



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

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.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITE DE LORRAINE

FACULTE DE PHARMACIE

Les drogues numériques et ondes binaurales : I-Doser, phénomène de mode ou réel danger ?

Mémoire en vue de l'obtention du

Diplôme d'Etat d'Audioprothésiste

Introduction

A la recherche d'un sujet de mémoire se détachant un peu de l'audioprothèse conventionnelle, je parcourais des sites dédiés à l'audition, la musique et l'audioprothèse. C'est alors que je rencontrai à plusieurs reprises une publicité aussi attrayante que mystérieuse : I-doser, le logiciel des drogues numériques. En m'intéressant de plus près à ce logiciel, j'ai vite compris son fonctionnement et vu qu'il y avait matière à découvrir, notamment sur la théorie des ondes binaurales qui m'était jusque-là presque inconnue. Cette théorie se révélait alors intéressante et prometteuse, non pas sur le plan du divertissement, sur lequel repose I-doser, mais plutôt d'un point de vue thérapeutique ; notamment pour les personnes acouphéniques.

Appelées « e-drugs » aux Etats-Unis, les « drogues numériques » reposent sur un phénomène découvert il y a près de deux siècles : le battement binaural. Déjà bien connu outre-Atlantique, ce phénomène a débarqué en France l'été dernier (2011). Ces fichiers musicaux téléchargeables sur la Toile sont un mélange de fréquences sonores d'une durée comprise entre quinze et trente minutes. Ces battements binauraux font office de « doses », ils émettent dans chaque oreille deux sons semblables avec une fréquence différente mais très proches et sont censés altérer les ondes du cerveau. Alors, info ou intox ? Peut-on utiliser ce phénomène à d'autres fins plus utiles ?

Partie I : Les battements binauraux, historique et principe physique

1) Définition

La théorie du battement binaural (ou son binaural) repose sur cette méthode :

« Deux sons de fréquence voisine se combinent en champ libre pour donner un son plus complexe dont l'amplitude varie au rythme correspondant à leur différence en fréquences. Ce phénomène est également perçu si chacun des deux sons n'est adressé qu'à une des deux oreilles : c'est alors notre système nerveux qui les combine pour réaliser le battement ! On adresse un son à une oreille et un son de fréquence légèrement décalée à l'autre. »[5]

Cet effet a été découvert en 1839 par Heinrich Wilhelm Dove.

La méthode est la suivante : un son mono spécifique est diffusé dans une oreille (par exemple un son pur à 313 Hz) et ce même son est diffusé simultanément dans l'autre oreille mais cette fois à 323Hz. Le cerveau traite alors les signaux sonores, les analyse et les combine en un troisième son correspondant à 10 Hz, c'est-à-dire la différence en fréquence des deux signaux d'origine.

Un battement binaural sera perçu si et seulement si la fréquence des signaux sonores diffusés dans chacune des oreilles est inférieure à environ 1 000 à 1 500 Hz. Cependant, si la fréquence résultante de la différence de la hauteur des deux sons d'origine est supérieure à environ 30 Hz, aucun battement ne sera perçu. Dès lors, le battement binaural est inefficace. [1]

Grâce à un entraînement d'écoute de ce genre de sons, le cerveau peut se mettre à fonctionner sur le même rythme que le son binaural et nous verrons par la suite les effets d'un tel exercice (relaxation, créativité etc.) (cf. § III 2) c)).

L'intérêt des battements binauraux est double. Premièrement, il peut aider au diagnostic les neurophysiologistes dans le travail sur le sens de l'ouïe. Deuxièmement, les battements binauraux pourraient influencer le cerveau de manière plus subtile, par le biais de l'entraînement de la pensée et pourraient être utilisés pour la relaxation ou d'autres bienfaits pour la santé (faits encore non-

prouvés scientifiquement). En effet, en utilisant des combinaisons précises de pulsation des ondes sonores, ils peuvent produire des modèles d'ondes cérébrales dans le cerveau, celles-ci traduisant divers états chez les personnes (relaxation, créativité, pensée etc....). [4]

2) Historique

Heinrich Wilhelm Dove découvrit les battements binauraux en 1839. Des recherches ont suivi, mais le sujet est resté une sorte de curiosité scientifique pendant 134 ans. En témoigne la publication de l'article de Gerald Oster intitulé « Auditory Beats in the Brain » (Scientific American, 1973) [40]. Ce dernier a identifié et rassemblé les îlots de recherche appropriée depuis Dove, offrant un aperçu global des recherches sur les battements binauraux.

Plus précisément, il a vu les battements binauraux comme un outil puissant pour la recherche cognitive et neurologique. Il aborda des questions relatives à la localisation des sons par les animaux dans leur environnement tridimensionnel, et leur capacité remarquable à choisir et se concentrer sur des sons spécifiques lors d'un brouhaha (connu comme l'effet cocktail party) [13].

Oster considère aussi que les battements binauraux sont un outil de diagnostic médical potentiellement utile non seulement pour trouver et évaluer des déficiences auditives, mais aussi pour des fonctions neurologiques plus générales (les battements binauraux impliquent différentes voies neurologiques de traitement auditif ordinaire). Par exemple, Oster a constaté que plusieurs de ses sujets incapables de percevoir les battements binauraux souffraient de la maladie de Parkinson. Dans un cas particulier, Oster a été en mesure de suivre le sujet pendant une semaine de traitement de cette pathologie. Au départ, le malade ne percevait pas les battements binauraux. Après seulement une semaine de traitement, il recouvra cette capacité.

En 1950, Gray WALTER découvre l'« effet photique », c'est-à-dire que le cerveau réagit et répond aux stimulations sonores et lumineuses pour adapter ses ondes cérébrales en conséquence [12].

En 1960, les battements binauraux ont commencé à devenir un outil pour le milieu médical. Bernard MARGOLIS a publié un article sur les battements binauraux utilisés pendant les opérations dentaires. Ceux-ci permettaient alors de diminuer les doses d'anesthésie favorisant moins de bâillonnements, moins de saignements et une réduction générale de l'anxiété.

3) Principe physique

a) Rappel acoustique : Phénomène de battement

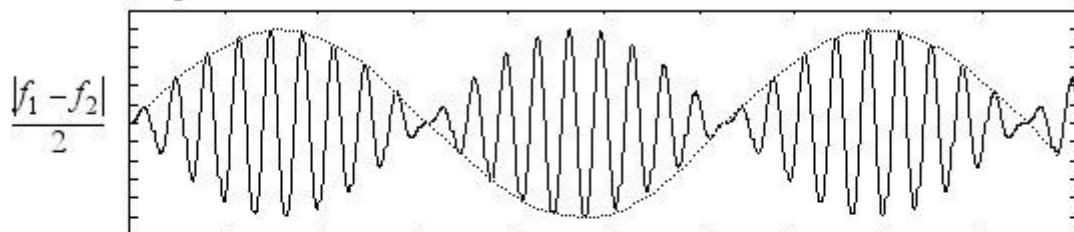
- Étude du battement

En physique, la superposition de deux ondes de fréquence, de nombre d'onde ou de phases différentes donne lieu au phénomène de battement. En acoustique musicale par exemple, le battement est une perception sonore due au mélange de deux sons de fréquences fondamentales voisines et/ou d'harmoniques voisins. Lorsque deux sons sont de fréquences f_1 et f_2 très proches (donc de hauteurs voisines), l'oreille perçoit une pulsation lente dont la fréquence est la différence $f_1 - f_2$ en valeur absolue soit $|f_1 - f_2|$.

- Psycho-acoustique du battement

En effet, l'écoute d'une combinaison de deux sons de fréquences suffisamment proches pour qu'on entende un battement montre que la fréquence de ce battement est la différence de fréquence des deux sons (et non la demi-différence).

mathématiquement



perceptivement

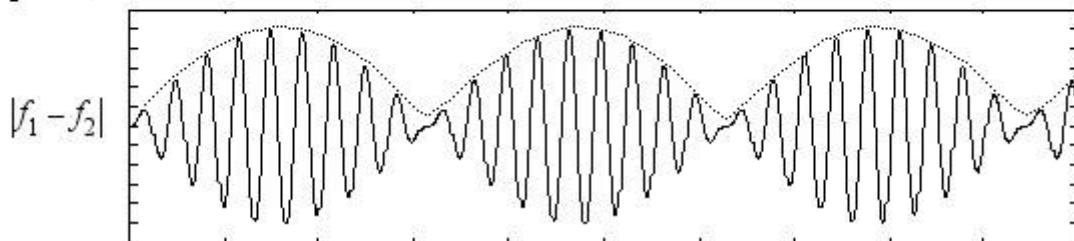


Figure 1 : Représentation graphique du phénomène de battement

L'oreille humaine, en effet, perçoit des écarts d'intensité sonore de moins de 10% et est capable de différencier plusieurs milliers de fréquences sonores.

Exemple : somme d'un « la » avec un « presque-la » :

En additionnant un signal correspondant à un « la » à une fréquence de 440 Hz et un autre à une fréquence presque identique de 443 Hz, on obtient un signal à 441,5 Hz. L'enveloppe du battement obtenu a une fréquence de 1,5 Hz avec un phénomène de battement non pas de 1,5 mais de 3 Hz. Le battement binaural perçu est bien de 3 Hz.

- Limites du phénomène des battements :

Les règles de combinaison de deux ondes sinusoïdales sont valables quelles que soient les fréquences de chacune d'elles. Elles ne produisent un battement audible que si :

- l'intensité sonore des deux composantes est approximativement égale, de sorte que l'une ne masque pas l'autre,
- le battement n'est pas trop lent (une période supérieure à 5 secondes ne s'entend pas),
- le battement n'est pas trop rapide (lorsque sa fréquence croît, on finit par percevoir les deux composantes).

Quand on ne perçoit pas de battement, on se trouve dans le cas plus général d'un son résultant.

b) Calculs et démonstrations

Voici la démonstration de la sommation de deux sinusoïdes de même amplitude :

Soit un signal composé de la somme de deux signaux sinusoïdaux :

$$s(t) = \sin(\omega_1 t + \phi_1) + \sin(\omega_2 t + \phi_2)$$

La pulsation ω , égale à $2\pi \times$ fréquence, est la caractéristique de chacune des composantes. On sait (voir trigonométrie) que :

$$\sin p + \sin q = 2\sin((p+q)/2).\cos((p - q)/2)$$

Et donc :

$$\begin{aligned} s(t) &= \sin(\omega_1 t + \phi_1) + \sin(\omega_2 t + \phi_2) \\ &= 2\sin(((\omega_1 + \omega_2)t)/2 + (\phi_1 + \phi_2)/2).\cos(((\omega_1 - \omega_2)t)/2 + (\phi_1 - \phi_2)/2) \end{aligned}$$

Si l'on pose :

$\omega_m = (\omega_1 + \omega_2)/2$	la moyenne des pulsations
$\omega_d = (\omega_1 - \omega_2)/2$	la demi-différence des pulsations
$\Phi_m = (\phi_1 + \phi_2)/2$	la moyennes des phases
$\Phi_d = (\phi_1 - \phi_2)/2$	la demi-différence des phases

Alors on obtient :

$$\begin{aligned} s(t) &= \sin(\omega_1 t + \phi_1) + \sin(\omega_2 t + \phi_2) \\ &= 2\sin(\omega_m t + \Phi_m).\cos(\omega_d t + \Phi_d) \end{aligned}$$

Soit en toutes lettres :

La somme de deux sinusoïdes équivaut à une sinusoïde de fréquence égale à la moyenne de leurs fréquences, multipliée par une sinusoïde de fréquence égale à la demi-différence de leurs fréquences.

Ce signal n'est périodique que si les fréquences sont des multiples d'une même fréquence fondamentale par des nombres entiers.

En ce qui concerne la sommation de deux sinusoïdes d'amplitudes différentes, voici la démonstration :

Si maintenant les deux sinusoïdes n'ont pas la même amplitude on a :

$$s(t) = \alpha \sin (\omega_1 t + \phi_1) + \beta \sin (\omega_2 t + \phi_2)$$

Avec les mêmes relations que précédemment, on a :

$$\begin{aligned} s(t) &= \alpha \sin (\omega_1 t + \phi_1) + \beta \sin (\omega_2 t + \phi_2) \\ &= (\alpha + \beta) \sin (((\omega_1 t + \omega_2 t)/2) + (\phi_1 + \phi_2)/2) \cdot \cos (((\omega_1 t - \omega_2 t)/2) + (\phi_1 - \phi_2)/2) \\ &\quad + (\alpha - \beta) \cos (((\omega_1 t + \omega_2 t)/2) + (\phi_1 + \phi_2)/2) \cdot \sin (((\omega_1 t - \omega_2 t)/2) + (\phi_1 - \phi_2)/2) \end{aligned}$$

Avec les mêmes notations que précédemment, on obtient :

$$\begin{aligned} s(t) &= \alpha \sin (\omega_1 t + \phi_1) + \beta \sin (\omega_2 t + \phi_2) \\ &= (\alpha + \beta) \sin (\omega_m t + \phi_m) \cdot \cos (\omega_d t + \phi_d) + (\alpha - \beta) \cos (\omega_m t + \phi_m) \cdot \sin (\omega_d t + \phi_d) \end{aligned}$$

Cependant, une autre question vient se poser, celle de la phase, c'est-à-dire le décalage temporel entre les deux sinusoïdes :

Intrigués par la différence entre la perception par l'oreille, qui entend un battement de fréquence égale à la différence de fréquence entre les composantes, et le résultat du calcul mathématique, nous cherchons à comparer le signal de la première demi-période de l'onde sommée (du temps 0 au temps $2\pi/\omega_d$) au signal de la seconde demi-période, $2\pi/\omega_d$ plus tard.

Posons donc :

$$t' = t + (\pi/\omega_d)$$

Nous avons :

$$\begin{aligned} s(t') &= 2\sin(\omega_m(t + (\pi/\omega_d))).\cos(\omega_d(t + \pi/\omega_d)) \\ &= -2\sin(\omega_m t + (\pi\omega_m/\omega_d)).\cos(\omega_d t) \end{aligned}$$

On voit que $s(t')$ ne diffère de $s(t)$ que par une différence de phase de $(1 + \omega_m/\omega_d)\pi$ qui ne dépend que de l'écart relatif des fréquences.

L'organe de perception des sons, les cellules ciliées de l'organe de Corti, se comportent en quelque sorte comme des filtres résonateurs à bande passante très étroite. Ils ne peuvent en même temps définir une hauteur précise et un temps précis. Elles sont donc nécessairement insensibles à la phase. Il n'est donc pas surprenant que nous ne sentions aucune différence entre les deux parties de la période mathématique du battement.

c) Le battement binaural

Modifier le rythme des ondes cérébrales, c'est une chose. Faire adopter le même rythme par les deux hémisphères d'un cerveau, c'est un pas de plus. La théorie veut que plus les hémisphères fonctionnent au même rythme, plus grand est le bien être. On croit même qu'un fonctionnement «synchrone» des deux hémisphères favorise de meilleures performances mentales et intellectuelles, puisque la logique (hémisphère gauche) et la créativité (hémisphère droit) agissent en synergie.

Le moyen le plus efficace d'y arriver, les battements binauraux (qui concernent les deux oreilles). Lorsque l'on écoute par le biais d'écouteurs stéréo deux sons similaires, mais sur des fréquences légèrement différentes, les neurones du cerveau adopteront une fréquence égale à la différence. Par exemple, si l'oreille droite perçoit un son à la fréquence de 500 Hz et l'oreille

gauche un son à la fréquence de 495 Hz, les neurones adopteront une activité à la fréquence de 5 Hz, la fréquence différentielle (un état de la zone Thêta, qui correspond à une profonde relaxation ou état d'hypnose cf. § I) 4)). On appelle ce mécanisme la «réponse d'adoption de la fréquence ».L'effet sera d'autant plus important que la fréquence sera basse.

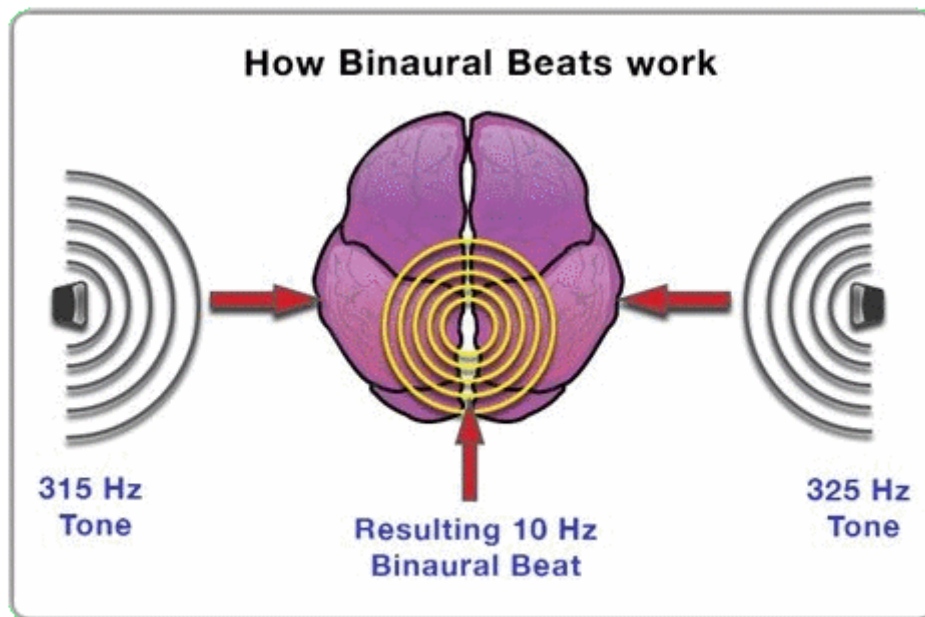


Figure 2 : Schéma explicatif du battement binaural [3]

Ces sons binauraux sont des sons asymétriques que l'on écoute avec un casque. Dans chaque oreille, on entend un son sinusoïdal (un son sans harmoniques, similaire à celui d'un diapason) dont la fréquence diffère de quelques Hertz. Dans une certaine mesure, le cerveau rectifie la différence entre le son de droite et de gauche, et l'utilisateur entend la combinaison des deux sons ; c'est-à-dire un son avec un effet de battement : on parle de battements binauraux (binaural beats). Normalement, les deux hémisphères du cerveau fonctionnent sur un rythme différent. On obtient de meilleures performances mentales, intellectuelles et créatives lorsqu'on réussit à les synchroniser. C'est ce que l'on obtient lorsqu'on produit des battements binauraux. L'électro-encéphalogramme montre que les ondes cérébrales tendent à se synchroniser avec la différence de fréquence des deux sons. Si par exemple une oreille reçoit un son de 400 Hz, et l'autre un de 404 Hz, le cerveau descendra progressivement sa fréquence jusqu'à 4 Hz. En d'autres termes, la manipulation des ondes

cérébrales a pour effet d'induire une modification de l'humeur, du comportement, ou de la pensée. Pour cela, on utilisera plutôt des sons produits artificiellement à des fréquences très précises. L'induction des fréquences d'ondes cérébrales est très difficilement accessible par d'autres moyens.

4) Les ondes cérébrales : apports théoriques

Les ondes cérébrales sont des fluctuations du potentiel électrique entre différentes parties du cerveau. Une activité cérébrale pouvant être mesurée avec un EEG (Electroencéphalogramme).

Le fait que le système nerveux soit constamment actif signifie, entre autres, que le cerveau, en tant que partie de ce système, produit constamment des influx électriques. En 1929, le psychiatre Hans Berger démontra pour la première fois que cette activité électrique du cerveau humain pouvait être relevée et enregistrée sans ouvrir le crâne [22]. Les changements électriques qui se produisent dans le cerveau s'appellent ondes cérébrales, et le tracé de ces ondes s'appelle électroencéphalogramme, ou EEG sous une forme abrégée, du grec enkephalos, « cerveau », et gramma, « ligne ».

Des électrodes sont placées sur des emplacements spécifiques sur le cuir chevelu (double zones occipitales, temporales, centrales et frontales) pour détecter et enregistrer les impulsions électriques de l'activité cérébrale. La fréquence est le nombre de vagues (ou de crêtes) d'une ondulation en une seconde. Elle peut être comparée aux fréquences radio. L'amplitude représente la puissance des impulsions électriques produites par le cerveau. Le volume ou l'intensité de l'activité d'onde cérébrale est mesuré en microvolts. L'EEG décrypte les basses fréquences, bandes de fréquence :

DELTA (4Hz et -), THETA (4-8Hz), ALPHA (8-12Hz), BETA (13-30Hz) et GAMMA (+ de 30Hz)

Les ondes Delta correspondent à un état inconscient. Le passage des ondes Thêta à Alpha correspondrait à l'état onirique (qui a rapport aux rêves, dans le sommeil ou à l'état de veille). C'est dans cet état que semblent se produire les phénomènes Psi (les phénomènes Psi sont entendus aujourd'hui comme des interactions « esprit-matière » qui ne sont pas explicables par nos systèmes habituels de perception, de cognition ou d'action). Les ondes Beta et Gamma correspondent à l'état de veille.

