



BU bibliothèque Lyon 1

<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

Université Claude Bernard Lyon 1

Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation

Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie

NOM : CROUZET

Prénom : Quentin

Formation : Masso-Kinésithérapie

Année : 3ème

**Détermination des valeurs normatives de la verticale
visuelle subjective dynamique**

Travail écrit de fin d'études : Mémoire de recherche clinique

Année universitaire 2014-2015



Université Claude Bernard Lyon 1
Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation
Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie

NOM : CROUZET

Prénom : Quentin

Formation : Masso-Kinésithérapie

Année : 3ème

**Détermination des valeurs normatives de la verticale
visuelle subjective dynamique**

Travail écrit de fin d'études : Mémoire de recherche clinique

Année universitaire 2014-2015

Résumé :

L'oreille interne est composée de différents organes sensoriels : les macules otolithiques et les canaux semi-circulaires.

Si l'exploration des canaux semi-circulaires par le kinésithérapeute est permise par différents tests fiables, celle des macules otolithiques reste plus difficile.

Notre étude vise à déterminer les valeurs normatives d'un test de la fonction otolithique: la verticale visuelle subjective dynamique (VVSD).

Méthode : 45 sujets (29,2 ans) n'ayant pas de pathologie vestibulaire devront déterminer, à l'aide d'une barre lumineuse, la verticale visuelle subjective sous une stimulation optocinétique rotatoire.

Résultats : Le sens de déviation de la VVSD dépend du sens de rotation optocinétique. La déviation moyenne retrouvée est d'environ $\pm 8,5^\circ$.

La déviation de la VVSD augmente significativement à partir de 50 ans,

Conclusion : Cette étude nous donne les valeurs normatives de la VVSD, qui pourraient par la suite servir à l'élaboration d'un test kinésithérapique.

Mots-clés : Fonction otolithique, Verticale Visuelle Subjective Dynamique, optocinétique, rééducation vestibulaire

Abstract:

The inner ear is composed of different sensory organs: the otolithic maculae and semicircular canals.

If the exploration of semicircular canals by the physiotherapist is permitted by reliable tests, the exploration of otolithic organs is more difficult.

The aim of our study is to determine the normative values of an otolith function test: the dynamic subjective visual vertical (DSVV).

Method: 45 subjects (29,2 years) devoid of any vestibular problems will determine the values of the subjective visual vertical with rotary optokinetic stimulation.

Results: The direction of deviation depends on the optokinetic rotation. The average deviation is about $\pm 8,5^\circ$. The deviation increases significantly from 50 years of age onwards.

Conclusion: This study gives us the DSVV normative values, which could be used in the development of a physiotherapeutic test.

Keywords: Otolithic function, Dynamic Subjective visual vertical, optokinetic, vestibular rehabilitation

Sommaire

1. Introduction :	1
2. Rappels anatomo-physiologiques :.....	2
2.1. Les canaux semi-circulaires :.....	3
2.2. L'utricule :.....	3
2.3. Le saccule :	3
2.4. Cellules ciliées vestibulaires :.....	4
2.5. Physiologie otolithique :	5
3. Pathologie : triple syndrome perceptif, visuel, postural.....	7
4. Moyens d'explorations otolithiques :.....	8
5. Etat actuel des connaissances et précédentes études :	11
6. Sujets et Méthodes	21
6.1 Sujets :.....	21
6.2 Critères d'inclusion :.....	21
6.3 Matériel et méthode :	13
7. Méthode statistique :	15
8. Résultats :	15
9. Interprétation des résultats:.....	17
10. Discussion.....	18
10.1. Intérêts de l'étude :	18
10.2. Biais de l'étude :	20

10.2.1. Impact de la position debout sur les résultats obtenus :.....	20
10.2.2. Impact de la durée d'exposition au champ optocinétique :	21
10.2.3. Impact de la dépendance visuelle sur les résultats :.....	22
10.3. Limites de l'étude :	23
10.3.1. Limite méthodologique :.....	23
10.3.2. Dépendance au matériel :.....	23
10.3.3. Reproductibilité du test (test- retest) :.....	24
10.3.4. L'échantillon correspond-il à la population cible ?	24
11. Perspectives de l'étude :	25
12. Conclusion :	27

ANNEXES

1. Introduction :

Mon dernier stage de deuxième année a été effectué dans un cabinet libéral spécialisé dans la rééducation des vertiges et des troubles de l'équilibre. Lors de mes sept semaines de stage, j'ai pu observer la pratique de mon référent et comprendre les différents systèmes régissant l'équilibre de l'être humain.

Parmi ces systèmes, l'appareil vestibulaire m'a plus particulièrement intéressé. Sa complexité anatomique et physiologique le rend de prime abord rébarbatif, mais une fois les premières notions acquises, il éveille la curiosité. La compréhension de la physiologie et des pathologies qui en découlent devient alors captivante.

