou aigus.

Le module Tinnitus est disponible dans les contours d'oreille (Audéo, Bolero) et sur tous les niveaux de gammes.

*Siemens* : Pour lutter contre les acouphènes, la plateforme Binax de Siemens propose différents bruits thérapeutiques, un bruit blanc, un bruit rose, un bruit rouge, un bruit vocal, un bruit aigu, ainsi que quatre bruits de ressac (inspirés de la nature). En fonction de la gamme de performance de l'aide auditive choisie, l'audioprothésiste peut personnaliser le bruit de façon plus ou moins précise. Pour le haut de gamme (7 Bx), il y a 20 canaux pour régler les bruits, l'entrée de gamme (3 Bx) en possède 12.

*Starkey* : L'outil masqueur d'acouphènes de chez Starkey se trouve dans leur logiciel sous le nom d'Inspire Tinnitus Multiflex. Ce dernier est disponible en RIC pile 10 avec le Xino Tinnitus, équipé de la puce 3 série (programmation filaire). Il se décline du 110 (haut de gamme), au 20 (entrée de gamme) en passant par des niveaux de gamme intermédiaire (90, 70, 30). On trouve également ce module Tinnitus en appareil micro RIC pile 312, il est également disponible en 5 niveaux de gamme (i100, i90, i70, i30 et i20), cette fois il s'agit de la plateforme Z série (Wireless).

Le signal de masque utilisé est un bruit blanc réglable sur 16 canaux, en intensité et fréquence quel que soit le niveau de gamme choisi par l'audioprothésiste. Leurs appareils offrent la possibilité de faire un pré-réglage du signal masquant à partir de l'audiogramme tonal du patient. L'outil Sound Point Tinnitus qui permet au patient de pouvoir lui-même régler (intensité et fréquences) le signal masquant lui correspondant le mieux.

*Widex* : La puce dream de chez Widex qui est actuellement commercialisée, propose des solutions pour les patients acouphéniques qu'il s'agisse d'un appareillage entrée de gamme (110) ou au haut de gamme (440).

Les appareils sont équipés du module « ZEN » qui comprend cinq mélodies produites à l'aide de fractales, et dont l'audioprothésiste peut moduler le rythme, l'intensité, et la sonorité (grave/aigüe) de chacune de ces mélodies. Le but étant d'arriver au son le plus agréable et relaxant possible pour le patient, ainsi l'acouphène sera plus facilement vivable.

Les aides auditives de la gamme 440 disposent également d'un bruit rose qui peut être réglé par tiers d'octave permettant ainsi une adaptation sur mesure.

Ce tour d'horizon des solutions pour acouphènes proposées par les principaux fabricants permet de constater que, selon les fabricants, l'audioprothésiste n'aura pas les mêmes possibilités pour soulager un patient acouphénique. Il est donc important de considérer le mode de rééducation choisi lors du choix prothétique. L'audioprothésiste peut, dans certains cas, mettre en place une T. R. T. (prise en charge développée précédemment), ou choisir de mettre en place la diffusion d'un bruit permettant de distraire le patient de son acouphène, par exemple les bruits Zen de chez Widex sont des distracteurs d'acouphènes. Dans le cas d'un patient souffrant d'une perte auditive nécessitant le port d'un appareil auditif, l'audioprothésiste peut aussi se contenter de corriger la perte auditive du patient. S'il y a une surdité et qu'elle est corrigée, l'environnement sonore devient plus présent, et le contraste entre l'environnement sonore et l'acouphène s'en trouve diminué, ce qui peut rendre l'acouphène plus supportable. Pour autant, cette solution qui est la plus facile et la plus rapide pour l'audioprothésiste, ne donne pas forcément de résultats probants en particulier chez les patients présentant une hyperacousie associée [83].

## 3 Partie Pratique

### 3.1 Les différents tests d'attention

Comme nous l'avons vu, les chercheurs en neurosciences cognitives ont, depuis l'avènement de cette discipline, cherché à créer des tests qui mettent en jeu certaines fonctions cognitives particulières.

En effet, la complexité du cerveau est telle qu'il est impossible, à la fois en raison du niveau de connaissance actuelle sur le fonctionnement du cerveau, et des technologies à notre disposition (IRM, IRMf, EEG...), de mettre à jour le fonctionnement total de notre cerveau.

*« Shallice (1982) [84], très tôt met en lien le rôle des lobes frontaux et celui attribué au SAS, une hypothèse qu'il s'efforcera de valider plus tard avec ses collaborateurs. De plus, d'après ces derniers, le SAS ne serait pas une entité homogène et il remplirait des fonctions prenant leur origine dans différentes régions frontales. Ils décrivent alors différents processus de contrôle exécutif :*

- *L'établissement d'un but,*
- *La formulation préalable d'un plan,*
- *Le déclenchement des marqueurs,*
- *Les processus d'évaluation du plan et des mécanismes de correction en cours de réalisation » [85].*

Les neuropsychologues, psychologues, orthophonistes, et autres professionnels de santé s'attachent donc à poser des hypothèses, les tester afin d'en confirmer la véracité. Pour cela, ils utilisent différents tests qui mettent en jeu des fonctions cognitives bien spécifiques.

Chacun des tests utilisés peut donc permettre de mettre en évidence certaines modalités d'attention, comme par exemple la flexibilité qui correspond à notre capacité à déplacer notre attention, ce qui entraîne une modification de notre comportement, ou encore l'inhibition qui, cette fois, va nous permettre de mettre en retrait un comportement attentionnel automatique...

Parmi ces différents tests, certains utilisent la modalité visuelle et d'autres la modalité auditive. L'objectif de ces tests cognitifs est d'évaluer les comportements cognitifs d'une population présentant certaines pathologies face à une population normale, de référence, représentée par l'étalonnage.

### 3.1.1 Tests d'attention en modalité visuelle

Les tests d'attention vont permettre, dans la modalité visuelle, de mettre en évidence certains troubles spécifiques. Nous nous bornerons à présenter ici ceux qui nous ont paru les plus pertinents, voici donc une liste non exhaustive de ces tests :

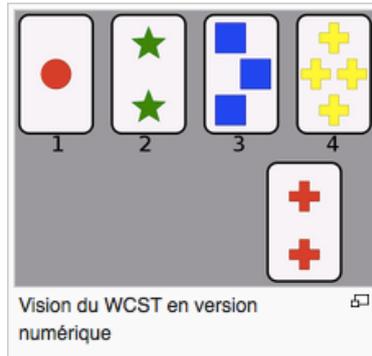
- Le test de Stroop,
- Le Wisconsin Card Sorting Test (WCST),
- Le D2,
- La double tâche de Baddeley,
- Le Trail Making Test.

Nous allons ici comparer l'intérêt de ces différents tests.

**Le test de Stroop** sera développé de manière plus approfondie par la suite. Ici, nous l'aborderons de façon très générale. Le but du test de Stroop est de mettre en lumière nos capacités d'attention sélective et l'interférence entre différentes modalités antagonistes. En effet, le test de Stroop permet de provoquer l'effet Stroop, ce qui consiste à mesurer la capacité du sujet à inhiber une information qui interfère avec une autre fonction cognitive. Une trop grande capacité à inhiber pourrait mettre en évidence une expertise de lecture insuffisante (c'est le cas chez les enfants), ou au contraire, une trop grande difficulté à inhiber pourrait permettre de mettre en évidence une lésion ou un dysfonctionnement cognitif par exemple : la capacité d'inhibition du sujet, en fonction de son âge et de son expertise à la lecture (niveau d'automatisme attentionnel), lui permettra de réaliser la tâche plus facilement ou non.

**Le WCST (Wisconsin Card Sorting Test)** est un test neuropsychologique qui permet de mettre en évidence des lésions frontales. Il est très intéressant car il met en jeu la capacité de flexibilité du patient qui, en cours de test doit trouver une nouvelle règle d'association. Ici, on mesurera donc le temps nécessaire au patient pour modifier son approche et le nombre d'erreurs commises d'ici là. Voici une présentation succincte de ce test :

Le test de classement de cartes du Wisconsin est constitué de 128 cartes et de 4 cartes de base présentées ci-après. Ce test peut aussi s'effectuer en version numérique. Les cartes peuvent différer selon leur couleur, leur forme, ou leur valeur numérique. Le patient doit appairer les cartes à sa disposition (128) avec une des cartes de base. Le critère selon lequel doit être fait l'assortiment est déterminé par l'examineur, mais ce dernier n'en informe pas le patient, c'est à lui de trouver. Si l'association n'est pas appropriée, l'examineur en informe le patient. Dans le cas contraire, il donne son accord. Au cours du test, le critère d'association viendra à changer plusieurs fois, toujours à l'insu du patient qui devra à chaque fois trouver la nouvelle règle d'association.



**Figure 16 : Présentation des cartes du WCST [86]**

Le sujet doit donc garder en mémoire les règles précédentes et trouver une nouvelle association. Il met donc bien en jeu sa capacité à s'adapter à une situation nouvelle, ce que les chercheurs en neurosciences cognitives ont appelé la flexibilité [87].

**Le D2**, mis au point en 1981 par Brickenkamp, est une épreuve d'attention visuelle soutenue faisant partie des tests de barrage. On propose au patient un fiche composée de 14 lignes de 47 lettres chacune (uniquement de d et des p). Ces lettres sont soit entourées d'un ou deux signes de citation anglaise (") placés au dessus ou en dessous de la lettre, soit accompagnées d'une ou deux apostrophes (') placées autour de la lettre comme pour l'autre signe. Les items à barrer sont les « d » accompagnés de deux signes, tous les autres sont des distracteurs visuellement proches à ignorer. Pour cet exercice, les patients disposent de 20 secondes par ligne.

Le sexe, l'âge et le niveau intellectuel sont considérés comme des facteurs agissant sur la performance. Il s'agit donc de comparer les résultats obtenus par les patients avec les données de référence du test pour conclure sur la capacité d'attention soutenue du sujet [88].

**La double tâche de Baddeley** évalue la fonction cognitive, gérant la mémoire de travail au travers de la capacité de coordination de deux tâches simultanées.

Premièrement, on cherche à savoir combien de chiffres le patient est capable de répéter au maximum. Deuxièmement, une fois l'empan de chiffres déterminé, on fait répéter un maximum de séries de chiffres pendant 2 minutes. La troisième épreuve consiste à faire cocher un maximum de cases au patient pendant 2 minutes (il faut qu'il réalise de vraies croix). Pour finir, le patient doit répéter de nouvelles séries de chiffres (composées du nombre de chiffres déterminé par l'empan), tout en cochant des cases. La comparaison de ces résultats par calcul permet d'obtenir la diminution de performance due à la double tâche (résultat obtenu en pourcentage). Plus la note est haute meilleure est la performance [87].

**Le Trail Making Test** permet l'évaluation de la flexibilité réactive. Pour ce faire, il se divise en deux parties de test A puis B. Premièrement, le patient doit relier par ordre croissant les chiffres allant de 1 à 13 répartis de façon aléatoire sur une feuille. Il doit le faire le plus rapidement possible sans lever son crayon de la feuille test. La partie A, comme la partie B, sont chronométrées et le nombre d'erreurs est comptabilisé. Lors de la deuxième partie du test, l'examineur demande au patient de relier (dans les mêmes conditions que pour la partie A) des chiffres (allant de 1 à 11) avec les lettres leur correspondant (allant de A à K) par ordre croissant. Le test est étalonné par rapport au temps mis par épreuve, et par rapport à la différence de temps nécessaire à la réalisation du test A et du test B. L'étalonnage tient compte du niveau d'étude et de l'âge des patients. Ce test peut mettre en évidence un déficit de rapidité perceptivo-motrice, de lecture, de l'exploration visuo-spatiale ou encore un déficit de flexibilité conceptuelle [87].

Il apparaît, à la suite de cette description des différents tests, qu'ils mettent en jeu des capacités attentionnelles différentes ainsi que des fonctions cognitives qui prennent racine à différents moments du processus cognitif. Ainsi, le test de Stroop met en jeu l'attention sélective et notre capacité d'inhibition ; le WCST met en jeu notre capacité de flexibilité, notre mémoire et l'attention sélective ; le D2 met lui en jeu notre capacité d'attention soutenue ; La double tâche de Baddeley mettra en jeu notre capacité d'attention partagée et la mémoire ; Le Trail Making Test, quant à lui, présente un intérêt pour la flexibilité réactive.

Le test de Stroop est particulièrement intéressant dans le cadre de l'acouphène puisqu'il met en jeu notre capacité d'inhibition comme processus cognitif au travers de notre attention sélective.

### 3.1.2 Test d'attention auditive

Il existe également de nombreux tests cognitifs utilisant la modalité auditive permettant d'évaluer les fonctions cognitives des sujets sains ou pathologiques, l'effet cocktail party en est un. Pour autant, les tests que nous présenterons ici sont le PASAT et le LAMA, l'objectif n'étant pas de dresser une liste exhaustive des tests d'attention en modalité auditive.

**Le PASAT** : son utilisation fut fortement controversée, ce qui a donné le jour au PASAT modifié, réalisé par Mazza et Naegele [89]. Ce test permet une vision globale des éventuels troubles de l'attention et de la mémoire de travail. Le PASAT modifié, comme le PASAT, s'effectue avec un enregistrement audio. Le patient doit additionner les deux derniers chiffres entendus, et formuler sa réponse oralement à l'examineur. Pour le PASAT modifié, les sommes à effectuer par le patient n'excèdent pas 15, et un délai de 4 secondes est marqué entre chaque chiffre, ainsi le test s'effectue plus rapidement en environ 5 minutes (contre une vingtaine de minutes pour le PASAT). Le délai de 4 secondes permet de limiter la mise en difficulté et le stress des patients testés. Pour tirer une conclusion de ce test il faut comparer

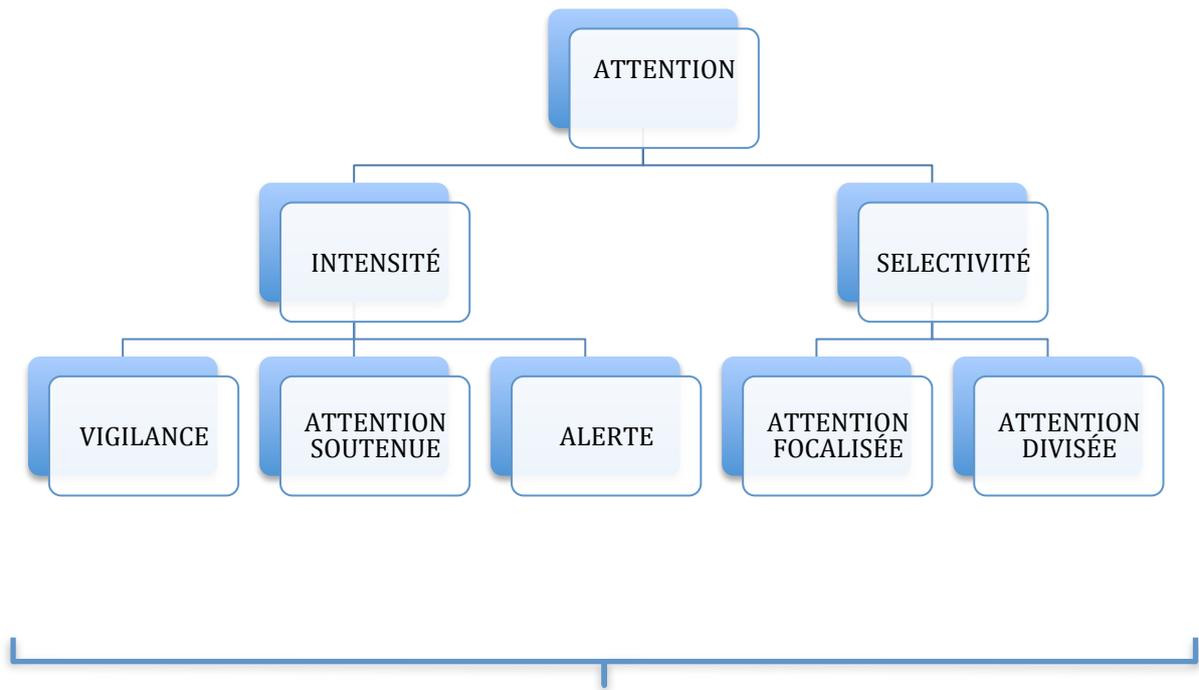
les scores du patient (nombre d'erreurs et nombre de réponses correctes) avec l'étalonnage établi, en tenant compte de l'âge et du niveau d'étude [90].

Le **LAMA** (Logiciel d'Attention en Modalité Auditive) permet de réaliser un bilan attentionnel auditif chez l'adulte. Ce test date de 2011, il a été mis au point par P. Gatignol, J. Bourgeois et F. Corfa. Le LAMA est informatisé, par contre les résultats sont consignés par le testeur. Le patient doit valider deux épreuves préliminaires pour pouvoir commencer le test constitué de six épreuves :

- une épreuve d'attention sélective : pendant 3 minutes, le patient doit compter l'apparition d'une cible déterminée parmi des distracteurs phonologiques et sémantiques,
  - Modalité Auditive (avec des sons),
  - Modalité Auditivo-Verbale (avec des substantifs),
- une épreuve d'attention soutenue : la consigne est la même que pour les épreuves d'attention sélective, mais cette fois l'épreuve s'étend sur 6 minutes,
  - Modalité Auditive,
  - Modalité Auditivo-Verbale,
- une épreuve d'attention divisée : la consigne et la durée sont identiques à celles des épreuves d'attention sélective, et en plus le patient doit taper sur la table lorsqu'il s'agit d'un distracteur,
  - Modalité Auditive,
  - Modalité Auditivo-Verbale.

Il permet donc une analyse quantitative et qualitative des performances attentionnelles auditives [91] [92].

Le LAMA et le PASAT font donc intervenir les différentes modalités attentionnelles établies par Van Zomeran & Brouwer. La seule modalité attentionnelle qui n'est pas testée au travers de ces tests est l'attention alerte. Le LAMA et le PASAT sont des tests utilisant respectivement les modalités attentionnelles suivantes : l'attention sélective, soutenue et partagée et l'attention partagée pour le second. (cf figure ci-après représentant le modèle attentionnel de Van Zomeran & Brouwer)



### SYSTEME ATTENTIONNEL SUPERVISEUR

Figure 17 : Le modèle de Van Zomeran et Brouwer [21]

### 3.1.3 L'évaluation de l'attention des patients acouphéniques au travers de différents tests neuropsychologiques

#### 3.1.3.1 Tentative de réalisation d'un test attentionnel chez le patient acouphénique : étude préliminaire [90]

En 2011, Myriam Honoré a étudié l'attention chez les patients acouphéniques, au travers du test PASAT, en modalité auditive avant et après prise en charge par la TRT.

Il apparaît, à la lecture de son étude, que les patients acouphéniques sont bien des victimes indirectes de leur acouphène en terme de concentration. L'étude de Myriam Honoré montre également une amélioration de la capacité de concentration des patients après une prise en charge de leur acouphène par la TRT. La portée de cette étude bien que particulièrement intéressante pour le sujet qui nous intéresse, reste limitée. En effet, Myriam Honoré n'a pu

tester qu'un nombre de sujets limité, et le PASAT modifié de Mazza et Naegele (2004) ne dispose pas d'un large consensus de la communauté scientifique francophone.

A ce jour, nous disposons de nombreuses études qui s'orientent sur l'origine de l'acouphène, mais peu d'entre elles concernent les conséquences de l'acouphène.

### ***3.1.3.2 Etudes des troubles attentionnels chez les patients acouphéniques [91]***

En 2014, Coralie BALLY et Louise LEFORT, toutes deux orthophonistes, se sont également intéressées aux troubles attentionnels chez les patients acouphéniques dans le cadre de leur mémoire de fin d'études. L'acouphène a des conséquences qui peuvent être aussi bien psychiatriques que cognitives [72].

Pour arriver à cette conclusion, elles ont soumis deux groupes à différents questionnaires : le SF36, APSA et le TAQ.

Elles ont étudié une population de 17 patients acouphéniques répondant à différents critères :

- Etre âgé de 18 à 65 ans,
- Etre francophone,
- Etre lecteur,
- Présenter des acouphènes bi ou unilatéraux,
- Présenter ou non une perte auditive associée.

Les patients présentant les critères suivants ont été exclus de leur étude :

- Non francophones,
- Avec troubles psychiatriques, neurologiques, ou visuels associés,
- Avec perte auditive sévère.

Les patients ont subi une batterie de 9 tests afin d'étudier les différentes modalités auditives et visuelles à savoir :

#### **Test d'attention auditive : Outil LAMA**

- une épreuve d'attention sélective (modalité auditive et auditivo-verbale),
- une épreuve d'attention soutenue (modalité auditive et auditivo-verbale),
- une épreuve d'attention divisée (modalité auditive et auditivo-verbale).

## Tests d'attention visuelle

- Pour l'attention soutenue: Test D2,
- Pour l'attention divisée: Double tâche de Baddeley,
- Pour l'attention sélective et la capacité d'inhibition: Stroop,
- Pour la flexibilité mentale: Trail Making Test A et B.

### Résultats :

Les patients acouphéniques, selon leur étude, ont donc des difficultés attentionnelles. Cela se manifeste par un allongement des temps de traitement et une précision moindre de la qualité attentionnelle. En résumé, quelle que soit la modalité attentionnelle étudiée, les patients acouphéniques ont été significativement moins bons que la population contrôle.

