

MINISTERE DE LA SANTE
REGION LORRAINE
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE
DE NANCY

**RECHERCHE DE L'INFLUENCE DE
L'ENVIRONNEMENT SONORE SUR
LA STABILITE BIPODALE DE
L'ADULTE SAIN.**

Rapport de travail écrit personnel présenté par
Thomas MATHIS, étudiant en 3ème année de
kinésithérapie, en vue de l'obtention du
Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute
2008-2009.

SOMMAIRE

Intitulé

Page

1. INTRODUCTION.....	1
2. RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUE	2
2.1. Notion de centre de gravité et de stabilité.....	2
2.2. L'oreille comme capteur de l'environnement sonore.....	2
2.3 Le système postural fin.....	3
2.3.1. Les exoentrées.....	3
2.3.2. Les endoentrées.....	5
2.3.3. L'interaction sensorielle.....	6
3. MATERIEL ET METHODE.....	7
3.1. Population étudiée.....	7
3.2. Matériel et recueil de données.....	9
3.3. Méthodologie.....	11
4. RESULTATS.....	15

4.1. Résultats significatifs.....	15
4.2. Moyenne et écart type des résultats obtenus	16
5. DISCUSSION.....	17
5.1 Les biais de l'étude.....	17
5.2 Influence de l'environnement sonore sur la stabilité bipodale de l'adulte sain.....	18
5.3 Intérêts en pratique courante.....	21
6. CONCLUSION.....	23

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

Nous faisons l'hypothèse que l'environnement sonore a un impact sur la stabilité bipodale. Pour évaluer cet impact nous avons sélectionné un échantillon, présumé représentatif, de 65 personnes, adultes, saines (ou bénéficiant d'une correction médicale) et ne présentant ni trouble de l'audition ni pathologies altérant significativement la stabilité. Nous choisissons de modéliser le niveau de stabilité par le rapport longueur sur surface elliptique obtenu par une plateforme de force (Biorescue ®). Nous avons ensuite évalué ce rapport dans différentes conditions d'intensité sonores, audibles et non douloureuses, en shuntant certaines entrées sensorielles. (vision et proprioception).

Les données obtenues ont montré un impact statistiquement significatif (où $\alpha = 5\%$) du blocage de la vision et de la proprioception sur l'équilibre. Notre étude montre également que l'altération de l'environnement sonore diminue significativement la stabilité du sujet. Cette diminution est statistiquement significative dans les trois situations sensorielles testées. En revanche le sens de la variation par rapport à l'intensité sonore habituelle (60 dB) n'a pas d'impact sur la magnitude de la perte de stabilité. Enfin un effet cumulatif par rapport aux autres entrées sensorielles a été mis en évidence.

Dans le cas de la baisse d'intensité sonore, nous mettons en avant l'hypothèse d'un mouvement cervical déstabilisant causé par la réorientation de la tête vers la source sonore afin d'améliorer la perception auditive. Dans le cas d'une augmentation de volume sonore, nous soupçonnons une conséquence du réflexe stapédien de l'oreille pour diminuer l'impact d'une intensité sonore trop forte. Nous recommandons enfin plusieurs méthodes pour bénéficier de ces observations lors de la pratique courante de la masso-kinésithérapie.

Mots clés : stabilité bipodale, équilibre, environnement sonore,

1. INTRODUCTION

De nombreuses études (5, 12, 14, 17) nous ont montré la complexité du système postural qui nécessite de multiples afférences provenant à la fois de notre corps et de notre environnement. On peut mettre en évidence les systèmes proprioceptifs, vestibulaires et visuels dans ces mécanismes d'équilibrations.

Nous remarquons cependant que peu d'études se sont intéressées aux conséquences des entrées auditives sur la posture et plus précisément sur le maintien de la station bipodale de la personne saine. Des études ont certes observé l'importance des sons dans le processus de repérage des personnes mal voyantes (20), mais on a peut-être négligé l'importance de l'environnement sonore pour les personnes valides.

L'objet de ce travail sera donc de montrer, dans la mesure de nos capacités, l'influence de l'environnement sonore sur la stabilité bipodale de l'adulte sain. Nous tiendrons compte pour cela de deux systèmes perceptifs : la vue et la proprioception.

2. RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUE :

2.1 Notion de centre de gravité et de stabilité

Dans cette étude nous mesurons les variations de déplacement du centre de pression, c'est-à-dire les oscillations du point d'application des forces de réactions qui s'opposent au déplacement de la plate forme sous l'effet de notre masse corporelle et de ses petits mouvements. Dans les conditions ordinaires de stabilométrie normalisée nous pouvons dire que nous mesurons les oscillations du centre de gravité avec une erreur de l'ordre de 1%. (9)

Cependant mesurer la position du centre de gravité et ses oscillations ne permet pas de mesurer l'équilibre, mais plutôt de déterminer la stabilité du centre de gravité autrement dit « la propriété d'un corps dérangé de son équilibre de revenir à son état ». (9)

2.2 L'oreille comme capteur de l'environnement sonore

Le bruit est un phénomène vibratoire mécanique qui se propage dans le milieu élastique qu'est l'air. Les sons sont caractérisés par :

- une fréquence comprise entre 16 et 20 000 Hz
- une intensité acoustique caractérisée par son nombre de décibels (dB) équivalente à une puissance acoustique par unité de surface.

L'oreille est considérée comme un capteur différentiel de pression dont les mesures peuvent être également enregistrées par un sonomètre.

2.3 Le système postural fin

L'homme se tient debout dans son environnement grâce à des informations venant de ses organes sensitifs et sensoriels. Leur perception est le résultat de l'intégration permanente de ces afférences au niveau des centres nerveux supérieurs. L'organisme peut dès lors s'adapter aux modifications survenant en lui-même et dans son environnement. (12)

2.3.1 Les exoentrées

Elles sont constituées de capteurs qui intègrent les informations en rapport direct avec le monde extérieur. Actuellement nous en connaissons trois principaux et deux dont les rôles sont plus minimes :

- **La vue**, grâce à l'œil qui possède un système de perception sensorielle lié aux cônes et aux bâtonnets. On y individualise la rétine périphérique tapissée de nombreux bâtonnets servant à la détection des mouvements et de la vitesse de déplacement des objets de façon linéaire ou angulaire. La rétine maculaire riche en cônes permet l'évaluation des distances, des dimensions et l'identification des formes. (9)

- **Le capteur labyrinthique**, grâce aux capteurs de variation d'accélération linéaire que sont l'utricule et le saccule jouent un rôle dans les réactions toniques d'équilibrations secondaires aux changements de positions de la tête quand ils sont durables. Les canaux semi circulaires, quant à eux, sont dédiés à la détection des accélérations angulaires qui génèrent des réactions d'équilibrations secondaires aux changements de positions de la tête quand ils sont rapides. En résumé le vestibule agit comme un capteur gravito-inertiel qui intègre tous les mouvements du segment céphalique. (22)
- **La sole plantaire**, grâce aux mécanorécepteurs qui sont localisés au niveau de la face plantaire du pied mais également par le tissu conjonctif sous cutané, les muscles, les ligaments et les aponévroses confèrent à la voute plantaire « un rôle palpatoire exceptionnel ». (19)
- **Les capteurs gustatifs**, dentaires et manducateurs, ont un rôle mineur mais qui ne peut être négligé dans le contrôle postural et la statique cervicale.
- **Les capteurs olfactifs et auditifs** dont le rôle est minimisé du fait du développement de la vision, de la libération de la main et de la complexification neuropsychique. (20, 22)