Dans cette branche de la kinésithérapie, le diagnostic est une part très importante de la prise en charge du patient. Les patients viennent chez le kinésithérapeute après avoir consulté un médecin généraliste, un oto-rhino-laryngologue ou encore un neurologue. Une fois le diagnostic médical établi, un bilan kinésithérapique précis et détaillé est indispensable.

L'exploration vestibulaire est permise par différentes techniques et un matériel important, qui est par ailleurs en évolution constante avec des améliorations régulièrement apportées par les ingénieurs développeurs grâce au retour des praticiens.

S'il existe différents moyens de diagnostiquer une lésion au niveau des canaux semi-circulaires de l'oreille interne, l'exploration des organes otolithiques est quant à elle plus complexe (Chays et al, 2009).

C'est dans cette optique que nous nous sommes intéressés à un test permettant l'exploration du système otolithique.

Actuellement, il existe un test simple utilisé en cabinet qui est nommé verticale visuelle subjective statique (VVS). Ce test est facile à mettre en œuvre, car il ne requiert qu'une barre lumineuse inclinable et une pièce noire. Des normes précises ont été déterminées et sont communément admises (Slattery et al, 2011). Cependant, la verticale visuelle subjective statique présente quelques limites, comme disposer d'une pièce d'un noir absolu afin que le test ne soit pas biaisé (Faralli et al, 2007). Certaines études montrent également que ce test se normalise assez rapidement après une lésion otolithique (Byun et al, 2010).

D'autres examens, que nous verrons plus tard, existent, mais ils sont souvent compliqués à mettre en œuvre dans un cabinet de kinésithérapie.

Nous nous sommes donc intéressés à un test figurant dans plusieurs études, le test de la verticale visuelle subjective dynamique (VVSD). Il s'agit d'une adaptation du test statique, y ajoutant une stimulation optocinétique torsionnelle. Le générateur optocinétique a pour principe de donner, grâce à une projection lumineuse, une illusion de mouvement au patient.