On peut donc en conclure que la qualité de vie des patients acouphéniques se trouve significativement dégradée par l'acouphène et ce notamment sur leurs capacités attentionnelles. *« Les acouphènes peuvent avoir des retentissements importants sur la qualité de vie des personnes mais aussi sur les fonctions cognitives. Il en résulte que les patients acouphéniques ont des difficultés attentionnelles se manifestant par un ralentissement et une moindre précision dans tous les types d'attention en modalité auditive et principalement en attention soutenue et divisée en modalité visuelle »* [91].

### **3.1.3.3 Etude de Gherard Anderson [93]**

En 2005, Gherard Anderson et son équipe ont réalisé une étude sur les patients acouphéniques à l'aide de la tâche de Stroop émotionnelle. La tâche de Stroop émotionnelle est tirée du test de Stroop original de John Ridley Stroop. Cependant, les mots de couleur sont remplacés par des mots ayant une signification proche de l'acouphène. L'administration de cette étude a été réalisée au travers du World Wide Web, une page dédiée sur internet a permis l'administration du test. La tâche de Stroop émotionnelle a été administrée à 104 patients, dont l'âge moyen était de 45,4 ans. L'ancienneté de l'acouphène est en moyenne de 10,1 ans et 69 patients présentaient, en plus de leur acouphène, une perte auditive. Par ailleurs, pour éviter un biais du test en raison des connexions internet, c'est l'horloge de l'ordinateur, utilisée par le patient, qui a été utilisée pour le chronométrage, en milli secondes, des épreuves.

Ce traitement informatique a permis une analyse extrêmement fine du temps de réaction des patients lors des différentes épreuves. Par exemple, lors de l'administration du test, Anderson et son équipe se sont rendus compte que la couleur des mots dont le signifié avait une association émotionnelle forte avec l'acouphène était identifiée plus rapidement. Deux groupes de patients ont été testés : un groupe contrôle sans acouphène et un groupe avec acouphène. Les deux groupes ont, à nouveau, été séparés en deux sous-groupes de façon aléatoire, afin de permettre deux types d'administration différents :

- En milieu bruyant : Il a été demandé à ce sous-groupe contrôle et aux patients de se placer, dans un environnement bruyant, avec par exemple la télévision, la radio, les fenêtres ouvertes, pour obtenir un bruit de fond correspondant au trafic routier par exemple.
- En milieu calme : Il a été demandé à ce sous-groupe contrôle et aux patients de se placer dans l'ambiance la plus calme possible.

A l'issue du test, l'ensemble des patients ont également été soumis à un questionnaire, le Tinnitus Reaction Questionnaire (TRQ), que nous vous avons présenté dans la partie 2.2.1. Ils ont également été soumis au Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS).

Résultats de l'étude :

- Le premier enseignement de cette étude est que les patients ont été plus rapides pour identifier les couleurs (ex : **XXXX**, **XXXX**, **XXXX**) que pour identifier les couleurs des mots signifiants en relation avec l'acouphène (ex : **HOWLING**, **PEEP**, **TEST-PATERN**, **PIERCING**, **TONE**, **BUZZ**...). Ils ont encore été plus lents pour identifier les couleurs des mots neutres (ex : **CROP**, **GOAT**, **BARLEY-GRAIN**, **SPECIES**, **HARVEST**...). On peut donc en conclure, dans la condition initiale avec ou sans bruit, que les patients ont dénommés les couleurs XXXX plus rapidement que dans les deux autres conditions. Les mots ayant un lien avec l'acouphène ont été dénommés plus rapidement que les mots neutres. On peut donc affirmer l'hypothèse que l'étude voulait vérifier : les patients ayant un acouphène allouent des ressources attentionnelles plus importantes aux stimuli qui gravitent autour de l'acouphène, ce qui explique qu'ils aient été plus rapides.
- Deuxième enseignement : l'administration de la tâche de Stroop émotionnelle, en milieu calme ou bruyant, n'a pas révélé de différence significative et ce contrairement au résultat attendu.

Cette étude nous permet d'entrevoir les possibilités d'interaction de l'acouphène à différents niveaux des processus cognitifs.

Entre un traitement cognitif précoce et tardif, Anderson et son équipe suggèrent que l'identification de la couleur puisse intervenir avant le traitement de l'acouphène. Il serait donc intéressant, selon lui, de réaliser le test de Stroop et non la tâche de Stroop émotionnelle. L'acouphène pourrait donc intervenir à un niveau de traitement tardif dans l'interférence avec le test de Stroop.

Enfin, deux bémols sont soulignés dans cette étude : la limite technologique des processeurs pourrait avoir limité, en fonction de leur puissance, la précision de la mesure du temps et l'échantillon contrôle restait trop limité au regard de la taille de l'échantillon patients acouphéniques.

Cette étude ouvre cependant la voie à celle que nous avons décidé de réaliser et vient alimenter la base de connaissances dont nous disposons sur les processus cognitifs entrant en jeu dans l'acouphène.

## 3.2 Le test de Stroop

### 3.2.1 Pourquoi le test de Stroop ?

Les patients, au travers du THI, présentent souvent des troubles de l'attention lorsque l'acouphène est pathologique. Les patients l'expriment d'ailleurs souvent librement. Nous avons alors l'occasion d'entendre les plaintes suivantes. Le THI reprenant ces plaintes, cela permet de les objectiver.

- À cause de mon acouphène, je n'entends pas la parole,
- Mon acouphène m'empêche de me concentrer,
- Je n'arrive plus à dormir,
- Je n'arrive plus à lire car mon acouphène est trop présent.

Si nous sommes incapable de répondre à ces questions pour ce patient, il apparaît que l'acouphène peut être la cause d'un certain nombre de dysfonctionnements cognitifs qui empêchent un individu d'agir normalement.

Pour réaliser notre étude, nous avons choisi le test de Stroop, d'une part parce qu'il existe un étalonnage français validé par la communauté scientifique, qui est aujourd'hui le seul utilisé par les neuropsychologues francophones et d'autre part, afin de poursuivre les investigations débutées par Anderson et son équipe.

### 3.2.2 Objectif

L'objectif de notre étude est de tenter d'apporter une contribution à la recherche sur les liens entre acouphènes et attention. Si nous n'essayons pas ici de localiser le siège de l'interférence, nous allons essayer d'en mesurer les effets avant et après une prise en charge par la TRT.

L'objectif premier de notre étude est de valider l'amélioration des qualités attentionnelles des patients acouphéniques après une prise en charge par la TRT selon Jastreboff.

L'objectif second est de réaliser un parallèle avec l'étude d'Anderson et son équipe, explicitée au paragraphe 3.1.3.3, et de valider ou d'infirmer, les hypothèses proposées à la suite de leur étude.

Et enfin, nous tenterons de confirmer la conclusion de l'étude de Myriam Honoré. En effet à la suite de son étude comme précisé au paragraphe 3.1.3.1, elle a pu valider l'hypothèse selon laquelle les patients acouphéniques bénéficient d'une amélioration de leurs capacités de concentration avant et après la TRT.

### 3.2.3 Matériel et méthode

Nous avons donc recruté nos patients acouphéniques au sein de deux pôles : Audition Confort, celui du C.H.U. Saint Pierre et le cabinet de l'avenue Churchill (Bruxelles).

Après avoir consulté le médecin O.R.L., les patients sont adressés à monsieur Lurquin pour effectuer un bilan acouphénique.

Ce bilan consiste en :

- Une anamnèse complète et orientée sur l'acouphène :
  - ancienneté de l'acouphène et de l'éventuelle perte auditive,
  - mode d'apparition de l'acouphène,
  - signes associés à l'acouphène (surdité, hyperacousie, vertiges, gêne faciale),
  - localisation de l'acouphène (uni ou bilatéral),
  - nature de l'acouphène (pulsatile, continu, grave, aigue...),
  - le patient prend-t-il des médicaments pour calmer son acouphène,
  - arrive-t-il à trouver le sommeil de façon naturelle,
  - contexte médical et O.R.L.
- Une otoscopie au vidéotoscope de façon à s'assurer qu'il n'y ait aucun problème en vue des examens à suivre,

- Une audiométrie aérienne tonale liminaire (audiomètre clinique AC40) : les consignes pour l'audiométrie aérienne tonale liminaire sont données, soit avant de positionner le casque soit à travers le casque via le microphone permettant de parler au patient. Nous effectuons un balayage par octave des fréquences allant de 1 à 8 kHz puis de 750 à 250 Hz en commençant par la meilleure oreille, puis la suivante. Cette procédure est indispensable afin d'éviter une courbe fantôme. En effet, s'il y a une différence interaurale supérieure à 45 dB, il faudra absolument masquer la meilleure oreille pour éviter d'obtenir une réponse erronée à cause du transfert transcrânien. En cas de surdité de transmission ou mixte, il faut également tester la conduction osseuse : si on veut un résultat oreille séparée, il faudra systématiquement masquer l'oreille controlatérale,
- Une audiométrie supra-liminaire (audiomètre clinique AC40) : Nous poursuivons par la recherche des seuils d'inconfort (U.C.L.), qui sont essentiels dans les cas d'hyperacousie. Il faut donner une consigne claire au patient afin qu'il comprenne bien que l'on recherche le niveau maximum d'intensité qu'il supporte. Lors de ce test, il faudra bien observer le patient car certains veulent supporter plus qu'ils ne le peuvent et ne répondent pas suffisamment tôt, nous guettons donc le réflexe palpébral pour ne surtout pas risquer d'aller trop loin,
- Une audiométrie vocale (Audiomètre Clininique AC40) au casque avec les listes de Boorsma pour enfants quand le niveau de langue est insuffisant, sinon nous utilisons les listes dissyllabiques de Fournier.

Il convient de réaliser les questionnaires T.H.I. et B.A.H.I.A de façon à objectiver le niveau de gêne engendrée par l'acouphène, et parfois aussi par l'hyperacousie.

Les patients que nous avons sélectionnés pour notre étude devaient :

- Avoir un score supérieur ou égal à 40 au T.H.I., donc souffrir d'un acouphène,
- Présenter ou non une perte auditive ou une hyperacousie associée,
- Etre francophone,
- Savoir lire,
- Ne pas avoir de troubles cognitifs associés,
- Aucune limite d'âge n'a été déterminée,
- Porter leurs lunettes de lecture lorsqu'ils en avaient besoin,
- Quitter leur(s) appareil(s) auditif(s) producteur(s) de bruit blanc le temps du test.

Les patients répondant à ces critères passeront le test de Stroop (détaillé ci après). Les patients testés ont tous débuté une prise en charge par T.R.T (expliquée précédemment). Certain d'entre eux ont abandonné avant la fin des trois mois d'essai, d'autres ont suivi la procédure complète. Dans le premier cas, nous n'avons pu réaliser le T.H.I. et le test de Stroop qu'une seule fois, au début de la prise en charge. Dans le second cas, nous les avons

réalisés deux fois : premièrement, au début de la prise en charge puis, en fin de période d'essai, c'est à dire trois mois plus tard.

### 3.2.4 Passation

Le test de Stroop se présente sous la forme de 3 cartes de 100 items et peut se dérouler sous trois ou quatre conditions. Il doit être administré dans un endroit calme de façon à ne pas gêner la concentration du patient.

- **Condition de dénomination** : Sont présentés au patient, 100 rectangles de couleur et celui-ci doit donner la couleur des rectangles le plus rapidement possible.

Ex :



Lecture : ROUGE VERT BLEU VERT JAUNE

Nous chronométrons le temps mis pour réaliser une lecture complète de la carte de 100 items ou nous chronométrons le maximum de mots lus en 45 s.

Voir annexe 6 : Feuille test Dénomination.

- **Condition de lecture**: Les mots de couleur sont écrits en NOIR et doivent être lus par le patient le plus rapidement possible.

Ex : ROUGE BLEU VERT JAUNE BLEU VERT BLEU

Lecture : ROUGE BLEU VERT JAUNE BLEU VERT BLEU

Nous chronométrons le temps mis pour réaliser une lecture complète de la carte de 100 items ou nous chronométrons le maximum de mots lus en 45 s.

Voir Annexe 7 : Feuille test Lecture.

- **Condition d'interférence:** Les mots de couleur sont écrits en COULEUR et les couleurs doivent être dénommées par le patient le plus rapidement possible.

Ex :            ROUGE BLEU VERT JAUNE BLEU VERT BLEU

Lecture :      BLEU JAUNE ROUGE VERT JAUNE ROUGE JAUNE

Nous chronométrons le temps mis pour réaliser une lecture complète de la carte de 100 items ou nous chronométrons le maximum de mots lus en 45 s.

Voir Annexe 8 : Feuille test Interférence.

- **Condition de lecture des mots en couleur:** Les mots de couleur sont écrits en COULEUR et les couleurs doivent être lues par le patient le plus rapidement possible.

Ex :            ROUGE BLEU VERT JAUNE BLEU VERT BLEU

Lecture :      ROUGE BLEU VERT JAUNE BLEU VERT BLEU

Nous chronométrons le temps mis pour réaliser une lecture complète de la carte de 100 items ou nous chronométrons le maximum de mots lus en 45 s. Les résultats seront reportés sur la fiche de notation. Voir Annexe 5 : Fiche notation du test de Stroop.

### 3.2.5 Etalonnage

Le test de Stroop existe depuis 1935, il dispose d'un grand nombre de publications. En neuropsychologie cognitive, c'est l'un des tests les plus utilisés et ce pour deux raisons :

- Facilité d'administration,
- Etalonnage connu et reconnu (particulièrement en langue anglaise).

Marie Vannier, en 1991, a réalisé une étude pour l'adaptation francophone du test de Stroop au Canada. Elle et son équipe ont donc travaillé à l'adaptation de l'étalonnage de Golden (1978) qui, encore à ce jour, reste la référence des étalonnages pour la langue anglaise [94].

L'ensemble des conditions ont été évaluées, quel que soit le nombre de couleurs proposées, le test garde une sensibilité stable, le nombre d'items proposés 50/100 ou 45s ne modifie pas non plus les résultats.

Dans le test de Stroop enfant, les 4 conditions sont proposées. Pour les adultes, seules trois conditions sont retenues. La 4<sup>ème</sup> condition (lecture des mots en couleur) ne présente pas d'intérêt chez l'adulte, l'entraînement à la lecture inhibant l'interférence de ce sous-test. Cette condition de test a été, à plusieurs reprises, évaluée par Golden (1978) et Vanier (1991). Ainsi ces études confirment le peu de sensibilité à cette interférence chez l'adulte.

Si l'étalonnage de Marie Vanier et son équipe est particulièrement intéressant puisque validé dans le monde francophone (Canada), nous avons cependant décidé d'utiliser l'étalonnage du GREFEX réalisé en France, Belgique, et Suisse sur un échantillon de 718 personnes. En France, c'est actuellement l'étalonnage le plus utilisé par les psychologues, psychiatres et neuropsychologues cognitifs. Il nous a donc semblé pertinent d'utiliser cet étalonnage.

Pour cela, l'ensemble des sujets de l'échantillon a, tout d'abord, dû répondre à un questionnaire général et effectuer le test Mini Mental State Evaluation (MMSE) selon les normes françaises (Kalafat et al, 2003) afin de vérifier que les patients sont exempts de *« toute pathologie déclarée encéphalique, psychiatrique ou générale, ni d'exposition à un toxique, de troubles de l'apprentissage et développementaux susceptible d'entacher la mesure des performances aux fonctions exécutives »* [87].

L'étalonnage ne correspond pas à une représentation de la population générale, mais bien à des résultats attendus pour une population normalement constituée d'un point de vue neuropsychologique.

*«Les examinateurs ont également dû vérifier certains critères d'exclusion :*

- *Non francophone,*
- *Acquisition insuffisante de l'alphabet, de la lecture, de l'écriture, du comptage ou du calcul,*
- *Déficit perceptif perturbant la réalisation des tests,*
- *Traumatisme crânien avec perte de connaissance > 30 minutes,*
- *Déficit neurologique ou accident vasculaire cérébral,*
- *Suivi neurologique ou affection neurologique connue,*
- *Antécédents psychiatriques ayant nécessité un séjour en milieu spécialisé,*
- *Trouble de la sphère psychiatrique nécessitant un traitement pharmacologique à l'exception d'une anxiété ou d'insomnie correctement équilibrée par une monothérapie stable instaurée depuis au moins deux semaines,*
- *Ethylisme actuel ou antécédent de sevrage,*
- *Anesthésie générale de moins de deux mois,*
- *Intervention cardiaque,*
- *Déficit au Mini Mental State Evaluation (MMSE) selon les normes Françaises. (Kalafat et al, 2003)*

Les différents centres ont donc administré le questionnaire, Inventaire du Syndrome Dysexécutif Comportemental (ISDC), de manière non systématique, puis les 7 tests cognitifs les plus utilisés en France pour lesquels il n'existait pas d'étalonnage fiable :

- *Test de Stroop,*
- *Test modifié des six éléments,*
- *Trail-Making Test,*
- *Brixton test Adapté,*
- *Double Tâche de Baddeley,*
- *Fluence verbale,*
- *Wisconsin Scard Test adapté. »*

Pour le test de Stroop, nous disposons du temps seuil par épreuve en fonction du niveau d'étude, et de l'âge des patients. Un résultat supérieur ou égal est considéré comme pathologique.

**Tableau 2 : Etalonnage du GREFEX, pour le test de Stroop, présentation des performances seuil en secondes [87]**

Performance seuil planche Dénomination			
Études	<40 ans	40-59 ans	>60ans
Niveau 1	110	108	110
Niveau 2	79	88	105
Niveau 3	76	77	94
Performance seuil planche Lecture			
Études	<40 ans	40-59 ans	>60ans
Niveau 1	74	74	67
Niveau 2	60	67	67
Niveau 3	57	52	60
Performance seuil planche Interférence			
Études	<40 ans	40-59 ans	>60ans
Niveau 1	162	191	347
Niveau 2	151	164	240
Niveau 3	126	148	221

Ce tableau permet d'avoir une correspondance de temps exprimée en secondes que nous pouvons comparer aux résultats de notre échantillon.

Ils ont également réalisé une étude par percentiles. En effet, la taille de l'échantillon (718 personnes) leur a permis d'étudier la dispersion de la population testée, en utilisant toujours les mêmes critères :

- Le niveau d'études,
- L'âge,
- Le temps moyen,
- Le nombre d'erreurs.

**Tableau 3 : Table du GREFEX, pour le niveau d'étude des sujets, dans le cadre du test de Stroop [87]**

Niveau d'étude	France	Belgique
1	Inférieur ou égal au Certificat d'Etudes Primaires (CEP)	Enseignement primaire (ou moins)
2	Supérieur au CEP mais inférieur au Baccalauréat	Secondaire inférieur, Secondaire Professionnel
3	BAC et plus	Diplôme de l'enseignement secondaire général (y compris technique) ou enseignement supérieur de type court (ex : graduat, bachelier) ou long (ex: licence, master)

Pour comparer les résultats de nos patients à la norme, nous préférons utiliser les percentiles qui donnent des résultats plus fins et nuancés que les valeurs seuils.

### 3.2.6 Les fonctions cognitives du modèle de Van Zomeren & Brouwer testées par le test de Stroop

Le Système Attentionnel Superviseur (SAS), décrit par Van Zomeren & Brouwer (1994), est repris de Norman & Shallice [19]. Ces derniers présentent le SAS comme le gérant des processus cognitifs. C'est lui qui met en place les stratégies et organise le travail des fonctions exécutives qui, elles-mêmes, gèrent différentes aires du cerveau.

Le cortex visuel et le cortex auditif sont gérés par des fonctions exécutives, on peut donc parler d'une organisation hiérarchique en cascade.

Van Zomeren & Brouwer ont eux décrit les différents types d'attention qui pouvaient être mis en œuvre. Dans le cadre du test de Stroop, c'est l'attention sélective qui est la plus sollicitée. En fonction de la planche de Stroop utilisée, le SAS mettra en place des stratégies d'inhibition (lecture, dénomination, interférence) et de flexibilité pour passer d'une tâche de Stroop à l'autre. C'est donc le SAS qui va organiser le travail des fonctions exécutives pour

le cortex visuel et le cortex auditif entre autres. La lecture, ou plus précisément notre capacité d'attention dans le cadre de la lecture, peut être perçue comme une fonction exécutive automatique, notamment chez l'adulte en raison de son entraînement à la lecture. Le rôle du SAS sera donc de mettre en place une inhibition à ce processus automatique. (cf tableau 1 p 13) [25].

Nos ressources attentionnelles sont nécessaires pour nommer la couleur d'impression d'un mot au lieu de le lire, car ce n'est pas un processus naturel pour notre cerveau.

L'acouphène interviendrait au niveau du cortex auditif. Il nous semble raisonnable de penser que l'attention auditive et l'attention visuelle puissent être en concurrence dans un certain nombre de situations. Le test de Stroop, nous l'espérons, pourra nous permettre de mettre en lumière que l'acouphène est bien un capteur d'attention. Nous pourrions alors corroborer les différentes études de Myriam Honoré, Coralie Bally et Louise Lefort, et Gerhard Andersson [93] [90] [91].

### **3.2.7 Statistiques sur la population testée**

Dans cette étude, nous avons testé 25 patients, et nous avons dû exclure 5 patients, 4 d'entre eux parce qu'ils présentaient des pathologies associées influençant leurs résultats, et un patient qui ne savait pas lire.