2.3.2 Les endoentrées

Elles permettent au système postural de connaître les positions des différentes exoentrées les unes par rapport aux autres, cela principalement grâce à deux systèmes de rétro-informations :

- l'oculomotricité, grâce notamment à sept muscles striés riches en fuseaux neuromusculaire assurant la stabilité des deux globes ainsi que l'information de la position réciproque de la rétine et des épithéliums sensibles du vestibule enchâssé dans le rocher. (9)
- Les capteurs somesthésiques qui aident à la représentation mentale de notre moi par la proprioception. Ces capteurs sont dédiés à l'intégration des informations provenant des mécanorécepteurs de la sensibilité profonde situés au niveau du tissu conjonctif, des fascias et du périoste. Ils assurent également la gestion des informations afférentes aux récepteurs kinesthésiques articulaires et aux récepteurs tendino-musculaires. Ces récepteurs musculaires sont intégrés dans des fuseaux neuromusculaires dont on peut différencier deux types de fibres. Les fibres à sac nucléaire, qui permettent l'ajustement musculaire postural, et les fibres statiques à chaînes nucléaires qui contribuent à maintenir la longueur musculaire quelle que soit la contrainte subie. (22).

Le système somesthésique est principalement dépendant de ces deux jeux de récepteurs (articulaires et tendino-musculaires).

2.3.3 L'interaction sensorielle

Les informations fournies par les exocentrées sont partielles, en effet leurs significations posturales peuvent être ambiguës. Par exemple lors du départ d'un train voisin au nôtre on peut avoir une impression erronée de déplacement due à ce phénomène. Cette sensation est due au glissement rétinien qui capte un mouvement mais qui ne sait pas interpréter la cause de ce glissement, en effet elle peut être due à un mouvement du corps, de l'œil, ou de l'environnement (comme dans l'exemple du train). Pour compléter cette sensation le corps a besoin d'autres informations apportées par le vestibule qui l'informe que le train n'est pas parti car le corps n'a pas subi d'accélération linéaire due au départ du train.

Cette notion d'interaction sensorielle est essentielle pour l'étude réalisée car nous shuntons plusieurs exocentrées afin de déterminer la réaction de stabilité du patient. Pour cela nous réalisons des mesures yeux ouverts et yeux fermés, sur plan stable et instable. (22)

(Annexe I.)

3. MATERIEL ET METHODE

3.1 Population étudiée

Notre population étudiée se compose de personnes valides, volontaires répondant aux critères d'inclusion et de non inclusion. Cette population a été choisie parmi les masseur-kinésithérapeutes des hôpitaux privés de Metz, des étudiants à l'ILFMK de Nancy et des personnes de mon entourage. Nous avons dû exclure 6 personnes ne remplissant pas les critères d'inclusions pour avoir une population finale de 65 personnes avec un ratio de 37 femmes et 28 hommes. L'âge moyen du groupe est de 24,8 ans avec un écart type de 8,8 ans. Pour définir la population nous distribuons un questionnaire de validation (Annexe II), dont nous avons validé la compréhension sur une population de dix personnes.

Les critères d'inclusions à cette étude sont les suivants :

- une personne saine, ou ayant une correction à sa pathologie (exemple : port de lunettes ou de lentilles, semelles orthopédiques que l'on laissera au sujet lors de la prise de mesure)
- l'absence de pathologies auriculaires

Les critères de non inclusions pour cette étude sont les suivants :

- entorse de cheville récente. On prendra un délai de 3 mois car l'on sait que la durée de cicatrisation ligamentaire est en moyenne de 6 semaines et pour plus de sécurité on doublera le temps. (14)
- toute intervention chirurgicale aux membres inférieurs ayant nécessité une rééducation (exemple : PTH, ligamentoplastie, mais pas méniscectomie)
- toute pathologie influant directement sur le contrôle postural (troubles vestibulaires, fracture de rocher, problème dentaire...)
- la prise de médicaments pouvant fausser les mesures est exclue les 24h précédant l'acquisition : myorelaxant, benzodiazépines, antihistaminiques, antitussifs, anxiolytiques et les psychotropes. (20)
- est exclue dans l'heure précédant l'acquisition la prise de substances telles que la nicotine et l'alcool qui peuvent fausser la mesure. (14)
- trouble de la sensibilité des membres inférieurs et notamment au niveau de l'arche plantaire.
- l'accord du sujet pour participer à l'étude.

3.2 Matériel et recueil des données

Pour cette étude nous utilisons :

- un tapis airex® que l'on placera sur la plate forme de force, afin de perturber les capteurs proprioceptifs de nos sujets.
- la plate forme biorescue® et son logiciel pour enregistrer les variations du centre de pressions des cobayes
- un lecteur MP3 et son brassard, avec comme morceau une musique de type opéra symphonique, « End of All Hope » du groupe Nightwish, qui nous permet d'avoir différentes gammes de fréquence à plusieurs intensités sonores
- un sonomètre, pour nous permettre de tarer le lecteur mp3 aux intensités convenues dans notre protocole.
- pour une utilisation optimale de ces appareils nous nous référons à leurs notices de fonctionnement (2, 6) mais également aux normes 85 (1) et la HAS (12).



Figure 1 : Matériel d'acquisition

Les 3 intensités que l'on teste correspondent à différentes situations de la vie quotidienne :

- Intensité faible de 30dB, qui correspond au bruit qu'il y a dans une chambre lorsque l'on va se coucher
- Intensité moyenne de 60dB, qui correspond à une discussion soutenue entre plusieurs personnes.
- Intensité forte de 90dB, qui correspond à une moto qui roule sans silencieux.

Nous souhaitons évaluer les capacités de stabilisation du patient, en visualisant le déplacement de son centre de pression résultant d'un appui bipodal. Pour cela nous analyserons son statokinésigramme : (qui correspond à la visualisation du déplacement du centre de pression du sujet).

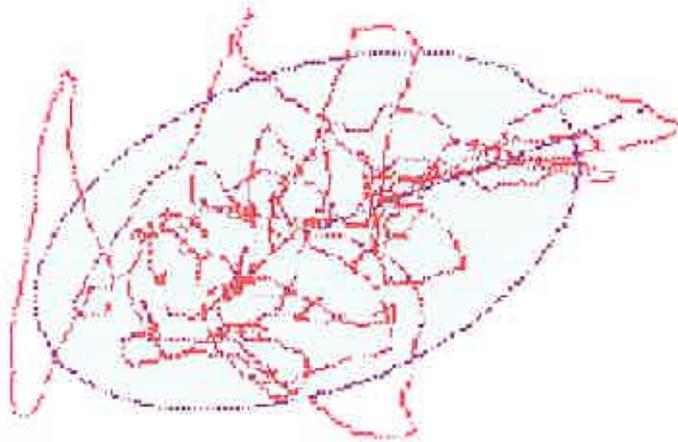


Figure 2 : exemple de statokinésigramme (2)

- Sa surface elliptique qui correspond à la surface dans laquelle 85 à 95% des positions du centre de pression enregistrées pendant l'échantillonnage se trouvent. (17)
- Sa longueur qui représente la distance parcourue par le centre de pression pendant l'acquisition.
- Le rapport longueur sur surface, qui sera l'élément de comparaison de cette étude, apprécie la perte d'énergie pour assurer la posture. Cette perte d'énergie se traduit par une diminution du rapport L/S engendrée par une augmentation du déplacement du centre de gravité (4) (Annexe III). Logiquement, le rapport L/S diminue si :
 - La distance du centre de gravité (L, au numérateur) diminue
 - La surface elliptique (S au dénominateur) augmente
- Cela signifie qu'un sujet présentant un rapport L/S faible aura un meilleur équilibre qu'un sujet affecté d'un rapport L/S élevé.