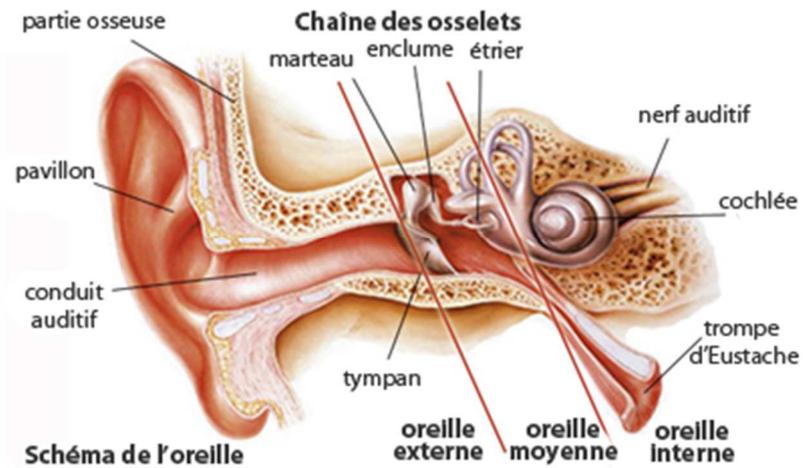


Figure 1 : Schéma de l'oreille

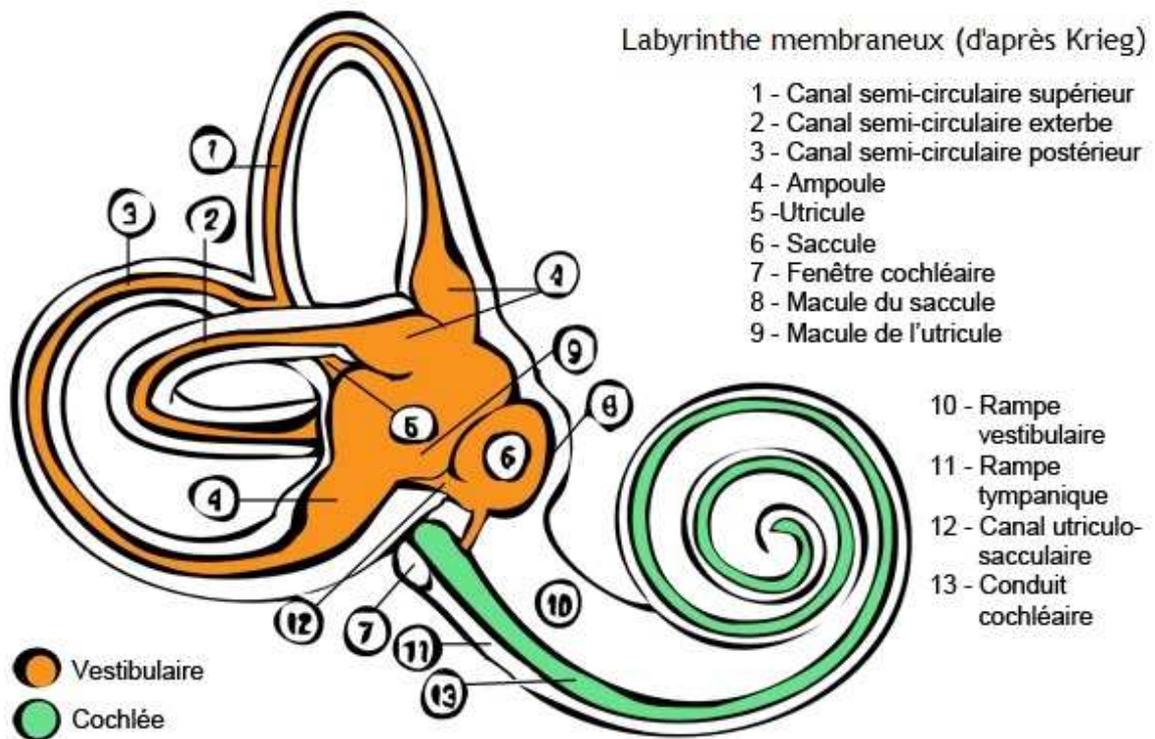


Figure 2 : schéma du labyrinthe membraneux

C'est un outil très utilisé en rééducation vestibulaire (ANAES, 1997), le test reste donc facile à mettre en place en cabinet spécialisé.

Il aura l'avantage d'être sensible plus longtemps aux lésions otolithiques ce qui permettra leur diagnostic après la phase initiale du trouble et après la compensation de la verticale visuelle statique (*Faralli et al, 2007 ; Lopez et al, 2007*).

Cependant, la littérature ne comporte pas d'article donnant une valeur normative à ce test de façon claire et précise.

L'objectif de ce mémoire sera donc la détermination des valeurs normatives de la verticale visuelle subjective dynamique en fonction de trois classes d'âges.

2. Rappels anatomo-physiologiques :

L'oreille interne prend place au sein de la partie pétreuse de l'os temporal. Elle communique avec l'oreille moyenne par le biais des fenêtres ronde et ovale. De l'oreille interne naissent des fibres nerveuses qui vont rejoindre la partie intracrânienne par le méat acoustique interne (Fig.1).

L'oreille interne est faite d'un labyrinthe osseux contenant un labyrinthe membraneux (Fig.2).

Si l'oreille moyenne est un milieu aérien, l'oreille interne est un milieu liquidien dans lequel coexistent la périlymphe, entre l'endoste et le labyrinthe membraneux, et l'endolymphe à l'intérieur du labyrinthe membraneux.

Ces milieux liquidiens auront une importance au niveau fonctionnel.

Le labyrinthe membraneux est à subdiviser en deux parties : la cochlée ou organe de l'audition et le labyrinthe postérieur ou organe de l'équilibre. Bien qu'anatomiquement en continuité ces deux parties ont des rôles différents. Nous nous intéresserons uniquement au labyrinthe postérieur.

Le labyrinthe postérieur membraneux est composé de 5 structures dans lesquelles se trouvent des récepteurs sensoriels : 3 canaux semi-circulaires, l'utricule, le saccule. Il comporte également un canal, le canal endolymphatique se terminant par le sac endolymphatique à son émergence intracrânienne.

Les rôles de l'appareil vestibulaire seront de coder les mouvements de la tête dans les différents plans de l'espace, de participer au contrôle postural et de permettre une adaptation oculomotrice indispensable à la stabilité du regard lors des mouvements de la tête.

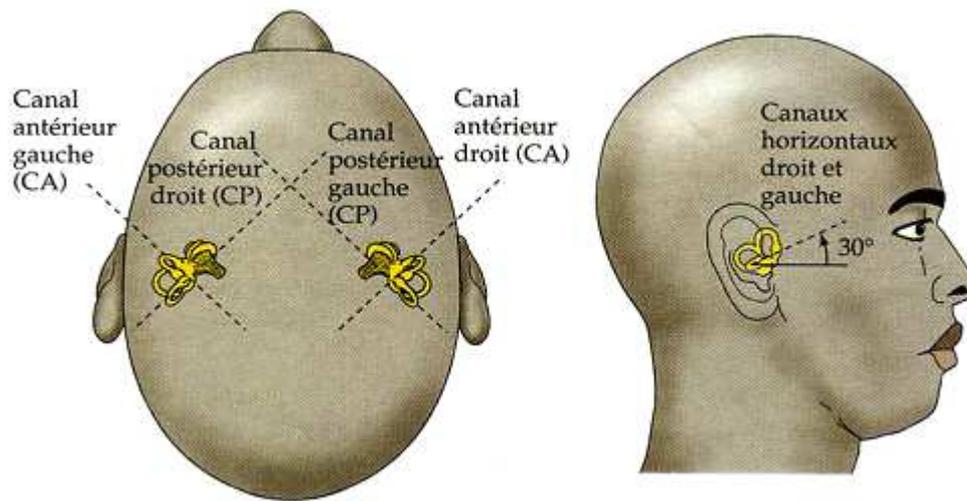


Figure 3 : illustration représentant l'orientation dans l'espace des canaux semi-circulaires.