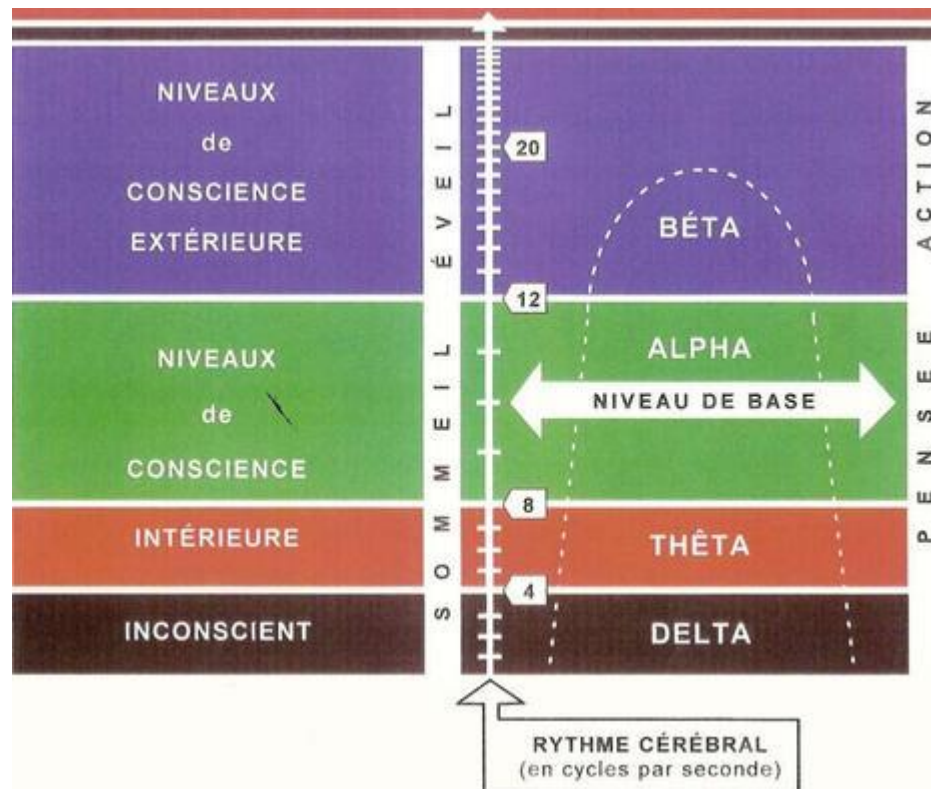


Figure 3 : Tableau récapitulatif du rythme cérébral [26]

Il est intéressant de constater que les phénomènes Psi se produisent à la lisière du rêve et de l'état de veille.

Notre cerveau est constitué de plusieurs milliards de cellules qui échangent en permanence des informations. Ces échanges provoquent l'émission de courants électriques faibles (les ondes cérébrales) que l'on peut capter grâce à l'électro-encéphalogramme. Le rythme de ces ondes (mesuré en cycles par seconde) varie selon notre activité : éveil, apprentissage, repos, relaxation, sommeil léger, sommeil profond... Chaque type d'onde est représenté par une lettre de l'alphabet grec : alpha, beta, thêta, delta.

Les ondes émises par le cerveau :

- Le rythme BETA :

C'est le cycle de plein éveil, celui sur lequel nous fonctionnons lorsque nous avons les yeux ouverts, que nous sommes dans l'action, que nous réfléchissons, que nous étudions, que nous apprenons, etc... Notre cerveau fonctionne alors à plein régime, et l'encéphalogramme montre des cycles de l'ordre de 14 à 21

cycles par seconde. Dans les états « d'hyperactivité » (non entendu dans un sens pathologique), notre cerveau fonctionne bien plus près des 21 cycles/secondes que des 14 cycles/secondes.

- Le rythme ALPHA :

Dès que nous avons les yeux fermés, que nous prenons une position confortable, allongé sur un lit par exemple, automatiquement l'encéphalogramme affiche un ralentissement des ondes cérébrales et notre cerveau fonctionne alors suivant un rythme qui oscille entre 7 et 14 cycles/secondes. Les deux hémisphères du cerveau arrivent à fonctionner ensemble dans une harmonie parfaite. En comparaison, lors du rythme Beta, nous fonctionnons souvent avec un hémisphère dominant (le gauche dans la plupart des cas) ce qui privilégie le travail analytique et la réflexion. Nous sommes alors "privés" de toute perception intuitive, créative et globale de l'hémisphère droit. Nous reviendrons plus longuement sur les avantages que nous offre le rythme Alpha ultérieurement.

- Le rythme THÊTA :

Lorsque l'activité cérébrale se ralentit encore et que nous arrivons dans une zone qui oscille entre 4 et 7 cycles/secondes, nous pouvons dire que le cerveau fonctionne au rythme des ondes Thêta. Ce rythme correspond à la phase du sommeil léger, et plus nous nous enfonçons dans ce rythme, plus le sommeil devient profond. Au niveau Thêta, nous trouvons aussi la zone correspondant au sommeil hypnotique et la zone d'insensibilité à la douleur.

- Le rythme DELTA :

Le dernier des quatre cycles de fonctionnement de notre cerveau. Il correspond véritablement à la zone de l'inconscient, le sommeil très profond. Plus nous fonctionnons en dessous de 4 cycles/secondes, plus nous sombrons dans des états qui s'approchent de la mort physique. Dans cette zone, seules les fonctions vitales sont assurées par le cerveau. Lorsque l'encéphalogramme affiche un tracé plat, cela signifie la mort cérébrale. N'ayant plus d'activité

cérébrale, l'individu est considéré comme mort physiquement.

Regardons de plus près le rythme Alpha, c'est-à-dire le rythme qui est utilisé pour les thérapies de relaxation et autres. Rythme qui est d'ailleurs exploité par I-doser :

Lorsque nous fonctionnons au rythme cérébral Alpha les deux hémisphères de notre cerveau sont en parfaite harmonie rythmique, ce qui nous permet d'avoir une vision plus globale des choses. Cela permet encore :

- d'avoir une meilleure concentration,
- une meilleure mémoire,
- de pouvoir mieux gérer nos états de stress et nos états émotionnels,
- de pouvoir prendre un contrôle conscient du fonctionnement de notre corps, de nos organes, et de nos réactions physiologiques,
- de pouvoir prendre le contrôle de nos habitudes, surtout de celles que l'on désire changer.

Au niveau Alpha, nous avons une meilleure perception sensorielle et sommes plus à l'écoute de notre intuition, ce qui veut dire : savoir ce qu'il faut faire au moment où il faut.

Notre mental est alors en "veilleuse", il interfère moins souvent et notre choix est alors plus juste, plus intuitif.

L'intuition peut être définie comme la faculté de connaître des informations qui sont hors de notre champ de perception habituel.

Le rythme Alpha se décompose aussi en 4 niveaux :

Le niveau 4, très proche de l'état d'éveil, s'active de manière automatique dès que l'on prend une position de relâchement, que l'on est confortablement installé dans un fauteuil, ou allongé sur un lit et que l'on ferme les yeux. A cet instant, automatiquement notre cerveau ralentit les ondes cérébrales. Si nous persistons, nous sentons alors tout notre corps se détendre, se relâcher : c'est le niveau 3 du rythme Alpha.

Au niveau 3, notre mental est encore très actif. Nous sommes encore capables de penser à beaucoup de choses en même temps. Vient le moment où nous ressentons un sentiment de bien-être, nous sommes alors presque incapables de savoir ce à quoi nous pensons, c'est le niveau 2.

Peu après cette phase, nous chutons encore, nous passons par le niveau 1, le niveau de base du rythme Alpha. Sans même nous en rendre compte, parce que nous n'en sommes pas conscients, nous sombrons toujours plus bas dans le sommeil. Là, notre cerveau fonctionne déjà sur un rythme Thêta.

Lorsqu'un individu se relaxe paisiblement, nous enregistrons un EEG au rythme constant. Ce modèle, appelé onde Alpha, a un taux de huit à douze sommets d'activité électrique par seconde (8 à 12Hz). Chez les personnes âgées, les rythmes Alpha semblent moins rapides. En état d'éveil, nous enregistrons d'autres modèles d'EEG, et différents modèles accompagnent parfois différents genres d'états de conscience modifiés.

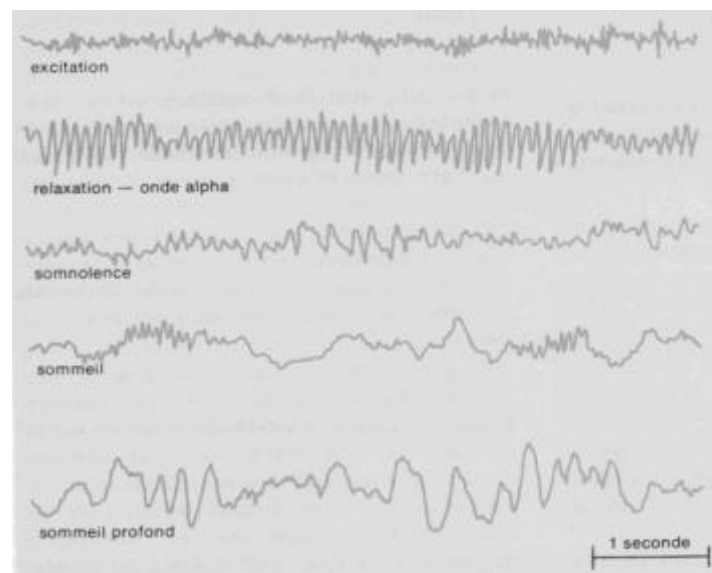


Figure 4 : Ondes cérébrales caractéristiques de divers états. Remarquons le changement dans la forme et la fréquence des ondes cérébrales lorsque l'individu est calme, s'excite ou s'endort [28]

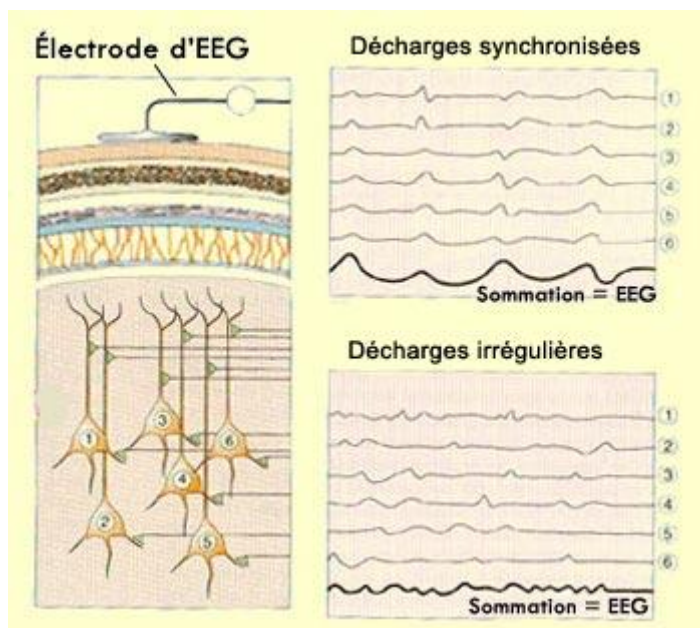
5) Physiologie du battement binaural : la naissance des ondes cérébrales

Pour comprendre un peu mieux comment fonctionnent les battements binauraux, nous devons regarder de plus près l'origine des ondes cérébrales :

Grâce à un électroencéphalgraphe, on peut avoir une idée de l'activité

globale de grands ensembles de neurones dans le cerveau. L'électroencéphalogramme ne nous dira donc jamais à quoi peut penser une personne, mais il peut dire si une personne est en train de penser, si elle est seulement éveillée ou encore si elle dort.

Plus précisément, l'amplitude de ce signal (qui se traduit par une déflexion plus ou moins importante sur le tracé de l'EEG) sera proportionnelle au degré de synchronisation de l'activité nerveuse des neurones d'une région donnée du cortex.



En effet, quand un groupe de neurones est excité simultanément, leurs faibles signaux électriques s'additionnent et deviennent perceptibles pour les électrodes à la surface du crâne. À l'opposé, lorsque les stimulations que reçoivent les dendrites d'un groupe de neurones ne sont pas synchronisées, le tracé de l'EEG est faible et irrégulier.

Figure 5 : Comparaison décharges synchrones et non synchrones. [41]

On peut dire que lorsque le cortex est engagé dans l'analyse d'information provenant d'une stimulation sensorielle ou d'un processus interne, l'activité de ses neurones est relativement élevée mais également peu synchronisée. Chaque petit groupe de neurones étant activé par des aspects différents de la tâche cognitive à résoudre, la synchronisation est donc faible et par conséquent l'amplitude de l'EEG aussi. Les ondes Bêta seront alors dominantes.

Au contraire, durant le sommeil profond, les neurones corticaux ne sont plus impliqués dans le traitement de l'information et plusieurs d'entre eux sont en plus stimulés par le même influx lent et rythmique en provenance du thalamus. La synchronisation forte provoque un tracé d'EEG de fortes amplitudes caractéristique des ondes Delta.

Mais quelle est l'origine de cette activité rythmique du cerveau ? Il semble que la synchronisation des oscillations périodiques dans le cerveau puisse être produite de deux manières différentes. Des neurones peuvent d'abord être activés de manière synchrone parce qu'ils subissent tous l'influence d'un générateur unique, ou pacemaker. Ou alors ils se donnent eux-mêmes le rythme en s'excitant et s'inhibant mutuellement.

Si l'on compare une population de neurones à un orchestre, on peut dire que les neurones suivent simplement, dans le premier cas, les indications du chef d'orchestre (cf. Figure 6 a)). Le deuxième cas de figure s'apparenterait plutôt à une séance d'improvisation jazz, où chaque musicien s'accorde aux autres en les écoutant et en les regardant (cf. Figure 6 b)).

Ou encore lors d'un rappel après un concert, quand les spectateurs applaudissent, il n'est pas rare qu'ils se mettent spontanément à frapper des mains en cadence pour avoir droit à un rappel. Pourtant, personne ne les a coordonné pour qu'ils arrivent à ce rythme. Comme les gens ne peuvent battre des mains que dans une étroite bande de fréquence, il leur est facile, en entendant un début de rythme se développer, d'accélérer ou de ralentir un peu pour se mettre en phase.

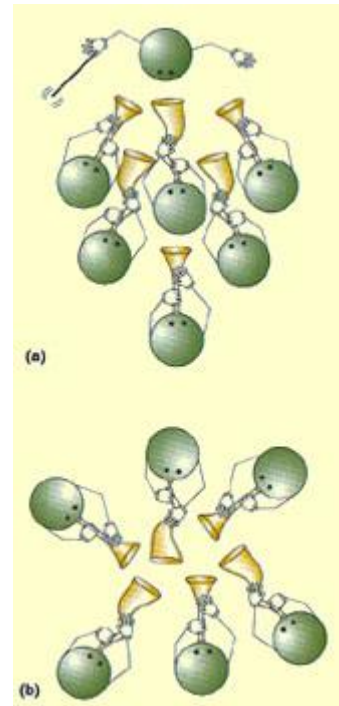


Figure 6 : Schématisation des deux origines possibles de l'activité du cerveau. [41]

C'est un peu ce qui se produit dans un réseau de neurones. Ici, le moyen d'interaction n'est pas visuel ou sonore, mais se fait par des connexions excitatrices ou inhibitrices. Et comme ces neurones ne peuvent émettre des potentiels d'action que dans une fenêtre de fréquences limitée, des synchronisations d'abord partielles peuvent s'accroître et générer des rythmes importants.

Partie II : I-doser, un logiciel commercial controversé

1) Définition

I-Doser est un logiciel de lecture des fichiers sonores « .drg ». Son contenu audio, achetable en ligne, a attiré l'attention car il permet d'accéder à un état de conscience altéré via l'utilisation de battements binauraux, et de par les noms que portent les différents fichiers. Dans un grand nombre de cas, le nom des fichiers sonores portent le nom des drogues. Ce lecteur a été téléchargé plus d'un million de fois et est basé sur la technologie audio d'un logiciel gratuit, « SBaGen », utilisant la théorie du battement binaural.



Figure 7 : Logo de promotion I-doser [27]

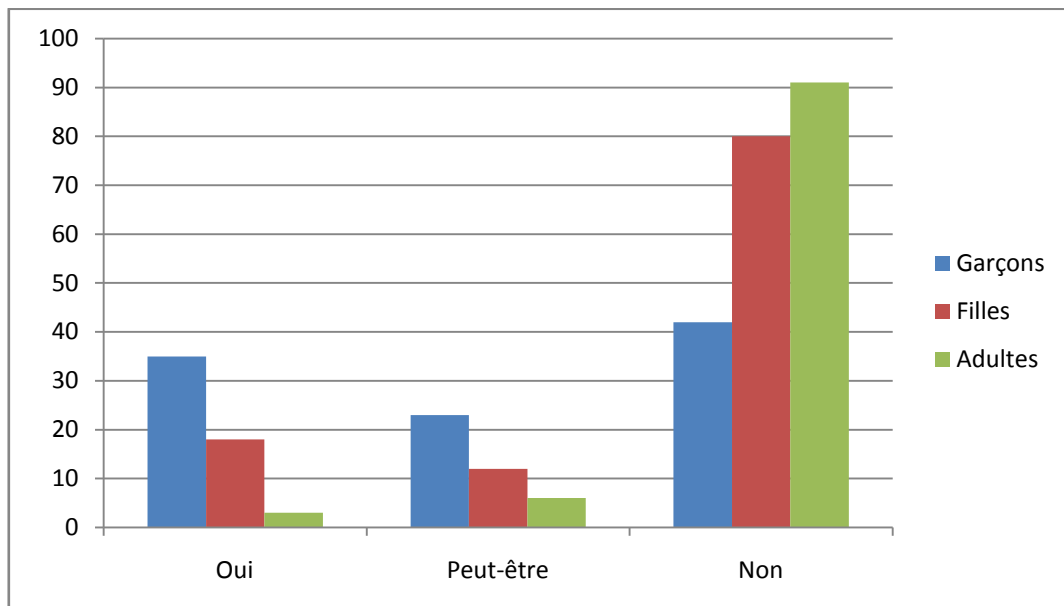
2) Statistiques sur les ondes binaurales

Nous avons réalisé un sondage sur les ondes binaurales et les logiciels « commerciaux » les utilisant à des fins de « drogues numériques ». Cette rapide étude statistique est basée sur un échantillon de 24 garçons et 26 filles âgés de 15 à 24 ans et de 39 adultes dont l'âge est supérieur à 25 ans.

Nous avons expliqué à chaque personne de quoi il s'agissait réellement : des logiciels disponibles sur internet promettant de recréer les sensations d'une drogue par le biais de l'écoute de fichiers audio utilisant la théorie du battement binaural. S'en suit alors deux questions simples auxquelles ils ont pu répondre par « oui », « non » ou « peut-être » : « Avez-vous déjà entendu parler du logiciel I-doser ou autres utilisant les ondes binaurales ? » et « Pensez-vous que cela puisse avoir de l'effet sur vous ? ».

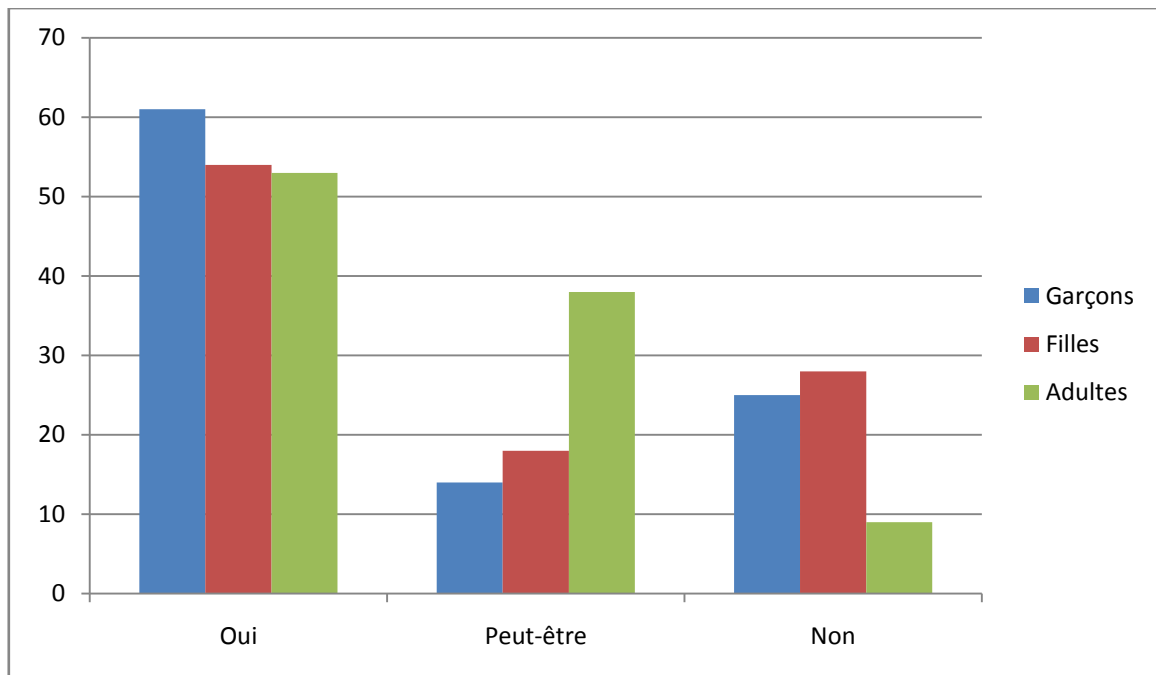
Voici les résultats obtenus pour chaque question :

Avez-vous déjà entendu parler du logiciel I-doser ou autres utilisant les ondes binaurales ?



Graphique 1 : Réponses en % à la question 1 en fonction de l'âge

Pensez-vous que cela puisse avoir de l'effet sur vous ?



Graphique 2 : Réponses en % à la question 2 en fonction de l'âge

En ce qui concerne les résultats de la première question, nous constatons que les adultes ne connaissent presque pas les ondes binaurales (seulement 9%, score cumulé entre les réponses « oui » et « peut-être »). Cependant le phénomène est plus connu et répandu chez les adolescents notamment chez les garçons (35%).

Cela peut peut-être s'expliquer par le fait que les garçons passent plus de temps sur internet que les filles, peut-être sont-ils plus attirés par les produits numériques, même si les filles qui ont répondu obtiennent un score remarquable (près de 20%).