3.3 Méthodologie

La prise de mesure commence par la validation du questionnaire d'aptitude.

(Annexe I)

On enfile ensuite le brassard au bras du sujet pour permettre d'attacher le lecteur mp3. Ensuite on réalise une première écoute des 3 intensités sonores pour ne pas surprendre le sujet lors du lancement de l'acquisition. (Annexe IV,)

On règle la source lumineuse à 100 lux ce qui correspond, avec les possibilités matérielles à notre disposition, à une pièce ayant les volets fermés et les néons allumés. Cette valeur est recommandée par l'Association Française de Posturologie (1,4) pour ne pas gêner le sujet.

On demande au sujet de se déchausser pour monter sur la plate forme, les talons séparés de 2cm, avec un angle formé par les deux pieds de 30°. Cela correspond au premier trait rouge pour les talons et les 2 traits obliques pour l'inclinaison de 30°. (1) (Annexe V)

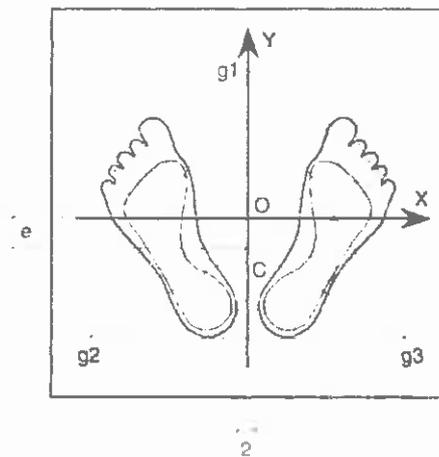


Figure 3. : Position des pieds sur la plate forme pour l'acquisition des données. (9)

On place une gomme à 1mètre de sujet, face à lui, à hauteur de ses yeux. Cela pour lui permettre un ancrage visuel qui selon la norme 85 doit se situer entre 90cm et 2m. (4)

L'examen comporte au total 12 acquisitions que l'on tire au hasard pour randomiser les résultats. Pour cela on utilise 2 dés : le premier dé de 6 faces nous donne l'intensité (1-2 :

faible, 3-4 : moyenne, 5-6 : forte), le second dé de 6 faces nous donne les conditions posturographiques suivante (1 : YO-ST, 2 : YF-ST, 3 : YO-AT, 4 : YF-AT), si on tombe sur 5 ou 6, on relance le dé. De même après chaque acquisition on lance les dés pour déterminer la prochaine condition posturographique.

Les abréviations correspondent à des conditions posturographiques suivantes:

1. Yeux Ouverts Sans Tapis : on permet au sujet de conserver ses entrées visuelles et proprioceptives.
2. Yeux Fermés Sans Tapis : on ne garde que l'entrée proprioceptive.
3. Yeux Ouverts Avec Tapis : on garde l'entrée visuelle en shuntant l'entrée proprioception.
4. Yeux Fermés Avec Tapis : on shunte les 2 entrées.

Chaque acquisition dure 30 secondes et entre chaque prise de mesure nous laissons un temps de repos égal à une minute pour permettre au sujet de bouger ou de s'asseoir et éviter ainsi au maximum les effets de la fatigue et de l'habituation. (4)

Nous donnons comme consignes au sujet : « bras le long du corps, restez tranquille, décontracté » en ajoutant : « regardez la gommette devant vous, fermez la bouche, concentrez vous sur la musique et sur votre équilibre » comme décrit dans les normes 85.

Une fois les consignes données nous lançons la musique, laissons 5 secondes au sujet pour lui laisser le temps de s'y habituer et éviter ainsi tout phénomène de surprise, puis nous démarrons l'acquisition. (La musique est remise à zéro entre chaque acquisition)

Le MK se tient à proximité mais hors de vision du sujet pour assurer sa sécurité en cas de perte d'équilibre très importante.

4. RESULTATS

4.1 Résultats significatifs

Nous notons que la plate forme biorescue® est une plate forme de force et qu'elle n'est pas homologuée pour des études stabilométriques. Par conséquent, nous concevons que nos résultats puissent être discutés et ce malgré un protocole de mesure strict.

Nous observons un impact de l'intensité sonore sur l'équilibre statique bipodal se traduisant par une diminution de la stabilité du sujet lors de l'écoute de la mélodie à 30dB et à 90dB par rapport à 60dB. Cette différence est statistiquement significative pour une analyse de variance avec un test de Student sur série appariées égal à $p=0,0059$ avec un risque α égal à 5%.

Nous observons un impact de l'ouverture des yeux sur l'équilibre statique bipodal se traduisant par une diminution de la stabilité du sujet lors de la fermeture de ses yeux. Cette différence est statistiquement significative à $p=0,04$, selon le même test de Student.

Nous observons un impact statistiquement significatif à $p<0,0001$ de l'utilisation du tapis pour déstabiliser les capteurs proprioceptifs se traduisant par une diminution de la stabilité du sujet lors de l'acquisition sur le tapis.

Nous observons un effet cumulable de l'intensité sonore ($p=0,0002$) de l'ouverture des yeux ($p=0,0009$) et de l'utilisation du tapis ($p<0,0001$) pour shunter les différents capteurs et diminuer ainsi la stabilité du sujet. Grace à l'analyse multi variée, on peut conclure que quel-

que-soit la situation « sensorielle » (concernant les yeux et le tapis) il y a une différence statistiquement significative de la stabilité du sujet pour des intensités de 30dB et 90db.

4.2 Moyenne et écart type des résultats obtenus (annexe VI)

Tableau I : moyenne et écart type de chaque situation

yeux	YEUX OUVERTS						YEUX FERMES					
	SANS TAPIS			AVEC TAPIS			SANS TAPIS			AVEC TAPIS		
tapis	30dB	60dB	90dB	30dB	60dB	90dB	30dB	60dB	90dB	30dB	60dB	90dB
intensité	30dB	60dB	90dB	30dB	60dB	90dB	30dB	60dB	90dB	30dB	60dB	90dB
moyenne	232,7	253,4	200,8	29,3	29,1	31,6	178,5	333,6	234,2	55,9	80	69,4
écart type	182,3	216,1	209,8	25,1	20,1	22,6	172,5	257,4	185,4	42,1	151,3	59,9

Tableau II : moyenne et écart type des trois intensités

intensité	30dB	60dB	90dB
moyenne	123,9	174,4	139,0
écart type	152,4	221,8	168,6

5. DISCUSSION

5.1 Les biais de l'étude

Les prises de mesures pour notre étude ont révélé plusieurs biais pouvant impacter les résultats obtenus. Ces biais sont les suivants :