Nous avons divisé notre étude en deux parties. En effet, parmi ces 20 patients, par faute de temps, 8 n'ont pu effectuer la passation du test de Stroop qu'une seule fois. Nous avons donc choisi de faire un premier groupe composé de tous les patients (20) et de comparer leurs résultats au test de Stroop (première passation) à la norme. Le deuxième groupe est composé de l'ensemble des patients ayant effectué la TRT intégralement, et ayant pu être testés deux fois au test de Stroop ; l'une avant la TRT et la seconde à l'issue de la TRT.

Notre premier groupe dispose d'une population exploitable constituée de 20 patients acouphéniques ayant un score supérieur ou égal à 40 au T.H.I.

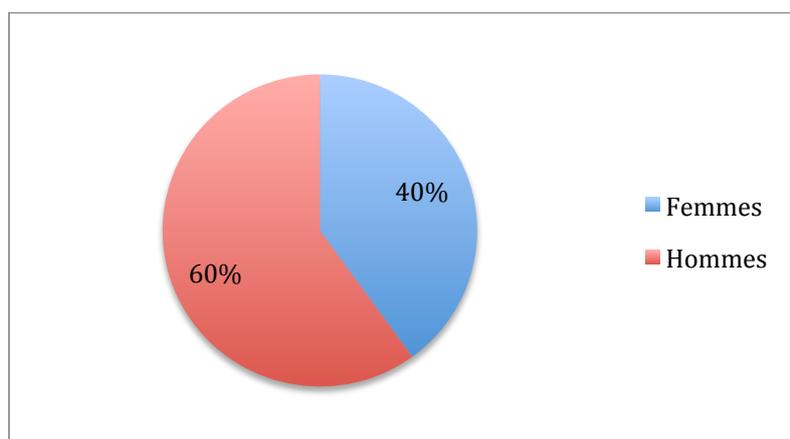
Notre second groupe dispose d'une population exploitable constituée de 12 patients acouphéniques ayant un score supérieur ou égal à 40 au T.H.I.

### 3.2.7.1 Groupe 1

Ce groupe composé de 20 patients qui n'ont passé le test de Stroop qu'une seule fois par faute de temps et dont les scores seront comparés à l'étalonnage de patients sains (présenté en 3.2.5), ce premier groupe va nous permettre de mettre en évidence si le test de Stroop est révélateur d'un déficit attentionnel chez les patients acouphéniques ou non.

La perte tonale moyenne des oreilles acouphéniques de ces patients est de 21,47dB HL, ce qui correspond à une perte tonale légère.

La répartition par genre n'est pas équilibrée, cependant, cette notion n'influence pas le test de Stroop selon l'étalonnage réalisé par le GREFEX. En effet, si les hommes et les femmes ne sont pas toujours égaux dans l'exécution de certaines tâches, le test de Stroop n'est pas sensible à ce paramètre.

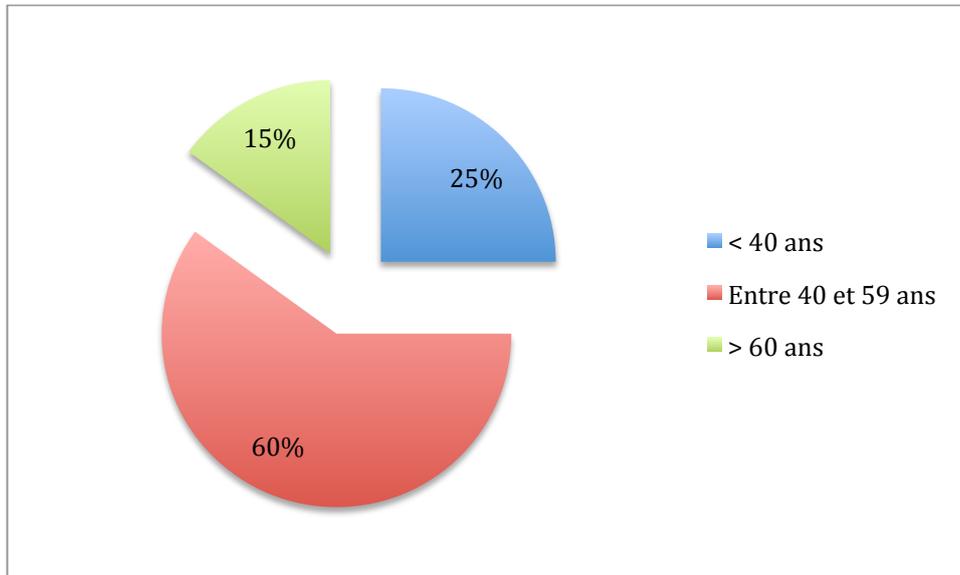


**Figure 18 : Répartition par genre du Groupe 1**

Le test de Stroop est, au contraire, nettement plus sensible à l'âge. L'âge moyen de nos patients, composant l'effectif du groupe 1 est de 47,7 ans. Afin de respecter l'étalonnage du GREFEX, nous avons choisi de répartir les patients en trois groupes d'âges pour effectuer la comparaison à la norme.

Le GREFEX a réparti les sujets en fonction de leur âge et de leur niveau d'étude. A la suite de leur étude d'étalonnage, les groupes d'âges les plus pertinents sont les suivants :

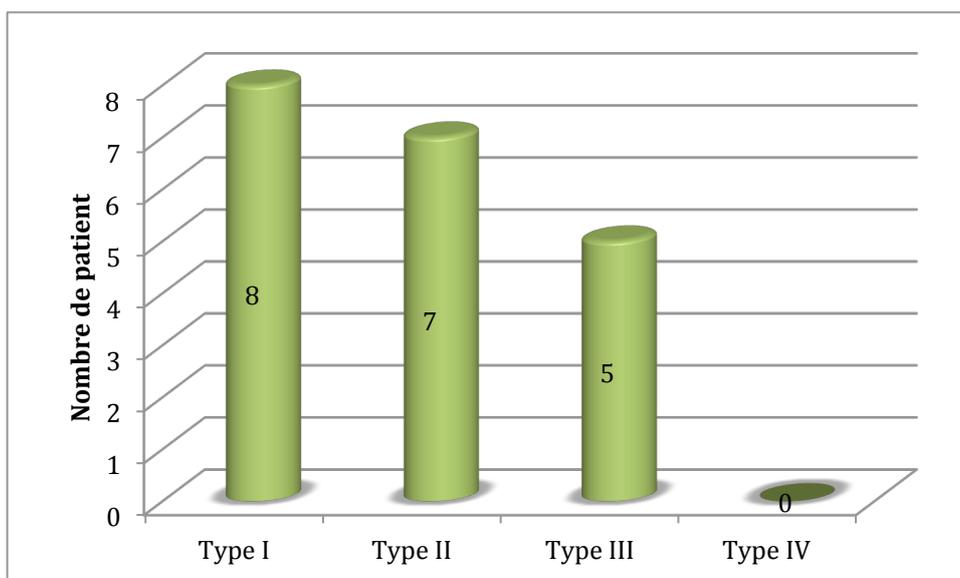
- < à 40 ans,
- Compris entre 40 et 59 ans,
- > à 60 ans.



**Figure 19 : Répartition par groupes d'âges du GREFEX dans le Groupe 1**

Il aurait pu être intéressant de réaliser une analyse du test de Stroop en fonction, d'une part, du type d'acouphènes des patients, et, d'autre part, en fonction de leurs résultats au T.H.I et au T.H.I attentionnel.

Nous avons cependant manqué de temps pour recruter une population suffisamment importante pour le faire. Une analyse sous cet angle ne serait donc pas pertinente dans notre cas. Voici ci-dessous la répartition de la population du groupe 1 en fonction du type d'acouphène [31].



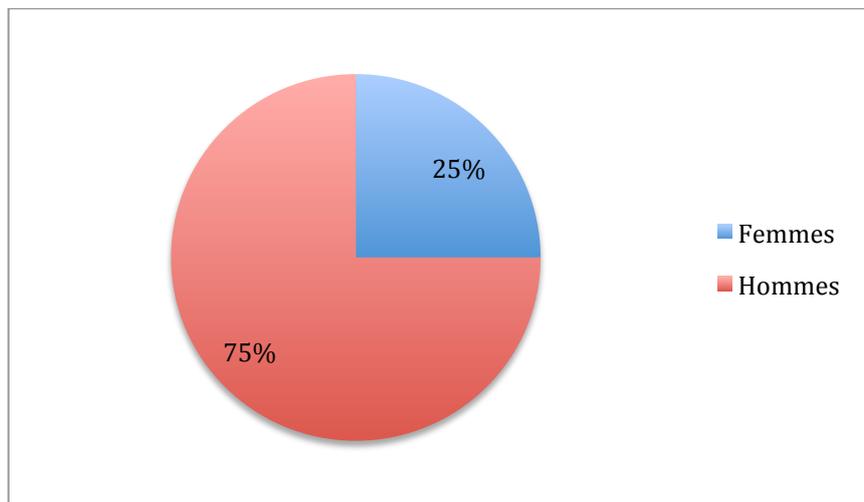
**Figure 20 : Répartition par type d'acouphènes du Groupe 1**

### 3.2.7.2 Groupe 2

Ce groupe est composé de 12 patients parmi les 20 précédemment cités, ces patients ont pu passer le test de Stroop avant leur prise en charge par T.R.T., puis trois mois plus tard une fois la période d'essai en T.R.T. échu. Les patients de ce second groupe seront donc comparés à eux-mêmes. Ainsi, nous verrons si les résultats au test de Stroop sont significativement meilleurs après la prise en charge par T.R.T. ou non.

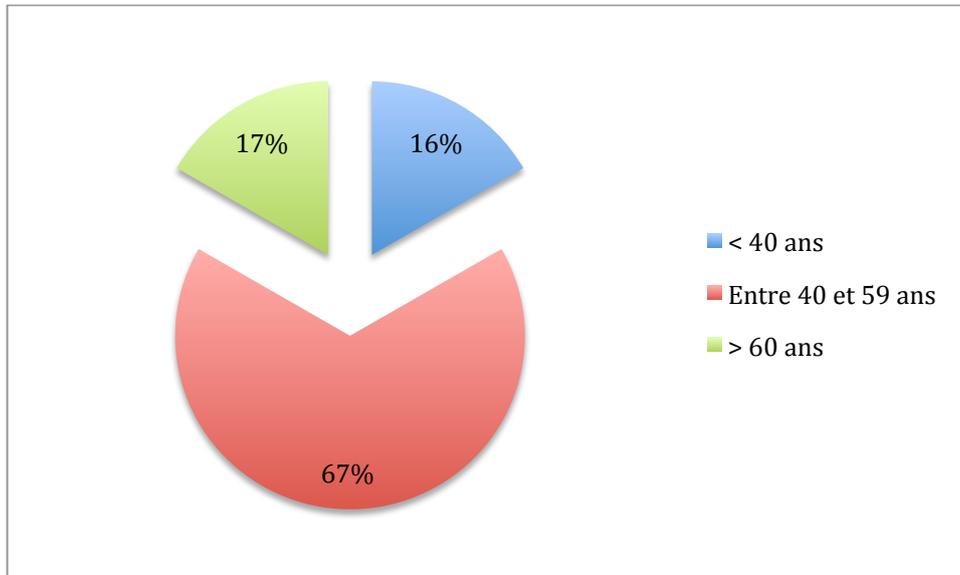
La perte tonale moyenne des oreilles acouphéniques de ces patients est de 20,04 dB HL, ce qui tend vers une perte tonale légère, à la limite d'une audition dite normale.

Nous n'avons pu tester qu'une population limitée, la répartition par genre n'est donc pas équitable. Comme vu précédemment les résultats ne sont donc pas biaisés de ce point de vue.



**Figure 21 : Répartition par genre du Groupe 2**

En respectant la répartition par tranche d'âge du GREFEX, nous obtenons la répartition suivante pour le groupe 2. Dans la mesure, où cette fois-ci, nous ne comparerons pas leurs résultats à la norme, cette répartition n'est pas spécifiquement nécessaire. Nous la conservons dans un souci de clarté et de cohérence de présentation entre les deux groupes



**Figure 22 : Répartition par groupes d'âges du GREFEX pour le Groupe 2**

### 3.2.8 Résultats de l'étude

#### 3.2.8.1 Résultats T.H.I

Le THI comporte 5 items « attention » [95]. Il s'agit des questions suivantes : 1, 2, 15, 18, et 20 (voir annexe 1). Ces 5 items fonctionnels peuvent donc cumuler entre 0 et 20 points maximum. Nous allons donc également nous intéresser à l'évolution des résultats obtenus par ces paramètres attentionnels du THI.

Les résultats du THI et du THI attentionnels sont présentés successivement pour le Groupe 1 et 2.

Pour le Groupe 1, nous nous intéressons seulement aux résultats obtenus avant la prise en charge. Nous étudierons donc une seule passation de THI, c'est pourquoi nous parlons uniquement du THI 1 et du THI 1 attentionnel

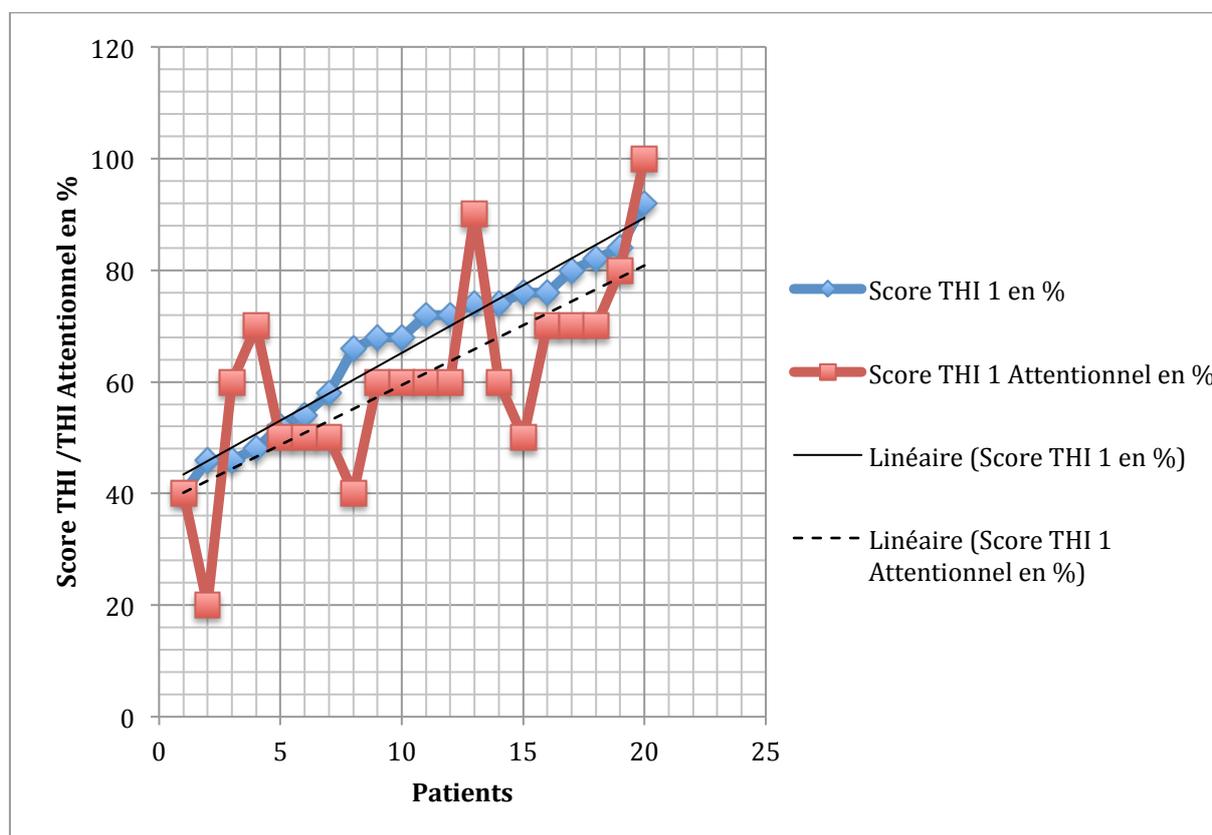
Pour le Groupe 2, les patients ont répondu deux fois au questionnaire THI. La première passation, que nous nommons THI 1, correspond aux réponses obtenues avant la prise en charge par TRT. La deuxième passation correspond, quant à elle, aux réponses obtenues après la prise en charge par TRT, nous l'intitulerons THI 2. Il en va de même pour les parties attentionnelles de ces questionnaires à savoir le THI attentionnel 1 et le THI attentionnel 2.

### 3.2.8.1.1 Groupe 1

Nous trouverons ci-dessous un graphique représentant les scores THI 1 et THI 1 attentionnel des patients du Groupe 1. Nous avons choisi une représentation en nuage de points afin de permettre de voir une éventuelle corrélation entre le THI 1 et le THI 1 attentionnel. Les résultats des patients au THI 1 ont donc été classés par ordre croissant.

Nous pouvons voir qu'il existe une corrélation entre le THI 1 et le THI 1 attentionnel, même si les courbes linéaires ne sont pas parallèles, nous voyons tout de même que plus le THI 1 est élevé, plus le THI 1 attentionnel l'est également.

Encore une fois, l'effectif de notre population reste limité, ce qui malheureusement ne nous permet pas d'exploiter plus précisément ces résultats.



**Figure 23 : Répartition de la population du Groupe 1 en fonction de leurs résultats au THI et THI Attentionnel**

### 3.2.8.1.2 Groupe 2

Nous allons ici nous intéresser à la différence de résultats entre avant et après la TRT. Notre hypothèse est que nos patients bénéficient d'une meilleure capacité attentionnelle après notre prise en charge.

Nous avons donc étudié les passations de THI avant et après TRT. Le bénéfice apporté par la TRT, s'il n'est plus discuté par la communauté scientifique, est encore une fois mis en évidence. Voici les graphiques d'analyse des résultats au T.H.I.

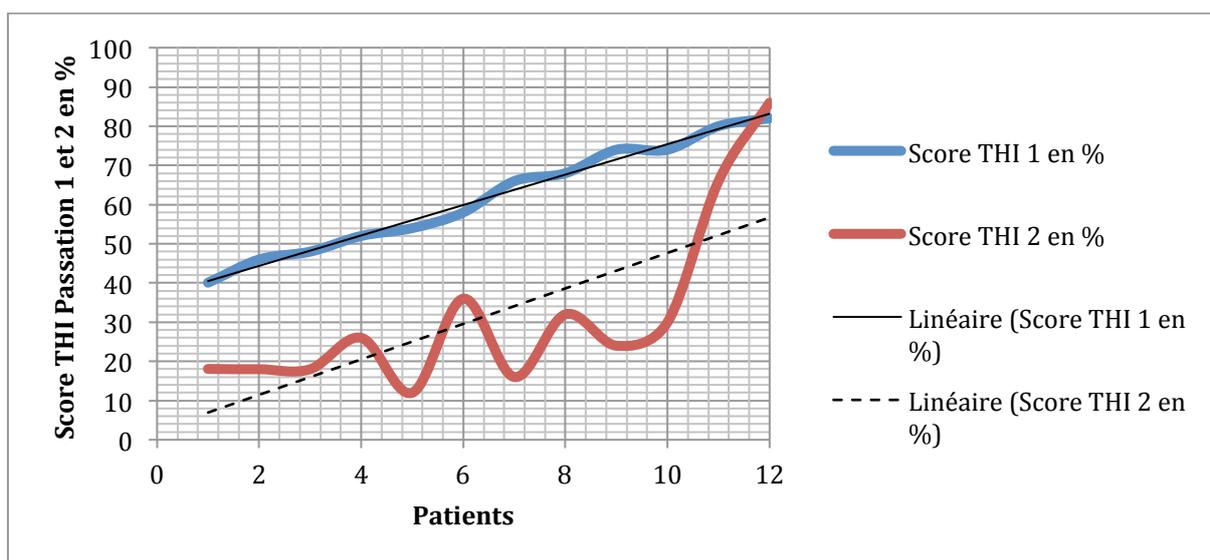


Figure 24 : Répartition de la population du Groupe 2 en fonction de leur score au THI 1 et 2