Pour ce qui est de la deuxième question, nous constatons que quel que soit l'âge des personnes interrogées, la théorie des ondes binaurales est perçue en moyenne à 54% comme une théorie qui peut avoir de l'effet. Cela peut expliquer le succès qu'ont ces logiciels auprès des personnes qui s'y intéressent de plus près.

3) Accès Web du logiciel I-doser

L'accès au site I-doser.com se fait le plus simplement du monde, il suffit de taper « i-doser » dans Google pour tomber sur pas moins de 2 350 000 résultats dont ceux-ci (cf. Figure 8). Il suffit alors pour la personne de rentrer sur le site et de télécharger le logiciel afin d'utiliser les « doses » que propose le site. On se rend donc vite compte que l'un des premiers dangers de ce genre de site pour les adolescents ou voire même pour les enfants est une accessibilité un peu trop facile et surtout non contrôlée.

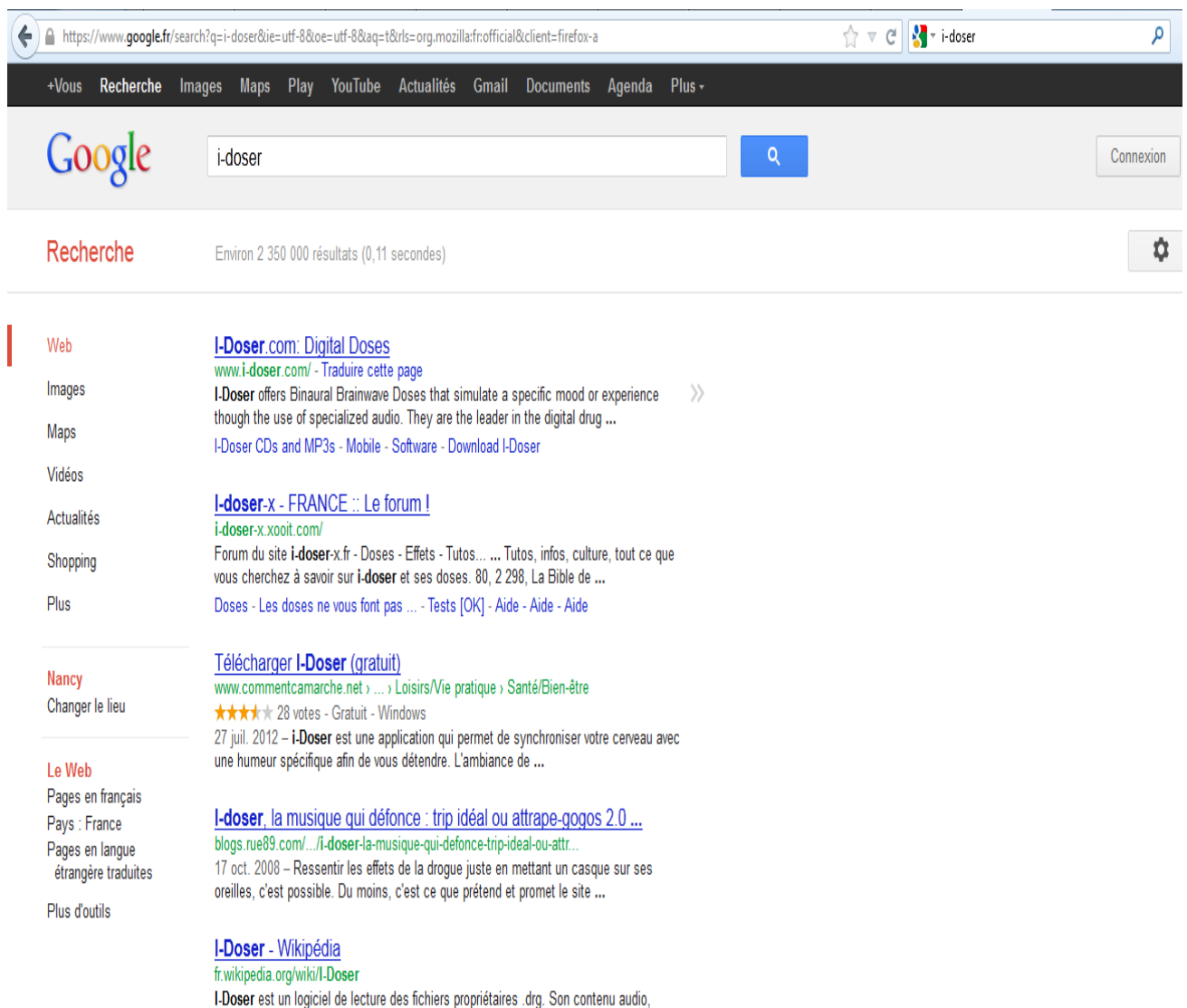


Figure 8 : Capture écran d'une recherche i-doser dans Google

4) Fonctionnement du logiciel

Une fois le logiciel téléchargé gratuitement depuis le site officiel I-doser.com et installé sur n'importe quel type d'ordinateur, voilà l'interface de départ à laquelle l'utilisateur est confronté. On remarque un esthétisme simple et épuré qui de prime abord semble simple d'utilisation. En effet, tout a été pensé pour que l'utilisateur ait une grande facilité de prise en main.

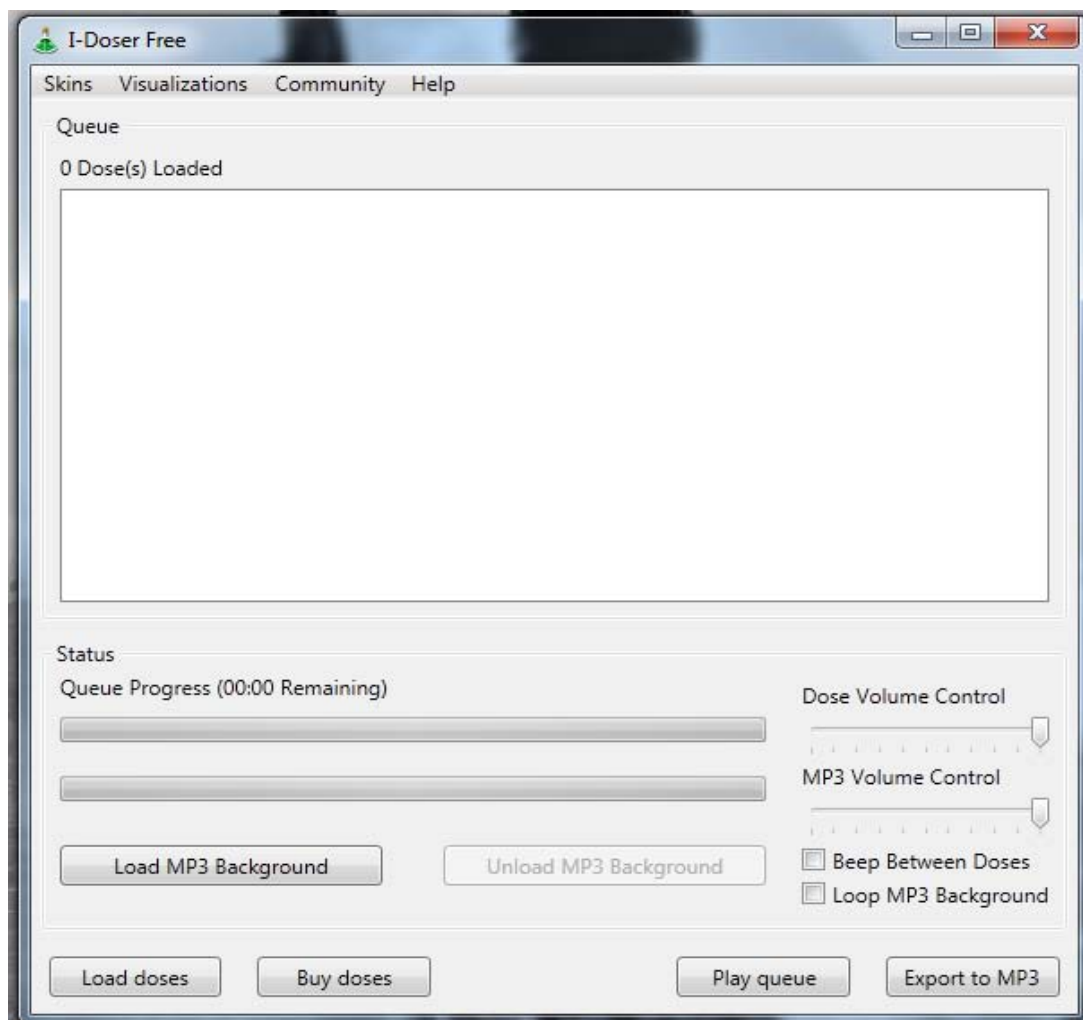


Figure 9 : Interface de départ du logiciel I-doser

I-doser propose sur son site des centaines de « doses » payantes à télécharger, chacune promettant des états modifiés concernant l'humeur ou voire même le comportement. Le logiciel téléchargé est accompagné de trois « doses » échantillon que l'utilisateur peut tester (cf. Figure 11). Afin d'en utiliser une, il suffit de cliquer sur « Load doses » (cf. Figure 10). Un menu nous propose de choisir une des trois « doses » échantillon ou de parcourir le disque de l'ordinateur pour sélectionner une autre « dose » achetée au préalable sur le site (cf. Figure 11).

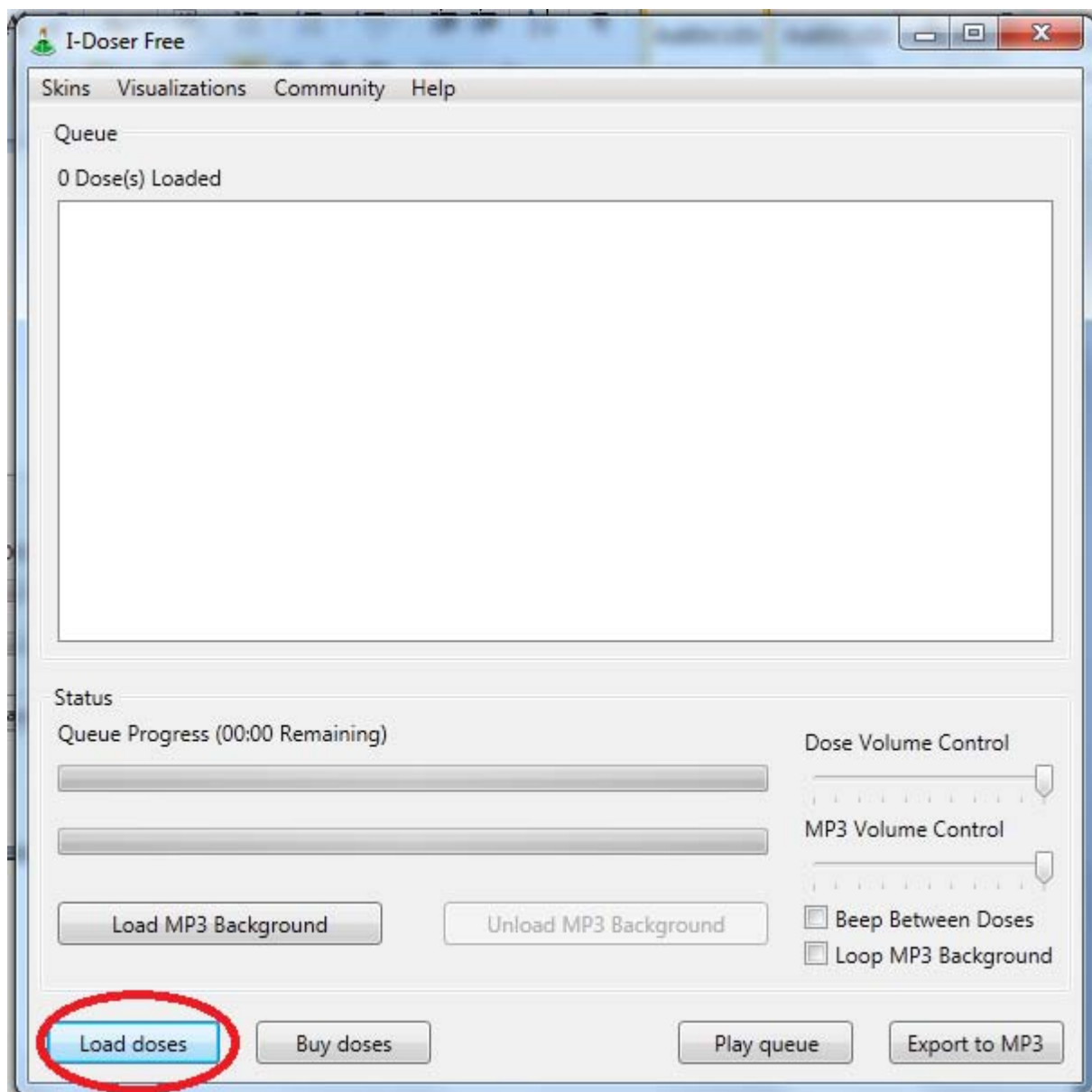


Figure 10 : Charger un son binaural dit « dose » dans le logiciel

Il ne reste plus qu'à cliquer soit sur la « dose » voulue ou alors de rechercher une autre « dose » payée et téléchargée depuis le site I-doser

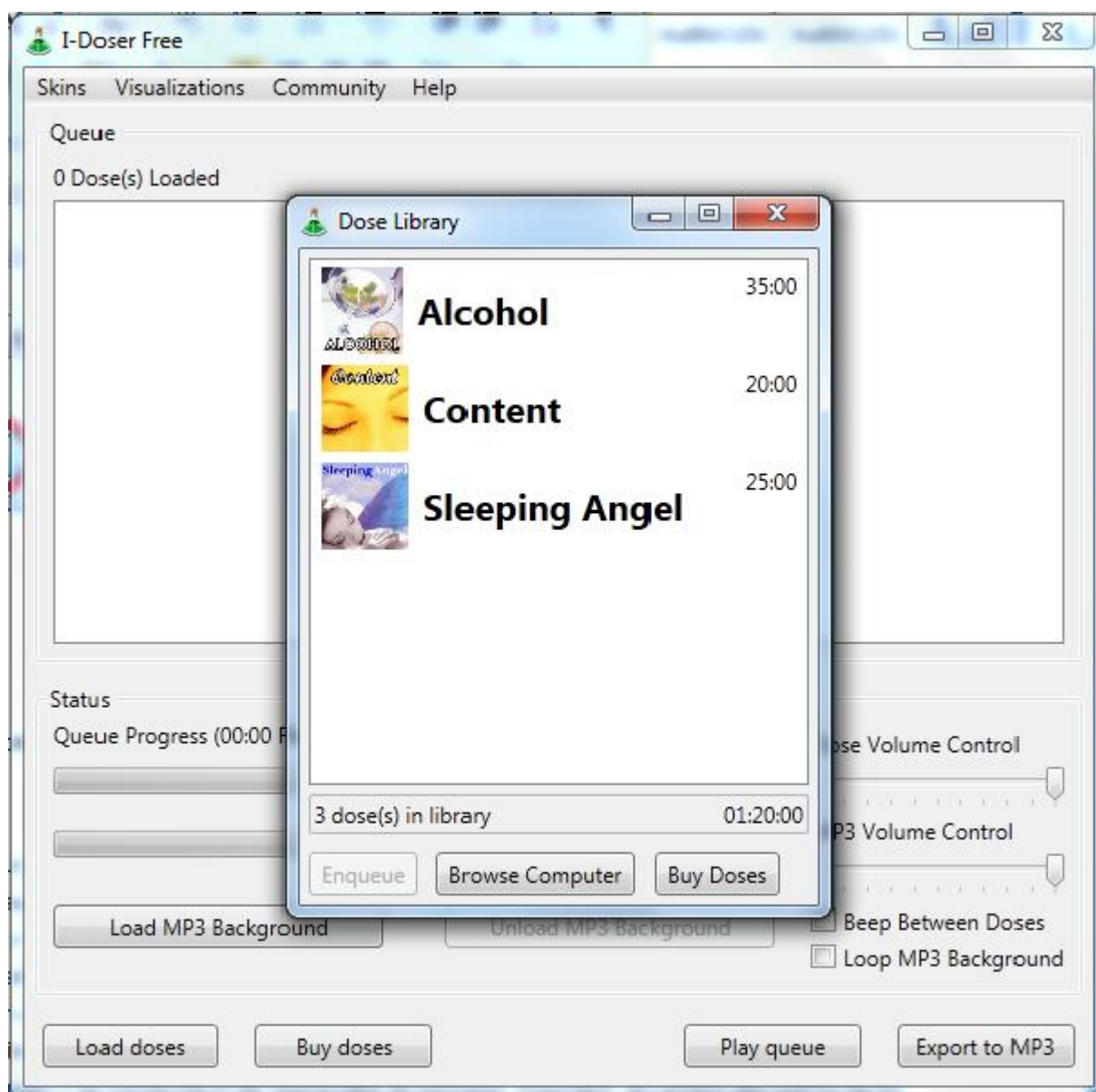


Figure 11 : Etape de sélection d'une « dose »

Une fois le fichier sonore chargé et lancé dans l'application, une barre de progression se lance (cf. Figure 12) et permet de suivre l'évolution de la dose chargée. On peut alors avoir accès au contrôle du volume, et à un bouton qui permet de stopper instantanément la progression.



Figure 12 : Lancement de la « dose » nommée Alcohol

Le seul matériel requis pour l'écoute de ces fichiers sonores est un casque stéréo ou des écouteurs de bonnes qualités capables de restituer les fréquences nécessaires à la réalisation du battement binaural.

Bien évidemment, un regard critique peut et doit surtout être posé sur les intentions et les moyens mis en œuvre pour attirer un maximum de personnes et d'en faire des consommateurs réguliers de « doses » numériques.

Pour appuyer leur argumentaire, les revendeurs de « drogues numériques » se basent sur les travaux de l'américain Gerald Oster. Plus encore, ils reprennent les études financées par l'industriel Robert A. Monroe sur la conscience et les voyages astraux. Ces études ont amené à la création d'un institut et d'un premier extrait sonore, le Hemi-Sync (cf. § III 1) a)), censé permettre la sortie astrale. Un concept purement commercial, décliné aujourd'hui en une gamme de produits payants pour améliorer la mémoire, soigner la dyslexie ou même la dépression. Les vendeurs de « drogues numériques » se contentent de reprendre ce concept. Pourtant, les effets des battements binauraux sont très discutés. D'un point de vue scientifique, on évoque une aide à la relaxation et à la concentration. Mais aucune étude n'a jamais révélé d'effet de type transe, excitation sexuelle ou autre voyage astral.

Si les sites qui vendent des fichiers audio en « .mp3 » de battements binauraux se contentaient de vendre de la musique relaxante ou énervante, il n'y aurait aucun problème. Là où le bât blesse, c'est qu'ils prétendent vendre des « drogues numériques », c'est-à-dire des fichiers qui permettent de reproduire les effets d'une drogue. On est purement dans le marketing agressif ! Parce qu'évidemment, beaucoup sont prêts à payer cher pour essayer une drogue en toute légalité. Probablement moins pour écouter 15 mn de sons relaxants... ! Fausses vidéos d'adolescents en transe, témoignages montés de toute pièce sur les forums, vocabulaire issu du milieu des trafiquants (drogues, doses, deal...) et produits aux noms évocateurs (marijuana, ecstasy, trip, LSD, acid...). Tout ça pour des fichiers de battements binauraux.

Voici quelques exemples de « drogues numériques » proposées à l'achat :

White Cross - Multiple O - Extasy - Masochist - Quick Happy - First Love - Projection Astrala - Adreno Chrome - Marijuana - Excite - Bufo Toad - Nitrous - Divinorum - 5HTP - Orgasm - Delta - Lucid Dream - Trip - Black Sunshine -

Anti-Migraine - Morphine - Inspire - Inhalent - Absinthe - Peyote - JuiceIt ! - Vico - A BomB - LSD - Out Of Body - Opium - French Roast - Anesthesia - Sleeping Angel - Alcohol - Cocaine - Hand Of God – Speed.

Ajouté à cela, les revendeurs proposent aux utilisateurs de devenir un « dealer » de « drogues numériques » sous forme d'un parrainage rémunéré. Chaque dose proposée par le « dealer » et achetée par le client ciblé est rémunérée à hauteur de 20% du coût total allant de quelques dollars à plusieurs centaines de dollars par dose vendue. Voilà qui enferme complètement l'utilisateur-dealer dans une spirale ornée de toutes les fantaisies « narco-mafieuses ». Une partie du site qui est sujette à controverse bien évidemment, car ce genre de pratiques pourraient, imaginons-le, pousser ces utilisateurs à la recherche de sensations toujours plus fortes, jusqu'à peut-être passer le cap des drogues numériques...



Become an Affiliate

NOW IS THE PERFECT TIME TO START SELLING I-DOSER BRAND PRODUCTS. SOME OF OUR AFFILIATES ARE EARNING THOUSANDS OF DOLLARS A MONTH SELLING OUR PREMIUM PRODUCTS AND COLLECTING EVERY MONTH!

We offer an advanced affiliate portal to track sales, 20% commission and monthly payouts. We offer one of the easiest to use affiliate portals anywhere, and our dealers are collecting BIG!

[CLICK HERE](#) to become a dealer. Signup is FREE!