- La position des pieds pour l'acquisition. Cette question fait encore débat car selon certains auteurs (15, 20) cela modifie l'équilibre des sujets car ils ne sont pas nécessairement habitués à la position spécifique requise pour la prise de mesures. Selon les normes 85 (1, 4, 9, 20) que nous utilisons comme référence les pieds sont placés dans une disposition définie décrite dans le chapitre 3.3.
- La fatigue des sujets est un biais significatif malgré les temps de pause entre les différentes acquisitions. Pour en diminuer l'incidence nous avons randomisé l'ordre des acquisitions et augmenté le temps de pause à deux fois le temps d'acquisition.
- L'habitation des sujets à la mélodie. Cette habitation réduit l'attention que porte le sujet sur son environnement sonore et lui permet de plus se concentrer sur sa stabilité. Pour diminuer l'effet de l'habitation nous avons choisi un morceau en anglais d'un groupe de musique peu connu.
- La position de la mandibule lors de l'acquisition. On diminue l'influence de ce paramètre en demandant au sujet de garder la bouche fermée et de ne pas avoir de chewing-gum lors de l'acquisition. (18)

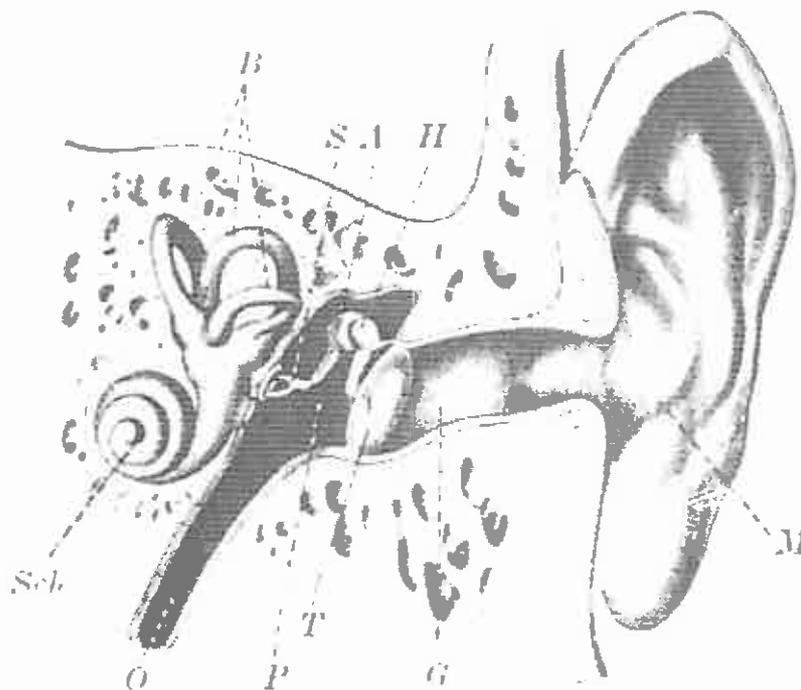
- Le manque de concentration des sujets pendant l'acquisition. Ce paramètre est difficilement contrôlable mais on peut tout de même stimuler le sujet quand on voit qu'il n'est plus très réceptif à « l'exercice ».
- L'influence du rythme circadien qui peut modifier l'équilibre des sujets. Pour tenter de réduire l'influence de celui-ci nous avons essayé dans la mesure du possible de réaliser nos acquisition aux mêmes heures de la journée.

5.2 Influence de l'environnement sonore sur la stabilité bipodale de l'adulte sain

La méthode proposée dans notre étude permet de modifier les informations auditives présentes dans l'environnement sonore de façon à analyser leurs impacts sur le maintien postural.

- Il ressort de notre étude que la diminution du contenu auditif dans l'environnement augmente les oscillations posturales du sujet sain. Ce résultat que l'on observe pour une intensité de 30db pourrait s'illustrer par l'expression : « tendre l'oreille ». On peut conjecturer que le mouvement, même moindre, d'inclinaison et de rotation que l'on fait pour mieux se concentrer sur l'oreille dominante modifie la statique rachidienne (14, 17), notamment au niveau cervical. Ce changement de posture est alors perçu par nos capteurs proprioceptifs qui déclenchent une boucle de stabilisation pour restaurer la statique précédente. Cette variation de posture est quantifiée par la plate forme qui nous indique une diminution du rapport longueur/surface.

- Il ressort également que l'augmentation du contenu auditif dans l'environnement augmente les oscillations du centre de gravité du sujet sain. Ce résultat observé pour une intensité de 90dB pourrait s'expliquer par le réflexe stapédien. Il consiste en une fermeture de l'étrier et de l'enclume par contraction des muscles de l'étrier pour limiter la transmission de la vibration au conduit auditif. Ce réflexe peut s'accompagner d'un mouvement d'épaule, c'est le fait de « rentrer la tête dans les épaules ». (17) Ces contractions musculaires, aussi minimes soient-elles, peuvent conduire à une variation de posture que l'on quantifie par une diminution du rapport longueur/surface.



H: marteau A: enclume S: étrier

Figure 4 : coupe frontale de l'oreille (19)

- On observe que l'augmentation ou la diminution du contenu auditif dans l'environnement augmente de la même façon les oscillations posturales du sujet sain. Cette observation pourrait s'expliquer par un effet conjugué des réactions décrites dans les deux paragraphes précédents.
- On note que les contenus auditifs et visuels ont des effets comparables sur les oscillations du centre de pression du sujet sain. On pourrait tenter d'expliquer cela par la complémentarité de ces deux capteurs. En effet ces résultats pourraient être mis en parallèle avec l'étude de Termoz & Prince (20) montrant que la localisation d'une source sonore est généralement associée à un mouvement du regard vers la cible auditive. (20)
- On remarque que la proprioception a un effet prépondérant sur les oscillations posturales du sujet. Cela est vrai pour toutes les situations sensorielles de notre étude. On pourrait tenter d'expliquer cet état de fait par le nombre très important de récepteurs proprioceptifs dans notre corps. En effet, les entrées visuelles et auditives n'ont qu'un type de signal à analyser, (onde mécanique audible et rayonnement électromagnétique visible) alors que la proprioception synthétise de multiples signaux provenant des différents type de capteurs (musculaire, articulaire, cutané pour ne citer qu'eux) (9). Une étude sur la stabilité des mal voyants a même avancé l'hypothèse que le système proprioceptif est privilégié pour compenser le handicap. (20)

5.3 Intérêts en pratique courante :

Pour la réalisation optimale d'un test de stabilométrie l'association française de posturologie (AFP) préconise un environnement sonore de 40dB (1, 4) pour ne pas gêner la concentration du sujet. Lors de notre étude nous avons souligné l'effet d'un environnement sonore faible (30dB) comme un facteur de distraction. Cette hypothèse se vérifie avec la seconde indication de l'AFP qui est de faire le test dans un environnement sonore calme, au alentour de 50dB. Cette seconde situation se rapproche plus des résultats que nous observons, car pour notre étude l'environnement de 60dB est celui pour lequel le sujet a la plus grande stabilité.

Si l'on se place dans le contexte de la rééducation vestibulaire on peut également tenter le rapprochement avec la béquille visuelle largement utilisée dans le traitement des troubles de l'équilibre. On pourrait concevoir l'utilisation d'une « béquille auditive » car on a montré des similitudes entre ces deux capteurs. Dans ce sens, on pourrait demander au patient de fixer un son, comme on demandait de fixer un point pour limiter l'impact sur l'équilibre.