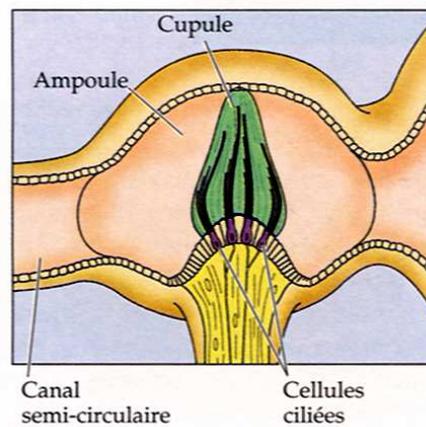


Figure 4 : Illustration représentant l'extrémité ampullaire d'un canal semi-circulaire.

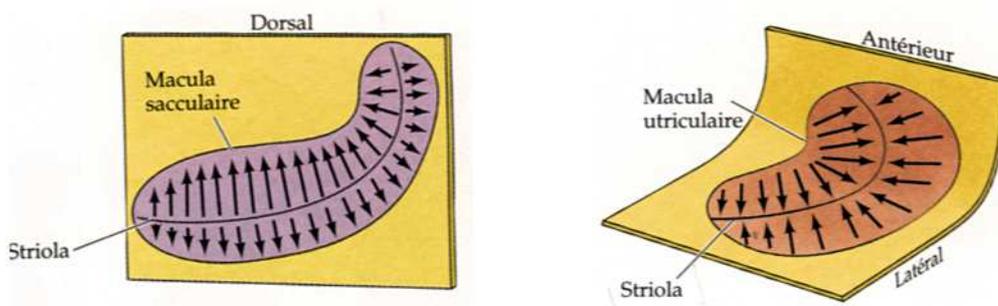


Figure 5 : Illustration représentant l'orientation des macules otolithiques

2.1. Les canaux semi-circulaires :

Ils sont au nombre de trois, perpendiculaires entre eux selon trois plans à peu près orthogonaux. Ils sont tous trois orientés de 30° vers l'arrière par rapport la verticale assujettie au plan de Francfort (Fig.3) :

- le canal horizontal, orienté latéralement,
- le canal antérieur, orienté vers l'avant et le dehors,
- Le canal postérieur, vers l'arrière et le dehors.

Les canaux semi-circulaires sont rattachés par leurs deux extrémités à la cavité utriculaire. Cependant, une seule extrémité communique avec la cavité vestibulaire.

L'autre extrémité du canal est formée par une partie dilatée, l'ampoule, dans laquelle on retrouve la crête ampullaire qui contient les cellules sensorielles des canaux. Ces cellules sensorielles sont disposées perpendiculairement au canal et sont surmontées d'une couche gélatineuse, la cupule, bouchant le canal (Fig.4).

Les cellules sensorielles des canaux semi-circulaires codent les accélérations angulaires de la tête.

2.2. L'utricule :

C'est une vésicule sur laquelle se branchent les canaux semi-circulaires. L'utricule est en communication avec le saccule, par le biais du canal endolymphatique et de sa branche utriculaire qui part à sa partie postérieure.

C'est à sa face inférieure que se situe la macule utriculaire dans laquelle on trouve les cellules sensorielles.

La macule est courbe, sa partie antérieure étant orientée vers l'avant et le haut. Elle est parfois décrite en forme de « main de mendiant » (Fig.5).

Elle est, en simplifiant, dans le plan des canaux horizontaux.

2.3. Le saccule :

Il s'agit également d'une vésicule plus petite et de forme arrondie (Fig.5). Le saccule se place en dessous et en avant de l'utricule. Il est relié au canal endolymphatique et à l'utricule par le biais du canal sacculaire.