Figure 13 : Promotion du site I-doser.com pour devenir un « dealer » de « doses » [18]

5) Etude fréquentielle des « doses »

Parmi plus de 250 fichiers sons proposés par le site I-doser.com, nous avons sélectionné un échantillon d'environ 10 fichiers que nous avons analysé en amplitude et en fréquence grâce au logiciel SpectraPlus 5.0. Cela nous a permis de faire ressortir sous forme 3D et sous forme d'un spectre en fréquence l'apparition de deux pics fréquentiels distincts mais très proches, correspondant au battement binaural. Pour chaque fichier analysé, nous calculons la différence en Hertz (Hz) qui existe entre ces deux pics afin d'en déduire quel type d'onde (Alpha, Delta, Thêta, Bêta) est recherchée.

a) Spectra Plus 5.0 : FFT Spectral Analysis System

SpectraPLUS permet de réaliser les analyses des signaux audio les plus complexes à l'aide d'une simple interface audionumérique. C'est une solution d'analyse fréquentielle par transformée de Fourier rapide : Fast Fourier Transform (FFT).

SpectraPLUS version 5.0 reprend toutes les fonctionnalités des anciennes gammes Plus, Pro et Lab.

Ce logiciel permet une analyse complète de fichiers audio grâce à un panel de caractéristiques conséquent :

- Analyse FFT temps réel des signaux entrants,
- Enregistrement, lecture, post-traitement des signaux enregistrés au format WAV,

- Affichage simultanés : Profil temporel, Spectre, Spectrogramme, Surface3-D, Phase,
- Générateur de signaux à 2 canaux très complet,
- Analyse FFT de Haute Résolution : jusqu'à 1 048 576 points,
- Largeur de Bande d'Analyse réglable de 1/1 à 1/96 d'Octave,
- Résolution de 24 bits, fréquence d'échantillonnage pouvant dépasser 200 kHz (en fonction des caractéristiques de l'interface audionumérique),
- Filtrage numérique, Analyse de distorsion, Fonctions de Transfert,
- Outils acoustiques : Calcul du RT60, Leq, Calcul de retard,
- Outils d'automatisation : Macro, liens DDE, Constitution de fichier Historique.

Cependant, I-doser prétend que ses « doses » sont capables de modifier l'humeur, le comportement ou encore faire sortir l'esprit du corps. On se doute que ces expériences n'ont jamais été prouvées scientifiquement et que cela découle plutôt de l'autosuggestion. Ces « doses » utilisent-elles vraiment la théorie du battement binaural ? Chacun des extraits audio proposés par I-doser ressemble à un bruit blanc ou rose, modulé en fréquence et en amplitude. Et dans ces extraits sont dissimulés deux « pics » de fréquence, qui sont finalement les deux fréquences utiles à la réalisation du battement binaural. Voici quelques exemples d'analyses fréquentielles faites grâce au logiciel SpectraPLus 5.0 :

b) 10 fichiers sonores analysés avec Spectra Plus 5.0

1) « Out of Body »

« Effets : Une expérience unique, vous allez sortir de votre corps !
Vous pouvez, par exemple vous voir de haut, allongé sur votre lit ! »

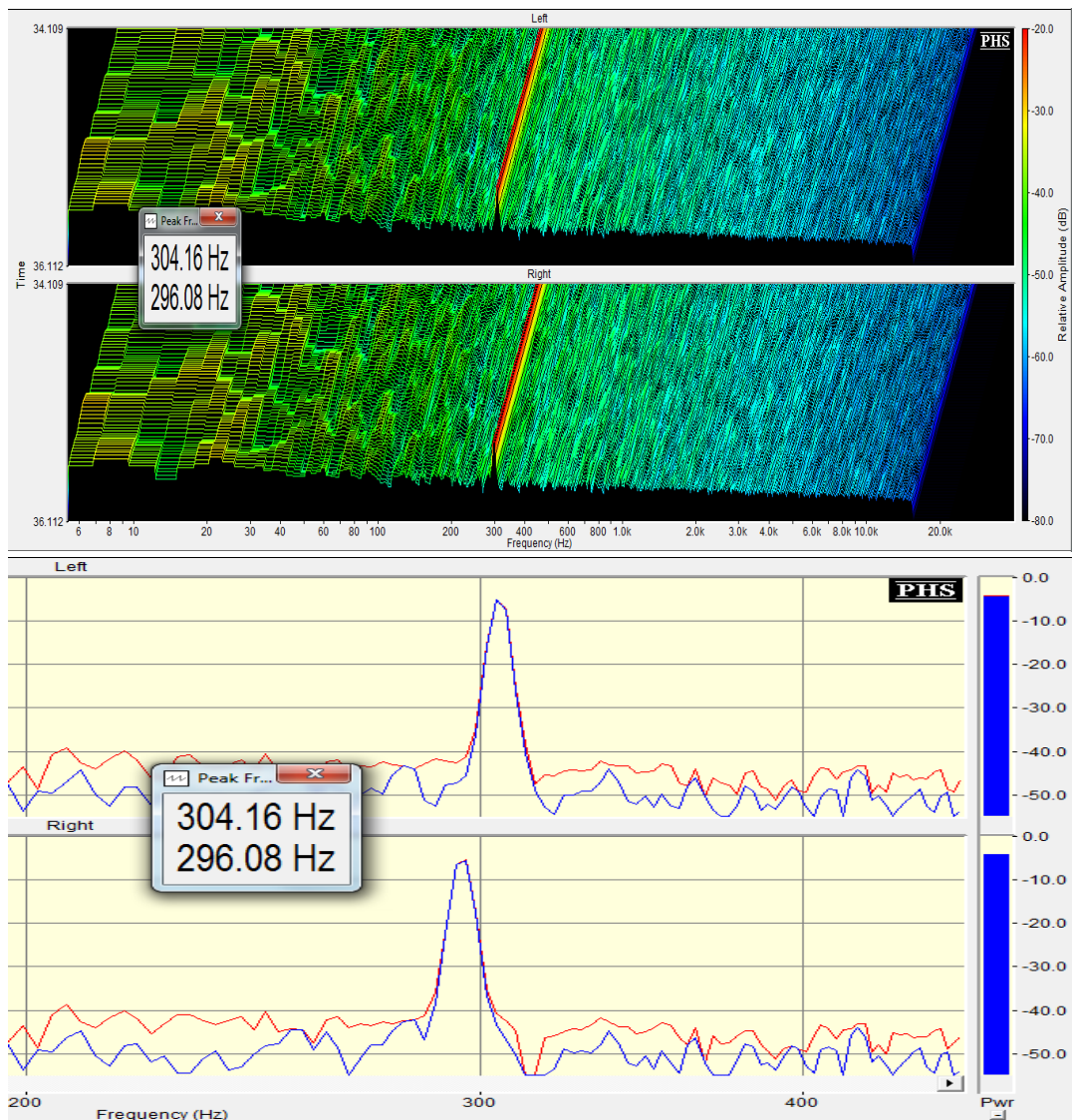


Figure 14 : 3D-Surface et Spectre en fréquence et en amplitude Fichier son n°1

$$F_1 - F_2 = 304,16 \text{ Hz} - 296,08 \text{ Hz} = 8,08 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Onde Alpha concernée}$$

2) « ChrystalMeth »

« Effets : Hallucinations, euphorie et baisse de la concentration.
Déconseillée aux débutants. »

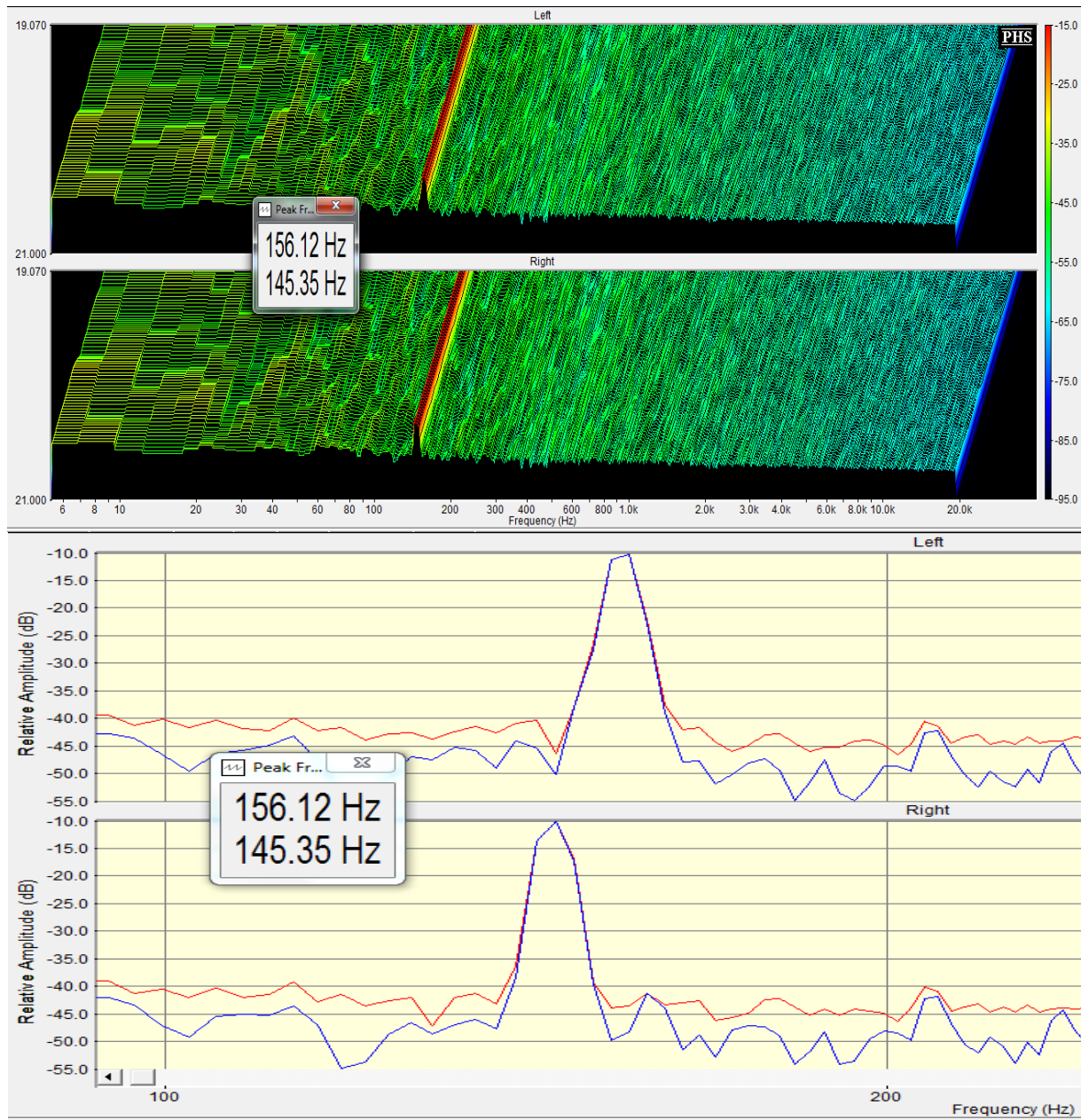


Figure 15: 3D-Surface et Spectre en fréquence et en amplitude Fichier son n°2

$$F_1 - F_2 = 156,12 \text{ Hz} - 145,35 \text{ Hz} = 10,77 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Onde Alpha concernée}$$

3) « Ecstasy »

« Effets : Une dose reproduisant les effets de l'ecstasy, avec par exemple une sensation d'euphorie et une puissante stimulation sexuelle. »

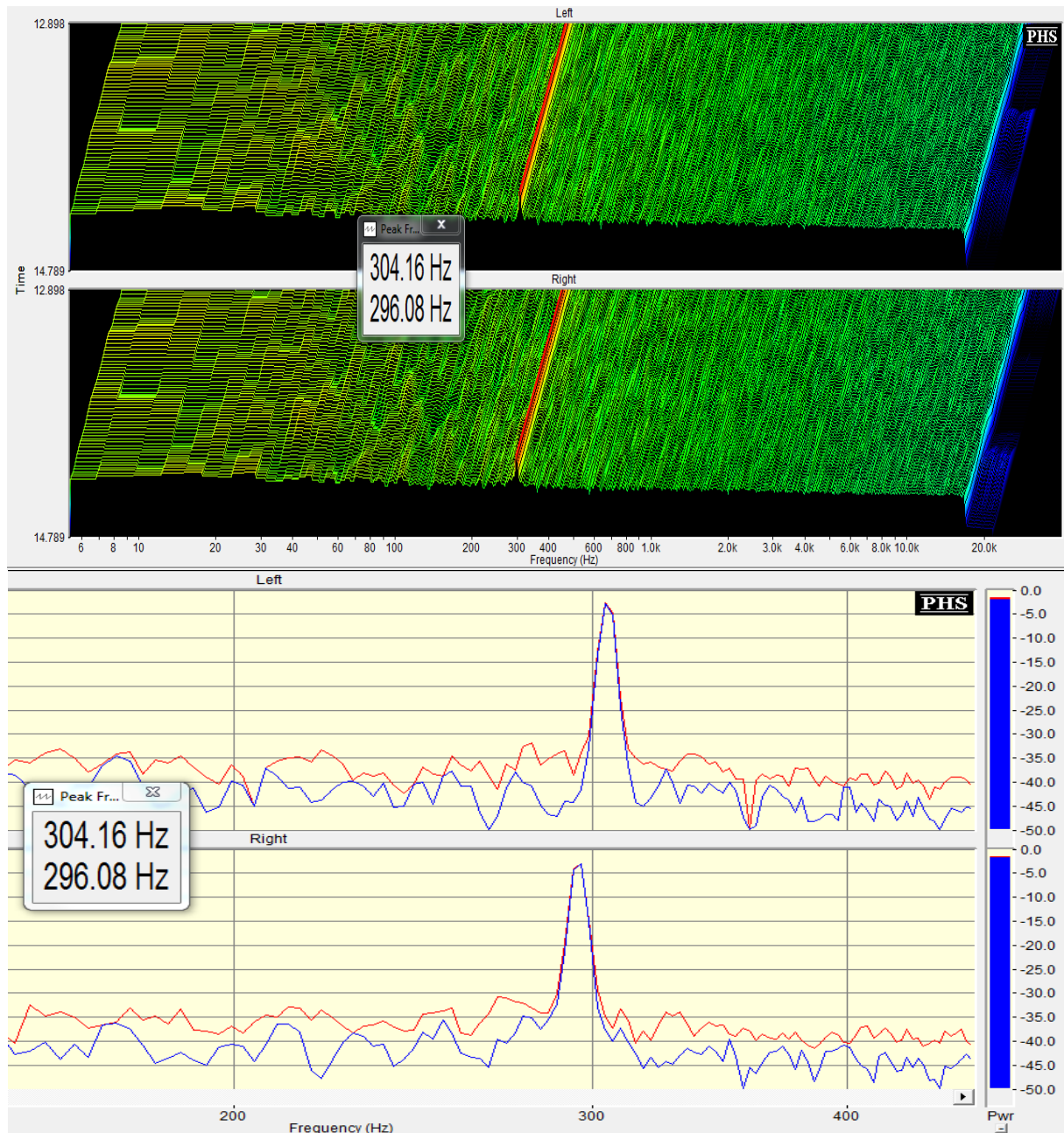


Figure 16 : 3D-Surface et Spectre en fréquence et en amplitude Fichier son n°3

$$F_1 - F_2 = 304,16 \text{ Hz} - 296,08 \text{ Hz} = 8,08 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Onde Alpha concernée}$$

4) « Orgasm »

« Effets : Reproduit les sensations d'un orgasme »

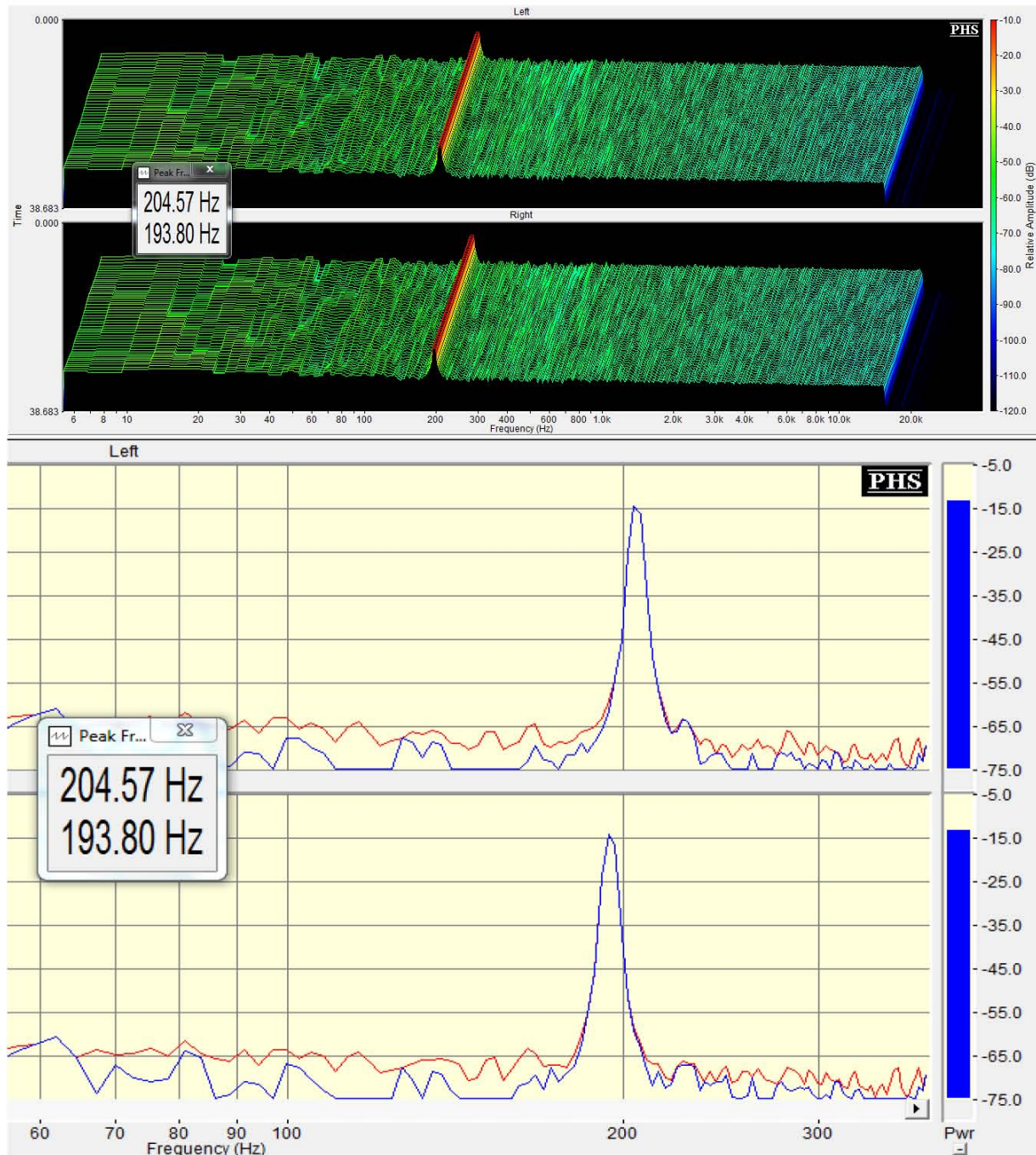


Figure 17 : 3D-Surface et Spectre en fréquence et en amplitude Fichier son n°4

$$F_1 - F_2 = 204,57\text{Hz} - 193,80\text{ Hz} = 10,77\text{ Hz} \Rightarrow \text{Onde Alpha concernée}$$

5) « Heroin »

« Effets : Encore plus fort qu'« Opium », vous donne une excitation sexuelle, ainsi qu'une sensation d'euphorie & la tête dans les nuages »

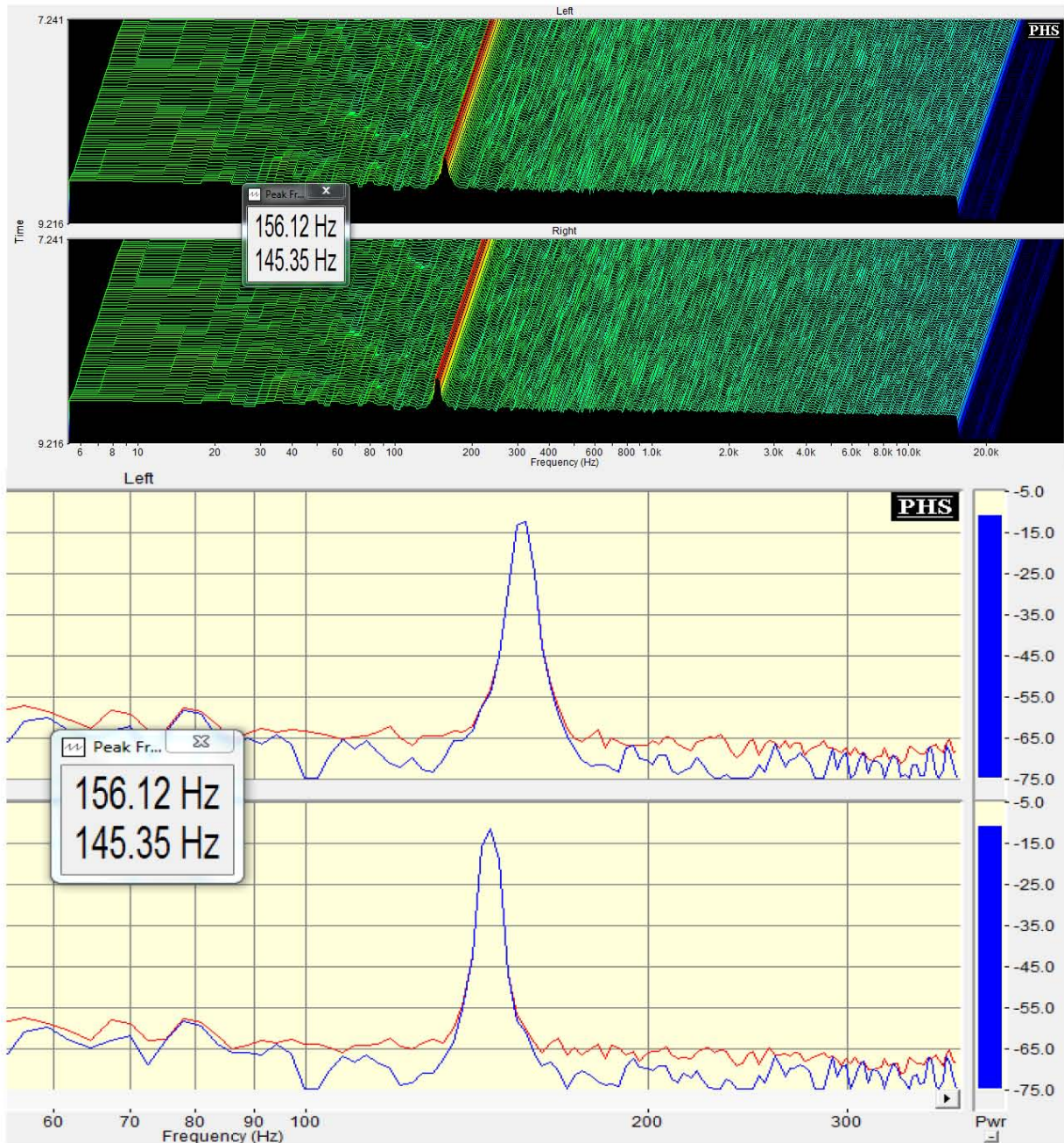


Figure 18: 3D-Surface et Spectre en fréquence et en amplitude Fichier son n°5

$$F_1 - F_2 = 156,12 \text{ Hz} - 145,35 \text{ Hz} = 10,77 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Onde Alpha concernée}$$