Il a été prouvé que l'environnement sonore aggrave la spasticité du patient (7) et diminue la performance physique. On pourrait donc utiliser l'environnement sonore comme un facteur de distraction pour augmenter la difficulté des exercices. Cela peut s'appliquer à un parcours d'obstacles que le patient réalise sans difficulté les yeux fermés dans des conditions sonores normales et pour lequel il éprouve des difficultés lorsqu'on lui place un casque sur les oreilles pour l'isoler du brouhaha extérieur.

On pourrait également considérer qu'un l'environnement sonore favorable est un facteur de concentration des sujets car il leur permet d'assurer leur posture en y allouant le minimum d'énergie. Cela peut être utile pour des exercices de prise de conscience où le sujet a besoin de se focaliser sur l'exercice demandé ou lors d'un test d'effort où on ne cherche à isoler qu'une seule variable (par exemple la contraction maximale réalisée lors de la mesure d'un RM par le masseur-kinésithérapeute.)

6. CONCLUSION

Notre travail nous a permis de mettre en évidence l'influence qu'a l'environnement sonore sur la stabilité bipodal du sujet sain.

Les résultats des différentes acquisitions obtenues sur une population de 65 personnes en bonne santé nous ont montré les conséquences retentissements de la vision et de la proprioception sur l'équilibre. Notre étude a également mis en avant les répercussions d'une altération de l'environnement sonore comme un facteur de perte de stabilité. Cette diminution de stabilité pour des intensités faibles (30dB) peut impliquer un mouvement cervical déstabilisant visant à orienté la tête pour permettre une meilleur audition. Dans le cas d'une perte de stabilité occasionnée par un environnement sonore important, (90dB) on peut supposer l'influence du réflexe stapédien pour diminuer l'intensité des sons transmis à l'oreille interne.

L'utilisation de l'environnement sonore comme méthode de rééducation dans la pratique courante de la masso-kinésithérapie peut être envisagé comme un facteur de difficulté ou de concentration.

Enfin il serait intéressant d'approfondir cette étude par une prise de mesure sur plusieurs âges afin de voir si l'influence de l'environnement sonore est le même tout au long de la vie.

BIBLIOGRAPHIE

1. ASSOCIATION FRANCAISE DE POSTUROLOGIE. Norme 85. Etudes statistiques des mesures faites sur l'homme normal à l'aide de la plate forme de stabilométrie clinique normalisée. 2^{ème} édition : Association Française de posturologie, 1988. – 250 p.
2. BIORESCUE - Guide de prise en main – R.M Imagerie – [Novembre 2004.]
3. CARRICK F. OGGERO E. PAGNACCO G. Posturographic changes associated with music listening. Carrick Institute for Clinical Ergonomics Rehabilitation and Applied Neuroscience, Cape Canaveral.
4. EGENSPERGER Eric. Pour une utilisation optimale et professionnelle de la plate forme de posturographique lors du bilan kinésithérapique de l'équilibration. Rapport de recherche pour l'obtention du D.E de kinésithérapeute de 2001-2002
5. ESTRADÉ Jean-Louis. Examen clinique posturographique. Atelier de stabilométrie. Kinésithérapie, la revue. Vol 5, N° 41-42 - [juin 2005.] pp. 30-34
6. EXTECH INSTRUMENTS. Manuel traduit et adapté de l'américain pour l'Extech SL120.
7. FERRE Gilbert, Abord psychosomatique des traumatisés crâniens. Editions Masson 1999. 356p, 115 à 124p.
8. GAGEY P.M, BIZZO G, BONNIER L, GENTAZ R, GUILLAUME P, MARUCCHI C, VILLENEUVE P [1990] - Huit leçons de Posturologie Paris, Quatrième édition, 1995.
9. GAGEY P. M., WEBER B [1995] - Posturologie. Régulation et dérèglements de la station debout. Editions Masson, Paris
10. GAGEY P.M et BIZZO G - La mesure en Posturologie. - Institut de Posturologie. Paris Bureau National de Métrologie, Paris [4 Janvier 2001]

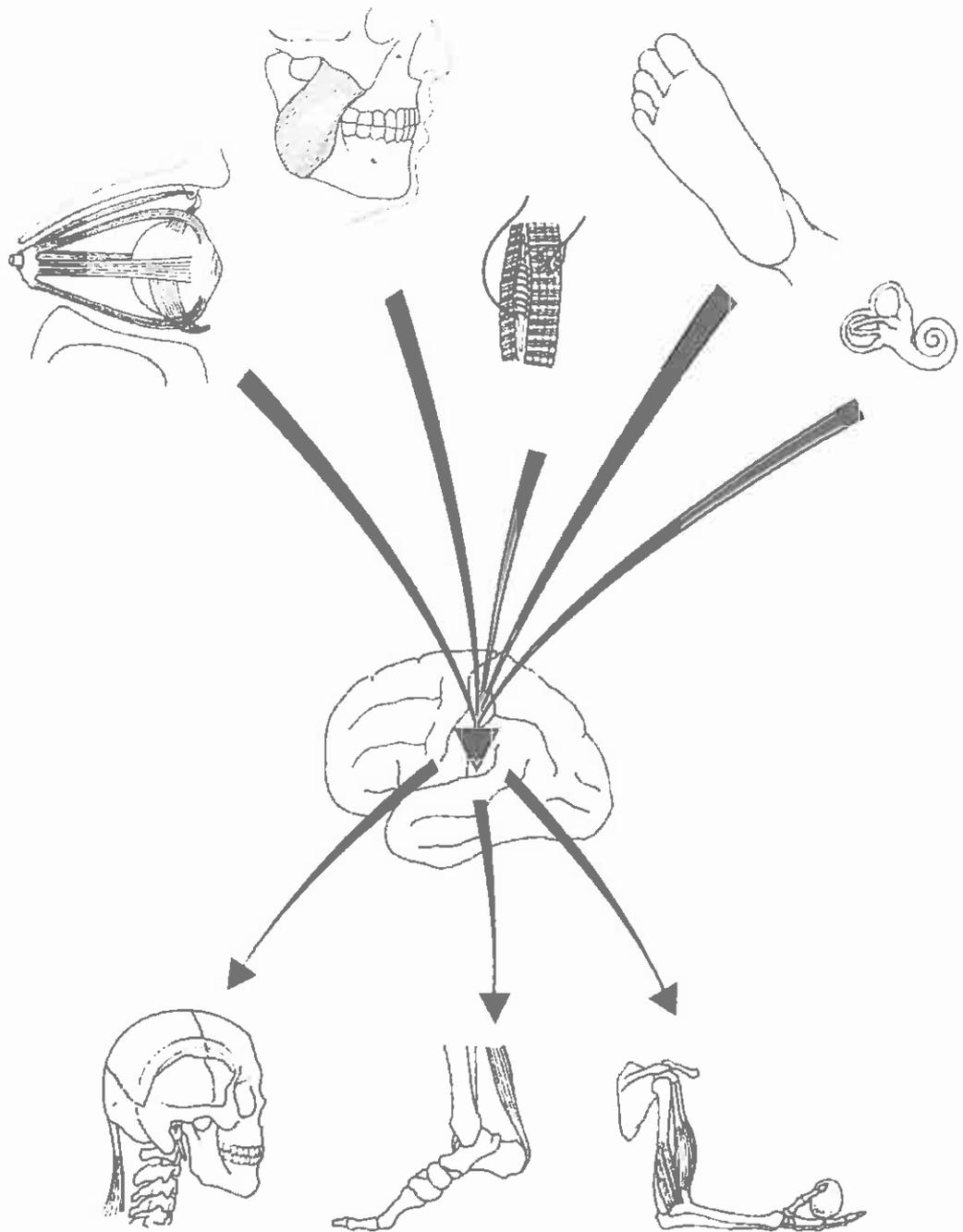
11. HAS. Analyse de la posture statique et/ou dynamique sur plate forme de force (posturographie). [juin 2007]
12. LACOUR. M. Posture et équilibre Pathologies, vieillissement, stratégies, modélisation - Sauramps médical, Montpellier, [1997]
13. LEGENT F. BORDURE P. CALAIS C.MALARD O. Audiologie pratique : manuel pratique des tests de l'audition – Editions Masson pp 203 ; p 131-155
14. LONESCU.E, DUBREUIL.C, FERBER-VIART C.C.- Annales d'otolaryngologie et de chirurgie cervico-faciale [2005] vol. 122,n°5, pp.231-235
15. Mc ILROY, W.E. et MAKI, B.E. (1997). Preferred placement of the feet during quiet stance: development of a standardized foot placement for balance testing. Clinical Biomechanics, 12, 1, 66-70.
16. MANBRIANI Aurore – Plante solitaire recherche stabilité : approche posturographique de l'appui unipodal – rapport de recherche pour l'obtention du D.E de masso-kinésithérapie de 2004-2005
17. POCOCK G., RICAHRDS CD. – Physiologie Humaine, les fondements de la médecine – Editions Masson – pp631 – p132-142.
18. PERRIN Ph. et LESTIENNE F. – Mécanismes de l'équilibration humaine – Editions Masson. pp 25 à 149.
19. SCHERRER. J. Précis de physiologie du travail. Notions d'ergonomie 2^{ème} édition. MASSION pp 579.
20. TERMOZ N. et PRINCE F. – Implications des entrées auditives dans le contrôle postural de personnes non voyantes – Laboratoire de posture et locomotion, Université de Montréal. 8^{ème} symposium scientifiques sur l'incapacité visuelle et la réadaptation.
21. WEBER B, Ph. VILLENEÛVE - POSTUROLOGIE CLINIQUE : dysfonctions motrices et cognitives - Editions Masson Elsevier. pp 82-87 ; p 103-112