Macule

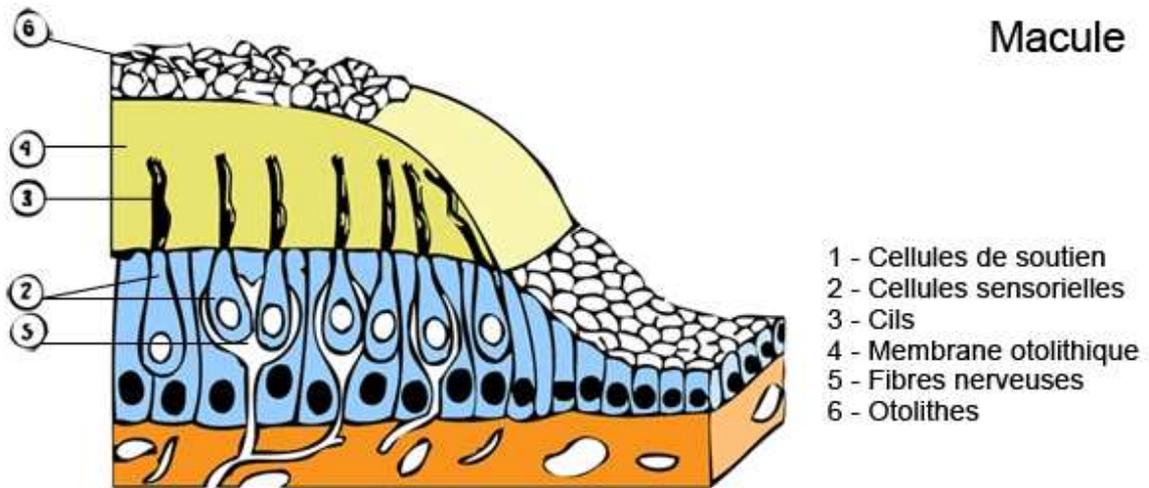


Figure 6 : Schéma représentant une macule

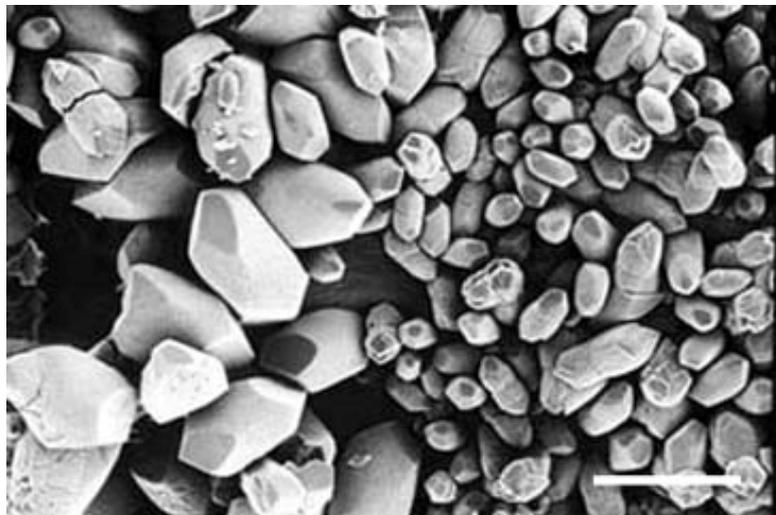


Figure 7 : Otoconies vues au microscope à balayage

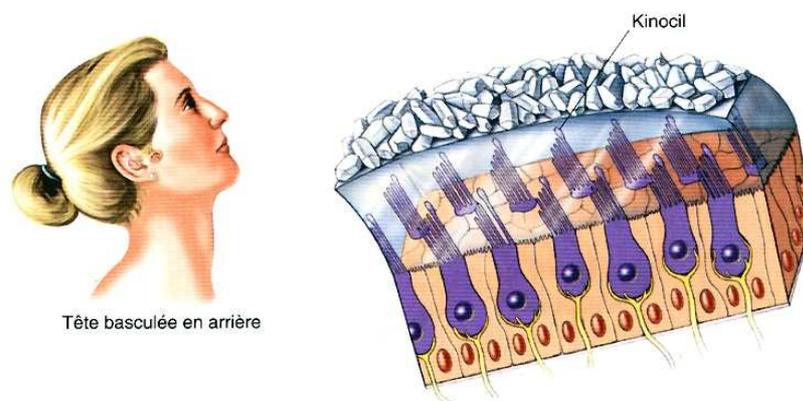


Figure 8 : Schéma représentant le comportement des macules lors de mouvement de la tête.

Le saccule marque la limite entre le labyrinthe postérieur, dont il fait partie, et la cochlée à laquelle il est relié par le ductus reunius.

La macule sacculaire se place verticalement sur sa face médiane. De même que la macule utriculaire, elle n'est pas totalement plane.

On peut considérer que la macule est dans le plan du canal supérieur ipsilatéral.

Les macules otolithiques codent pour les accélérations linéaires et les positions de la tête dans l'espace (Herdman et al, 2014). Cette réactivité est permise par une anatomie particulière : les cellules ciliées sensorielles sont recouvertes d'une membrane otolithique (Fig.6) qui est une couche gélatineuse sur laquelle reposent des cristaux de carbonate de calcium appelés otolithes ou otoconies (Fig.7). Cette membrane est de densité supérieure au liquide endolymphatique, elle s'apparente donc à une masse inertielle.

C'est cette inertie qui, lors des mouvements de tête parallèles à la macule, va entraîner un cisaillement entre la membrane (Fig.8) et les cellules sensorielles, permettant le codage de ces mouvements.

De la même façon, cette membrane est soumise à la gravité ce qui permet de donner en permanence une information quant à la position de la tête dans l'espace.

2.4. Cellules ciliées vestibulaires :

Il existe deux types d'épithéliums sensoriels : les macules (utriculaire et sacculaire) et les crêtes ampullaires présentes dans les canaux semi-circulaires.

Ces épithéliums sont solidement arrimés au labyrinthe osseux afin d'être parfaitement solidaires des mouvements de la tête. Dans ces épithéliums sont retrouvées les cellules sensorielles qui sont représentées par les cellules ciliées.

Ces cellules vont transformer le signal mécanique perçu en un signal électrique.

De manière générale, ces cellules présentent un ensemble de cils sur leur pôle apical : les stéréocils. Ces cils sont organisés de façon croissante en direction d'un grand cil, le kinocil, qui va déterminer la polarisation de la cellule.