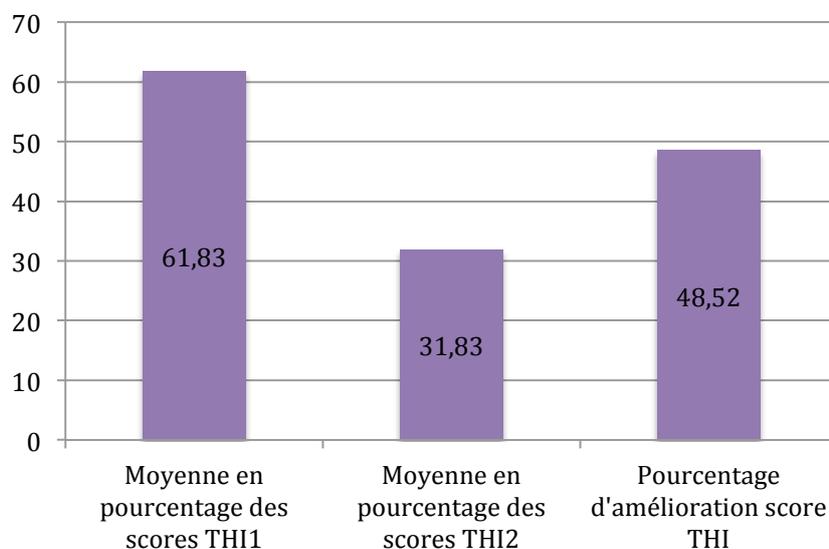
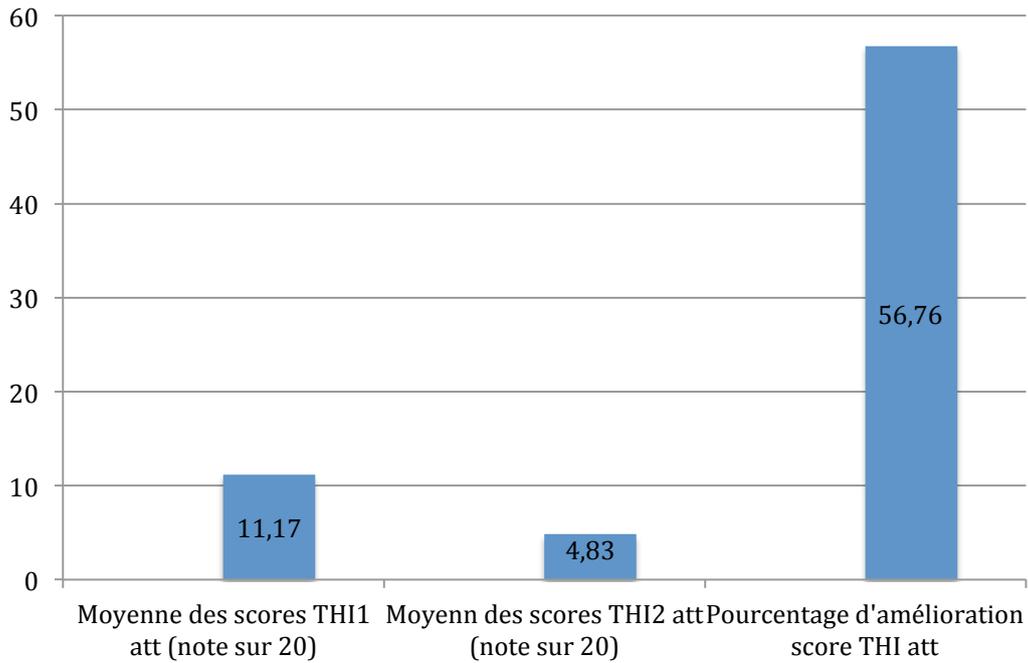
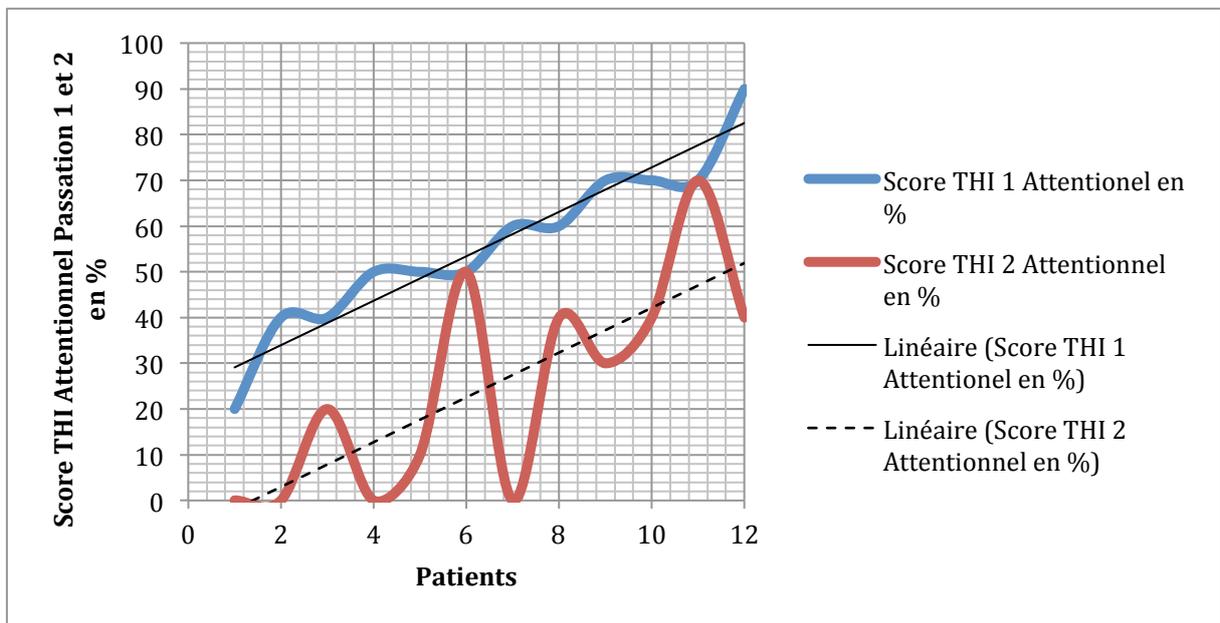


Figure 25 : Moyenne et pourcentage d'amélioration du THI Groupe 2



**Figure 26 : Moyenne et pourcentage d'amélioration du THI Attentionnel Groupe 2**



**Figure 27: Répartition de la population du Groupe 1 en fonction de leur score au T.H.I. 1et 2 Attentionnel**

Nous pouvons observer qu'il existe une différence entre les scores THI 1 et 2 attentionnels, ce qui tend à démontrer que notre hypothèse est valide. En effet, la TRT permet d'améliorer la capacité attentionnelle de nos patients. Le test de Stroop, nous l'espérons, pourra nous permettre de valider cette hypothèse.

### **3.2.8.2 Résultats test de Stroop**

Les résultats du sous-test dénomination seront notés C1 pour les tests effectués avant la prise en charge par T.R.T et C2 pour ceux réalisés après la prise en charge par T.R.T.

Les résultats du sous-test lecture seront inscrits M1 pour la première passation du test et M2 pour la seconde.

Dans la même logique, les résultats obtenus au sous-test interférence seront indiqués CM1 et CM2

#### **3.2.8.2.1 Groupe 1**

Il est difficile, sur un échantillon aussi réduit, d'affirmer la validité de nos résultats. Dans la première partie de notre étude, nous tenterons de valider de façon empirique le faisceau d'arguments en faveur de notre hypothèse de base : Les patients acouphéniques présentent des troubles attentionnels.

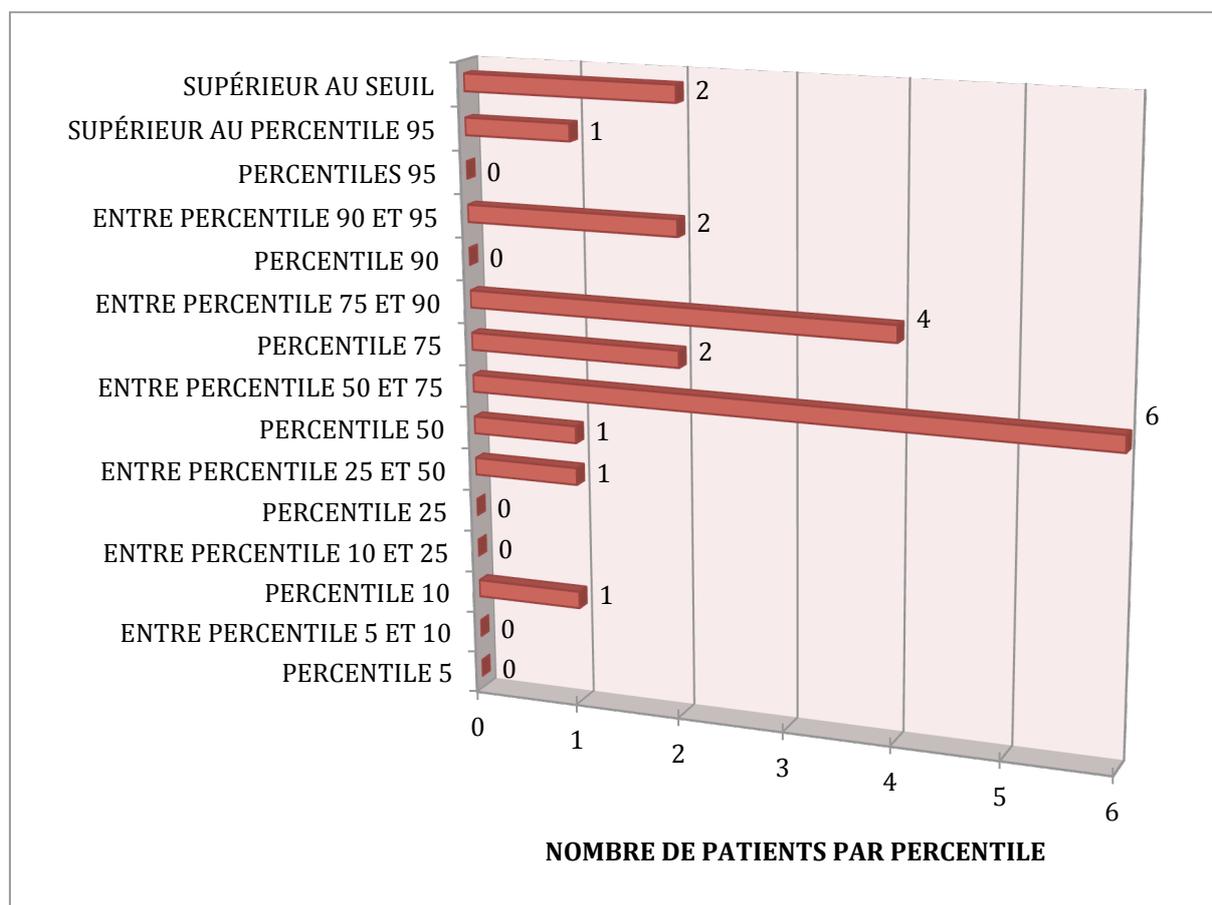
Pour évaluer les performances de nos patients acouphéniques par rapport à la norme, nous allons utiliser les percentiles. Grâce aux tableaux présents dans l'étalonnage, nous pouvons savoir en fonction de leur âge et de leur niveau d'étude à quel percentile correspond le score de chaque patient, et à quel percentile il se situe. Voir Annexe 4 : Tableau des percentiles des résultats du test de Stroop.

Faisons, pour commencer, un point sur l'utilisation des percentiles : une répartition par percentiles permet de répartir une population donnée en tranches. Le percentile 50 signifie que 50% des observations sont supérieures et 50% sont inférieures. Les patients dont les résultats sont compris entre le percentile 25 et 75 ont donc des résultats correspondant à la moyenne basse ou haute des résultats obtenus chez les patients dits normaux.

Les patients dont le temps de passation pour 100 items correspond aux percentiles 5 à 10 font partie des plus rapides par rapport à la norme, dans ce sens il n'y a pas de valeur seuil.

Un temps de lecture pour 100 items correspondant aux percentiles 90 ou 95 signifie que le patient fait partie des plus lents lecteurs, néanmoins si son score n'excède pas la valeur seuil, il reste dans la norme.

- Premier sous-test du test de Stroop : Dénomination C

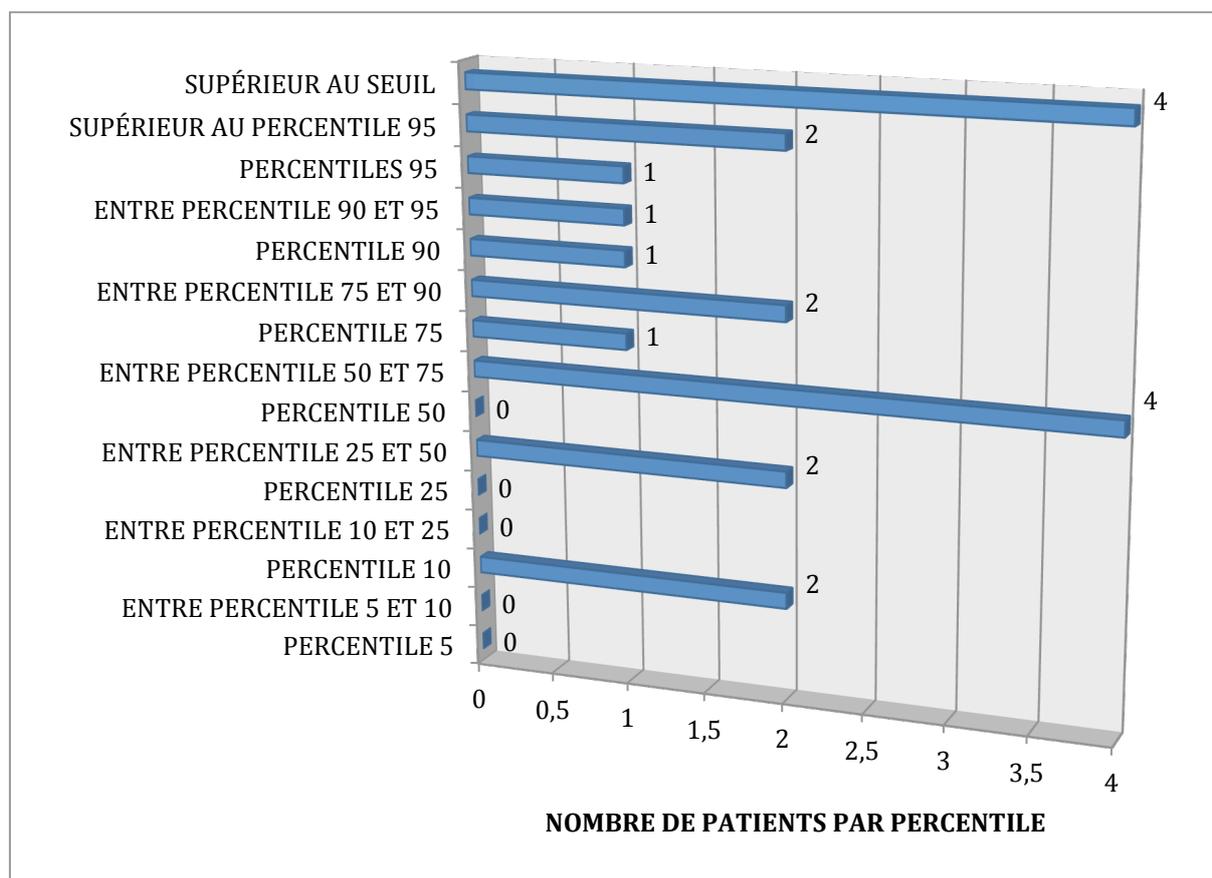


**Figure 28 : Positionnement des patients testés parmi les percentiles de la population d'étalonnage en dénomination C1**

De façon générale, nos patients sont plutôt lents pour effectuer le premier sous-test du test de Stroop. De plus, 2 de nos patients présentent un score d'erreur supérieur ou égal au seuil pathologique et 1 est supérieur au percentile 95. Ce constat peut être ajouté dans le faisceau d'arguments en faveur de notre hypothèse.

Le nombre d'erreurs sur ce test nous semble significatif. Nous en tiendrons donc compte dans le cadre de la conclusion sur les résultats du premier groupe.

- Second sous-test du test de Stroop : Lecture M



**Figure 29 : Positionnement des patients testés parmi les percentiles de la population d'étalonnage pour la Lecture M1**

Ce second diagramme illustre que 4 de nos patients sont hors norme car leurs résultats sont supérieurs au seuil pour l'épreuve lecture du test de Stroop. 7 de nos patients ont des résultats positionnés entre supérieur au percentile 95 (inclus) et le percentile 75 (exclus), et 7 d'entre eux sont compris entre les percentiles (inclus) 25 et 75 (inclus), donc dans la moyenne, comme précédemment expliqué.

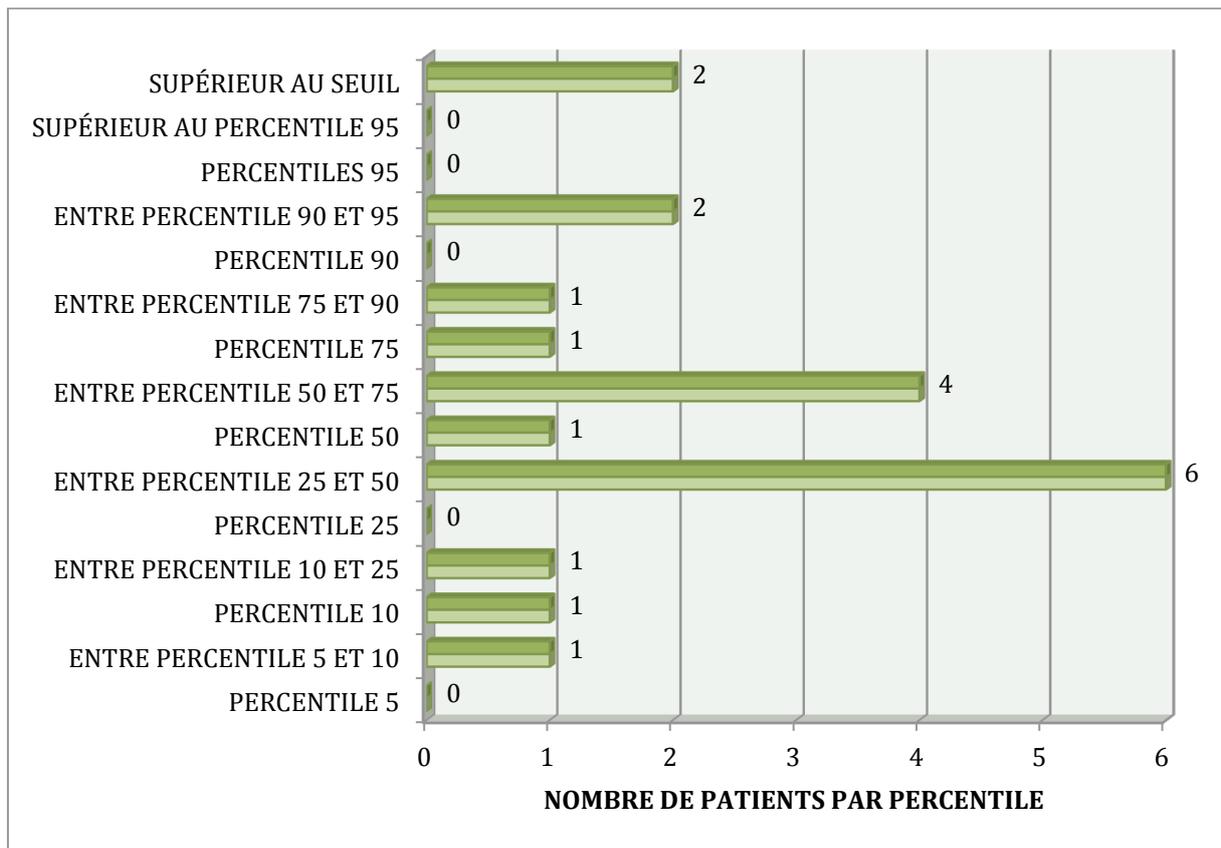
En ce qui concerne le nombre d'erreurs commises, seul un patient a commis une erreur, ce qui n'est pas pathologique.

Les patients acouphéniques sont plutôt dans les 50% de patients les plus lents pour effectuer ce test. Leur capacité attentionnelle serait donc bien en partie impactée par l'acouphène qui peut être perçu comme un distracteur. L'entraînement à la lecture de nos patients et leur capacité à dénommer les couleurs, leurs permettraient de compenser en partie la diminution de leurs capacités attentionnelles.

Même si la majorité des 20 patients testés est dans la norme, nous constatons qu'ils ont des scores plutôt bas.

Ces constatations mettent en évidence que, de façon générale, nos patients ont tendance à être lents pour cette épreuve de lecture. Le faisceau d'arguments en la faveur de notre hypothèse semble se confirmer.