22. WILLEM G. MANUEL DE POSTUROLOGIE : approche clinique et traitements des pathologies rachidiennes et céphaliques - Editions Frison-Roche – pp13-15 ; 19-33 ; 64-142 ;

POUR EN SAVOIR PLUS

1. www.posture-equilibre.asso.fr
2. <http://www.has-sante.fr>
3. www.posturologie.asso.fr

ANNEXE I : Les interactions sensorielles



Source (22)

QUESTIONNAIRE D'APTITUDE

Numéro :

Lieu :

Date de naissance : / /

Sexe :

Réponse par oui / non :

Entorse de cheville de moins de trois mois _____

Intervention chirurgicale aux membres inférieurs _____

Troubles vestibulaires _____

Prise de myorelaxant dans les 24 heures _____

Nicotine ou alcool dans l'heure _____

Benzodiazépine ou psychotrope dans l'heure _____

Problème d'audition _____

Accord du sujet pour participer à l'étude _____

ANNEXE III : exemple de statokinésigramme de la Biorescue®

BioRescue : MATHIS Thomas

Fichier Séance Mesures Fenêtre Outils Paramètres ?

MATHIS
Thomas
Monsieur
Né(e) le 23.01.1985

Matricule

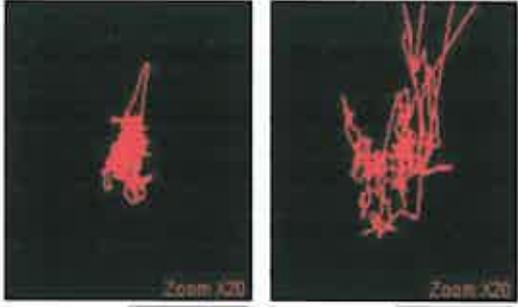
Profession

Remarque

23/10/2008 - Position debout (15:31)

Yeux ouverts Yeux fermés

de 0 à 20s
 de 20 à 40s
 de 40 à 60s
 Temps complet



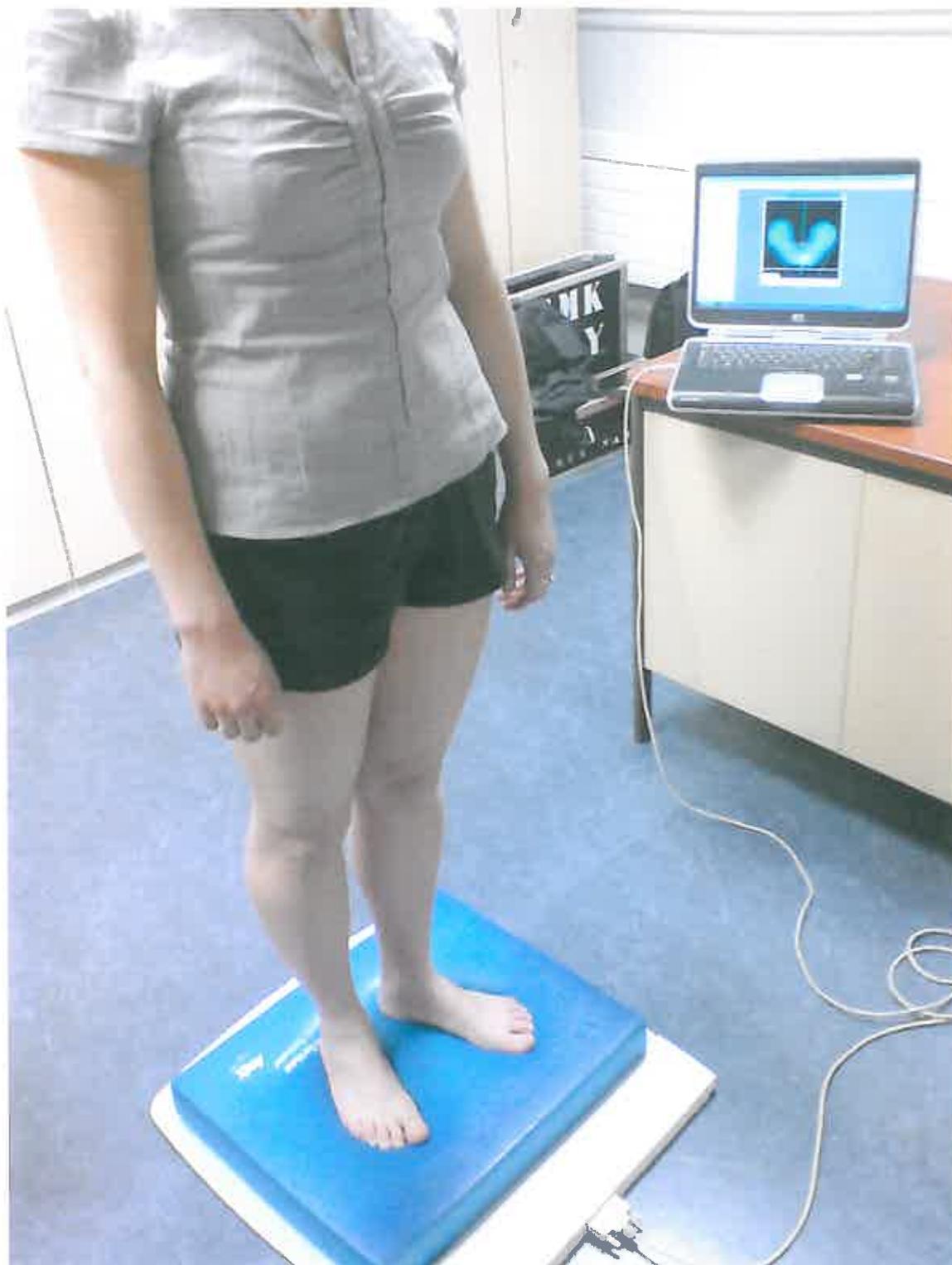
Surface ellipse	19 mm ²	78 mm ²
Longueur	203 mm	401 mm
Vitesse moyenne	3 mm/s	9 mm/s
Longueur/Surface	109.1 cm/cm ²	51.6 cm/cm ²
Surface yeux fermés/Surface yeux ouverts	418	