Lorsque les cils s'orientent en direction du kinocil, la cellule sera dépolarisée (action excitatrice). Lorsque les stéréocils s'orientent dans la direction opposée au kinocil, la cellule sera hyperpolarisée (action inhibitrice).

L'uniformité des mouvements ciliaires est permise par les « tip-links » qui relient les cils entre eux à leur sommet.

Les différents types de cellules ciliées

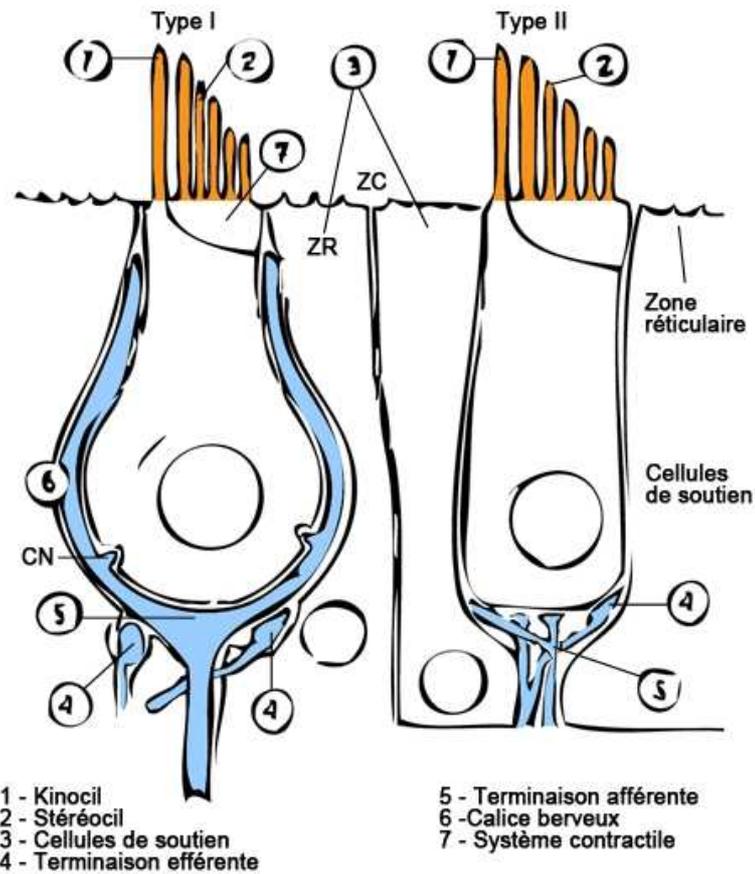


Figure 9: Schéma représentant les deux types de cellules ciliées

Légende :

str : Striola

Pm : partie médiale

Pl : partie latérale

Pi : partie interne

Pe : partie externe

K : kinocil

S : stéréocils

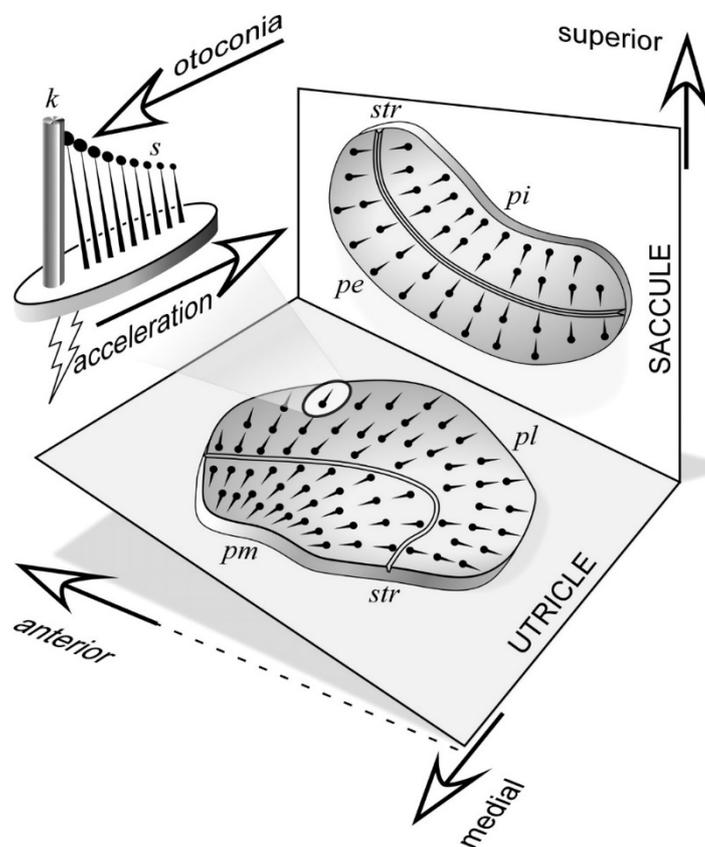


Figure 10 : Illustration représentant l'orientation des macules otolithiques.