6) « Cocaïne »

« Effets : Fait disparaître la fatigue, augmente les capacités physiques & rend euphorique »

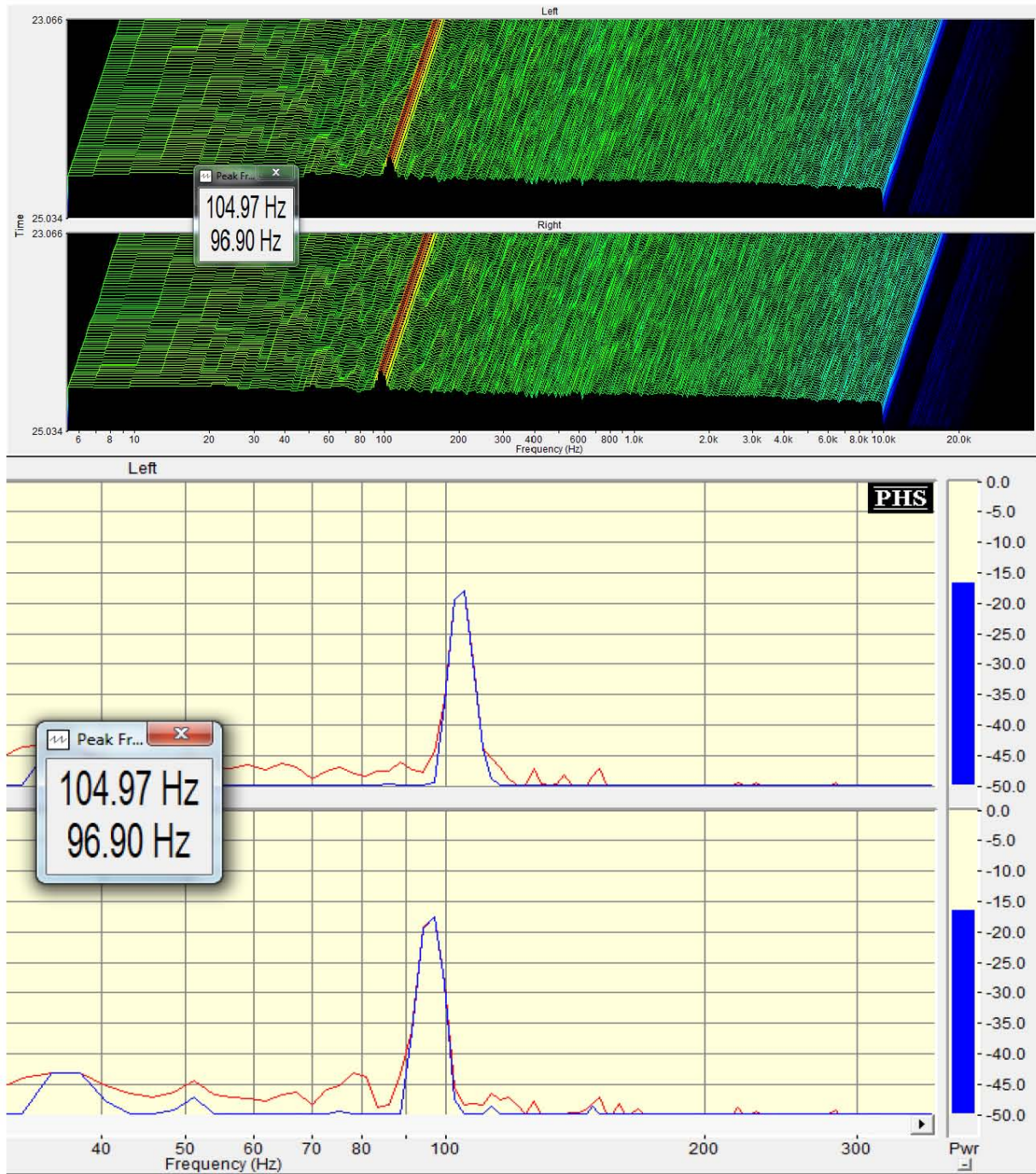


Figure 19 : 3D-Surface et Spectre en fréquence et en amplitude Fichier son n°6

$$F_1 - F_2 = 104,97 \text{ Hz} - 96,90 \text{ Hz} = 8,07 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Onde Alpha concernée}$$

7) « Kétamine »

« Effets : Similaire aux effets de la kétamine, cette dose vous donnera des hallucinations, des vertiges, et après avoir finis la dose, une meilleure sociabilité. »

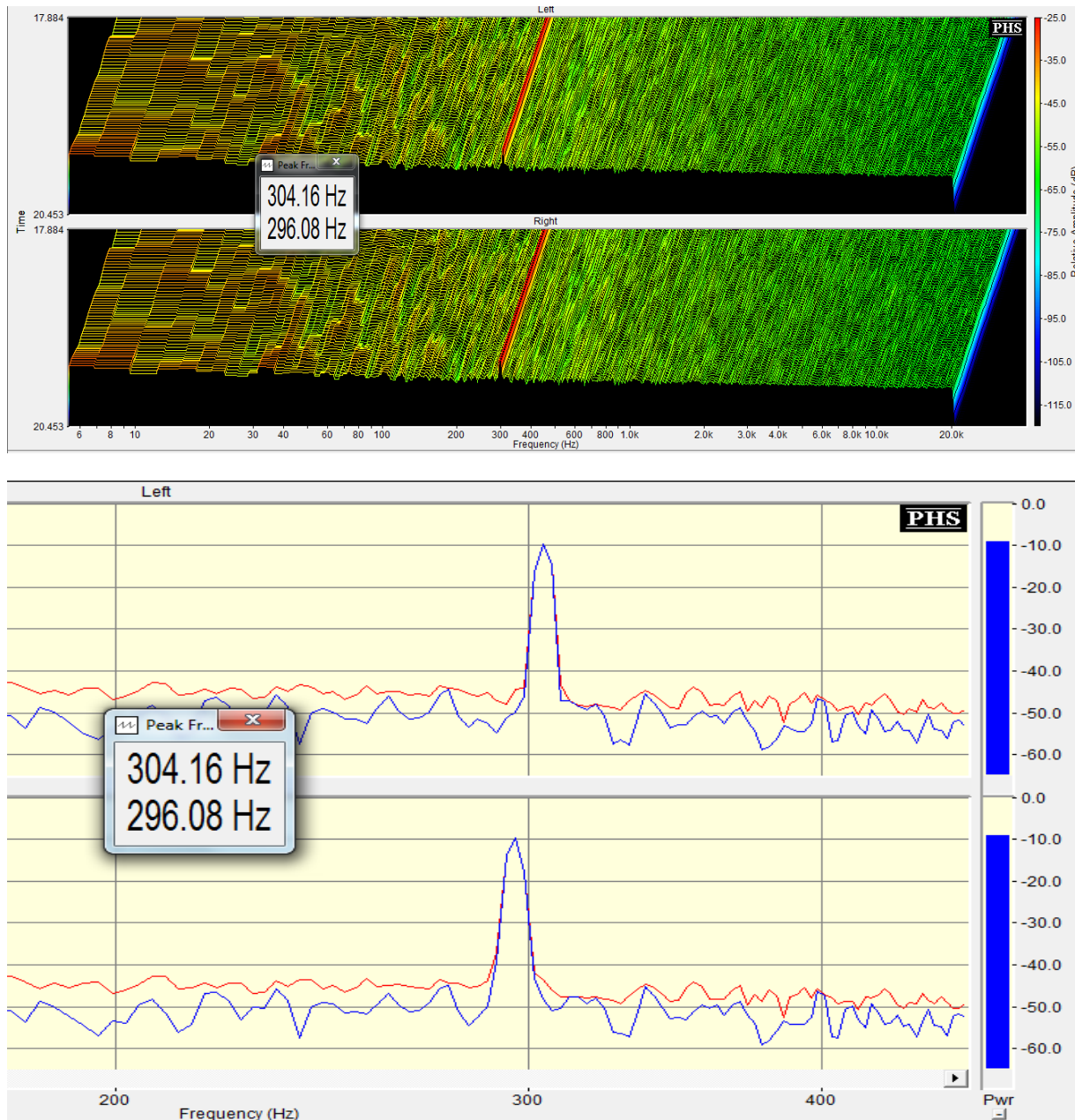


Figure 20 : 3D-Surface et Spectre en fréquence et en amplitude Fichier son n°7

$$F_1 - F_2 = 304,16 \text{ Hz} - 296,08 \text{ Hz} = 8,08 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Onde Alpha concernée}$$

8) « LSD »

« Effets : Fait disparaître votre fatigue, accroît votre énergie et vos sens...
Vous allez vous sentir bien ! »

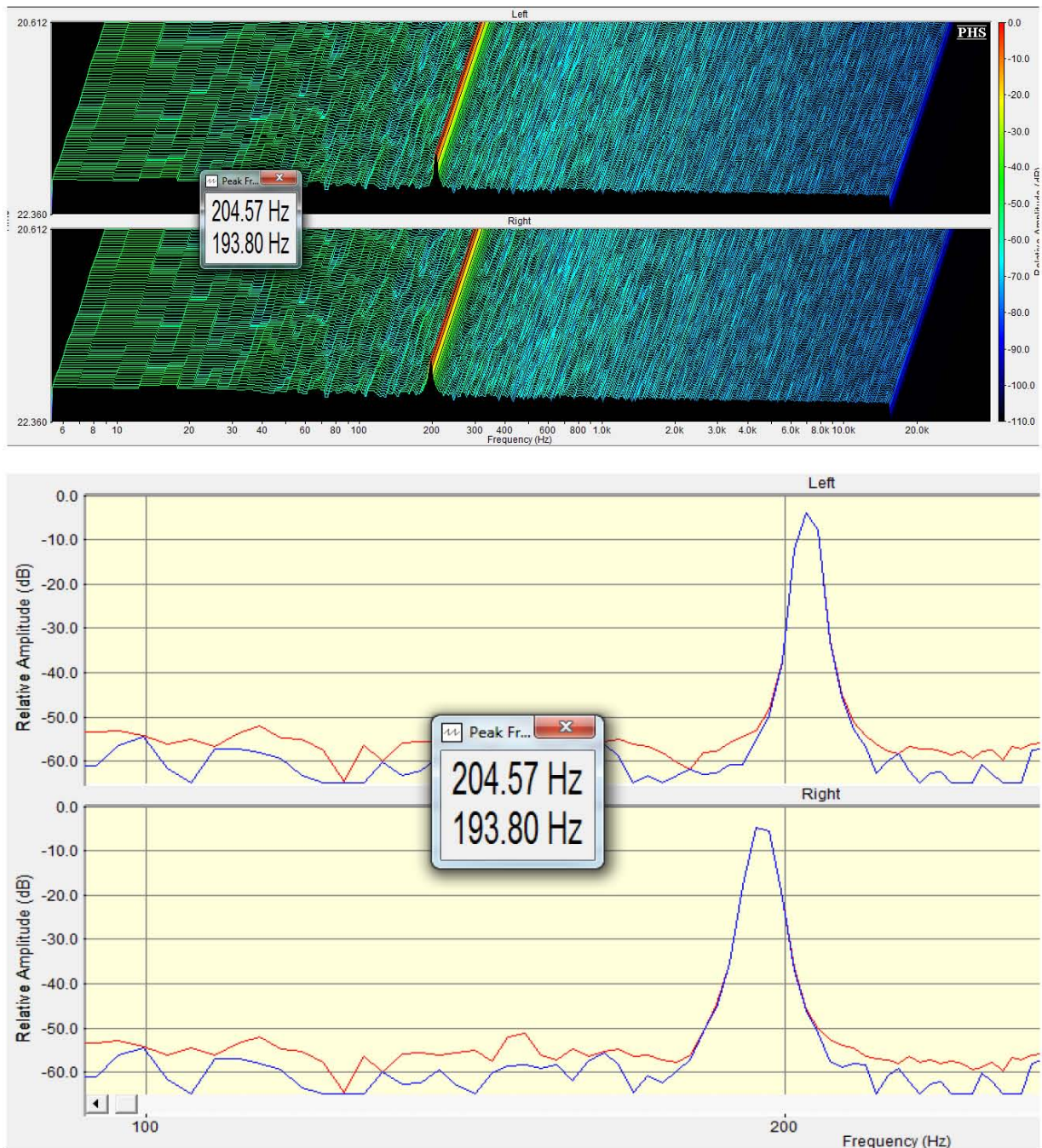


Figure 21: 3D-Surface et Spectre en fréquence et en amplitude Fichier son n°8

$$F_1 - F_2 = 204,57 \text{ Hz} - 193,80 \text{ Hz} = 10,77 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Onde Alpha concernée}$$

9) « Inspire »

« Effets : Cette dose est faite pour les gens en recherche d'inspiration créative, et manquant d'idées. »

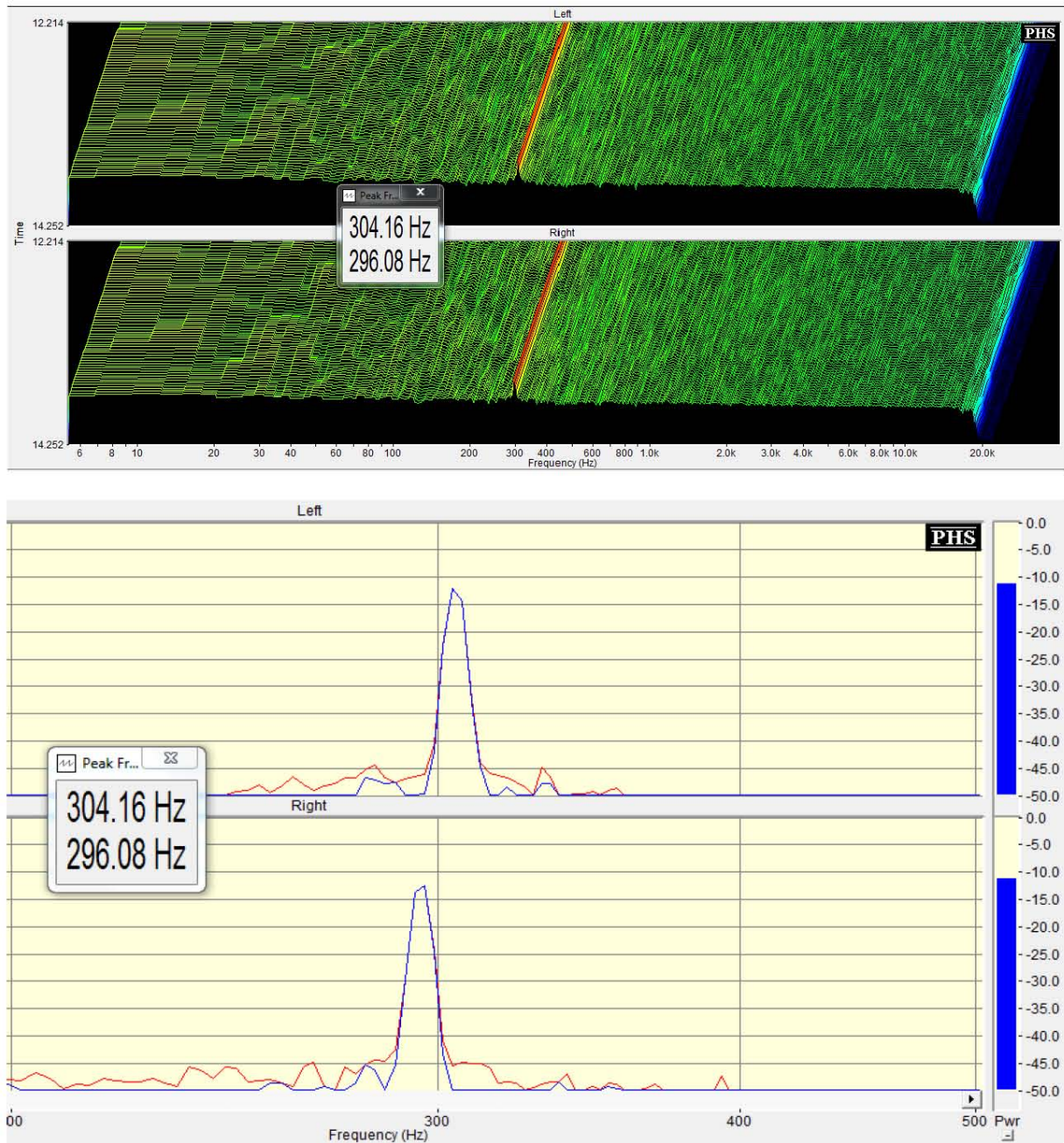


Figure 22 : 3D-Surface et Spectre en fréquence et en amplitude Fichier son n°9

$$F_1 - F_2 = 304,16 \text{ Hz} - 296,08 \text{ Hz} = 8,08 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Onde Alpha concernée}$$

10) « Sleeping Angel »

« Effets : Parfait pour se relaxer avant de dormir ! (Bien commencer votre nuit) »

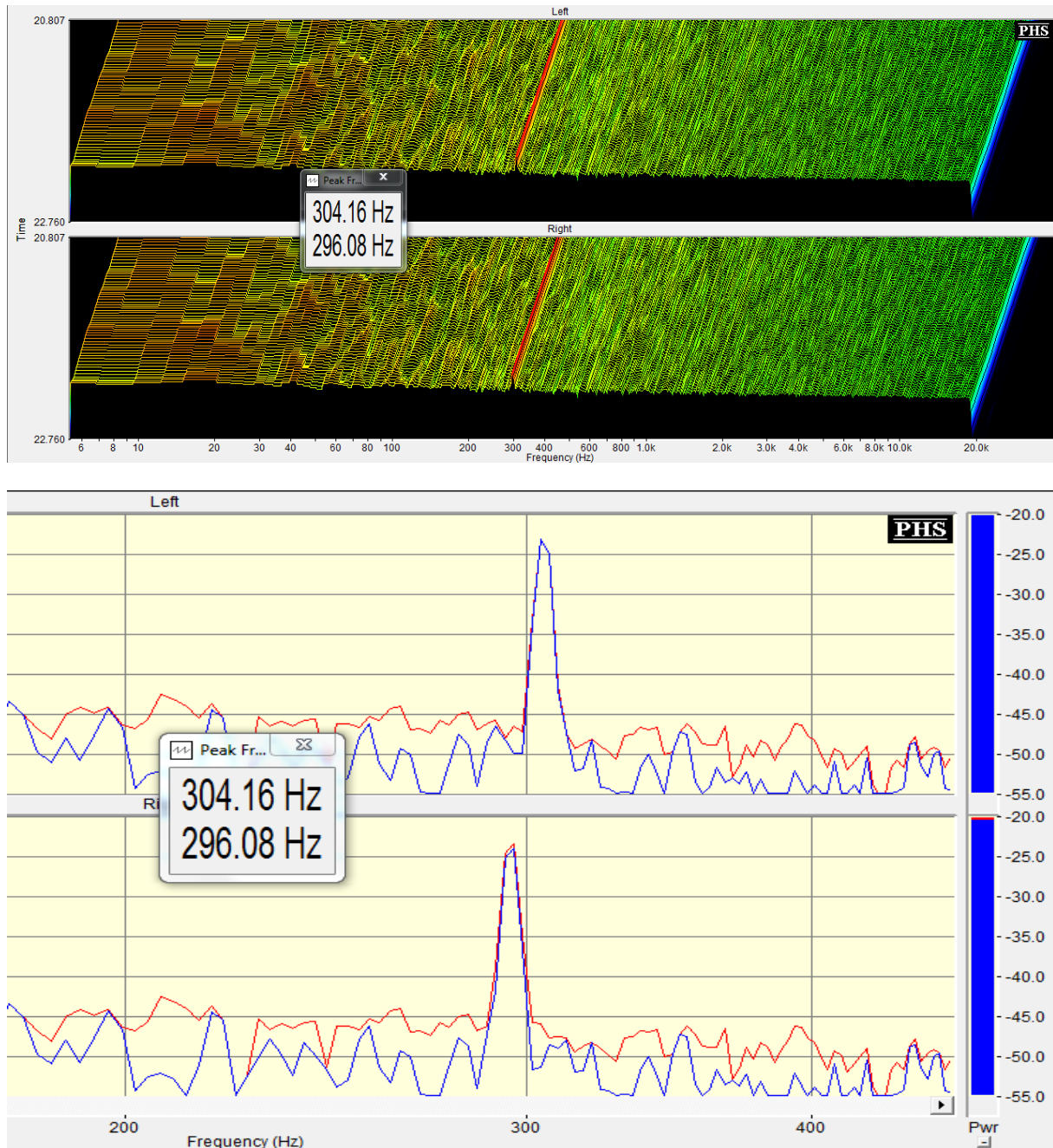


Figure 23 : 3D-Surface et Spectre en fréquence et en amplitude Fichier son n°10

$$F_1 - F_2 = 304,16 \text{ Hz} - 296,08 \text{ Hz} = 8,08 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Onde Alpha concernée}$$

La première conclusion sera que tous les fichiers audio sans exception utilisent un battement binaural compris entre 8Hz et 11 Hz ce qui correspond à l'intervalle de l'onde Alpha (cf. §I 4)). Nous pouvons alors nous demander comment ces fichiers peuvent provoquer de tels effets si différents à chaque fois avec un battement binaural utilisant une seule et même onde : l'onde Alpha ? (même si on peut prévoir que les effets promis sont impossibles avant toute étude fréquentielle). Preuve de plus pour affirmer qu'I-doser se positionne bien sur un marketing agressif additionné de fichiers pratiquement identiques sur le plan des ondes binaurales. Fichiers semblables tant sur le plan des battements utilisés que sur l'écoute des fichiers sonores, tout se ressemble à peu de choses près.