	Score	Douleur	Féribilité	Remarque
Yeux ouverts -	0	0		
Yeux fermés -	0	0		

ANNEXE IV : Position d'acquisition N°1



ANNEXE V : Position d'acquisition N°2



ANNEXE VI : Bordereau de recueil

N°	Valide	Date de naissance	sexe	Yeux ouverts sans tapis			yeux ouverts avec tapis		
				intensité 30dB	intensité 60dB	intensité 90dB	intensité 30dB	intensité 60dB	intensité 90dB
				longueur/ surface (cm ² /cm ²)					
1	V	15/03/1988	M	46,5	137,1	99,6	17,8	19,5	30,8
2	V	15/03/1982	M	46,1	426,3	395,6	37	30,8	46,2
3	V	09/12/1980	M	150,8	634,2	68,4	60	88	96,1
4	V	01/03/1989	F	43,7	46,5	230,3	51,7	38	42,3
5	V	14/07/1987	F	32,5	86,4	84,8	55,7	26,8	29,2
6	NV	23/03/1987	M	177,5	297,2	60,5	85,5	95,9	23,9
7	V	16/02/1974	M	63	83,2	125	7	25,7	11,1
8	V	12/01/1974	F	181,3	184,8	347,8	59	234,6	141,6
9	V	17/11/1983	F	76,7	78	30,5	166,7	32,9	75,1
10	V	29/11/1988	F	60,1	120,7	337,9	76,7	26	58,3
11	NV	30/11/1961	F	481,7	316,9	617,8	64,8	47,8	13,6
12	V	13/05/1967	F	244,1	447,4	231,9	64,6	29	44,4
13	NV	13/02/1981	F	98	194,8	200,8	77,4	46	52,5
14	V	27/06/1953	F	96,1	161,6	147,7	36,3	84,8	25,3
15	NV	28/09/1949	F	110,1	78,8	60,1	19,5	70	62
16	V	06/03/1968	F	89,8	138,5	50,1	14,9	15,8	22,8
17	V	15/01/1987	F	232,4	342	23,6	46,9	24,6	31,7
18	V	14/01/1983	F	227,9	501,8	330,7	90,8	115,3	126
19	V	15/08/1983	M	248,9	337,6	833	48,7	120,4	37,1
20	V	24/12/1949	F	65,6	64,7	35,5	15,3	38	10,2
21	V	12/01/1985	F	358,1	322,2	80,8	98,3	69,7	39,4
22	V	08/04/1980	F	50,3	76,8	340,1	92,7	50,6	19,3
23	V	01/03/1982	F	553,8	931,2	314,2	96,3	182,7	71,1
24	V	12/07/1972	F	70,4	248,9	73,2	15,6	26,6	15,8
25	V	06/07/1980	F	137	148,6	95,8	39,2	26,7	33,7
26	V	16/12/1958	F	24,1	175,5	19,9	18,2	28,4	25,5
27	V	24/12/1985	M	296,7	331,8	151,9	88,3	45,5	73,1
28	V	23/06/1958	M	370	777,9	472,3	12,8	81,5	67,4
29	V	03/12/1986	F	135,9	271,9	304,2	58,7	166,8	69
30	V	24/07/1986	F	74,6	155	93,1	38	83,3	43,9
31	V	24/08/1986	F	48,2	103,8	142,4	29,9	16,9	55,5
32	V	03/03/1986	F	276	332,9	45,3	55,2	60	173,7
33	V	15/03/1986	M	109,6	144,2	136,3	14,7	23	56
34	V	29/03/1988	M	181,3	544,6	494,9	31,5	67	49,7
35	V	29/12/1988	M	12,7	50	125	42	8,1	3

36	V	11/04/1988	M	56,9	87,2	105,4	152,4	72,8	207,9
37	V	06/01/1988	F	209,8	475,6	616,9	30,8	1214,4	121,8
38	V	25/11/1988	M	143,5	355,2	124	54,3	40,5	72,8
39	V	16/05/1987	M	110,1	121,6	76,8	26,7	139,4	85,3
40	V	07/06/1987	M	228,8	287,7	202,7	46,4	102,5	155,3
41	V	11/06/1988	M	47,7	358,9	429,4	132	68,8	68,3
42	NV	10/06/1987	F						
43	V	02/08/1988	M	588,6	857,5	348,3	46,6	52,6	157
44	V	14/04/1988	F	226,5	834,7	270,6	139,1	112,2	234,7
45	V	20/07/1987	M	42,7	89,8	188,2	21,5	35,4	18,1
46	V	27/08/1985	M	143,1	213,6	210,7	12,8	38,7	30,2
47	V	01/05/1986	M	460,8	728,9	378,1	38,4	10	49,6
48	V	12/02/1988	F	93,3	174,8	296,8	9,6	25,8	47,3
49	V	14/09/1988	F	352,6	1096,5	466,2	89,8	45,9	208,7
50	V	02/10/1989	M	91,8	232	43,9	59,6	58,2	244,2
51	V	03/03/1988	M	34,5	226,9	174,1	57,4	45,3	29,2
52	V	24/11/1988	F	355,2	460,8	270,6	48,7	88	73,1
53	V	24/11/1987	F	111,4	381,8	370,3	177,1	37,4	74,2
54	V	09/12/1986	F	48,4	159,4	286,6	16,1	23,2	26
55	NV	27/06/1986	F	121,1	86,6	150,7	33,3	26,4	34,4
56	V	21/02/1985	M	40,3	123,5	44	72,5	29,7	34
57	V	11/06/1988	F	45	45	164,6	42,5	83,8	140,2
58	V	26/03/1983	F	76,6	115,5	60,1	48,9	27,4	22,8
59	V	12/01/1988	F	146,1	501,8	400,3	49,1	72,8	33,4
60	V	09/05/1988	M	43,8	541,7	97,6	20,1	59,6	61
61	V	26/10/1988	F	812	597,8	419,5	54,4	65,1	64,3
62	V	20/08/1988	M	517,9	712,5	204,7	80,5	143,9	65,3
63	V	11/01/1989	F	162,6	325,2	46,7	41,7	67,1	94
64	V	12/12/1988	F	112,6	764,4	519,4	159,5	77,4	243
65	V	14/05/1988	M	373,4	585,4	367,1	43,1	67,3	35,5
66	V	26/11/1988	F	709,3	826,4	320,2	15,2	75,2	55,9
67	V	01/08/1989	F	198,3	137,5	119,1	159,6	196,3	37,2
68	V	06/05/1986	M	115,9	258,6	893,1	51,9	43,4	7
69	V	26/02/1987	M	42,3	57,1	37,3	25	43,2	51,9
70	V	04/05/1985	F	118,4	233,9	177,8	12,7	52,3	31,8
71	V	23/01/1985	M	73	306,4	228,9	20,1	28,5	8,4

somme conditionnelle		11426,00	21681,70	15221,80	3636,60	5118,90	4513,70
moyenne conditionnelle		178,53	333,56	234,18	55,95	79,98	69,44
différence par rapport à la norme		-155,03	0,00	-99,38	-277,62	-253,58	-264,12