Ces tip-links sont étirés lorsque les stéréocils effectuent un mouvement vers les kinocils. C'est cet étirement qui entraîne l'ouverture des canaux transmembranaires permettant l'entrée dans la cellule de cations (K^+ et Ca^{2+}). Il s'agit là de la première étape de la mécanotransduction. Lors de mouvement des cils opposés au kinocil, on observe une fermeture des canaux à K^+ , nous avons donc un signal d'inhibition.

Cette entrée de cations entraîne la dépolarisation de la cellule ce qui va induire une série de réactions aboutissant à la transmission d'un message nerveux au sein du neurone primaire.

De façon plus détaillée, il existe deux types différents de cellules (Fig.9).

Les cellules type 1 sont dites en calice, elles sont en contact avec une seule fibre nerveuse recouvrant la majeure partie de la cellule. Elles sont également appelées cellules phasiques et ne codent que pour un potentiel exciteur. Elles disposent d'une vitesse de conduction supérieure aux cellules de type 2.

Ces cellules sont retrouvées au sommet des crêtes ampullaire, mais également dans la zone centrale des macules otolithiques.

Elles permettent le codage des mouvements rapides de la tête.

Les cellules type 2 sont dites en bouton, elles sont cylindriques et sont en contact à leur pôle basal avec plusieurs fibres nerveuses afférentes et efférentes. Elles sont également appelées cellules toniques et ont une activité électrique même au repos. Cette émission basale leur permet de coder pour une excitation (semblable aux cellules de type 1), mais aussi pour une inhibition. Elles codent pour les mouvements lents de la tête, mais permettent également de renvoyer une information permanente sur la position de la tête hors mouvement.

Ces cellules sont retrouvées à la base des crêtes ampullaires et à la partie distale des macules otolithiques.

2.5. Physiologie otolithique :

Les deux organes otolithiques sont organisés de façon plus ou moins identique. Ils comportent dans leur partie centrale une ligne incurvée appelée striola (Fig.10).

C'est autour d'elle que l'on retrouve préférentiellement les cellules de type 1. La striola est une ligne divisant les macules en deux parties. L'orientation des cils est inverse de part et d'autre de la striola.

Dans l'utricule, tous les kinocils des cellules ciliés sont orientés du côté de la striola, inversement au niveau du saccule tous les kinocils sont opposés à cette ligne.

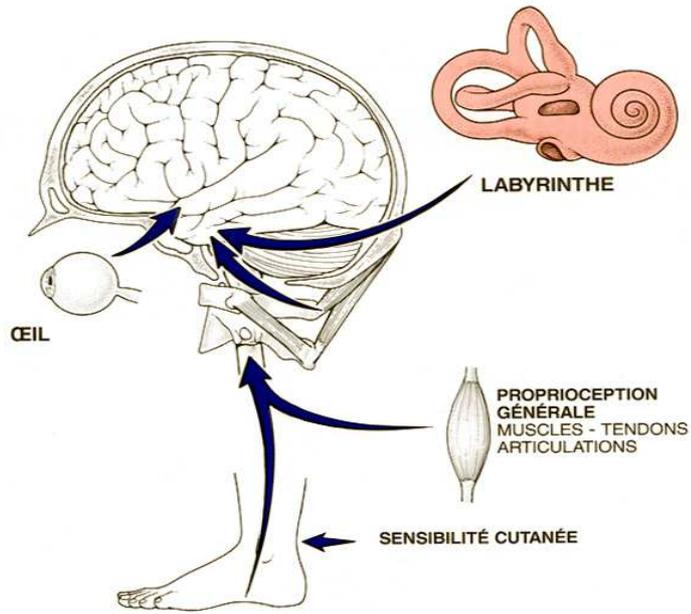


Figure 11 : Schéma représentant les différentes entrées responsables de l'équilibre.