Si l'on en croit les différents avis des spécialistes sur le sujet, la synchronisation cérébrale grâce à l'onde Alpha engendre divers états qui peuvent être qualifiés comme suit, en trois états distincts :

- Pilotage automatique (détachement de l'esprit),
- Etat Hypnotique (la conscience au repos),
- Etat méditatif (le lâcher-prise).

Le sujet est assoupi, mais demeure très sensible aux stimuli extérieurs. Il est dans ce que l'on appelle un état de détachement.

En aucun cas ces fichiers sonores peuvent reproduire l'effet d'une drogue telle que décrite auparavant. A regarder les effets relatifs à l'onde Alpha de plus près, on peut se dire que I-doser utilise donc une combinaison entre un marketing agressif autour du thème des drogues, une utilisation de la théorie des ondes binaurales et d'une autosuggestion des personnes pour justifier le succès de son logiciel. Evidemment, les propriétaires se réservent bien de le dire.

On voit bien que ce soit d'un point de vue théorique aussi bien que d'un point de vue fréquentiel (onde cérébrale concernée), que I-doser (ou autre logiciel similaire) se sert de la théorie des ondes binaurales pour attirer les personnes et justifier les effets promis relatifs aux drogues physiques.

Partie III : Vers une utilisation du battement binaural en acouphénothérapie ?

1) L'institut Monroe

Robert Allan Monroe (1915–1995) était un parapsychologue, et l'auteur de « Journeys Out of the Body » (Voyages hors du corps), un livre (1971) qui a popularisé l'expression « expérience hors du corps ». [36]

Monroe était un homme d'affaires conservateur, originaire de Virginie. Il a affirmé avoir eu ses premières expériences hors du corps en 1958. Après de nombreuses expérimentations, il a fondé l'Institut Monroe, une « organisation à but non lucratif dédiée à l'exploration de la conscience humaine ». Il est à l'origine d'une méthode appelée « Hemi-Sync » (diminutif de Hemispheric Synchronization : la synchronisation hémisphérique) qui faciliterait l'entrée dans des états modifiés de conscience favorables à la projection astrale. L'Hemi-Sync emploie des fréquences sonores précises fondées sur le principe du battement binaural, accompagnées d'instructions de méditation : il permettrait de stimuler les deux hémisphères du cerveau afin qu'ils fonctionnent de manière synchrone.



Figure 24 : Logo de l'Institut Monroe [36]

Robert Monroe fut l'auteur de ces trois livres :

- Journeys Out of the Body (Le voyage hors du corps) (1971),
- Far Journeys (Fantastiques expériences de voyage astral) (1985),
- UltimateJourney (non-traduit) (1994).

Outre les témoignages de voyages astraux (sortie du corps) qui peuvent être vivement remis en question, l'Institut Monroe a réalisé beaucoup d'études sur l'impact des battements binauraux dans différents domaines de la conscience humaine. Ce sont ces études qui ont le mérite d'être regardées de plus près avec par exemple, la technique « Hemy-Sinc ».

a) La technique Hemy-Sinc

C'est une technologie audio brevetée, à la pointe du progrès, composée de combinaisons de fréquences sonores qui résulte de la recherche et des expérimentations scientifiques de l'Institut Monroe.

Elle permet à l'expérimentateur d'accéder à des « Etats d'Expansion de Conscience » et d'en faciliter le contrôle. Elle contribue à la mise à l'unisson des hémisphères cérébraux (synchronisation hémisphérique).

Qu'est-ce que la « synchronisation hémisphérique »?

« C'est un état au cours duquel, les hémisphères droit et gauche du cerveau produisent simultanément et de façon synchronisée les mêmes ondes ou impulsions électriques. Les recherches actuelles tendent à démontrer que lorsque les deux hémisphères du cerveau d'un sujet fonctionnent de façon synchronisée, il lui est possible d'accéder à un état HAUTEMENT PRODUCTIF ET COHÉRENT, CENTRÉ ET UNIFIÉ. Cet état "SYNCHRONISÉ" ouvre la porte et donne ainsi accès à ce que l'Institut MONROE a baptisé: "Une perspective différente"! » [33]

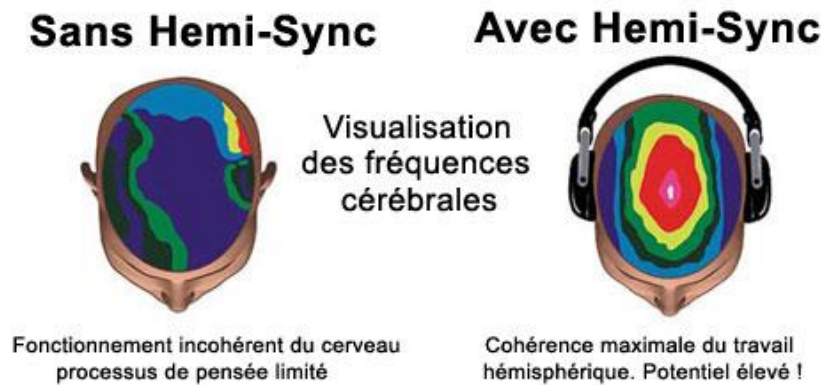


Figure 25 : Comparaison de l'activité cérébrale avec et sans Hemy-Sinc [33]

Comment le procédé "Hémi-sync" favorise-t-il la synchronisation hémisphérique?

La technologie de l'Institut est basée sur le fonctionnement naturel du cerveau. La science aurait prouvé que le cerveau produit divers types d'activité électrique (ondes cérébrales) et que les rythmes de ces ondes indiquent différents états de conscience. Les sons pourraient de ce fait influencer nos états de conscience.

Certaines combinaisons de fréquences sonores peuvent amener le complexe cerveau / esprit dans des états tels que la relaxation profonde, le sommeil ou la vigilance accrue.

Lorsque le cerveau reçoit une fréquence différente dans chaque oreille, à travers un casque stéréo phonique, il répond habituellement, en produisant une troisième fréquence qui ressemble à une modulation ou effet vibrato dont la fréquence est déterminée par la différence entre les deux sons reçus. Cette méthode permet aux deux hémisphères de fonctionner à l'unisson (synchronisation hémisphérique ou Hémi-sync) amplifiant ainsi la réaction du cerveau et permettant une utilisation optimale des capacités humaines. Lorsque cette troisième fréquence correspond à un état de conscience bien spécifique, le cerveau synchronisé tend à reproduire cet état.

L'accès « conscient » à diverses fréquences cérébrales, qu'elles soient de niveau : Bêta (14 à 32 Hz), Alpha (8 à 13 Hz), Thêta (4 à 7 Hz) ou Delta (0.5 à 3 Hz) et aux différents "états de conscience" qui leur sont reliés deviendrait désormais possible.

b) La technique Hemy-Sinc et ses effets

Des milliers de gens, professionnels ou grand public, ont déjà suivi les programmes de l'Institut Monroe et utilisent dans leur quotidien des CD et cassettes sur des thématiques spécifiques. Beaucoup de personnes qui ont suivi les séminaires disent avoir développé un autre point de vue sur les choses, un changement de perspectives.

La recherche continuelle développée dans les laboratoires de l'Institut propose aux personnes actives dans leur développement personnel une palette d'outils destinée à des applications telles que :

Relaxation, réduction du stress, créativité élevée, méditation, exploration des « *Etats d'Expansion de Conscience* » ainsi que leur stabilisation et leur intégration au quotidien, apprentissage accéléré, performances physiques et psychiques amplifiées, équilibre émotionnel, signification. [17]

Sur tous les continents, des médecins, psychiatres, psychologues comme des milliers d'autres personnes, utilisent Hemi-Sync pour atteindre ces buts ou les faire atteindre à d'autres.

Ce qui est intéressant c'est de pouvoir croiser plusieurs études sur l'effet des battements binauraux pour donner un peu plus de crédibilité au principe : nous allons présenter dès lors les résultats obtenus par Mme Brigitte FORGEOT au cours d'expériences qu'elle a menées sur la théorie du battement binaural.

2) Madame Brigitte FORGEOT

a) Présentation

Mme Brigitte FORGEOT est une psychologue clinicienne (DESS de psychologie clinique et pathologique, IED - Université Paris VIII) qui est à l'origine du développement d'un institut de psychologie-neuropsychologie (Institut Mentis Portae) et qui a notamment fait des études sur l'impact de l'utilisation des ondes binaurales dans des séances de thérapie de relaxation et cognitivo-comportementale.

b) L'institut Mentis Portae

L'institut Mentis Portae crée le 01 Janvier 2010 fait des bilans chez des personnes allant du très jeune enfant à l'adulte.

Les bilans aboutissent, dans la mesure du possible, à un diagnostic permettant la prise en charge des troubles comme : les troubles de déficit de l'attention (avec ou sans hyperactivité), de la personnalité, les troubles anxieux et dépressifs, du comportement, des apprentissages, de la mémoire etc. Ils permettent également le diagnostic de la précocité ou de la déficience intellectuelle.

De plus, l'institut propose des psychothérapies individuelles, des remédiations cognitives, des prises en charge en groupe et des formations destinées aux professionnels de l'éducation et de la santé, dans le domaine de la psychologie et des neurosciences. [19]

c) Mémoire et résultats sur les ondes binaurales

Le mémoire réalisé par Mme Brigitte FORGEOT s'intitule : « *Les sons binauraux : effets cliniques et neuropsychologiques. Perspectives d'applications* ». [6]

Son mémoire s'intéresse donc à l'impact que les ondes binaurales ont dans plusieurs domaines de la conscience humaine. Ainsi, elle réalise plusieurs expériences avec l'utilisation de battements binauraux de fréquence Alpha dans les domaines suivants : [6]

- Effets des sons binauraux de fréquence Alpha sur :
 - l'attention,
 - la mémoire immédiate,
 - la mémoire de travail,
 - la mémorisation,
 - l'état subjectif de relaxation.

- Effet de l'entraînement à dix semaines

Voici par ailleurs des exemples de résultats d'expériences. Dans plusieurs domaines (traitement de l'information, mémoire immédiate etc.), deux groupes de personnes sont observés et mis à l'épreuve. Un groupe qui a reçu un entraînement aux ondes binaurales de type Alpha (groupe 2) et un autre groupe « sain » sans entraînement (groupe 1) ont plusieurs épreuves à affronter. Mme Brigitte FORGEOT compare les résultats :

- Une augmentation significative de la vitesse de traitement de l'information :

À la tâche informatisée « haute tension » qui requiert une bonne alerte tonique et un traitement rapide de l'information, le temps de réaction moyen du groupe 1 (sans entraînement aux ondes binaurales) est de 721 ms tandis que celui du groupe 2 (avec entraînement aux ondes binaurales) est de 615 ms. La différence est significative.

À la tâche informatisée « ne vous laissez pas tenter », qui correspond à une version informatisée du test de Stroop (cette épreuve comporte quatre tâches successives : lecture durant 45 secondes du maximum de noms de couleurs écrits en noir et blanc, puis mêmes consignes, les noms de couleurs étant écrits de différentes couleurs. La troisième épreuve consiste en une dénomination de carrés de couleurs : le sujet doit nommer un maximum de couleurs en 45 secondes ; au cours de la quatrième épreuve, dite d'interférence, le sujet doit reprendre la planche des noms de couleurs colorés, et donner la couleur d'impression de chaque mot, en ignorant le mot écrit) [34], les sujets du groupe 1 mettent en moyenne 0,5 secondes à réagir par item en situation d'interférence, tandis que les sujets du groupe 2 mettent la moitié de ce temps, soit 0,24 secondes. Cette différence est significative.

- Une action significative sur la mémoire immédiate, mais différente selon les tâches :

En ce qui concerne le rappel immédiat d'une histoire entendue, l'évolution des performances est meilleure chez les sujets du groupe 2 ($p = 0,13$; $p = 0,36$ pour le groupe 1) avec une différence entre les deux groupes significative à 82 % ($p = 0,18$). Dans de nombreuses disciplines scientifiques, un consensus s'est

fait pour considérer qu'une différence est "statistiquement significative" si le hasard a moins de X chances sur 100 d'expliquer les différences observées ($p = 0.1$ ou 0.05 ou autre en fonction des disciplines).

La mémoire visuelle semble davantage bénéficier de l'écoute des sons binauraux de fréquences Alpha. A l'épreuve des visages, les sujets du groupe 1 rappellent en moyenne 4,37 visages supplémentaires, ce qui est significatif ($p = 0,03$) tandis que les sujets du groupe 2 en rappellent près du double, soit 8,12 ($p = 0,002$). La différence entre les deux groupes est de nouveau significative à 90 % ($p = 0,1$).

- Une amélioration significative des performances de la mémoire de travail :

L'amélioration des performances de la mémoire de travail durant l'écoute de sons binauraux de fréquences Alpha est confirmée par les résultats des sujets aux tâches informatisées. Ainsi, lors de l'exercice « dernier mot » (ici il s'agit à la fois de se rappeler de plusieurs phrases ainsi que spécifiquement du dernier mot de chaque phrase), les sujets réussissaient mieux cette tâche lorsqu'ils écoutaient des sons binauraux que des sons neutres ($p = 0,16$). Les résultats à l'exercice « garçon s'il vous plaît ! » (Il s'agit de replacer les plats commandés par quatre convives) sont encore plus significatifs : les sujets font moins d'erreurs d'attribution des plats et ce en un temps plus court ($p = 0,03$).

- Une amélioration significative de la mémoire verbale épisodique :

A l'épreuve du rappel d'histoire différé de la MEM III (La passation et l'interprétation des résultats permettent d'évaluer les capacités d'attention et de concentration, ainsi que certaines formes d'apprentissage, pour aboutir à l'élaboration de programmes rééducatifs ou thérapeutiques) [35], le groupe 1 perd en moyenne 1,25 points ($p = 0,12$) tandis que le groupe 2 en gagne 4,87 ($p = 0,0004$). Pour chaque groupe, le test se déroule ainsi : une histoire courte est lue au sujet qui la répète immédiatement après (score de mémoire immédiate et vérification de l'encodage). L'encodage est alors renforcé par une répétition de l'histoire en prévenant le sujet que cette histoire lue sera redemandée une demi-heure plus tard. La différence d'évolution des performances entre les groupes 1 (sons neutres) et 2 (sons binauraux) est très significative ($p = 0,001$).

D'après les résultats préliminaires de l'étude de l'utilisation de sons induisant des ondes Alpha, les fréquences de 8 à 10 Hz sembleraient avoir une

action positive sur l'alerte tonique, la vitesse de traitement de l'information, la résistance à l'interférence et les performances de la mémoire de travail.

Par ailleurs, l'effet des sons binauraux n'a jamais été testé au moyen des tests neuropsychologiques standardisés, habituellement utilisés pour les bilans. Nous retrouvons bien des effets sur l'apprentissage et sur la mémorisation comme cela a déjà été démontré, ainsi qu'au niveau clinique sur l'humeur et l'anxiété. On comprend donc qu'un entraînement aux sons binauraux de type Alpha peut être bien plus utile dans une application thérapeutique que commerciale (comme le propose I-Doser).

En définitive, il en ressort qu'il existe bien des interactions entre les ondes Alpha et la mémoire de travail, l'anxiété et donc l'humeur.

Même si une légitimité relative est attribuée aux ondes binaurales quant à ses effets possibles sur l'attention, la mémoire de travail et les interactions émotionnelles, Madame Brigitte FORGEOT relativise le succès d'I-Doser auprès de la jeune population. De plus, elle reste très réservée concernant l'impact envisageable d'une écoute prolongée et répétitive de ce genre de fichiers sonores. Voici un article publié sur le site « LeParisien.com » qui reprend son avis sur cette question :

Point critique sur I-Doser :

« Auteur d'une des rares études sur les battements binauraux — le « principe actif » des drogues numériques —, la neuropsychologue Brigitte Forgeot appelle à la prudence. Comment fonctionnent les drogues numériques ?

Brigitte Forgeot : Ces extraits sonores sont basés sur les battements binauraux, qui ont des effets reconnus d'apaisement, de relaxation et d'aide à la concentration. On les utilise à des fins thérapeutiques pour le traitement de l'autisme, de l'hyperactivité, voire de la dépression. Ces sons peuvent-ils avoir des effets hallucinogènes ? Il est possible que certaines fréquences puissent produire une sorte d'état de flottement chez l'auditeur. Certains sons rapides peuvent stimuler l'attention, ou l'imagination. Mais les effets hallucinogènes me semblent davantage relever de l'autosuggestion. C'est aussi et surtout un argument marketing efficace pour les sociétés qui vendent ces fichiers audio. Cela dit, les études manquent. On sait finalement peu de chose sur les effets de

ces battements. Y a-t-il un danger pour le consommateur ? Les drogues numériques pourraient, à la longue, créer des dysfonctionnements cérébraux chez l'auditeur, et aboutir, par exemple, à des troubles du sommeil ou des crises d'angoisse. On ne joue pas impunément avec son cerveau! Cela étant, ces troubles devraient disparaître en cas d'arrêt des doses. Au-delà, la consommation de drogues numériques peut surtout être révélatrice d'un mal-être qui doit attirer l'attention des parents. ».[30]

Enfin, comme nous l'avons vu au départ, au regard du succès du site I-Doser, cet engouement progressif pour les « drogues numériques » pourrait cacher des troubles chez les utilisateurs et peut-être les pousser à sauter le pas vers des drogues physiques cette fois-ci.

Cependant, les autorités de santé se veulent rassurantes :

Pour Étienne APAIRE, magistrat et président de la Mission interministérielle de lutte contre les drogues et la toxicomanie (MILDT) : *« il n'est pas question de prohiber le site qui fait une opération commerciale pouvant même relever de l'escroquerie si cela est présenté comme de la drogue »*. De plus, *« le fait de faire passer un produit comme étant un stupéfiant est incriminable »*, explique-t-il [31].

Étienne APAIRE reste également prudent quant au risque d'accoutumance : *« Ces extraits sonores ne semblent pas créer de dépendance. Cela dit, nous surveillons le phénomène de près »*. Pour le patron de la MILDT, la prévention est primordiale : *« Comme pour les substances classiques, les drogues numériques peuvent conduire à des situations d'isolement, voire de désocialisation. Les parents ne doivent pas hésiter à consulter un psychologue si leur enfant ne peut plus se passer de sa dose »*.

En définitive, I-doser est controversé sur trois critères bien distincts. Non seulement le site se repose sur une sémantique évocatrice du milieu de la drogue, mais utilise les ondes binaurales de type Alpha à chaque fois pour justifier le prix variable des « doses » plus ou moins « fortes ». Enfin, I-doser pourrait à la longue représenter non pas une menace concernant une hypothétique dépendance mais une menace sur le plan psychologique (trouble du sommeil, attrait progressif pour les drogues illicites etc. ...).

3) Vers une utilisation des sons binauraux pour traiter les humeurs des personnes acouphéniques ?

a) Définition de l'acouphène

« L'acouphène a été défini par deux instituts, mondialement reconnus :

- Selon « the American National Standards Institute » (ANSI) en 1969, il est la « sensation d'un son sans stimulation externe »

- D'après « the Committee on Hearing, Bioacoustics and Biomechanics » (CHABA), l'acouphène est « l'expérience consciente d'un son qui provient de la tête ».

Jastreboff a lui aussi donné sa définition de l'acouphène. Il serait une perception auditive fantôme. Ses termes exactes présentent l'acouphène comme « la perception d'un son résultant exclusivement de l'activité du système nerveux sans activité mécanique, vibratoire, correspondante de la cochlée, et non reliée à une stimulation externe d'aucune sorte » (1995) » [29].

b) Genèse des acouphènes

« De nombreuses structures dans le système auditif pourraient contribuer à la génération d'un acouphène. Mais les recherches actuelles ne permettent pas d'avancer l'une plus que l'autre.

Cependant, deux hypothèses majeures se dégagent des recherches [34] :

- L'une centrale, incluant les acouphènes générés au niveau des voies auditives centrales,

- L'autre périphérique, autrement dite sensori-neuronale, incluant les acouphènes générés depuis les cellules ciliées internes (acouphène de « transduction »), les cellules ciliées externes (acouphène « moteur »), le nerf auditif (acouphène de « transformation ») et les structures extrasensorielles (acouphène objectif). »[29].