N°	Valide	Date de naissance	sexe	yeux fermés sans tapis			yeux fermés avec tapis		
				intensité 30dB	intensité 60dB	intensité 90dB	intensité 30dB	intensité 60dB	intensité 90dB
				longueur/surface (cm ² /cm ²)					
1	V	15/03/1988	M	94,2	148,1	194,8	10,5	23,3	17,9
2	V	15/03/1982	M	234,7	189,6	74,6	37,7	40,9	34,6
3	V	09/12/1980	M	269,4	72,1	218,7	13,4	19,4	29
4	V	01/03/1989	F	153,6	316,3	423,6	4,8	13,4	45,2
5	V	14/07/1987	F	63,5	153,4	217,1	28	14,5	24,2
6	NV	23/03/1987	M	154,1	377,2	89,6	13,9	45,3	18,7
7	V	16/02/1974	M	361,2	105,4	51,8	21	16,6	10,4
8	V	12/01/1974	F	582,7	230	773,8	45	58,6	82,2
9	V	17/11/1983	F	44	31,4	49,3	166,7	23,7	16,9
10	V	29/11/1988	F	198	110,8	34,9	23,6	19,3	18,7
11	NV	30/11/1961	F	237,3	507,5	448,8	28,1	31,3	27,1
12	V	13/05/1967	F	144,3	258,1	220,4	31,3	117,2	35,8
13	NV	13/02/1981	F	278,4	180,2	206,5	39,8	60,5	15,4
14	V	27/06/1953	F	34,9	59,7	58,8	17,5	29,9	23,3
15	NV	28/09/1949	F	167,4	71,3	35,5	33,2	2	13,8
16	V	06/03/1968	F	137,7	68,5	55,5	15,5	35,2	65,4
17	V	15/01/1987	F	339,7	232	29,9	15,8	13,4	12,1
18	V	14/01/1983	F	757	649	95,7	101,5	20,1	68,6
19	V	15/08/1983	M	515,7	92,2	336,2	21,1	29,7	46,5
20	V	24/12/1949	F	37,3	24,4	21,2	3,2	11,4	6,2
21	V	12/01/1985	F	243,1	453,1	576,5	38,2	51	37,3
22	V	08/04/1980	F	235,6	427,5	167,4	60,1	48,8	62,9
23	V	01/03/1982	F	328,7	582,7	372,9	67,7	66,7	18,5
24	V	12/07/1972	F	77	57,1	79,8	21,6	23,4	39,1
25	V	06/07/1980	F	60,7	132,3	174,8	22	42,7	37,3
26	V	16/12/1958	F	386,2	460,5	771,7	29,6	21,6	23,6
27	V	24/12/1985	M	300	200	275,8	16,1	53	30,5
28	V	23/06/1958	M	678	416,4	181,8	27,7	14,2	12,7
29	V	03/12/1986	F	18,6	440,2	278,5	30,2	21,5	26,8
30	V	24/07/1986	F	180,7	54	57,8	11,6	49,2	15,4
31	V	24/08/1986	F	21,2	19,9	126,6	8,9	9,3	5,7
32	V	03/03/1986	F	73,6	226,9	113,1	12,1	29,9	10,7
33	V	15/03/1986	M	61,2	376	58,1	8,4	17,4	44,9
34	V	29/03/1988	M	201,5	323,3	113,8	13,2	29,7	11,8
35	V	29/12/1988	M	37,7	32,5	92,1	21,2	7,7	3,7
36	V	11/04/1988	M	104,4	59,11	93,9	32,7	23,4	23,4
37	V	06/01/1988	F	335,6	808,8	774,6	18,3	30,1	23,6
38	V	25/11/1988	M	392,7	164	164	24,1	42,8	5

39	V	16/05/1987	M	280,3	392,5	225	24	4,9	6,3
40	V	07/06/1987	M	99,2	149	175,9	27,2	22,3	28,6
41	V	11/06/1988	M	174,5	307,7	130,8	23,6	59,2	36,5
42	NV	10/06/1987	F						
43	V	02/08/1988	M	318,4	361,5	339,6	29,9	56	69,2
44	V	14/04/1988	F	80,6	324,2	265,3	27,8	28,5	44,4
45	V	20/07/1987	M	164,1	220,6	169,8	26,6	25,1	94,6
46	V	27/08/1985	M	404,1	146,9	293,2	46,8	24,2	31
47	V	01/05/1986	M	274	1130,7	719,6	34,9	34	14,5
48	V	12/02/1988	F	158,9	240,8	129,7	25,6	20	19,6
49	V	14/09/1988	F	412,8	146,9	39,4	26,3	80,6	114
50	V	02/10/1989	M	238,1	63	134	36,5	27,5	63,9
51	V	03/03/1988	M	80,6	132,3	118	58,4	10,8	22
52	V	24/11/1988	F	158,9	240,8	128,7	4,8	13,4	46,2
53	V	24/11/1987	F	262,7	168,9	60,8	40,5	77,7	40,3
54	V	09/12/1986	F	74,4	53,6	296,6	18,3	13,8	22,5
55	NV	27/06/1986	F	56,6	28,4	65,1	5,6	5,"	9,3
56	V	21/02/1985	M	38	37,9	40,8	9	12,5	1,2
57	V	11/06/1988	F	16	60,9	16,4	6	12,4	14,5
58	V	26/03/1983	F	114,1	77,7	51,7	29,9	29	15,9
59	V	12/01/1988	F	293,8	214,7	108,2	35,7	26,1	11,3
60	V	09/05/1988	M	117,3	128,8	86,7	12,2	45,3	9,5
61	V	26/10/1988	F	158,6	318,1	160,4	38,9	12,6	17,2
62	V	20/08/1988	M	201,5	109,2	160,2	14,6	19,1	24
63	V	11/01/1989	F	616,2	690,5	372	10,8	30,2	30,2
64	V	12/12/1988	F	131,2	289,7	371,9	89,9	14,6	60,1
65	V	14/05/1988	M	354,2	626,1	934,1	40,3	20,2	12,9
66	V	26/11/1988	F	429,6	575,5	449,8	38,2	21,9	25,4
67	V	01/08/1989	F	452,6	520,7	246	28,4	15,5	38,9
68	V	06/05/1986	M	655,1	240,6	106	24,4	21,2	32,4
69	V	26/02/1987	M	46,8	50,7	72,5	19,8	14,4	53,5
70	V	04/05/1985	F	550	124,1	82,9	9,7	19,3	48,7
71	V	23/01/1985	M	65,7	350,2	533,8	27,5	12,4	35,1

somme conditionnelle		15126,70	16470,11	14349,30	1906,80	1893,70	2054,30
moyenne conditionnelle		232,72	253,39	220,76	29,34	29,13	31,60
différence par rapport à la norme		-100,85	-80,18	-112,81	-304,23	-304,43	-301,96