- Troisième sous-test du test de Stroop : Interférence



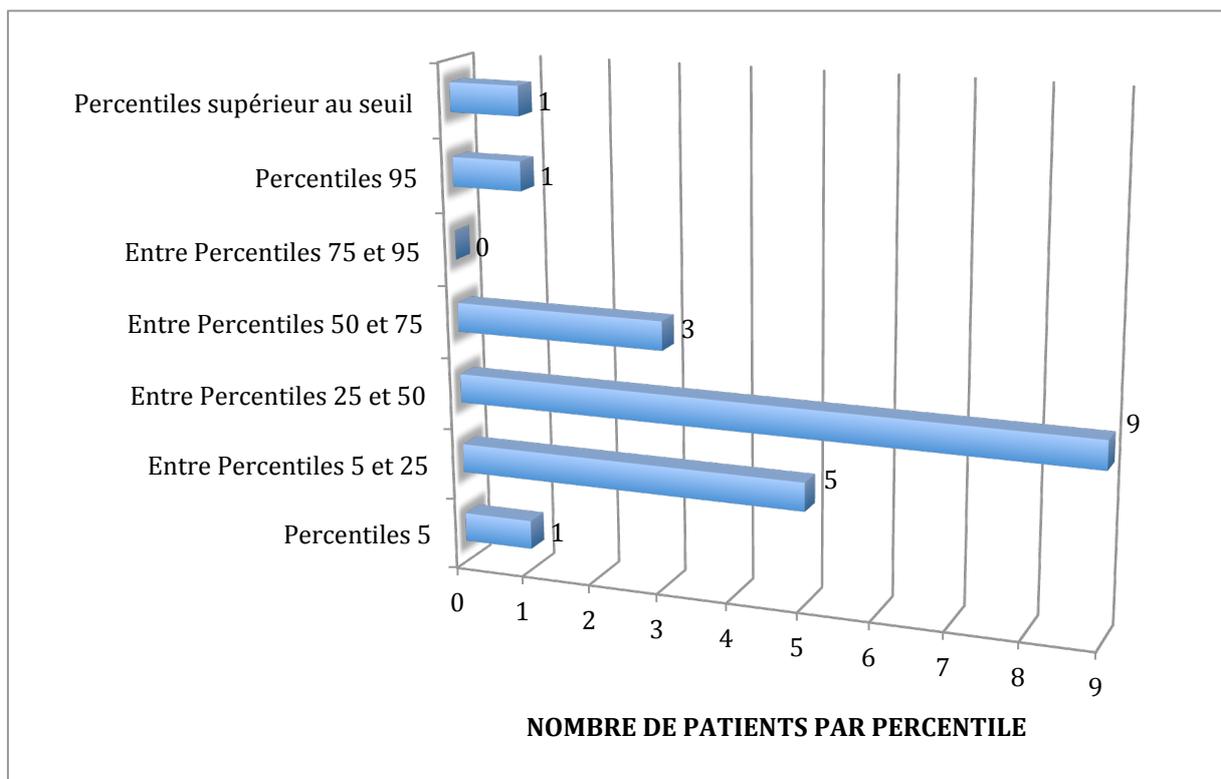
**Figure 30 : Percentiles de la population d'étalonnage en interférence CM1**

L'interférence fait appel à nos capacités d'inhibition et de flexibilité, les patients ne sont ici pas spécialement affectés. Nous pensons que l'hypothèse selon laquelle les patients voient leurs capacités attentionnelles impactées par la présence d'un acouphène non sorti du champ de conscience, reste valide dans la mesure où, selon Van Zomeran et Brouwer, les capacités attentionnelles sont supervisées par le SAS (Système Attentionnel Superviseur). Ce dernier gère l'inhibition et la flexibilité. Nous pouvons donc produire l'hypothèse suivante :

- L'acouphène n'impacte pas le SAS (flexibilité et inhibition),
- L'acouphène impacte l'Attention Sélective.

Pourquoi ? Pour répondre à cette question, il nous faudrait connaître le fonctionnement exact du SAS et des différents types d'attention. En l'état actuel des connaissances, il est difficile de conclure sur la validité de notre théorie.

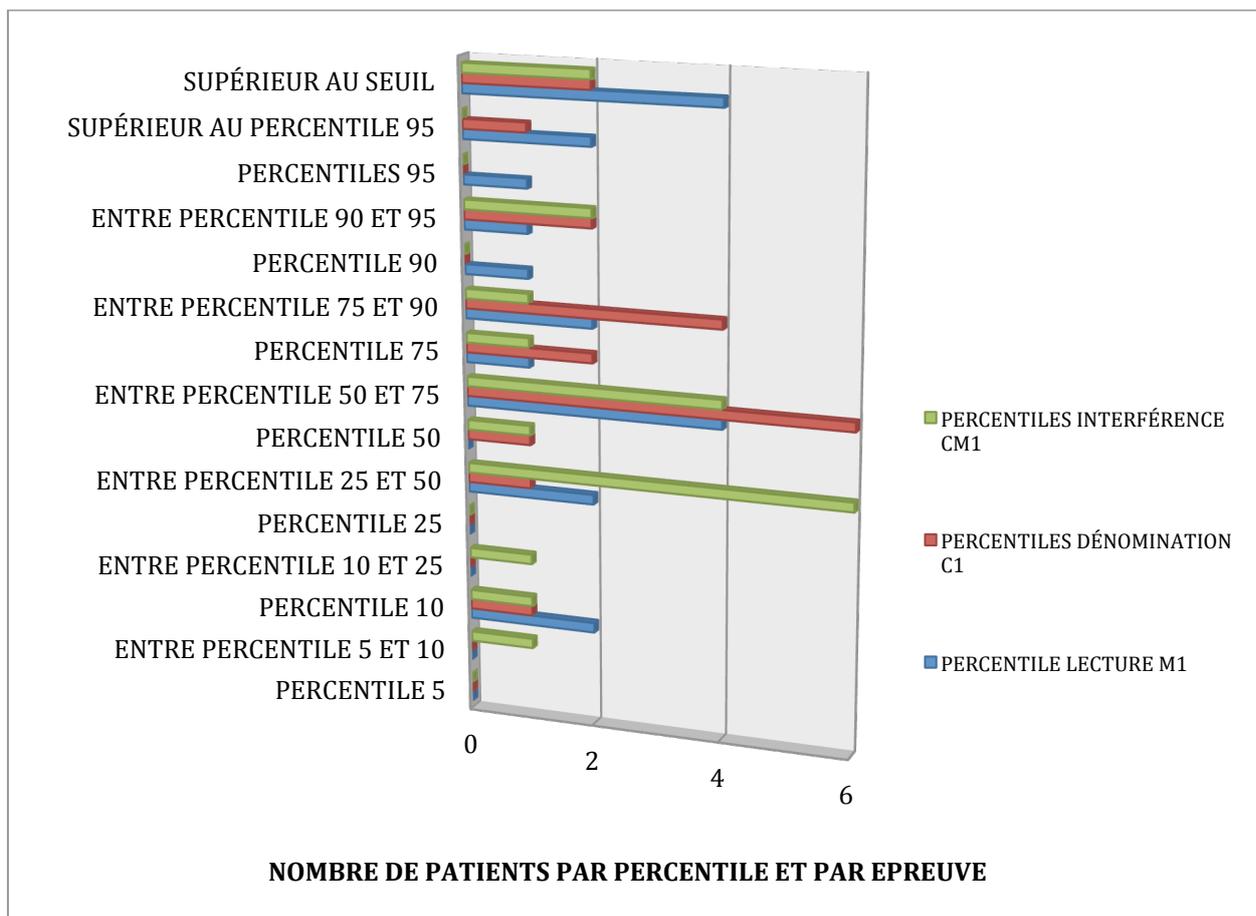
- Score interférence



**Figure 31 : Nombre de patients par percentiles au score interférence 1**

Le score interférence est calculé à partir des résultats dénomination et interférence, il correspond à la différence entre ces deux épreuves du test de Stroop.

Nous pouvons observer que le score d'interférence est plutôt correct, ce qui tend à démontrer que l'ensemble de la capacité attentionnelle sélective est impactée par l'acouphène. Les patients auraient donc bien plus de difficultés pour effectuer les tâches du test de Stroop, mais cette difficulté reste globalement constante sur l'ensemble des épreuves, le score interférence n'en est pas impacté.



**Figure 32 : Positionnement des patients parmi les percentiles de la population en fonction des épreuves**

Ce graphe reprend les différentes observations que nous avons pu faire plus haut. Il présente l’avantage de nous offrir une vision globale des résultats obtenus aux différents sous-tests du test de Stroop.

Pour résumer, nos patients rencontrent des difficultés attentionnelles qui se traduisent par certaines difficultés dans l’exécution du test de Stroop. En particulier sur certains sous-tests, ils sont globalement dans la moyenne basse. Le graphe ci-dessus illustre bien le positionnement des patients. Mis à part le sous-test interférence CM1, la majorité des patients se situe plutôt dans les percentiles élevés. A partir de ces éléments, nous produisons deux hypothèses :

- L’acouphène n’impacte pas le Système Superviseur Attentionnel,
- L’acouphène impacte la capacité d’attention sélective.

### 3.2.8.2.2 Groupe 2

Pour savoir si les différences obtenues sont significatives ou non, nous utiliserons le test de Wilcoxon avec le logiciel de statistique R. Pour ce faire, un intervalle de confiance 5% ( $\alpha = 0,05$ ) est choisi, il s'agit de la valeur couramment employée dans les sciences humaines.

Le test de Wilcoxon nous a semblé le plus approprié dans la mesure où il permet la comparaison de deux échantillons appariés, c'est-à-dire de vérifier si les médianes observées sur notre test et notre re-test sont identiques. Ce test est l'équivalent non paramétrique du test de Student et il est adapté aux petits échantillons ( $5 < n < 30$ ).

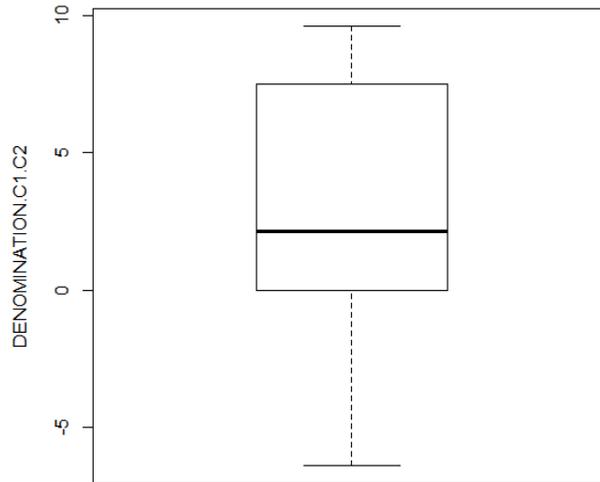
Nous choisissons d'effectuer le test en unilatéral, pour vérifier l'hypothèse suivante : L'échantillon 1 est supérieur à l'échantillon 2.

Il s'agit de rejeter ou d'accepter l'hypothèse  $H_0$  qui implique que les deux échantillons sont identiques. Pour savoir si  $H_0$  est validée ou non, il faut comparer  $\alpha$  à la p-Value obtenue à l'issue du test de Wilcoxon. La p-Value correspond au pourcentage pour lequel la différence entre les deux variables est uniquement le fruit du hasard, si elle est supérieure à  $\alpha$ , alors  $H_0$  est acceptée. Les résultats sont donc estimés comme étant peu significatifs et dus au hasard. Dans le cas contraire,  $H_0$  est refusée, les résultats sont reconnus comme étant significatifs et ne sont donc pas dus au fruit du hasard [96], [97], [98], [99].

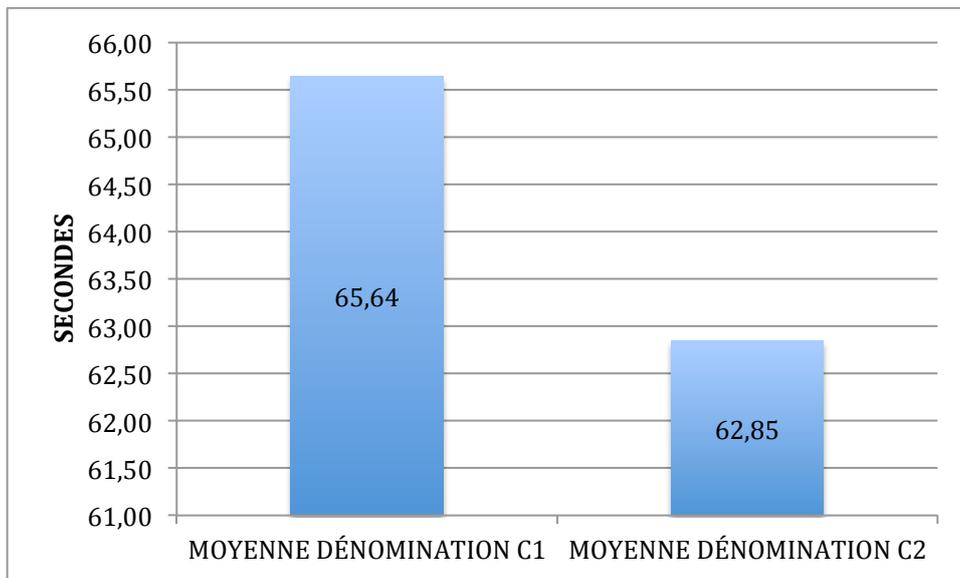
Pour calculer la p-Value de chacun des échantillons que nous voulions comparer, nous avons saisi les valeurs dans le logiciel de statistiques R. Celui-ci nous a permis d'obtenir la valeur de la p-Value et un diagramme de dispersion pour chaque test de comparaison. Nous avons préféré utiliser ce logiciel de statistiques reconnu, plutôt que de faire confiance à n'importe quel site internet proposant une page de calcul effectuant la p-Value. Ainsi, nous sommes assurés de la fiabilité de nos résultats.

- Le Test de Stroop Dénomination

La p-value est de 0,05366. Pour être considérés comme significatifs, les résultats devront être confirmés par une seconde étude avec un échantillon de population plus important. En effet, ramenée en pourcentage, la p-value est de 5,36%. L'intervalle de confiance est de 5%, compte tenu de notre résultat, nous pensons pouvoir considérer ce résultat significatif compte tenu de l'ensemble de faisceau d'arguments en faveur de notre hypothèse.



**Figure 33 : Boîte de dispersion, Test de Wilcoxon, Dénomination C1 et C2**



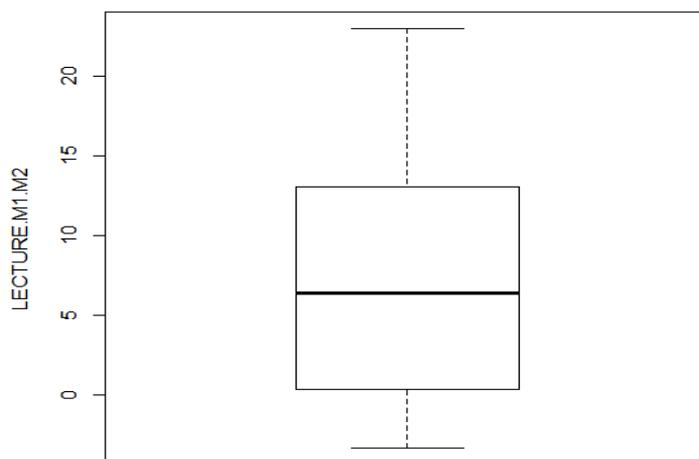
**Figure 34 : Graphique de présentation des résultats moyens pour la dénomination C1 et C2**

Entre les résultats moyens aux tests dénomination C1 et C2, nous constatons une amélioration de 2,8 secondes ( $65,64 \text{ s} - 62,85 \text{ s} = 2,79 \text{ s}$ ).

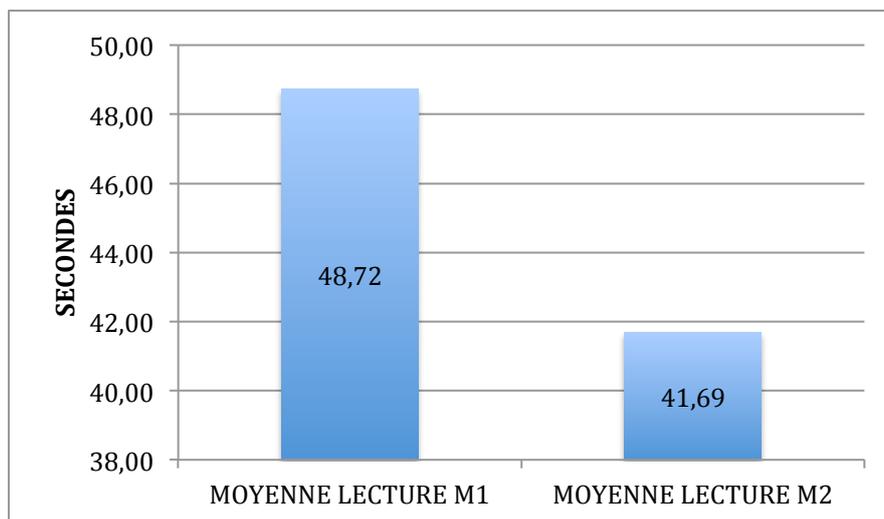
Les patients, entre avant et après prise en charge par la TRT, bénéficient bien d'une amélioration de leurs capacités attentionnelles.

- Le test de Stroop Lecture M

La p-value est de 0,006104, ce test est donc significatif. Les résultats des patients apparaissent significativement meilleurs après une prise en charge par la TRT.



**Figure 35 : Boîte de dispersion, Test de Wilcoxon, Lecture M1 et M2**



**Figure 36 : Graphique de présentation des résultats moyens pour la lecture M1 et M2**

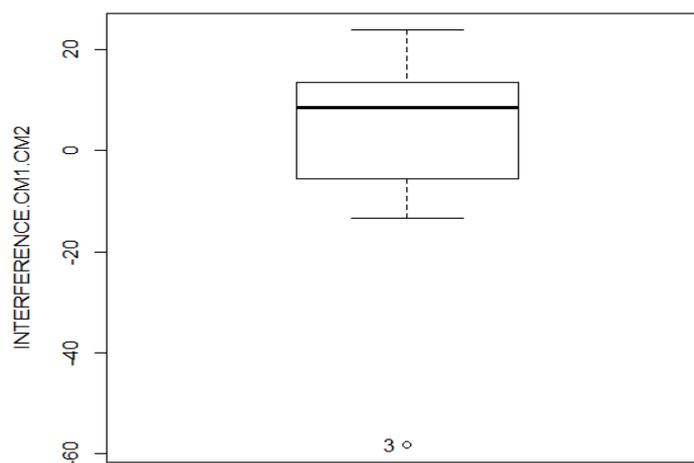
L'amélioration est en moyenne de 7 secondes. Comparativement au sous-test dénomination, l'amélioration est significativement meilleure, ce que nous confirme le test de Wilcoxon.

- Le test de Stroop Interférence :

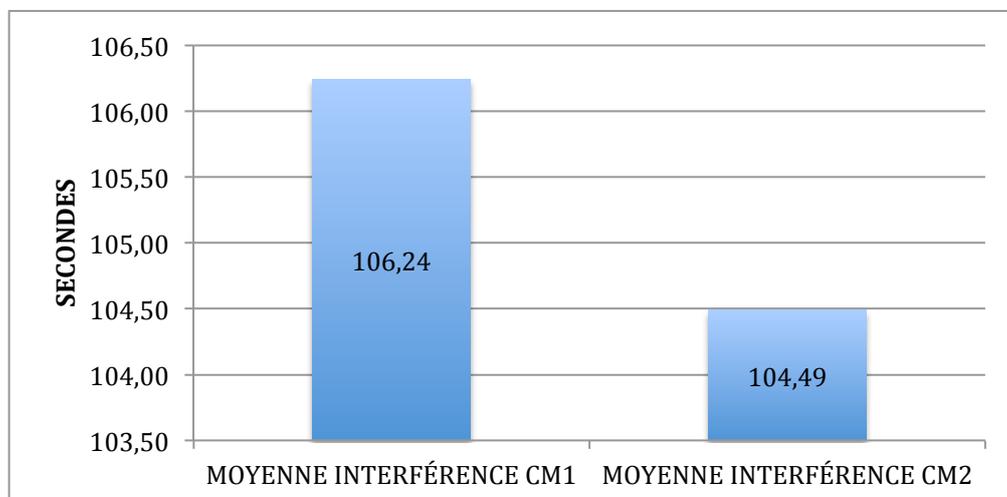
En Interférence, la p-value est de 0,1506. Nous ne pouvons pas ici confirmer que ce test a été significatif.

L'amélioration est de 1,8s entre la passation 1 et 2, cet écart reste trop faible pour être considéré comme significatif. Dans la mesure où les deux premières passations peuvent être considérées comme significatives, il nous semble que notre hypothèse peut être confirmée.

Elle devra cependant bénéficier d'une seconde confirmation avec une population plus étoffée.

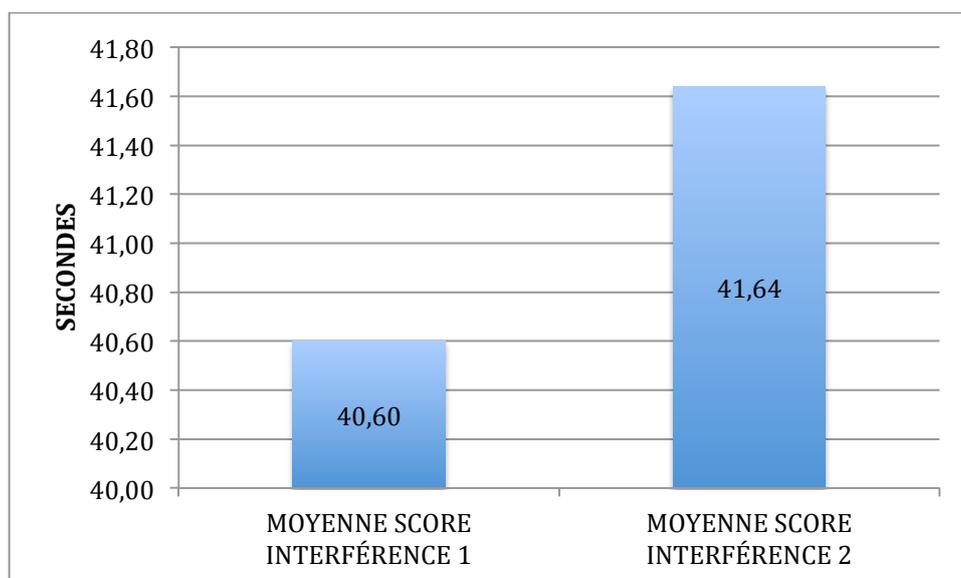


**Figure 37: Boîte de dispersion test de Wilcoxon, test interférence CM1 et CM2**



**Figure 38 : Graphique de présentation des résultats moyens pour l'interférence CM1 et CM2**

- Le Score interférence



**Figure 39 : Moyenne scores interférences 1 et interférence 2**

Ici, nous observons les résultats combinés de deux sous-tests du test de Stroop, à savoir les tests Dénomination et Interférence. La combinaison (différence) de ces deux tests entre la première passation et la seconde montre une dégradation des résultats à 1s.