Voici les sept principales hypothèses émises pour expliquer la genèse des acouphènes[20][21] :

1ère Hypothèse: les Oto-Émissions Spontanées (OEAS) :

Il semblerait qu'il n'y ait qu'une faible partie des patients à avoir un acouphène dû à une activité spontanée des Oto-Emissions Acoustiques (4%).

Des résultats obtenus par PENNER indiqueraient que les Oto-Emissions Acoustiques spontanées pourraient être responsables de certains acouphènes. [42]

2ème Hypothèse: le découplage des stéréocils :

Selon TONNDORF, en 1980, une altération du couplage cellules ciliées / membrane tectoriale pourrait être à l'origine des acouphènes. [43]Il a été expliqué qu'une perte de ce couplage pouvait entraîner une augmentation de 30 dB de sensibilité dans la perception du bruit de fond (« thermal noise ») enregistré à l'entrée des cellules ciliées externes. C'est-à-dire que le bruit de fond normalement présent dans la cochlée, avoisinant les 20 dB au-dessous du seuil auditif à 1000 Hz, serait amélioré de 30 dB au-dessus du seuil après découplage. Ce découplage peut être dû à un trouble du métabolisme du calcium-potassium, de l'intoxication par des aminosides, de l'acide acétylsalicylique ou par un traumatisme sonore. Cette théorie a l'avantage d'expliquer le faible niveau des acouphènes ($30\text{ dB} - 20\text{ dB} = 10\text{ dB}$) et le phénomène de recrutement

3ème Hypothèse: la perte localisée des cellules ciliées externes :

Il y a des zones où les CCE sont endommagées sans que les CCI ne soient atteintes. Dans ce cas-ci, la distance entre les membranes basilaire et tectoriale est diminuée. Ce collapsus de la membrane tectoriale a pour effet de la mettre

avec les CCI. Il en résulterait une dépolarisation, c'est-à-dire que l'on verrait apparaître une activité continue dans les fibres afférentes.

4ème Hypothèse: l'effet de bord :

Un des effets des cellules ciliées externes est d'ajuster la position de la membrane basilaire par des mouvements actifs permettant ainsi la transduction de l'organe de Corti à une fréquence donnée. Une destruction des CCE provoque une diminution de leur activité et par là même une diminution de l'inhibition efférente sur ces mêmes cellules ainsi que sur les fibres afférentes des CCI. Cette levée d'inhibition des fibres efférentes des CCE peut déborder sur les cellules voisines intactes, du fait de la connexion d'une fibre efférente à plusieurs dizaines de fibres afférentes, et en augmenter leur activité de base, générant ainsi un acouphène.

5ème Hypothèse: le calcium

Le calcium joue un rôle significatif dans la fonction cochléaire (AITKIN, ARAN, FERRARY etc.). En effet, le calcium va influencer :

- La position de la membrane tectoriale,
- Les canaux potassium/calcium,
- Les propriétés de transduction des cellules ciliées,
- La phase lente des CCE,
- La neurotransmission des cellules ciliées.

Les changements de la concentration ionique en calcium dans la périlymphe pourraient être responsables d'une variété de surdités incluant des acouphènes.

6ème Hypothèse: les canaux calciques :

Le calcium va influencer la neurotransmission, la mobilité lente des CCE mais aussi la position de la membrane basilaire par l'action modulatrice des canaux calciques. A partir de là, la *nimodipine*, bloqueur des canaux calciques, abolirait les acouphènes induits par *salicylate*.

7ème Hypothèse: la transmission synaptique :

L'augmentation de la transmission synaptique entre les cellules ciliées internes et les fibres nerveuses du VIII engendrent un acouphène cochléaire. Cette augmentation pourrait néanmoins résulter de plusieurs facteurs :

- Une augmentation spontanée de la libération des neurotransmetteurs des CCI, augmentant ainsi l'activité spontanée dans le nerf auditif,
- Une augmentation de la transmission des sons évoqués,
- Une augmentation de la transmission post-synaptique de la membrane,
- Une diminution du pouvoir inhibiteur du système efférent.

c) Le modèle de Jastreboff

L'émergence de l'acouphène est en relation avec un changement, petit ou grand, dans le schéma auditif. Les schémas auditifs sont classés selon leur signification et leur importance. Le signal ainsi émis est détecté par les filtres sous-corticaux (réseau neuronal à l'étage subconscient, capable d'une filtration complexe) [23]:

-Soit parce qu'il s'agit d'une information nouvelle,

-Soit parce que les filtres sont particulièrement sensibles (conditions de stress de vie...).

Si l'acouphène est perçu comme non important, non menaçant, les filtres auditifs jouent leur rôle d'élimination de cette information et le signal sera de courte durée.

Par contre, si l'acouphène est considéré comme potentiellement dangereux, les filtres, agissant comme des mécanismes de sécurité, vont "s'accorder" au signal, et celui-ci va être amplifié et détecté continuellement au niveau conscient (persistance de l'acouphène).

Le mécanisme de la détresse liée à l'acouphène se fait via les connections sous-corticales du système auditif [24]:

- Vers le système limbique, qui régule les émotions (d'où genèse d'anxiété, d'angoisse, de peur...),

- Vers le SNA (système nerveux autonome), qui va provoquer des réponses d'ordre physique (tensions musculaires, palpitations, transpiration,...)

Une réponse conditionnée va donc se mettre en place rapidement, et quand le signal sera à nouveau détecté (ex. le soir au coucher), il déclenchera cette même réponse aversive, qui a été auparavant conditionnée. Et ceci ne permettra pas l'habituation, en raison d'un rôle de protection.

Ces phénomènes se produisent au niveau de la boucle inférieure du modèle de Jastreboff, c'est-à-dire à un niveau inconscient, où les pensées conscientes n'ont pas d'effet immédiat.

La détresse liée à l'acouphène va encore être augmentée, et cette fois, via la boucle supérieure (niveau conscient), en raison de la signification qui va être donnée à l'acouphène (ma santé est en danger, il n'y a pas de traitement...).

L'acouphène va, dès lors, être perçu à une intensité supérieure, sans changement toutefois au niveau du générateur. Le cercle vicieux de l'augmentation de la perception et de la réaction vis-à-vis de l'acouphène est enclenché. Une fois la réponse conditionnée établie, les symptômes, tant émotionnels que physiques, se déclencheront dès que l'acouphène sera entendu.

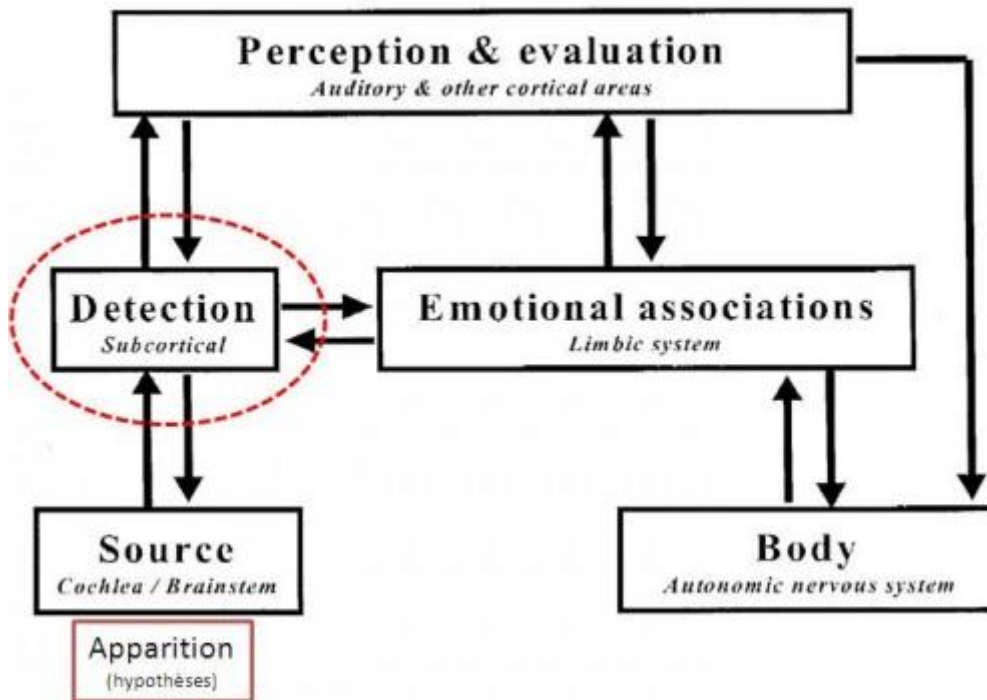


Figure 26 : Modèle de Jastreboff [25]

d) La TRT (Tinnitus Retraining Therapy)

La TRT est une technique:

-Qui explique les mécanismes d'émergence, de persistance et de développement de la détresse liée à l'acouphène. La TRT se base sur le modèle de Jastreboff, qui décrit une boucle supérieure à un niveau conscient, et une boucle inférieure à un niveau inconscient, avec l'implication du système limbique (qui régule les émotions, qui intervient dans les comportements de survie, participe à la mémoire et à l'apprentissage) et du SNA (modifications d'ordre physique). [38]

-Qui explique comment on peut "démonter" ce système, pour en recréer un autre, en reprogrammer un autre, c'est l'habituation, d'abord vis-à-vis de la réaction, puis vis-à-vis de la perception. [38]

Une habituation n'est possible que si l'objet de désagrément est présent (à l'opposé du masquage), que s'il n'est pas associé à des idées négatives, que s'il n'est pas trop important.

Avant de commencer un programme de TRT, il faut avoir à l'esprit:

- Un diagnostic,
- La catégorie de Jastreboff,
- Les facteurs déclenchant,
- L'expérience acouphénique ou hyperacousique du patient,
- L'attente du patient par rapport au programme,
- Ses autres "difficultés de vie",
- Et il faut aussi connaître son langage, sa culture, son niveau de compréhension et son statut psychologique actuel.

Rôle de la TRT :

Le but est la reprogrammation de la réponse conditionnée : la réaction par rapport à l'acouphène disparaîtra en premier (réponse émotionnelle et autonome), c'est l'habituation à la réaction (Hr), tandis que la perception de l'acouphène disparaîtra en dernier, comme une fermeture des filtres subconscients, c'est l'habituation à la perception (Hp).

La TRT comporte trois grands éléments

- Aspect cognitif :

- Démystification,
- Enseignement des mécanismes de l'audition et de l'acouphène via le modèle de Jastreboff,
- Identification et changement des fausses croyances par rapport à l'acouphène.
- Aspect comportemental :
- Désensibilisation phobique: apprendre au patient à ne plus fuir l'acouphène, mais à lui faire face (l'acouphène ne sera plus "un ennemi interne" mais deviendra "une musique du cerveau").
- Réentraînement autonome, via les techniques de relaxation, qui vont réduire les réactions autonomiques.
- La "thérapie par le son" :
- cherche à diminuer le contraste du signal, à interférer avec la détection sous-corticale et à augmenter la plasticité neuronale,
- est une application d'un son externe: générateur de bruit blanc (GBB), aide auditive, enrichissement sonore,
- permet d'éviter le silence, et de boucher les oreilles avec un embout.

Enfin, il faut rappeler l'importance de l'anamnèse dans la prise en charge du patient acouphénique par l'audioprothésiste. Tout comme pour la surdité, l'audioprothésiste doit choisir et adapter un appareillage, assurer le suivi et l'éducation prothétique du sujet acouphénique, ce qui ne serait se faire sans une anamnèse approfondie. De plus, la recherche de l'étiologie de l'acouphène permet souvent au patient de prendre conscience d'une situation stressante vécue antérieurement et qui a déclenché l'acouphène. Cette prise de conscience de l'association d'un stress violent et de la survenue de l'acouphène permet parfois au patient de surmonter plus facilement son acouphène. Il pourrait être souhaitable qu'un psychologue puisse prendre en charge cette dimension à laquelle l'audioprothésiste n'est pas nécessairement préparé. [39]

Tous ces facteurs guident la première consultation qui est extrêmement importante, et font en sorte que les explications et conseils soient adaptés à chaque patient. Celui-ci ne sortira donc pas du cabinet submergé de conseils inadaptés.

D'où aussi l'importance d'une équipe pluridisciplinaire, permettant réellement une prise en charge appropriée.

e) Possibilité d'une application des ondes Alpha à la TRT ?

« Liens entre acouphènes, anxiété et dépression :

Plusieurs études ont montré que les patients souffrant de maladies chroniques ont plus de chance de souffrir de dépression. Par ailleurs, d'autres études ont montré que la réciproque est vraie, c'est-à-dire que les patients souffrant de dépression sont plus à même de développer une maladie chronique. Ceci se retrouve particulièrement dans le cas des acouphènes. »

Il a été mis en évidence qu'acouphène et troubles anxieux voire dépressifs allaient de pair. Le but est alors de trouver un moyen efficace de les traiter distinctement : la TRT s'inscrit parfaitement dans ce dessein. L'équipe pluridisciplinaire autour du patient acouphénique a donc pour but d'interférer sur la relation qui existe entre ses acouphènes et ses humeurs liées. Ainsi, en plus de la thérapie sonore, il faut bien mettre en évidence la nécessité d'une thérapie de relaxation car :

« [...] certains patients ne sont gênés par leurs acouphènes seulement lorsqu'ils sont fatigués, tendus... Cela signifie qu'en temps normal, leurs cellules sensorielles envoient des messages parasites au cortex auditif qui ne les amène pas à leur conscience du fait d'une capacité de filtrage de ce cortex. Ce n'est que lorsque ces capacités de filtrage sont dépassées par des stress que les acouphènes arrivent à leur conscience.

Les patients souffrant d'acouphènes invalidants présentent plus fréquemment une anxiété, une irritabilité et une humeur triste. Or les acouphènes comme la dépression sont des maladies chroniques favorisées par un état anxieux. »

Nous sommes donc bien ici dans le cercle vicieux que décrit Jastreboff dans son modèle. Tous les moyens pour le casser sont bons : cela va de la thérapie sonore au counseling. Le but final est bien d'introduire tous les moyens possibles pour contrecarrer un emballement psychologique et donc un renforcement de l'acouphène.

« Les patients entrent alors dans un cercle vicieux où dépression et acouphène s'auto- entretiennent. Des études ont montré que la sévérité de la dépression était corrélée à la sévérité des acouphènes et que la sévérité de la dépression était un facteur limitant de la prise en charge des acouphènes. »[32].

Il pourrait donc être très intéressant de pouvoir mesurer cliniquement les bienfaits d'une utilisation conjointe de la thérapie sonore et des ondes binaurales dans le traitement des acouphènes. En effet, l'un des buts de la TRT est bien de faire sortir l'acouphène hors du champ de conscience en mettant en place des séances de counseling additionnées à la thérapie sonore.

Il serait probable que l'utilisation des ondes binaurales puisse avoir une répercussion sur la sévérité des troubles dépressifs. Bien évidemment, cela reste à l'état théorique puisqu'aucune étude scientifique n'a mesuré les effets sur le cerveau d'une écoute prolongée et répétitive dans le temps des sons binauraux et le comportement des personnes. Mais nous pouvons rester persuadés que si des études révèlent un climat propice à leur utilisation, les ondes binaurales pourraient avoir leur place dans le traitement des acouphènes. On peut imaginer en plus des séances de counseling, des séances d'entraînement à l'écoute des sons binauraux pour modifier l'humeur des personnes traitées et ainsi faciliter le traitement.

Voici peut-être un outil supplémentaire pour casser le cercle vicieux expliqué par le modèle de Jastreboff et en faire un cercle encore plus vertueux grâce à la TRT et aux ondes binaurales.

Conclusion

Les ondes binaurales ont été découvertes il y a très longtemps par Heinrich Wilhelm Dove en 1839. Depuis, pas mal pistes ont été explorées et des études ont été faites sur les ondes cérébrales et les sons binauraux. Même si aujourd'hui I-Doser utilise ces études à des fins purement commerciales, il existe derrière tout cela une théorie intéressante. Mais dont les effets à long terme sont encore méconnus.

Aux regards des expériences et des observations réalisées sur les ondes binaurales, on pourrait envisager plusieurs perspectives d'application à cette théorie :

En psychologie clinique, l'introduction de sons binauraux serait intéressante à évaluer dans les prises en charge des troubles anxieux, des troubles dépressifs, des traumatismes et de certains troubles de la personnalité. Des études doivent être faites, et si les conclusions le permettent, l'utilisation des ondes binaurales dans le processus de la TRT pourrait probablement se révéler utile.

Relativement développée aux États-Unis et au Canada mais encore quasiment confidentielle en France, l'utilisation des sons binauraux dans les prises en charge neuropsychologique, médicale, ou psychopathologique, aura espérons-le, tout à gagner à se développer à la lumière d'études cliniques préalables.

Bibliographie

- [1]<http://owni.fr/2012/05/21/le-bon-son-qui-prend-la-tete/>
- [2]<http://tpe-batement-binauraux.webnode.fr/quest-ce-que-les-battements-binauraux-/>
- [3]<http://www.mental-waves.com/sons-binauraux/>
- [4]http://www.masantenaturelle.com/chroniques/question/question_battements_binauraux.php
- [5]<http://auriol.free.fr/psychosonique/sons-lateralite/hemisync-anesthesie-1.htm>
- [6]<http://www.memoireonline.com/01/07/325/sons-binauraux-effets-cliniques-et-neuropsychologiques.html>
- [7]<http://aecoute.org/website/stressrelax/etatrelax.html>
- [8]<http://www.mental-waves.com/rubriques/etudes-scientifiques/>
- [9]<http://acouphenes.hautetfort.com/archive/2011/11/16/trt-generation-2eme-hypothese-le-decouplage-des-stereocils.html>
- [10]http://www.france-acouphenes.org/site/index.php?option=com_content&task=view&id=371
- [11]<http://www.audition-jezequel.fr/Les-acouphenes.html>
- [12]<http://www.aapb.org/files/news/Entrainment.pdf>
- [13]http://www.accrete.com/bwe/BWE_Articles/G%20Oster%20-%20Auditory%20Beats%20in%20the%20brain.pdf
- [14]http://www.neurosoup.com/binaural_beats_main.html
- [15]<http://www.mental-waves.com/ondes-cerebrales-et-synchronisation/>

- [16][http://en.wikipedia.org/wiki/Audio%E2%80%93Visual_entrainment#Physiology of Audio-visual Entrainment](http://en.wikipedia.org/wiki/Audio%E2%80%93Visual_entrainment#Physiology_of_Audio-visual_Entrainment)
- [17]<http://www.monroeinstitute.org/resources/hemy-sinc>
- [18]<http://www.i-doser.com/dealerguide.html>
- [19]<http://www.mentis-portae.com>
- [20]<http://www-crnl.univ-lyon1.fr/documentation/audition/acouphene/>
- [21]<http://www.cochlea.org/acouphenes.html>
- [22]<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16334737>
- [23]http://www.tinnitus.org/home/frame/tin2_download.pdf
- [24]http://www.theses.univ-lyon2.fr/documents/getpart.php?id=lyon2.2002.cuny_c&part=55341
- [25]http://www.therapie-par-le-son.com/francais/articles/tonnitus_retraing_therapy.pdf
- [26]<http://www.paperblog.fr/887923/les-ondes-cerebrales-et-le-cerveau/>
- [27]<http://www.dejology.wordpress.com/2012/02/23/i-doser-narkoba-digital/>
- [28]<http://aecoute.org/website/stressrelax/etatrelax.html>
- [29]http://www.scd.uhp-nancy.fr/docnum/SCDPHA_MAUDIO_2011_KREMER_JANE.pdf
- [30]<http://www.leparisien.fr/societe/brigitte-forgeot-on-ne-joue-pas-impunement-avec-son-cerveau-09-08-2010-1026092.php>
- [31]http://sante.ados.fr/drogue-numerique-musique-ecoute_article2491.html
- [32]http://www.france-acouphenes.org/site/index.php?option=com_content&task=view&id=371
- [33]<http://franceenking.com/sched.htm>
- [34]<http://psychologie.psychoblogs.net/2011/12/le-test-de-stroop-theorie-et-passation.html>

- [35]<http://www.ecpa.fr/psychologie-clinique/test.asp?id=1426>
- [36]<http://bethhaley.com/coaching/beth/>
- [37]<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16334737>
- [38]<http://www.camip.info/Le-traitement-des-acouphenes.html#nb1>
- [39]<http://www.sfaudiologie.fr/Drupal/sites/default/files/SFA11 BD.pdf>
- [40]http://www.accrete.com/bwe/BWE_Articles/G%20Oster%20-%20Auditory%20Beats%20in%20the%20Brain.pdf
- [41]Neurosciences, Bear, Connors, Paradiso, Éditions Pradel, 2002.
- [42]<http://leblogaudiologie.hautetfort.com/tag/penner>
- [43] Tonndorf J, « The analogy between tinnitus and pain: a suggestion for a physiological basis of chronic tinnitus », Journal of Hearing Research 1987;28(2-3):271-5

Annexes

1) Découvertes sur les ondes cérébrales

Ondes Alpha

1978

Hardt et Kamiya ont constaté que l'augmentation de la participation des ondes Alpha diminue le niveau de la peur (et à l'inverse : la participation abaissée des ondes Alpha est liée à l'intensification de la peur). Ils ont observé aussi que l'augmentation des ondes Alpha était accompagnée de la croissance de la créativité et du rendement psychique, particulièrement pendant la compétition.

Pendant les examens indépendants Watson a confirmé l'influence anti peur de l'entraînement des ondes Alpha. De plus il a constaté que l'effet obtenu était durable pendant 18 mois après l'achèvement de l'entraînement. Il a observé aussi l'amélioration durable du fonctionnement de la mémoire, de la rapidité de transformation des informations, de l'observation et de la capacité de prise des décisions.