Le test de Wilcoxon, nous montre que le résultat n'est pas significatif, puisque la p-value est de 0,2593.

Compte tenu des résultats obtenus pour l'interférence avec une p-value de 0,1506, il nous apparaît normal que ce dernier calcul proposé par John Ridley Stroop ne soit pas valide dans notre cas.

Nos patients présentent donc bien une amélioration entre avant et après prise en charge par la TRT de leurs capacités attentionnelles.

## Discussion

Il apparaît, à la lecture de nos résultats, que l'acouphène, à des échelles variées, peut effectivement impacter la capacité attentionnelle de nos patients et que la TRT a un impact positif pour restaurer au moins en partie cette fonction.

En effet, le groupe 1 montre une corrélation entre le THI 1 et le THI 1 attentionnel. Ces résultats nous permettent de confirmer que, subjectivement, les patients se sentent gênés par leur acouphène de façon générale mais aussi d'un point de vue attentionnel.

Lors de la passation du test de Stroop, les patients du groupe 1 ont obtenu des résultats certes non pathologiques, mais plutôt au-delà du percentile 50. Notre population apparaît globalement plus lente pour effectuer le test de Stroop.

Pour le groupe 2, l'intervalle de confiance que nous avons calculé avec le test de Wilcoxon non apparié permet de montrer que l'amélioration entre les passations 1 et 2 du test de Stroop dépend de la prise en charge par la TRT.

Les résultats de notre étude ne permettent cependant pas de conclure de manière catégorique. En effet, notre population réduite ne nous a pas permis d'obtenir des résultats significatifs sur certains sous-tests du test de Stroop. Nous pouvons penser qu'avec une population plus étoffée nos résultats seraient plus probants. L'hypothèse selon laquelle le SAS pourrait ne pas être impacté par l'acouphène semble pertinente mais ne peut être affirmée, en revanche l'attention sélective apparaît significativement impactée.

L'ensemble de nos résultats et ceux des précédentes études valident notre hypothèse. L'acouphène a sans contestation un impact sur nos capacités attentionnelles, un traitement par la TRT permet en partie de restaurer cette capacité.

En réponse à l'étude de Gerhard Andersson, il semble qu'un traitement par la T.R.T. permette une amélioration dans le sous-test dénomination du test de Stroop ( $p$ -value = 0,05336), et également dans le sous-test lecture ( $p$ -value=0,006104). L'hypothèse selon laquelle l'acouphène serait traité après la reconnaissance des couleurs n'est pas confirmée. Il est cependant, compte tenu de notre population et de nos résultats, difficile de la réfuter.

Une nouvelle étude effectuée avec le test de Stroop et un échantillon de population plus important pourrait permettre d'apporter une réponse plus fiable. La sensibilité du test de Stroop aux facteurs externes tels que le bruit, le manque de sommeil ont pu impacter nos résultats.

Une nouvelle étude de nos hypothèses avec le Test WCST (Wisconsin Card Sorting Test), qui évaluerait non plus l'inhibition mais la flexibilité, pourrait apporter un éclairage intéressant sur le lien entre acouphènes et attention.

# Conclusion

Notre objectif est de tenter d'apporter la preuve que l'acouphène pouvait, d'une part, réduire nos capacités attentionnelles et, d'autre part, que la TRT pouvait en partie restaurer cette capacité.

Nous avons, au travers de ce travail de fin d'études, étudié ces deux phénomènes complexes, l'acouphène et l'attention.

L'acouphène proviendrait d'une réorganisation liée à notre plasticité cérébrale (inhibition latérale, plasticité homéostatique, adaptation du gain). Celui-ci, pleinement ancré dans la voie auditive, offre à la fonction attentionnelle un stimulus qui peut donner lieu à un traitement attentionnel.

Si les professionnels des acouphènes s'accordent, d'une part, sur le pouvoir néfaste de l'acouphène et, d'autre part, sur l'effet bénéfique pour le patient d'une prise en charge globale, peu d'études mettent en évidence ces éléments. Seul le Tinnitus Handicap Inventory (THI) permet de mettre en évidence, du point de vue subjectif de nos patients, l'impact de l'acouphène sur leur vie quotidienne et, dans une moindre mesure, sur leurs capacités attentionnelles. Notre objectif au travers de ce travail de fin d'études était d'apporter des éléments objectifs de l'impact de l'acouphène sur les capacités attentionnelles de nos patients en particulier sur l'attention sélective.

Pour objectiver le déficit d'attention chez nos patients acouphéniques, nous avons choisi le test de Stroop. Administré avant et après TRT, il nous a permis de démontrer, d'une part, le déficit attentionnel des patients acouphéniques (groupe 1) en comparaison à la norme et, d'autre part, de démontrer le bénéfice d'une prise en charge globale par TRT (groupe 2).

Si les résultats de l'étude ne sont guère surprenants et vont dans le sens du consensus des professionnels des acouphènes sur la question, il apparaît cependant que l'impact de l'acouphène dans le cadre du test de Stroop semble limité. Nous aurions pu attendre des résultats plus nettement dégradés.

Dans le futur l'utilisation de méthode objective pour mesurer l'attention, le déficit attentionnel ou sa récupération seront certainement d'un grand intérêt. L'attention est un phénomène complexe encore mal connu, mais nos connaissances évoluent régulièrement. Par exemple nous savons aujourd'hui que le fait de focaliser son attention entraîne des modifications sur certaines ondes des potentiels évoqués tardifs : N100, P200, P300. Nous savons également que de nombreux facteurs, comme l'acouphène, modifient les caractéristiques de ces ondes, il en est de même pour l'attention. Nous pouvons penser que la

recherche future sur l'acouphène et l'attention dans le cadre d'un paradigme comme celui du test de Stroop ou du test Wisconsin Card Sorting Test pourrait être complétée par ce type de mesures.

# Bibliographie

- [1] Larousse, «Larousse, définition de l'attention,» [En ligne]. Available: <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/attention/6247>. [Accès le 06 2015].
  
- [2] W. James, *The Principles of Psychology*, New York: HOLT, 1890.
  
- [3] W. B. Pillsbury, *L'attention*, Paris: DOUIN, 1906.
  
- [4] Wikipedia, «Électroencéphalographie,» [En ligne]. Available: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Électroencéphalographie>. [Accès le 08 05 2015].
  
- [5] Wikipedia, «Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle,» [En ligne]. Available: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Imagerie\\_par\\_résonance\\_magnétique\\_fonctionnelle](https://fr.wikipedia.org/wiki/Imagerie_par_résonance_magnétique_fonctionnelle). [Accès le 07 06 2015].
  
- [6] wikipedia, «Magnétoencéphalographie,» [En ligne]. Available: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Magnétoencéphalographie>. [Accès le 14 05 2015].
  
- [7] wikipedia, «Tomographie par émission de positons,» [En ligne]. Available: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Tomographie\\_par\\_émission\\_de\\_positons](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tomographie_par_émission_de_positons). [Accès le 25 04 2015].
  
- [8] C. Cherry, «Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears,» *Journal of the Acoustical Society of America*, 1953.

- [9] A. Bidet-Caulet, «Dynamique cérébrale oscillatoire dans la balance attentionnelle des mécanismes descendants et ascendants,» Chercheuse de l'équipe dynamique Cérébrale et cognition du CNRL, 10 2014. [En ligne]. Available: <http://www.agence-nationale-recherche.fr/?Projet=ANR-14-CE30-0001>.
- [10] D. Broadbent, «Perception and Communication.,» *Pergamon Press*, 1958.
- [11] A. M. Treisman, «Contextual cues in selective listening,» *Journal of Experimental Psychology*, 1960.
- [12] M. I. Posner et S. J. Boies, «Components of attention,» *Psychological review*, 1971.
- [13] D. Deutsch et J. Deutsch, «Attention: Some Theoretical Considerations,» *Psychological Review*, 1963.
- [14] D. Kahneman, «Attention and Effort,» 1973. [En ligne]. Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.398.5285&rep=rep1&type=pdf>. [Accès le 06 2015].
- [15] W. Johnston et S. Heinz, «Flexibility and capacity demands of attention,» *Journal of Experimental Psychology*, 1978.
- [16] M. Posner et Rafal, «Structures and functions of selective attention,» 1987. [En ligne]. Available: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED288903.pdf>. [Accès le 2015].
- [17] B. Forgeot, Intérêt de la remédiation cognitive dans la prise en charge du trouble de déficit de l'attention, Paris: Université Paris 8 - DESS psychologie clinique , 2004.
- [18] M. Leclercq, «<http://pontt.net>,» 17 05 2006. [En ligne]. Available: <http://pontt.net/2006/05/investigationsneuropsychologiques> des

fonctionsattentionnelles/. [Accès le 06 2015].

- [19] D. Norman et T. Shallice, «Attention to Action: Willed and Automatic Control of Behavior,» *La Jolla*, 1980.
- [20] C. Lemoine, *Connaissance d'autrui, enjeu psycho-social*, ROUEN: Université de Rouen Havre, p. 57.
- [21] A. Van Zomeran et W. Brouwer, «Clinical neuropsychology of attention,» *Oxford University Press*, 1994.
- [22] J. François, «Dumas CNRS,» 3 Janvier 2013. [En ligne]. Available: <http://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00760138/document>. [Accès le 2 Juillet 2015].
- [23] N. H. Mackworth, «The breakdown of vigilance during prolonged visual search.,» *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 1, pp. 6-21, 1948.
- [24] E. Sieroff, «Neuropsychologie de l'attention,» Laboratoire de psychologie expérimentale, Université Paris V / CNRS, 2002. [En ligne]. Available: <http://www.resodys.org/IMG/pdf/du-attention12.pdf>.
- [25] W. Schneider, S. T. Dumais et R. M. Shiffrin, «Automatic and control processing and attention,» *Varieties of attention*, pp. 1-27, 1984.
- [26] P. Perruchet, *Les automatismes cognitifs*, éditions Pierre Mardaga,, p. 63.
- [27] P. Azouvi, J. Couillet, M. Leclercq et C. Moroni, *La neuropsychologie de l'attention*, S. d. n. d. l. française, Éd., p. 76.

- [28] S. Censabella, «Le bilan neuropsychologique chez l'enfant,» les Cahiers de la SBLU, 2002. [En ligne]. Available: <http://www.code.ucl.ac.be/sblu/thematique/bilanneuropsychy.htm>. [Accès le 07 2015].
- [29] Larousse Médical, «Définition de l'acouphène,» [En ligne]. Available: <http://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/acouphenes/10929>. [Accès le 28 06 2015].
- [30] B. Monteau, *Cours d'Audiologie : Les acouphènes*, faculté de pharmacie de Nancy, 2012.
- [31] P. Jastreboff, «Tinnitus as a phantom perception: theories and clinical implications,» *Mechanisms of Tinnitus*, 1995.
- [32] P. Lurquin et C. Rempp, *Cours Audioprothèse*, faculté de pharmacie de Nancy , 2013/2015.
- [33] E. Coulon, «Thèse sur l'acouphène,» [En ligne]. Available: <http://emmanuelcoulon.free.fr/plan.htm>.
- [34] [www.cochlea.eu](http://www.cochlea.eu), «Cerveau Auditif,» 2013. [En ligne]. Available: <http://www.cochlea.eu/cerveau-auditif>. [Accès le 15 07 2015].
- [35] J. Kaltenbach, J. Zhang et C. Afman, «Plasticity of spontaneous activity in the dorsal cochlear nucleus after intense sound exposure,» Université de Détroit, 2000. [En ligne]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10962192>.
- [36] S. Kujawa et M. Liberman, «Adding Insult to Injury : Cochlear Nerve Degeneration after « Temporary » Noise-Induced Hearing Loss,» *Journal of neuroscience*, 2010.

- [37] A. Moller, M. Killgard et N. Engineer, «Directing neural plasticity to understand and threat tinnitus,» 2013. [En ligne]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23099209>.
- [38] Kempter et Schaette, «Computational models of neurophysiological correlates of tinnitus,» 2012. [En ligne]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3347476/>.
- [39] N. Weisz, K. Dohrmann, W. Schlee, T. Elbert et T. Hartmann, «Neurofeedback for treating tinnitus,» *Progress in Brain Research*, 2007.
- [40] I. Lorenz, N. Muller, W. Schlee, T. Hartmann et N. Weisz, «Loss of alpha power is related to increased gamma synchronization-A marker of reduced inhibition in tinnitus?,» *Neuroscience*, 2009.
- [41] W. Mühlnickel, T. Elbert, E. Taub et H. Flor, «Reorganization of auditory cortex in tinnitus (plasticity □ magnetic source imaging),» 1998.
- [42] J. Eggermont et L. Roberts, «The neuroscience of tinnitus,» *Neurosciences*, 2004.
- [43] L. E. Roberts, J. Eggermont, D. Caspary, S. E. Shore, J. R. Melcher et J. A. Kaltenbach, «Ringing Ears: The Neuroscience of Tinnitus,» *The Journal of Neuroscience*, 10 11 2010.
- [44] M. Roberts et L. Trussell, «Molecular layer inhibitory interneurons provide feedforward and lateral inhibition in the dorsal cochlear nucleus,» *Journal of neurophysiology*, 2010.
- [45] J. de la Rocha, C. Marchetti, M. Schiff et A. Reyes, «Linking the response properties of cells in auditory cortex with network architecture: cotuning versus lateral inhibition,» 2008. [En ligne]. Available:

<http://www.jneurosci.org/content/28/37/9151.full>.

- [46] G. Turrigiano, R. Kenneth, N. Desai, L. Rutherford et S. Nelson, «Activity-dependent scaling of quantal amplitude in neocortical neurons,» 1998. [En ligne]. Available: <http://www.nature.com/>.
  
- [47] N. Desai, L. Rutherford et G. Turrigiano, «Plasticity in the intrinsic excitability of cortical pyramidal neurons,» 1999. [En ligne]. Available: <http://www.nature.com/neuro/>.
  
- [48] V. Kilman, M. van Rossum et G. Turrigiano, «Activity deprivation reduces miniature IPSC amplitude by decreasing the number of postsynaptic GABA(A) receptors clustered at neocortical synapses,» *The Journal of neuroscience*, 2002.
  
- [49] M. Rannals et J. Kapur, «Homeostatic strengthening of inhibitory synapses is mediated by the accumulation of GABAA receptors.,» *The Journal of Neuroscience*, 2011.
  
- [50] S. Suneja, C. Benson et S. Potashner, «Glycine receptors in adult guinea pig brain stem auditory nuclei: regulation after unilateral cochlear ablation,» *Experimental Neurology*, 1998.
  
- [51] S. Suneja, S. Potashner et C. Benson, «Plastic changes in glycine and GABA release and uptake in adult brain stem auditory nuclei after unilateral middle ear ossicle removal and cochlear ablation.,» *Experimental Neurology*, 1998.
  
- [52] S. Oleskevich et B. Walmsley, «Synaptic transmission in the auditory brainstem of normal and congenitally deaf mice.,» *The Journal of Physiology*, 2002.
  
- [53] C. Vale et D. Sanes, «The effect of bilateral deafness on excitatory and inhibitory synaptic strength in the inferior colliculus.,» *The Journal of Neuroscience*, 2002.

- [54] S. Muly, J. Gross et S. Potashner, «Noise trauma alters D-[3H]aspartate release and AMPA binding in chinchilla cochlear nucleus.,» *the Journal of neuroscience*, 2004.
- [55] C. Vale, J. Juiz, D. Moore et D. Sanes, «Unilateral cochlear ablation produces greater loss of inhibition in the contralateral inferior colliculus.,» *The Journal of Neuroscience*, 2004.
- [56] D. Caspary, T. Schatteman et L. Hughes, «Age-related changes in the inhibitory response properties of dorsal cochlear nucleus output neurons: role of inhibitory inputs.,» *The Journal of Neuroscience*, 2005.
- [57] V. Kotak, S. Fujisawa, F. Lee, O. Karthikeyan, C. Aoki et D. Sanes, «Hearing loss raises excitability in the auditory cortex.,» *The Journal of Neuroscience*, 2005.
- [58] B. Whiting, A. Moiseff et M. Rubio, «Cochlear nucleus neurons redistribute synaptic AMPA and glycine receptors in response to monaural conductive hearing loss.,» *Neuroscience*, 2009.
- [59] B. Wen, G. Wang, I. Dean et B. Delgutte, «Dynamic range adaptation to sound level statistics in the auditory nerve.,» *The Journal of Neuroscience*, 2009.
- [60] I. Dean, N. Harper et D. McAlpine, «Neural population coding of sound level adapts to stimulus statistics.,» *Nature of Neuroscience*, 2005.
- [61] I. Dean, B. Robinson, N. Harper et D. McAlpine, «Rapid neural adaptation to sound level statistics.,» *The Journal of Neuroscience*, 2008.
- [62] I. Van Welie, J. Van Hooft et W. J. Wadman, «Homeostatic scaling of neuronal excitability by synaptic modulation of so-matic hyperpolarization-activated Ih channels.,» 2004.

- [63] P. Campo, *Cour de campo troisième Année 2015*, Nancy: Faculté de Pharmacie - DE d'Audioprothèse, 2015.
- [64] J. Rauschecker, A. Leaver et M. Muhlau, «Tuning out the noise: limbic-auditory interactions in tinnitus.,» *Neuron*, 2010.
- [65] W. Mulders, D. Ding, R. Salvi et D. Robertson, «Relationship between auditory thresholds, central spontaneous activity, and hair cell loss after acoustic trauma.,» *Journal of comparative neurology*, 2011.
- [66] R. Vanrullen, «Une première vague de potentiels d'action, une premier vague idée de la scène visuelle - rôle de l'asynchronie dans le traitement rapide de l'information visuelle,» 2006. [En ligne]. Available: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00078702/document>.
- [67] M. Beltrametti, «Cour STAF,» 22 08 2015. [En ligne]. Available: <http://tecfaetu.unige.ch/staf/staf9597/beltrame/STAF13/conceptSTAF13.html>.
- [68] L. Ward, «Cognition, attention et conscience : la synchronie dans l'esprit,» 07 2010. [En ligne]. Available: <http://lettre-cdf.revues.org/916#tocto1n2>. [Accès le 07 2015].
- [69] Roberts et Eggermont, «Ringing Ears,» 2010. [En ligne].
- [70] J. Lachaux, *Le cerveau attentif*, Odile JACOB, 2011.
- [71] A. Vanmeirhaeghe, «Place actuelle et à venir de l'indépendant sur le marché de l'audioprothèse,» Mémoire de fin d'études D.E. d'audioprothésiste, Faculté de pharmacie de Nancy, 2013.
- [72] C. Nauczyciel, «Acouphènes, dépression et anxiété,» 06 2010. [En ligne]. Available: <http://www.france-acouphenes.org/index.php/actu/conferences/71-acouphenes->

depression-et-anxiete.

- [73] P. Lurquin, M. Real et O. Leleu, «Veille Acouphènes ; Les questionnaires : Revue de littérature,» *Cahiers de l'audition*, pp. 20-23, 2 2013.
- [74] A. Bouletreau, D. Chouanière, P. Wildet et J. Fontana, «Concevoir, traduire et valider un questionnaire à propos d'un exemple EUROQUEST,» [En ligne]. Available: [http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1730/INRS\\_178.pdf?sequence=1](http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1730/INRS_178.pdf?sequence=1).
- [75] V. Ghulyan-Bedikian, «Psychometric properties of a French adaptation of the Tinnitus Handicap Inventory,» 04 07 2015. [En ligne]. Available: [http://www.researchgate.net/profile/Venera\\_GHULYAN-BEDIKIAN/publication/47634349\\_Psychometric\\_properties\\_of\\_a\\_French\\_adaptation\\_of\\_the\\_Tinnitus\\_Handicap\\_Inventory/links/00b7d52af011612b4c000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Venera_GHULYAN-BEDIKIAN/publication/47634349_Psychometric_properties_of_a_French_adaptation_of_the_Tinnitus_Handicap_Inventory/links/00b7d52af011612b4c000000.pdf).
- [76] V. Boiduc, F. Désillets, M. Tardif et T. Leroux, «Validation of a French (Québec) version of the Tinnitus Handicap Inventory.,» *International Journal of Audiology*, pp. 903-909, 2014.
- [77] S. Chéry-Croze, C. Meric et E. Pham, «Tinnitus Handicap Questionnaire,» *The Journal of Otolaryngology*, 1997.
- [78] P. Lurquin, M. Réal et O. Leleu, «Veille acouphènes, B. A. H. I. A. : un nouveau questionnaire poly-paradigmatique. Le nouveau « couteau suisse » de l'audioprothésiste ?,» *Cahiers de l'Audition*, vol. 3, 2013.
- [79] A. Waldburger, *Schématization de l'effet du bruit blanc réglé au point de mélange sur l'acouphène d'après Lurquin P., Cours sur les acouphènes, D.E. d'audioprothésiste de 3ème Année, Nancy, 2013*, 2013.
- [80] P. Jastreboff et J. Hazell, *Tinnitus Retraining Therapy : Implementing the Neurophysiological Model*, Cambridge University Press, 2004.

- [81] H. Selye, *The stress of life*, Paperback Edition, 1978.
- [82] J. Cottraux, *Les thérapies comportementales et cognitives*, Editions Masson, 2011.
- [83] Widex; Starkey; Phonak; Siemens; Hansaton; Oticon; Resound, GN; Bernafon, *Solutions acouphènes : les solutions des fabricants*, 2015.
- [84] T. Shallice, «Specific impairments of planning.,» *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1982.
- [85] M. Faivre-Pierret, «Etalonnage du Wisconsin Card Sorting Test : l'importance des fonctions exécutives dans la pratique psychomotrice,» Université Paul Sabatier, Faculté de médecine Toulouse-Rangueil, 2002. [En ligne]. Available: <http://psychomot.free.fr/mem/pdf/2002-5.pdf>.
- [86] wikipedia, «Wisconsin Card Sorting Test (WCST),» [En ligne]. Available: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Wisconsin\\_card\\_sorting\\_test](https://fr.wikipedia.org/wiki/Wisconsin_card_sorting_test), consultation le 08/08/15.. [Accès le 08 08 2015].
- [87] O. Godefroy et Le GREFEX, *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques*, De Boeck Solal, 2008, pp. 186-187.
- [88] H. Poisant, «Quelques mesures neuropsychologiques de l'attention,» Université du Québec à Montréal, 2003. [En ligne]. Available: <http://www.unites.uqam.ca/tdah/pages/mesures.htm>. [Accès le 08 2015].
- [89] S. Mazza et B. Naegele, *Test d'attention soutenue : PASAT modifié Adaptation française*, Collection : Tests et matériels en orthophonie éd., Solal, Éd., 2004.
- [90] M. Honoré, «Tentative de réalisation d'un test attentionnel chez le patient

acouphénique : étude préliminaire,» Bruxelles, 2011.

- [91] C. Bally et L. Lefort, «Troubles attentionnels chez les patients acouphéniques,» 2014. [En ligne]. Available: <http://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01077426/document>.
- [92] P. Gatignol, J. Bourgeois et F. Corfa, «LAMA,» 2011. [En ligne]. Available: <http://adeprio.com/eurl/?product=lama>. [Accès le 12 07 2015].
- [93] G. Andersson, V. Kaldo et P. Carlbring, «Stroop facilitation in tinnitus patients: An experiment conducted via the World Wide Web,» 03 2005. [En ligne]. Available: [http://www.researchgate.net/profile/Per\\_Carlbring/publication/7994615\\_Stroop\\_facilitation\\_in\\_tinnitus\\_patients\\_An\\_experiment\\_conducted\\_via\\_the\\_World\\_Wide\\_Web/links/02e7e52175653d01dc000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Per_Carlbring/publication/7994615_Stroop_facilitation_in_tinnitus_patients_An_experiment_conducted_via_the_World_Wide_Web/links/02e7e52175653d01dc000000.pdf). [Accès le 06 07 2015].
- [94] M. Vanier et I. d. r. d. M. D. d. s. n. Centre de recherche , «Traumatisme Cranio-Encéphalique, Test de Stroop J.R. Stroop (1935) adaptation de C.J. Golden (1978).,» Centre de recherche Institut de réadaptation de Montréal, Département des sciences neurologiques Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal, École de réadaptation Université de Montréal , Département des sciences de l'exercice Université Concordia, 1991. [En ligne]. Available: [http://www.automobileevaluation.com/stroop-m\\_vanier.pdf](http://www.automobileevaluation.com/stroop-m_vanier.pdf).
- [95] P. Lurquin, M. Bottero et C. Heyde, «Acouphène et attention auditive,» *Cahier de l'audition*, vol. 1, 2010.
- [96] F. Carlier, «Technologue en biologie médicale - statistique,» [En ligne]. Available: <http://francois-carlier.c.la>. [Accès le 15 08 2015].
- [97] Wikilean, «Test de Wilcoxon,» [En ligne]. Available: <http://www.wikilean.com/Articles/Analyse/10-Les-tests-d-hypotheses-18-articles/Test-de-Wilcoxon>. [Accès le 15 08 2015].
- [98] F. Bertrand et M. Maumy, «Tests non paramétriques,» IRMA, Université de Strasbourg, 20 06 2011. [En ligne]. Available: <http://www-irma.u->

strasbg.fr/~fbertran/enseignement/DUS2\_2011/DUS2\_CoursNonPara\_1.pdf. [Accès le 15 08 2015].

- [99] P. Geogin et M. Gouet, «Wilcoxon - Statistiques avec Excel 2000,» 2005. [En ligne]. Available: <http://www.anastats.fr/stats/Telechargement.htm#wilcoxon>. [Accès le 15 08 2015].
- [100] V. Santos Filha et C. Matas, «Late Auditory evoked potentials in individuals with tinnitus.,» 03 2010. [En ligne]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20549090>. [Accès le 22 08 2015].

# Table des Illustrations

Figure 1 : Le modèle des filtres attentionnel de D. Broadbent (1958) [10] .....	6
Figure 2 : Le modèle de Treisman (1960) [11] .....	6
Figure 3 : Le modèle de Kahneman (1973) [14] .....	8
Figure 4 : Le modèle attentionnel de Norman & Shallice (1980) [19].....	9
Figure 5 : Le modèle attentionnel de Posner & Rafal (1987) [16].....	10
Figure 6 : Modèles Attentionnel de Van Zomeran & Brouwer (1994) [21].....	11
Figure 7 : Voie nerveuses auditives [34] .....	22
Figure 8 : Illustration schématique de l'inhibition latérale [38].....	24
Figure 9 : Illustration schématique des modèles de plasticité homéostatique.....	25
Figure 10 : Représentation de la réorganisation des fibres du nerfs auditif en fonction des fréquences [69] .....	29
Figure 11 : Pourcentage de temps consacré aux patients acouphéniques et/ou hyperacousiques dans l'activité générale des audioprothésistes tout venant [71] .....	36
Figure 12 : Pourcentage d'appareillages avec un son générateur de bruit blanc dans l'activité générale des audioprothésistes tout venant [71].....	36
Figure 13 : Schématisation de l'effet du bruit blanc réglé au point de mélange sur l'acouphène [79].....	38
Figure 14 : Schématisation des étapes aboutissant à la perception d'un acouphène d'après le modèle neurophysiologique de P.J. Jastreboff [80].....	40
Figure 15 : Schématisation des étapes aboutissant à l'habituation au signal de l'acouphène d'après le modèle neurophysiologique de P.J. Jastreboff [80].....	40

Figure 16 : Présentation des cartes du WCST [86] .....	46
Figure 17 : Le modèle de Van Zomeran et Brouwer [21] .....	49
Figure 18 : Répartition par genre du Groupe 1.....	62
Figure 19 : Répartition par groupes d'âges du GREFEX dans le Groupe 1.....	63
Figure 20 : Répartition par type d'acouphènes du Groupe 1.....	63
Figure 21 : Répartition par genre du Groupe 2.....	64
Figure 22 : Répartition par groupes d'âges du GREFEX pour le Groupe 2.....	65
Figure 23 : Répartition de la population du Groupe 1 en fonction de leurs résultats au THI et THI Attentionnel .....	66
Figure 24 : Répartition de la population du Groupe 2 en fonction de leur score au THI 1 et 2	67
Figure 25 : Moyenne et pourcentage d'amélioration du THI Groupe 2 .....	67
Figure 26 : Moyenne et pourcentage d'amélioration du THI Attentionnel Groupe 2 .....	68
Figure 27: Répartition de la population du Groupe 1 en fonction de leur score au T.H.I. 1et 2 Attentionnel .....	68
Figure 28 : Positionnement des patients testés parmi les percentiles de la population d'étalonnage en dénomination C1 .....	70
Figure 29 : Positionnement des patients testés parmi les percentiles de la population d'étalonnage pour la Lecture M1 .....	71
Figure 30 : Percentiles de la population d'étalonnage en interférence CM1 .....	72
Figure 31 : Nombre de patients par percentiles au score interférence 1.....	73
Figure 32 : Positionnement des patients parmi les percentiles de la population en fonction des épreuves.....	74

Figure 33 : Boite de dispersion, Test de Wilcoxon, Dénomination C1 et C2 .....	76
Figure 34 : Graphique de présentation des résultats moyen pour la dénomination C1 et C2 ..	76
Figure 35 : Boite de dispersion, Test de Wilcoxon, Lecture M1 et M2 .....	77
Figure 36 : Graphique de présentation des résultats moyens pour la lecture M1 et M2 .....	77
Figure 37: Boite dispersion test de Wilcoxon, test interférence CM1 et CM2 .....	78
Figure 38 : Graphique de présentation des résultats moyens pour l'interférence CM1 et CM278	
Figure 39 : Moyenne scores interférences 1 et interférence 2.....	79

# Table des Tableaux

Tableau 1 : Tableau comparatif des propriétés des processus automatiques vs contrôlés [25] .....	13
Tableau 2 : Etalonnage du GREFEX, pour le test de Stroop, présentation des performances seuil en secondes [87].....	59
Tableau 3 : Table du GREFEX, pour le niveau d'étude des sujets, dans le cadre du test de Stroop [87].....	60

## Table des Annexes

Annexe 1 : Tinnitus Handicap Inventory (T.H.I) Version française .....	101
Annexe 2 : Tinnitus Handicap Inventory (T.H.I) Version quebecoise .....	103
Annexe 3 : B.A.H.I.A .....	105
Annexe 4 : Tableau des percentiles des résultats du test de Stroop (utilisation des temps T100) .....	107
Annexe 5 : Fiche notation du test de Stroop .....	111
Annexe 6 : Feuille test Dénomination .....	112
Annexe 7 : Feuille test Lecture .....	113
Annexe 8 : Feuille test Interférence .....	114

## Annexe 1 : Tinnitus Handicap Inventory (T.H.I) Version française

### INVENTAIRE DU HANDICAP ACOUPHÉNIQUE (THI)

Questionnaire à télécharger  
sur notre site professionnel  
[www.starkeyfrancepro.com](http://www.starkeyfrancepro.com)

Nom du patient : \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

**NOTE :** l'objectif de ce questionnaire est de connaître la nature et l'importance des difficultés que provoquent vos acouphènes. Il est important de répondre à chaque question et de n'en oublier aucune.

1. Avez-vous des problèmes de concentration à cause de vos acouphènes ?	Oui	Parfois	Non
2. La puissance de vos acouphènes rend-elle la compréhension d'autres personnes difficile ?	Oui	Parfois	Non
3. Vos acouphènes vous rendent-ils agressif/ve ?	Oui	Parfois	Non
4. Vos acouphènes sont-ils source de confusion ?	Oui	Parfois	Non
5. Vous sentez-vous désespéré(e) à cause de vos acouphènes ?	Oui	Parfois	Non
6. Vous plaignez-vous souvent de vos acouphènes ?	Oui	Parfois	Non
7. Le soir, avez-vous du mal à trouver le sommeil à cause de vos acouphènes ?	Oui	Parfois	Non
8. Avez-vous la sensation de ne pas pouvoir « échapper » à vos acouphènes ?	Oui	Parfois	Non
9. Vos acouphènes vous empêchent-ils de profiter de vos sorties (au restaurant, au cinéma, etc.) ?	Oui	Parfois	Non
10. Vos acouphènes sont-ils source de frustration ?	Oui	Parfois	Non
11. Vos acouphènes vous donnent-ils l'impression d'être gravement malade ?	Oui	Parfois	Non
12. Vos acouphènes vous donnent-ils l'impression de vous empêcher de profiter de la vie ?	Oui	Parfois	Non
13. Vos acouphènes pèsent-ils sur vos responsabilités professionnelles ou personnelles ?	Oui	Parfois	Non
14. Êtes-vous souvent irritable à cause de vos acouphènes ?	Oui	Parfois	Non
15. Avez-vous du mal à lire à cause de vos acouphènes ?	Oui	Parfois	Non
16. Vos acouphènes vous contrarient-ils ?	Oui	Parfois	Non
17. Pensez-vous que vos acouphènes ont introduit du stress dans vos relations familiales ou amicales ?	Oui	Parfois	Non
18. Avez-vous du mal à vous concentrer sur autre chose que vos acouphènes ?	Oui	Parfois	Non
19. Avez-vous l'impression d'être impuissant(e) face à vos acouphènes ?	Oui	Parfois	Non
20. Vous sentez-vous souvent fatigué(e) à cause de vos acouphènes ?	Oui	Parfois	Non
21. Vous sentez-vous déprimé(e) à cause de vos acouphènes ?	Oui	Parfois	Non
22. Vos acouphènes vous rendent-ils anxieux/se ?	Oui	Parfois	Non
23. Ressentez-vous un sentiment de lassitude face à vos acouphènes ?	Oui	Parfois	Non
24. Vos acouphènes s'aggravent-ils lorsque vous êtes stressé(e) ?	Oui	Parfois	Non
25. Vos acouphènes vous rendent-ils peu sûr(e) de vous ?	Oui	Parfois	Non

#### RÉSULTATS UNIQUEMENT À USAGE CLINIQUE

Total par colonne

x4	x2	x0
	+	+
Score Total		=

Pour interpréter ce résultat, référez-vous à l'échelle d'évaluation de l'impact des acouphènes au verso.

## HISTORIQUE DES ACOUPHÈNES

1. Depuis combien de temps avez-vous des acouphènes ? \_\_\_\_\_
2. Où entendez-vous les acouphènes ?
  - Oreille droite
  - Oreille gauche
  - Dans la tête
  - Les deux oreilles
  - Ailleurs
3. Quand avez-vous entendu vos acouphènes pour la 1<sup>ère</sup> fois ? \_\_\_\_\_
4. Un incident particulier est-il à l'origine de vos acouphènes ?
  - Non
  - Oui, précisez : \_\_\_\_\_
5. Pouvez-vous qualifier vos acouphènes, par exemple sifflement, pulsation, criquets, bourdonnement, etc... \_\_\_\_\_
6. Vos acouphènes sont-ils ? (une seule réponse)
  - Permanents
  - Fluctuants
  - Ne sais pas
7. Avez-vous été exposé au bruit (loisirs et/ou travail) ? Si oui, précisez : \_\_\_\_\_
8. Y a-t-il un moment de la journée où vos acouphènes sont les plus ennuyeux ?
  - Matin
  - Après-midi
  - Soirée
9. Depuis le début de vos acouphènes, avez-vous éprouvé d'autre(s) problème(s) ? (cochez la ou les cases)
  - Perte auditive
  - Vertige
  - Infection de l'oreille
  - Trouble de l'équilibre
  - Pression dans l'oreille
10. Souffrez-vous d'autre(s) trouble(s) :
  - Migraine
  - Vertige
  - Douleur cervicale
  - Syndrome douloureux
  - Problème temporo-mandibulaire
  - Maladie de Ménière
  - Autre problème de santé ou maladie ? Si oui précisez : \_\_\_\_\_
11. Existe-t-il des facteurs qui vous semblent modifier vos acouphènes ? (cochez les cases correspondantes)
  - Stress
  - Médicament
  - Sommeil
  - Période du jour
  - Nourriture
  - Environnement d'écoute
  - Alcool
  - Mouvement du cou ou/et de la tête. (ex : serrer les dents, bouger la mandibule en arrière)
  - La caféine
12. Laquelle de vos activités est la plus perturbée par vos acouphènes ? (une seule réponse) :
  - Sommeil
  - Audition
  - Concentration
  - Bien-être
  - Autre, précisez : \_\_\_\_\_
13. Etes-vous sensible aux sons forts :
  - Oui
  - Non
14. Avez-vous essayé un traitement ou plusieurs ? Si oui, le(s)quel(s) et cela vous a-t-il aidé ? \_\_\_\_\_

### RÉSUMÉ DE L'ÉVALUATION DES ACOUPHÈNES :

Le patient a-t-il une perte auditive : \_\_\_\_\_

Score de l'évaluation de l'impact des acouphènes : \_\_\_\_\_

Une consultation est-elle nécessaire ? \_\_\_\_\_

Recommandation de traitement : \_\_\_\_\_

## ÉCHELLE D'ÉVALUATION DE L'IMPACT DES ACOUPHÈNES

NIVEAU	SCORE	DESCRIPTION
1	0-16	<b>Léger</b> : seulement entendus dans les environnements calmes ; très facilement masqués. Pas d'incidence sur le sommeil et les activités quotidiennes.
2	18-36	<b>Faible</b> : facilement masqués par l'environnement sonore et facilement oubliés pendant les activités quotidiennes. Peuvent parfois troubler le sommeil mais pas les activités.
3	38-56	<b>Moyen</b> : peuvent être perçus même en présence d'un environnement sonore modérément bruyant. Les activités quotidiennes peuvent toujours être exécutées.
4	58-76	<b>Sévère</b> : presque toujours entendus et rarement masqués. Entraîne des perturbations dans le sommeil et peut diminuer la capacité à effectuer les activités quotidiennes. Conséquences néfastes sur les activités calmes.
5	78-100	<b>Catastrophique</b> : toujours entendus, sommeil perturbé, difficultés avec n'importe quelle activité.

McCombe, A., Baguely, D., Coles, R., McKenna, L., McKinney, C. & Windle-Taylor, P. (2001). Guidelines for the grading of tinnitus severity: the results a working group commissioned by the British Association of Otolaryngologists, Head and Neck Surgeons, 999. Clin. Otolaryngol 26, 388-393.

© 2013 Starkey. Tous droits réservés 81055-007 1/13 FORM2612-00-EE-XX

## Annexe 2 : Tinnitus Handicap Inventory (T.H.I) Version québécoise

### MESURE DU HANDICAP RELIÉ AUX ACOUPHÈNES

Le but de cette échelle est d'identifier les problèmes que vous cause votre acouphène. À chaque question, veuillez indiquer votre réponse par OUI, QUELQUEFOIS ou NON. Répondre à toutes les questions.

	OUI	QUELQUEFOIS	NON
1. À cause de votre acouphène, avez-vous de la difficulté à vous concentrer?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. À cause de l'intensité de votre acouphène, avez-vous de la difficulté à entendre ce que dit une personne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Est-ce que votre acouphène vous met en colère?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Est-ce que votre acouphène vous rend confus(e)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Vous sentez-vous désespéré(e) à cause de votre acouphène?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Est-ce que vous vous plaignez beaucoup de votre acouphène?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Avez-vous de la difficulté à vous endormir le soir à cause de votre acouphène?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Avez-vous l'impression que votre acouphène vous envahit, que vous ne pouvez pas y échapper?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Est-ce que votre acouphène vous empêche de profiter d'activités sociales (par exemple, aller au restaurant, aller au cinéma)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Vous sentez-vous frustré(e) à cause de votre acouphène?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Avez-vous l'impression que vous avez une maladie grave à cause de votre acouphène?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Avez-vous de la difficulté à jouir de la vie à cause de votre acouphène?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		OUI	QUELQUEFOIS	NON
13.	Est-ce que votre acouphène vous empêche de faire votre travail ou vos tâches domestiques?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14.	Êtes-vous souvent irritable à cause de votre acouphène?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15.	Avez-vous de la difficulté à lire à cause de votre acouphène?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16.	Est-ce que votre acouphène vous agace?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17.	Sentez-vous que votre acouphène a engendré du stress dans vos relations avec les membres de votre famille et avec vos amis?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18.	Avez-vous de la difficulté à vous concentrer sur autre chose que votre acouphène?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.	Sentez-vous que vous n'avez aucun contrôle sur votre acouphène?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20.	Vous sentez-vous souvent fatigué(e) à cause de votre acouphène?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21.	Vous sentez-vous déprimé(e) à cause de votre acouphène?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22.	Vous sentez-vous anxieux(se) à cause de votre acouphène?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23.	Sentez-vous que vous n'arrivez plus du tout à vivre avec votre acouphène?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24.	Est-ce que votre acouphène empire quand vous êtes stressé(e)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25.	Est-ce que votre acouphène vous rend insécure?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Date : \_\_\_\_\_

#### MESURE DU HANDICAP RELIÉ AUX ACOUPHÈNES

Traduction du Tinnitus Handicap Inventory.

Newman, C., Jacobson, G.P., Spitzer, J.B. 1996.  
Development of the Tinnitus Handicap Inventory.  
*Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 122, 143-148.

Version franco-québécoise validée à l'Institut Raymond-Dewar.

Validation of a French (Québec) version of the Tinnitus Handicap Inventory.  
Bolduc D, Désilets F, Tardif M, Leroux T, *International Journal of Audiology* 2014; 53 (12) : 903-909.

Avec l'aimable autorisation de Craig Newman.