1984

Hartfield (et ensuite aussi Crews et Landers) ont observé la croissance importante des ondes Alpha dans la tempe gauche et au sommet de la tête chez les tireurs et les archers, les golfeurs juste avant le tir.

1993

Hardt et Gale ont constaté que l'augmentation de la participation des ondes Alpha provoque la croissance de la fluidité lors de la création des notions et des images constituant la base à la solution des problèmes.

1994

Sterman et les autres ont démontré que le surmenage provoque l'affaiblissement durable des ondes Alpha ce qui est accompagné la concentration sur le monde extérieur, la peur et la difficulté de la résolution des problèmes.

Sterman et les autres ont observé que pendant l'engagement du cerveau dans le processus de connaissance le contenu des ondes Alpha change périodiquement dans certains endroits du cortex cérébral. Quand un fragment du processus de transformation des informations est achevé, on retourne à l'état de « la synchronisation alimentant » avec la domination des ondes Alpha de la gamme 8-10Hz. Le ralentissement du retour à la synchronisation est lié à la détérioration de la reconnaissance, du rappel et de l'association des idées.

2001

Putnam a soumis le groupe de soldats au fonctionnement du neurofeedback renforçant les ondes Alpha avec les yeux ouverts. Sauf l'augmentation de l'amplitude des ondes Alpha, cet entraînement, provoquait l'affaiblissement des ondes Thêta. L'auteur suggère son utilité pratique avant les missions effectuées sous l'influence de la haute pression qui exigent la concentration durable sur l'entourage. Cet entraînement peut agir contre l'effet de l'épuisement psychique.

Sous-gamme supérieure des ondes Alpha

1994

Craford et les autres ont constaté que chez les personnes qui se caractérisent par meilleure attention durable, du nombre plus petit d'erreurs, de la prise plus rapide des décisions, dans les conditions de la concentration se produit l'augmentation des hautes fréquences des ondes Alpha dans l'hémisphère gauche plus grande que normalement.

1999

Les examens de Neubauer et des autres suggèrent que chez les personnes plus intelligentes il y a moindre désynchronisation des hautes fréquences des ondes Alpha pendant la réaction à l'impulsion.

2003

Les examens de Klimesch montrent que le réseau des neurones responsable de la mémoire sémantique est activé d'une façon synchronique dans la partie haute de la bande Alpha (environ 12Hz).

Ondes SMR

1967

Sterman en examinant les chats a découvert les ondes rythmiques dans la bande 12-15Hz dans la partie haute de la tête en état de l'attente immobile à l'impulsion (ondes SMR). Pendant les autres expériences les animaux qui recevaient le prix au moment de la génération de ces ondes, ont appris de le créer selon leur volonté. Il a découvert aussi que les chats entraînés de cette façon étaient plus résistants au fonctionnement des substances qui provoquent les spasmes.

1971

Sterman a découvert les ondes SMR chez l'homme. L'entraînement renforçant ces ondes modérait les symptômes de l'épilepsie. Les examens suivants suggèrent que l'entraînement de ce type augmente la capacité de l'organisme à l'obtention de l'homéostasie.

2003

Vernon et les autres ont fait des examens de l'entraînement qui augmente la participation des ondes SMR. La croissance de l'amplitude de ces ondes a été accompagnée de la diminution du niveau des ondes Thêta et des éléments Bêta des fréquences plus hautes. L'entraînement a amélioré les résultats des tests de la mémoire active et, dans un certain degré, de l'attention.

Ondes Thêta

1974

Beatty et les autres ont aperçu que les activités monotones sont liées à l'augmentation du contenu des ondes Thêta. L'entraînement réduisant leur contenu a diminué le nombre d'erreurs commises par les opérateurs des radars.

1993

O'Hanlon et Kelly ont constaté qu'il y a la relation entre la production des ondes Thêta et le nombre d'erreurs commises par les chauffeurs des camions.

1996

Rasey et les autres ont déterminé que les étudiants obtiennent meilleurs résultats dans le test audio-visuel grâce à l'emploi de l'entraînement diminuant la participation des ondes Thêta et augmentant le contenu des ondes SMR.

Synchronisme des ondes Alpha

1958

Garrouste et Aird ont constaté que pour 75% de EEG de tous les deux hémisphères du cerveau les ondes Alpha et Bêta se caractérisent par le haut niveau du synchronisme (les inversions temporaires des ondes de tous les deux hémisphères ne dépassaient pas 5-10ms). Ils ont présenté l'hypothèse de l'existence d'un stimulateur central qui conditionne le travail synchronique d'un hémisphère.

1973

Banquest (et plus tard Levine et les autres) ont découvert la synchronisation plus haute des ondes Alpha de tous les deux hémisphères chez les personnes en état de la méditation. Chez les mêmes personnes ils ont constaté pendant l'exécution des activités analytiques la participation augmentée de l'hémisphère gauche et pendant l'exécution des activités spatiales la participation augmentée de l'hémisphère droit par rapport au groupe de contrôle ne pratiquant pas la méditation.

1974

Fehmi a déterminé que le cycle de sessions d'entraînement augmentant la synchronisation des ondes Alpha entre plusieurs points du cortex a provoqué l'amélioration distinctive de plusieurs fonctions psychiques telles que la concentration, l'observation, l'autoconscience, l'intuition, le calme et la satisfaction de la vie. Fehmi pense que le niveau du synchronisme des ondes Alpha en état de relaxation est une mesure de la communication entre les parties précises du cerveau, particulièrement entre ses hémisphères.

2001

Tornton a découvert la relation entre la cohérence des ondes Alpha dans l'hémisphère gauche et les résultats obtenus dans les tests de la mémoire auditive.

2) Etudes scientifiques sur les ondes cérébrales

Améliore la détente et soulage la douleur

Plus de 5000 patients souffrant de douleur chronique et symptômes de stress ont été évalués dans les années 80. Une étude détaillée portant sur 92 patients indique que 88 d'entre eux ont atteint une relaxation supérieure de 60 % après des sessions de 30 minutes à 10 Hz. Trente patients ont atteint le niveau thêta (5 Hz) et ont expérimenté des états de relaxation de 50 à 100 % en seulement cinq minutes, en plus d'un soulagement significatif de la douleur. Huit patients ont subi des tests de sang avant et après les sessions et on a pu constater que leurs niveaux de bêta-endorphine étaient augmentés de 10 à 50 %.

Dr Norman Shealy et Dr Richard Cox : étude intitulée « Pain Reduction and Relaxation with BrainWave Synchronization (Photo-Stimulation) » Étude exécutée par la Forest Institute of Professional Psychology, à Springfield, au Missouri, 1990, 9 pages.

Le sentiment de bien-être dure des jours

En utilisant un prototype de la première génération, le Dr Budzynski a conclu que « ces dispositifs produisent un état de relaxation distinct. En programmant le dispositif entre 3 et 7 Hz, il faut environ 10 à 15 minutes aux patients pour atteindre aisément un état d'hypnose. À la fin des sessions, ils sont détendus et éprouvent un sentiment de bien-être. Le dispositif a aussi un effet calmant sur des patients nerveux ou inquiets. Dans la plupart des cas, après la session, les patients sont détendus et calmes pendant une période de trois à quatre jours. Il arrive que les sujets aient une réminiscence d'expériences de l'enfance, particulièrement en onde thêta. Nous avons incorporé leurs expériences dans notre programme psychothérapeutique après qu'ils nous les aient racontées».

Dr Thomas Budzynski « Biofeedback and the Twilight States of Consciousness », sous la direction de G.E. Schwartz et D. Shapiro, « Consciousness and Self-Regulation » (Conscience et autorégulation), vol. 1, New York, Plénum 1976 et études non publiées du Biofeedback Institute of Denver, 1980.

Amélioration des fonctions intellectuelles

Dr Brockopp a analysé la stimulation cérébrale audiovisuelle et particulièrement la synchronisation des hémisphères pendant un encéphalogramme. « En incitant la cohérence hémisphérique, la machine peut contribuer à un meilleur fonctionnement intellectuel du cerveau. Comme les enfants passent la majeure partie de leur temps en thêta, l'appareil permet une réduction du temps d'apprentissage. Un retour en thêta permet aux adultes de redécouvrir des expériences de l'enfance. L'appareil ressemble à un „bureau des objets perdus et retrouvés’ pour le subconscient ». Dr Brockopp en vient à la conclusion que les structures dissipatives permettent à l'esprit, en se servant de la stimulation audiovisuelle, d'abandonner certaines des structures neurologiques présentes afin de maintenir un état plus logique et flexible de conscience, permettant ainsi une communication améliorée des neuro-entités.

Dr Gene W. Brockopp, Review of Research on Multi-Modal Sensory Stimulation with Clinical Implications and Research Proposals (non publié, 1984).

État de relaxation profonde

« Afin d'évaluer le niveau de relaxation lorsqu'on utilise une fréquence de 10 Hz, nous avons procédé, avec un appareil, à la stimulation du cerveau d'un groupe de 30 personnes. Pendant ce temps, nous avons observé leur tension musculaire avec un électromyographe, ainsi que les variations de température de leur peau. Un deuxième groupe de 30 personnes a dû se détendre, sans aucun appareil, par des moyens traditionnels d'autosuggestion. Presque toutes les personnes du deuxième groupe ont dit s'être senties détendues, mais leur tension musculaire, testée avec les mêmes appareils que pour le premier groupe, était plus élevée et les variations de température de leur peau étaient inférieures. Le groupe utilisant le dispositif a atteint un état profond de relaxation allant au-delà des 15 minutes programmées. Les courbes enregistrées sur l'électromyographe ont confirmé une relaxation du cortex en raison de la réponse à la fréquence. » Ces découvertes ont été aussi vérifiées par James Greene et par le Dr E.J. Baukus, de FOCUS HumanResearchDevelopment à Bourdonnais, Illinois. La courbe de tension musculaire du muscle trapèze pendant une session où l'on utilisait un dispositif MindsEyeTM indiquait une profonde relaxation musculaire.

Dr Norman Thomas et David Siever, University of Alberta, Floride. Plusieurs publications, notamment : The Effect of Repetitive Audio/Visual Stimulation in Skeletomotor and Vasomotor Activity, 1989.

Apprentissage accéléré

Au cours de leur étude, en utilisant des programmes de stimulation thêta, un groupe de 20 étudiants a appris 1800 mots de bulgare en 120 heures. Ils ont parlé et écrit cette nouvelle langue en un laps de temps évalué à 1/3 du temps habituel.

Elisabeth Philipos, Pepperdine University, Californie et James McGaugh, University of California, Irvine, ont évalué les effets de fréquences thêta sur l'apprentissage.

Migraines Soulagées

Le Dr Anderson s'est servi de lunettes de photostimulation à fréquence variable et à diodes électroluminescentes rouges (DEL) pour stimuler le nerf optique. Les yeux étant fermés, les faisceaux lumineux sont émis du côté droit et du côté gauche, à des fréquences variant entre 0,5 et 50 Hz. L'étude comptait sept patients qui ont subi un total de plus de 50 migraines pendant la période d'observation. Quarante-neuf de ces migraines ont été soulagées (soit en réduisant la durée moyenne des fréquences entre chaque crise de migraine ou en augmentant l'intervalle). De plus, en utilisant les lunettes, 36 autres migraines ont cessé.

D.J. Anderson, bachelierès sciences, « The Treatment of Migraine with Variable Frequency Photo-Stimulation, » revue Headache, mars 1989, pages 154-155.

14 des 15 patients ont eu des allègements complets de maux de tête

Le Dr Solomon est à l'emploi du Department of Internal Medicine au U.S. Air Force Medical Center à Scott, en Illinois, où 24 patients souffrant de maux de tête chroniques et de migraines ont été traités avec l'appareil de stimulation lumineuse à des fréquences variant de 5 à 8 Hz. Quatorze des 15 patients souffrant de maux de tête persistants, et 5 des 6 patients subissant des maux de tête chroniques ont remarqué un soulagement complet après le traitement. Quatre patients traités avec le même appareil de photostimulation n'ont montré aucune réaction.

Dr Glen D. Solomon, « Slow Wave Photic Stimulation in the Treatment of Headache – A Preliminary Report » revue Headache, novembre 1985, pages 444-447.

États de conscience altérés et provoqués

Quatre personnes ont été exposées à des stimulations lumineuses de 18, 10 et 6 Hz. Pendant la session initiale, une réponse de fréquence de mesures d'encéphalogramme a été établie par deux sujets. Ces personnes ont expérimenté un état modifié de conscience et ont fait part de leurs expériences visuelles et auditives. Les deux autres sujets ont eu des expériences semblables lors de sessions ultérieures. L'étude conclut qu'un entraînement lumineux provoque des états modifiés de conscience selon les fréquences appliquées.

Joseph Glickson, Département de Psychologie, Université de Tel-Aviv, « PhotocDriving and Altered States of Consciousness: An Exploratory Study », dans la revue *Imagination, Cognition and Personality*, vol. 6 (2), 1986-87, pages 167-182.

Synchronisation des hémisphères du cerveau favorisée

Sept personnes sur neuf soumises à l'essai ont obtenu le niveau occipital alpha dans les deux hémisphères, et concurremment la cohérence et la phase entre l'encéphalogramme des occipitaux droit et gauche. Ces résultats confirment une tendance de synchronisation hémisphérique pour des sujets utilisant une stimulation lumineuse en fréquence Alpha de l'ordre de 10 Hz.

Tsuyoshi Inouye, Noboru Sumitsuji et Kazuo Matsumoto, Département de Neuropsychiatrie, faculté de médecine de l'Université d'Osaka, au Japon, « EEG Changes Induced by Light Stimuli Modulated with the Subject's Alpha Rhythm », dans *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1980, 49, pages 135-142.

Stimule les fonctions d'immunologie des patients atteints du SIDA

Des études préliminaires chez des patients atteints du SIDA qui ont utilisé des stimulateurs cérébraux audiovisuels indiquent que « les dispositifs sont extrêmement efficaces en termes de clarté mentale, de meilleur sommeil (préparation au sommeil et pendant le sommeil) ce qui permet une meilleure désintoxication du corps par le foie. L'appareil stimule aussi des fonctions immunologiques grâce à une relaxation profonde. »

Dr William Harris, Directeur de la Penwell Foundation, États-Unis, 1990.

Sentiment de relaxation profonde et durable du bien-être

M. Carreau a étudié 20 patients sur une période de cinq mois. Les patients ont été traités une fois par semaine à tour de rôle par les UVA et la stimulation

audio-visuelle (sessions de 30 minutes) pour les troubles psychosomatiques de la peau. Tous les patients ont atteint une détente profonde au cours des séances et ont eu un sentiment de bien-être durant toute la journée. Cinq patients ont fait valoir que ce sentiment a duré 2-3 jours de plus. Les patients avec la thérapie combinée ont fait mieux qu'avec la puvathérapie seule.

Dr. Olivier Carreau, Hôpital Saint-Louis à Paris, sur « l'efficacité du stimulateur audio-visuel dans le traitement du psoriasis au cours de la puvathérapie, » étude réalisée en Janvier 1991.

87% en moins d'hospitalisations

Dans une étude statistique d'assurance santé, ceux qui utilisent les techniques de méditation et de visualisation ont 87% moins d'hospitalisation pour les maladies cardiaques, 55% moins de tumeurs malins ou bénins, 30% moins de maladies infectieuses. Ceux qui méditent ont 50% moins de visites chez le médecin que ceux qui ne méditent pas.

D. Orme-Johnson, Psychosomatic Medicine 49 (1987): 493-507.

Soulage les symptômes d'insomnie

Soixante-quinze pour cent des insomniaques chroniques qui ont été formés en relaxation, méditation et simples changements de style de vie, peuvent s'endormir 20 minutes après s'être couchés.

Gregg Jacobs, Harvard Medical School, Say Goodnight To Insomnia, (Owl Books, 1999).

Abaisse la tension artérielle

La méditation diminue la pression artérielle à des niveaux comparables aux prescriptions de médication pour l'hypertension normale jusqu'à modérée.

Michael Murphy and Steven Donovan, The Physical and Psychological Effects of Meditation (Institute of Noetic Sciences, 1997).

Réduit la douleur de 50%

La NIH a accepté les techniques de relaxation et méditation comme étant efficaces pour le soulagement de la douleur chronique.

J. Kabat-Zinn, L. Lipworth, R. Burney, and W. Sellers, "Four year follow-up of a meditation-based program for the self-regulation of chronic pain," *Clinical Journal of Pain* 2(1986): 159-173.

Inspire l'enthousiasme et le bonheur

Les scans du cerveau démontrent que la méditation transfère l'activité du cortex préfrontal (derrière le front) de l'hémisphère droit à l'hémisphère gauche. Ceux qui sont enclins au négatif ont tendance à utiliser le préfrontal droit; à l'opposé, ceux qui utilisent le gauche, sont plus enthousiastes avec plus d'intérêts, généralement plus détendus et plus heureux.

R. Davidson, J. Kabat-Zinn, et al, "Alterations in brain and immune function produced by mindfulness meditation," *Psychosomatic Medicine* 65 (2003): 564-570.

La rechute de dépression mentale réduit de moitié

La méditation aide les patients chroniquement déprimés, en réduisant leur taux de rechute de moitié.

J.D. Teasdale, Z.V. Segal, J.M.G. Williams, V. Ridgeway, M. Lau, & J. Soulsby, "Reducing risk of recurrence of major depression using mindfulness-based cognitive therapy," *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68 (2000): 615-23.

Améliore les performances chez les enfants

Les étudiants du secondaire qui pratiquent la méditation montrent des habitudes de travail améliorées, ont moins d'absentéisme et (GPA).

R.K. Wallace, M.C. Dillbeck, E. Jacobe, B. Harrington, *International Journal of Neuroscience* 16 (1982): 53-58.

L'ultime anti-âge!

La méditation semble ralentir le vieillissement. Ceux qui ont médités cinq ans ou plus avaient physiquement 12 ans de moins que leur âge chronologique.

R.K. Wallace, M.C. Dillbeck, E. Jacobe, B. Harrington, *International Journal of Neuroscience* 16 (1982): 53-58.

50% de réduction des symptômes psychiatriques

Un groupe de résidents citadins souffrant de douleurs chroniques, d'anxiété, de dépression, diabète et hypertension ont été formés en méditation. L'ensemble des symptômes psychiatriques ont diminué de 50%, l'anxiété de 70%, et les symptômes médicaux ont aussi diminué de 44%.

B. Roth, T. Creaser, "Meditation-based stress reduction: experience with a bilingual inner-city program," *Nurse Practitioner* 22(3) (1997): 150-2, 154, 157.

Aide les patients à faire face au cancer

La relaxation progressive et l'entraînement autogène ont amélioré l'insomnie chez les patients cancéreux; les améliorations, modérées ou grandes, ont été remarquées sur le sommeil latent, sa durée, sa qualité et son efficacité, sur l'utilisation de la médication, et les dysfonctions journalières.

En 1981, Arturo Manns a publié une étude démontrant l'efficacité des sons isochrones comme un moyen de base d'entraînement des ondes cérébrales-audio. Ceci a été confirmé par d'autres tels que David Siever. Michael Hutchison a aussi écrit son livre historique *Megabrain* en 1981, soulignant les nombreuses utilisations possibles de l'entraînement de la méditation à renforcer la créativité.

Les études se sont poursuivies dans les années 90 avec des chercheurs comme le Dr Russell et le Dr Carter, qui a exploré le potentiel de l'utilisation de l'entraînement avec le TDA et les troubles d'apprentissage. La recherche a également été menée sur la fatigue chronique, la douleur chronique, le trouble affectif saisonnier, l'hypertension et un certain nombre d'autres troubles.

Des recherches d'équilibre se poursuivent aujourd'hui avec les travaux du Dr Thomas Budzynski, David Siever, psychologue Michael Joyce, le Dr Tina Huang et bien d'autres.

Les drogues numériques et ondes binaurales : I-Doser, phénomène de mode ou réel danger ?

Soutenu le 15 Novembre 2012

par MORLOT Anthony

Résumé :

Aux Etats-Unis dans l'Etat de l'Oklahoma, des étudiants américains affirmaient avoir écouté une musique les ayant mis dans un état de transe. L'information a vite eu un grand écho aux Etats-Unis, favorisant du même coup les échanges de fichiers mp3 baptisés « *I-dose* ».

Leur particularité est l'utilisation du battement binaural, découvert en 1839 en Allemagne par Heinrich Wilhelm Dove : le fait d'entendre deux sons de fréquence légèrement différente dans chaque oreille produirait un effet sur les *ondes cérébrales* et déclencherait une *hypnose sonore*.

Une analyse du spectre en fréquence et en amplitude par l'intermédiaire du logiciel Spectra Plus 5.0 d'une dizaine des ces I-doses a permis de révéler l'existence d'un battement binaural identique (rythme alpha) sur tous les fichiers proposés aux utilisateurs.

Dès lors, la théorie du battement binaural qui a déjà fait ses preuves sur la mémoire immédiate ou encore l'attention et l'état subjectif de relaxation (Mémoire Mme FORGEOT Brigitte) s'avère une piste intéressante dans le traitement des humeurs et émotions des personnes acouphéniques (dont score THI>40) dans le protocole TRT. Une piste qui doit être soumise au préalable à des études scientifiques et médicales afin de cerner les conséquences de telles écoutes à long terme.

MOTS CLES :

BATTEMENT BINAURAL

I-DOSES

ONDES CEREBRALES

ACOUPHENES

HEMY-SYNC

TRT

DROGUE NUMERIQUE

SPECTRA PLUS 5.0

RYTHME ALPHA