### Annexe 3 : B.A.H.I.A

#### B.A.H.I.A.

NOM : ..... PRENOM :  
..... Date : / /

**1) Indiquez, pour vous, l'importance de chaque problème (entourez la réponse appropriée) :**

	Pas de problème			Problème très important		
Acouphène	0	1	2	3	4	5
Perte d'audition	0	1	2	3	4	5
Sensibilité aux sons	0	1	2	3	4	5
Gêne faciale	0	1	2	3	4	5

**2) Quelle est l'intensité de votre acouphène (cochez une réponse) ?**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
très calme réacteur d'avion

**3) Actuellement, pendant que vous êtes éveillé, quel pourcentage du temps êtes-vous incommodé par votre acouphène ?**

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

**4) Quelle incidence a votre acouphène sur votre vie courante ?**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
pas d'incidence invivable

**5) Quand vous entendez votre acouphène, comment vous ennuie-t-il ?**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
pas du tout extrêmement ennuyé

**6) Actuellement, pendant que vous êtes éveillé, quel pourcentage du temps êtes-vous incommodé par votre surdité ?**

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

**7) Quelle incidence a votre surdité sur votre vie courante ?**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas d'incidence

invivable

**8) Actuellement, pendant que vous êtes éveillé, quel pourcentage du temps êtes-vous incommodé par votre hyperacousie ?**

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

**9) Quelle incidence a votre hyperacousie sur votre vie courante ?**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas d'incidence

invivable

**10) Quand vous entendez un son trop fort, comment vous ennuie-t-il ?**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas du tout

extrêmement ennuyé

**11) Actuellement, pendant que vous êtes éveillé, quel pourcentage du temps êtes-vous incommodé par votre g ne faciale ?**

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

**12) Quelle incidence a votre g ne faciale sur votre vie courante ?**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas d'incidence

invivable

**Annexe 4 : Tableau des percentiles des résultats du test de Stroop (utilisation des temps T100)**

ANNEXES

**Test de Stroop**

temps (sec.) de passation (T 50 premiers items et T total)  
et erreurs non corrigées (ENC) des subtests dénomination  
de carrés colorés, lecture et interférence et calcul des indices  
différentiels subtests interférence moins dénomination ;  
(percentiles, moyenne et écart-type selon l'âge et la scolarité)

Dénomination T 50	5	10	25	50	75	90	95	Moyenne	Ecart-type
<40 ans, niveau 1	19	22	23	26	31	35	42	27	6
<40 ans, niveau 2	20	21	23	27	31	35	38	27	5
<40 ans, niveau 3	19	21	23	26	29	32	35	27	4
40-59 ans, niveau 1	23	24	26	29	32	39	52	30	8
40-59 ans, niveau 2	21	23	26	30	35	39	45	31	6
40-59 ans, niveau 3	19	21	23	26	29	34	37	27	5
≥60 ans, niveau 1	26	26	30	33	40	49	60	36	9
≥60 ans, niveau 2	25	26	29	34	37	45	50	34	8
≥60 ans, niveau 3	24	25	28	30	34	40	43	31	6

Dénomination T 100	5	10	25	50	75	90	95	Moyenne	Ecart-type
<40 ans, niveau 1	43	45	52	58	64	87	120	62	19
<40 ans, niveau 2	42	45	51	57	65	75	81	58	11
<40 ans, niveau 3	43	45	49	56	61	69	76	56	9
40-59 ans, niveau 1	45	52	53	59	68	77	92	62	12
40-59 ans, niveau 2	48	49	57	62	74	85	94	65	13
40-59 ans, niveau 3	41	46	50	55	62	71	74	56	10
≥60 ans, niveau 1	52	55	61	67	81	97	118	74	19
≥60 ans, niveau 2	50	53	60	70	79	90	97	70	14
≥60 ans, niveau 3	49	50	57	62	75	79	87	65	12

Dénomination ENC	5	10	25	50	75	90	95	Moyenne	Ecart-type
<40 ans, niveau 1	0	0	0	0	0	1,1	3,1	0,25	0,84
<40 ans, niveau 2	0	0	0	0	0	1	1,25	0,21	0,48
<40 ans, niveau 3	0	0	0	0	0	0	1	0,05	0,22
40-59 ans, niveau 1	0	0	0	0	0	0	1,3	0,11	0,52
40-59 ans, niveau 2	0	0	0	0	0	0	1	0,09	0,34
40-59 ans, niveau 3	0	0	0	0	0	0	1	0,08	0,27
≥60 ans, niveau 1	0	0	0	0	1	2	2	0,42	0,76
≥60 ans, niveau 2	0	0	0	0	0,25	1	1,25	0,33	0,80
≥60 ans, niveau 3	0	0	0	0	0	0,2	1	0,09	0,29

## ANNEXES

Lecture T 50	5	10	25	50	75	90	95	Moyenne	Ecart-type
<40 ans, niveau 1	15	16	18	21	23	35	39	22	6
<40 ans, niveau 2	13	15	17	19	22	25	31	20	4
<40 ans, niveau 3	15	16	17	19	21	24	25	19	3
40-59 ans, niveau 1	16	17	18	21	25	28	31	22	5
40-59 ans, niveau 2	16	17	20	22	25	31	35	23	5
40-59 ans, niveau 3	16	16	17	19	22	24	26	20	3
≥60 ans, niveau 1	17	18	21	23	26	30	30	24	4
≥60 ans, niveau 2	18	19	21	22	25	28	33	23	4
≥60 ans, niveau 3	16	18	19	22	25	27	33	22	4

Lecture T 100	5	10	25	50	75	90	95	Moyenne	Ecart-type
<40 ans, niveau 1	32	33	38	44	48	70	77	46	12
<40 ans, niveau 2	32	34	37	40	45	52	61	42	8
<40 ans, niveau 3	31	33	35	39	45	48	53	40	6
40-59 ans, niveau 1	34	36	38	44	53	56	62	45	9
40-59 ans, niveau 2	33	35	40	45	50	60	72	46	10
40-59 ans, niveau 3	32	34	36	40	46	49	51	41	6
≥60 ans, niveau 1	35	39	42	48	54	58	58	48	7
≥60 ans, niveau 2	38	40	42	48	50	56	63	47	7
≥60 ans, niveau 3	35	36	40	43	49	52	55	44	6

Lecture ENC	5	10	25	50	75	90	95	Moyenne	Ecart-type
<40 ans, niveau 1	0	0	0	0	0	0,1	1,55	0,11	0,42
<40 ans, niveau 2	0	0	0	0	0	0	1	0,06	0,24
<40 ans, niveau 3	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,10
40-59 ans, niveau 1	0	0	0	0	0	0	0,15	0,03	0,17
40-59 ans, niveau 2	0	0	0	0	0	0	1	0,07	0,32
40-59 ans, niveau 3	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,14
≥60 ans, niveau 1	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
≥60 ans, niveau 2	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,14
≥60 ans, niveau 3	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,13

<b>Interférence T 50</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Ecart-type</b>
<40 ans, niveau 1	31	36	42	51	60	72	84	52	14
<40 ans, niveau 2	29	34	40	46	58	66	71	48	12
<40 ans, niveau 3	33	35	39	44	50	61	65	46	9
40-59 ans, niveau 1	39	43	51	57	66	71	88	59	13
40-59 ans, niveau 2	40	42	49	57	67	76	89	59	14
40-59 ans, niveau 3	38	40	45	49	57	66	70	51	10
≥60 ans, niveau 1	53	57	65	81	111	155	163	91	33
≥60 ans, niveau 2	45	47	58	66	79	88	100	70	20
≥60 ans, niveau 3	42	44	49	59	74	91	113	64	19

<b>Interférence T 100</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Ecart-type</b>
<40 ans, niveau 1	59	69	87	104	124	147	162	106	27
<40 ans, niveau 2	62	73	80	95	112	130	164	100	31
<40 ans, niveau 3	68	71	80	90	100	123	128	92	18
40-59 ans, niveau 1	85	89	97	118	125	139	193	117	27
40-59 ans, niveau 2	82	87	95	113	143	151	167	118	27
40-59 ans, niveau 3	63	78	89	97	115	125	150	103	25
≥60 ans, niveau 1	103	110	127	171	199	284	345	178	64
≥60 ans, niveau 2	90	97	110	131	163	179	197	138	35
≥60 ans, niveau 3	87	89	97	113	140	179	191	123	32

<b>Interférence ENC</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Ecart-type</b>
<40 ans, niveau 1	0	0	0	0	1	2,1	5,2	0,64	1,45
<40 ans, niveau 2	0	0	0	0	1	2	3	0,47	0,90
<40 ans, niveau 3	0	0	0	0	0	1	1	0,26	0,55
40-59 ans, niveau 1	0	0	0	0	0	1	2,45	0,36	0,93
40-59 ans, niveau 2	0	0	0	0	1	1,2	2,1	0,40	0,82
40-59 ans, niveau 3	0	0	0	0	0,5	1	2	0,34	0,68
≥60 ans, niveau 1	0	0	0	1	4	4,6	7,4	1,81	2,40
≥60 ans, niveau 2	0	0	0	0	1	2	2	0,87	3,41
≥60 ans, niveau 3	0	0	0	0	1	1	2	0,42	0,65

Interférence-Dénomination T	5	10	25	50	75	90	95	Moyenne	Ecart-type
<40 ans, niveau 1	12	20	26	41	52	76	105	44	24
<40 ans, niveau 2	19	22	31	39	53	70	77	41	24
<40 ans, niveau 3	12	19	25	34	44	56	62	36	14
40-59 ans, niveau 1	19	27	37	55	69	79	104	55	21
40-59 ans, niveau 2	8	25	37	46	66	74	84	53	18
40-59 ans, niveau 3	17	23	31	42	58	65	83	46	22
≥60 ans, niveau 1	24	46	55	83	118	174	245	105	54
≥60 ans, niveau 2	21	35	46	68	93	121	151	68	29
≥60 ans, niveau 3	28	31	41	51	76	107	131	58	25

Interférence-Dénomination ENC	5	10	25	50	75	90	95	Moyenne	Ecart-type
<40 ans, niveau 1	-0,55	0	0	0	0	1	4,3	0,39	1,37
<40 ans, niveau 2	-1,25	-0,5	0	0	0,25	2	2,25	0,26	0,93
<40 ans, niveau 3	0	0	0	0	0	1	1	0,21	0,58
40-59 ans, niveau 1	-1,15	0	0	0	0	1	2,45	0,25	1,02
40-59 ans, niveau 2	-1	0	0	0	0	1,2	2,1	0,32	0,87
40-59 ans, niveau 3	-1	0	0	0	0,5	1	2	0,26	0,76
≥60 ans, niveau 1	-1	-0,6	0	0	3	4	7,4	1,40	2,48
≥60 ans, niveau 2	-1,25	-1	0	0	0,25	1,5	2	0,54	3,51
≥60 ans, niveau 3	-1	0	0	0	1	1	1,1	0,33	0,72

## Annexe 5 : Fiche notation du test de Stroop

COTATION

### Batterie GREFEX

Nom du patient : ..... Date : .....

#### Test de Stroop

Dénomination	ESSAI :	vert	rouge	bleu	vert	rouge	bleu	rouge	vert	bleu	rouge
	.....	rouge	bleu	vert	rouge	bleu	rouge	vert	rouge	vert	bleu
	.....	rouge	bleu	vert	bleu	rouge	vert	rouge	bleu	vert	rouge
	.....	rouge	vert	bleu	rouge	vert	rouge	bleu	vert	rouge	vert
	.....	vert	rouge	bleu	vert	bleu	vert	rouge	bleu	bleu	rouge
	.....	rouge	vert	bleu	vert	rouge	vert	bleu	rouge	bleu	vert
	.....	bleu	vert	bleu	rouge	bleu	rouge	vert	bleu	rouge	vert
	.....	vert	rouge	bleu	rouge	vert	bleu	rouge	rouge	vert	bleu
	.....	bleu	rouge	bleu	vert	rouge	bleu	vert	rouge	bleu	rouge
	.....	vert	bleu	vert	bleu	rouge	vert	rouge	bleu	vert	rouge
	.....	bleu	rouge	bleu	vert	rouge	bleu	vert	rouge	bleu	rouge
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Temps intermédiaire : ..... sec.

Dénomination : Temps (en sec.) : ..... Erreurs corrigées : ..... Erreurs non corrigées : .....

Lecture	ESSAI :	vert	bleu	rouge	rouge	vert	bleu	vert	rouge	vert	bleu
	.....	rouge	bleu	rouge	vert	bleu	rouge	vert	bleu	rouge	bleu
	.....	rouge	vert	bleu	rouge	vert	rouge	bleu	vert	bleu	vert
	.....	rouge	bleu	rouge	vert	bleu	rouge	vert	bleu	rouge	bleu
	.....	bleu	vert	rouge	rouge	bleu	vert	rouge	bleu	rouge	vert
	.....	vert	rouge	bleu	vert	rouge	bleu	rouge	bleu	vert	bleu
	.....	vert	bleu	rouge	bleu	vert	rouge	vert	bleu	vert	rouge
	.....	rouge	bleu	bleu	rouge	vert	bleu	vert	bleu	rouge	vert
	.....	vert	rouge	vert	bleu	rouge	vert	rouge	bleu	vert	rouge
	.....	rouge	vert	bleu	rouge	vert	rouge	bleu	vert	bleu	rouge
	.....	bleu	vert	rouge	vert	rouge	bleu	rouge	vert	bleu	rouge
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Temps intermédiaire : ..... sec.

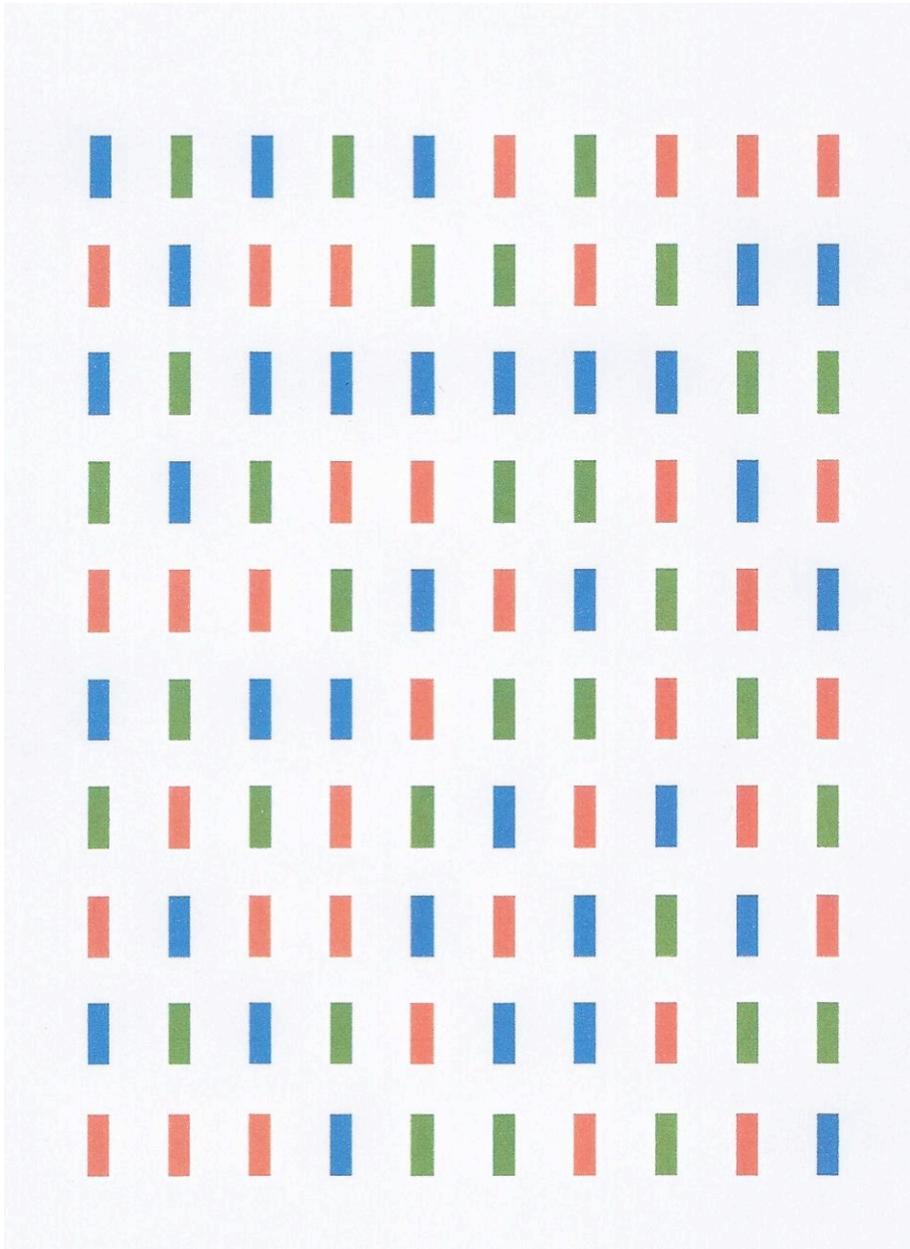
Lecture : Temps (en sec.) : ..... Erreurs corrigées : ..... Erreurs non corrigées : .....

Interférence	ESSAI :	vert	bleu	rouge	bleu	vert	rouge	vert	bleu	bleu	rouge
	.....	bleu	vert	bleu	bleu	rouge	vert	rouge	bleu	vert	rouge
	.....	vert	rouge	bleu	vert	bleu	rouge	vert	rouge	bleu	vert
	.....	bleu	rouge	vert	bleu	rouge	vert	rouge	bleu	vert	rouge
	.....	bleu	vert	rouge	bleu	rouge	bleu	vert	rouge	vert	bleu
	.....	bleu	rouge	vert	bleu	vert	rouge	vert	bleu	vert	bleu
	.....	rouge	bleu	vert	bleu	rouge	vert	rouge	vert	bleu	rouge
	.....	rouge	bleu	rouge	vert	rouge	vert	bleu	vert	rouge	vert
	.....	rouge	bleu	rouge	bleu	vert	rouge	bleu	vert	rouge	bleu
	.....	bleu	vert	bleu	rouge	bleu	rouge	bleu	vert	rouge	vert
	.....	rouge	bleu	vert	rouge	bleu	vert	bleu	vert	rouge	vert
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Temps intermédiaire : ..... sec.

Interférence : Temps (en sec.) : ..... Erreurs corrigées : ..... Erreurs non corrigées : .....

**Annexe 6 : Feuille test Dénomination**



## Annexe 7 : Feuille test Lecture

ROUGE BLEU ROUGE VERT BLEU ROUGE VERT BLEU ROUGE BLEU  
ROUGE VERT BLEU ROUGE VERT ROUGE BLEU VERT BLEU VERT  
ROUGE BLEU ROUGE VERT BLEU ROUGE VERT BLEU ROUGE BLEU  
BLEU VERT ROUGE ROUGE BLEU VERT ROUGE BLEU ROUGE VERT  
VERT ROUGE BLEU VERT ROUGE BLEU ROUGE BLEU VERT BLEU  
VERT BLEU ROUGE BLEU VERT ROUGE VERT BLEU VERT ROUGE  
ROUGE BLEU BLEU ROUGE VERT BLEU VERT BLEU ROUGE VERT  
VERT ROUGE VERT BLEU ROUGE VERT ROUGE BLEU VERT ROUGE  
ROUGE VERT BLEU ROUGE VERT ROUGE BLEU VERT BLEU ROUGE  
BLEU VERT ROUGE VERT ROUGE BLEU ROUGE VERT BLEU ROUGE

### Annexe 8 : Feuille test Interférence

ROUGE BLEU VERT ROUGE BLEU ROUGE VERT VERT BLEU BLEU  
ROUGE BLEU VERT BLEU ROUGE VERT ROUGE BLEU VERT ROUGE  
ROUGE VERT BLEU ROUGE VERT ROUGE BLEU VERT ROUGE VERT  
VERT ROUGE BLEU VERT BLEU VERT ROUGE BLEU BLEU ROUGE  
ROUGE VERT BLEU VERT ROUGE VERT BLEU ROUGE BLEU VERT  
BLEU VERT BLEU ROUGE BLEU ROUGE VERT BLEU ROUGE VERT  
VERT ROUGE BLEU ROUGE VERT BLEU ROUGE ROUGE VERT BLEU  
BLEU ROUGE BLEU VERT ROUGE BLEU VERT ROUGE BLEU ROUGE  
VERT BLEU VERT BLEU ROUGE VERT ROUGE BLEU VERT ROUGE  
BLEU ROUGE BLEU VERT ROUGE BLEU VERT ROUGE BLEU ROUGE

## **Résumé:**

Ce mémoire a pour objet l'impact de l'acouphène sur les capacités d'attention avant et après prise en charge par T.R.T avec le Test de Stroop.

Dans une première partie, nous définissons l'attention, les modèles attentionnels développés par les chercheurs en neuroscience et psychologie cognitive et enfin les différents types d'attention comme l'attention alerte, l'attention soutenue, l'attention sélective...

Ce mémoire ayant pour objet l'étude de l'acouphène, nous définirons l'acouphène, sa genèse, et quelques une des études les plus récentes sur l'acouphène.

Les effets de la prise en charge par T.R.T étant l'objet de cette étude, vous trouverez une explication complète de cette méthode de prise en charge.

Dans la seconde partie, nous abordons notre étude en tant que telle, cette étude apporte un éclairage sur l'amélioration des capacités attentionnelles des patients entre avant et après prise en charge par T.R.T.

Cette étude est composée de deux groupes de patients, le premier groupe est comparé à des patients sains et le second groupe est comparé à lui-même (avant puis après T.R.T.).

Il ressort de cette étude, que les patients acouphéniques sont bien victimes d'une diminution de leurs capacités attentionnelles. Cette diminution n'est pour autant pas pathologique.

**Mots Clefs :** Acouphène, Attention, Test de Stroop, Tâche émotionnelle de Stroop, Modèle de Van Zomeren et Brouwer, Modèle de Kahneman, Tinnitus Retraining Therapy (T.R.T.), Audioprothèse, Aides-auditives, Counselling, Bruit blanc, Inhibition Latérale, Plasticité Homéostatique, Adaptation du gain.