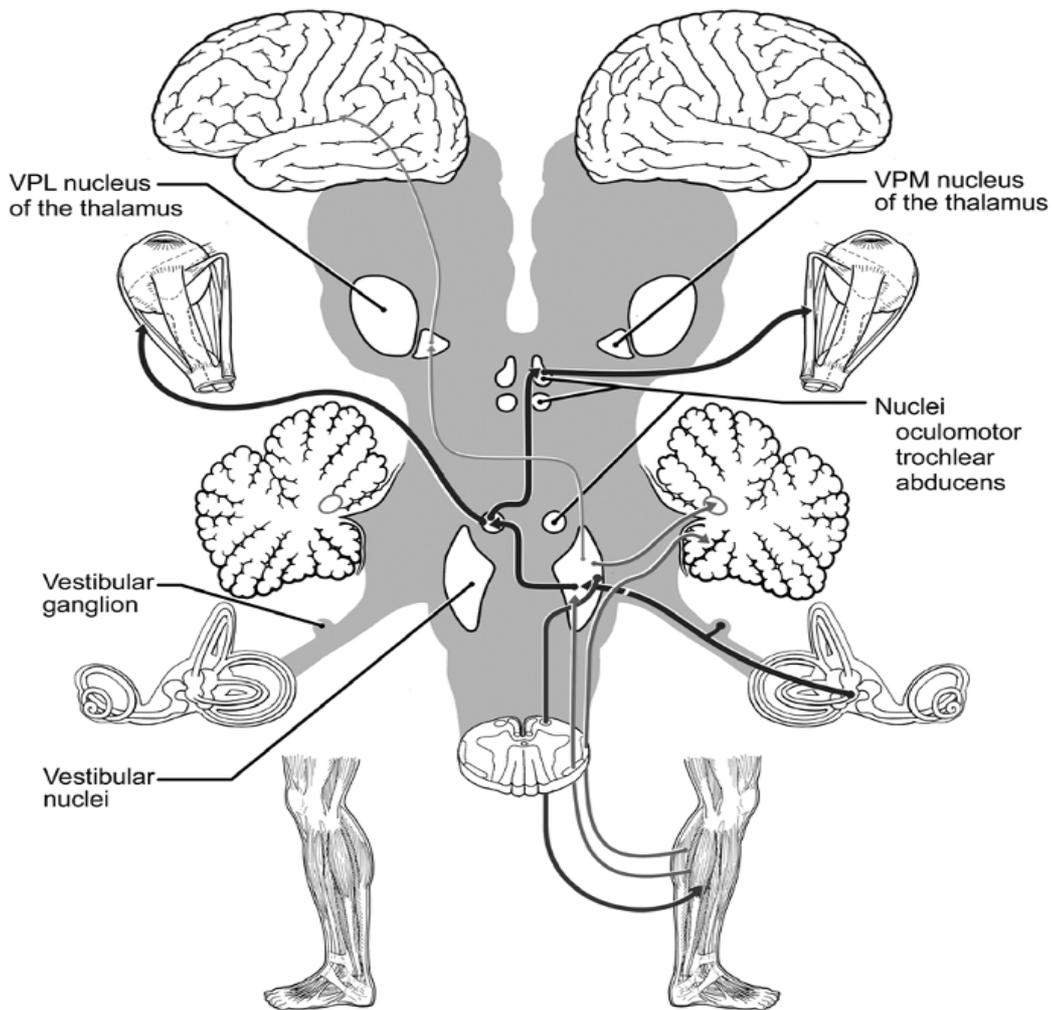


Figure 12 : Vue d'ensemble des différentes voies d'origine vestibulaire.

Cette orientation des cellules ainsi que la courbure des macules permet de coder des mouvements dans tous les champs directionnels.

Cette organisation permet une réponse précise et rapide aux mouvements de la tête.

Grossièrement, les afférences utriculaires rejoignent le nerf vestibulaire supérieur (avec les afférences des canaux horizontal et supérieur) tandis que les afférences sacculaires rejoignent le nerf vestibulaire inférieur (avec les afférences du canal postérieur). Les nerfs vestibulaires, inférieur et supérieur, se rejoignent ensuite au niveau du ganglion de Scarpa et se dirigent vers les noyaux vestibulaires.

Ces noyaux vestibulaires, situés à la jonction bulbo-protubérantielle dans le tronc cérébral, sont des noyaux multisensoriels (Fig. 11). Ils reçoivent également des informations d'origine somatosensorielles (fuseau neuromusculaire, organe tendineux de Golgi...) ainsi que des informations visuelles (*Barra & Pérennou, 2013*). La vision représente l'entrée principale pour ces noyaux.

Partant de ces noyaux différentes voies d'origine otolithique ont été identifiées (Fig. 12) :

— Les voies maculospinales : les fibres otolithiques, par l'intermédiaire des voies vestibulospinales, vont se diriger vers les motoneurones des moelles lombaire et surtout cervicale. Le désalignement tête-gravité entraîne une réaction des muscles érecteurs du rachis.

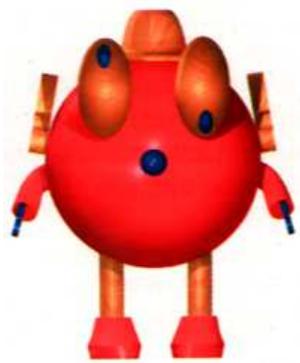
La voie sacculospinale est responsable du maintien de la tête lors des mouvements verticaux.

La voie utriculospinale permet le maintien de la tête lors de mouvements horizontaux.

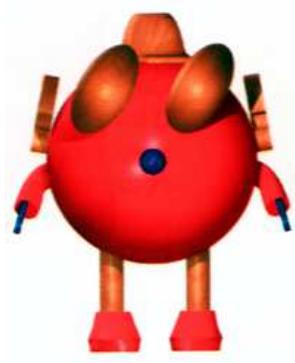
— Les voies maculo-oculomotrices permettent la stabilisation du regard lors des mouvements de la tête. Ce sont les fibres utriculaires qui sont majoritairement en jeu. Le système otolithique est responsable des cyclotorsions observées lors des inclinaisons latérales de la tête (inclinaison droite → rotation horaire (vue par l'observateur) de l'œil et inversement). De la même manière lors d'une inclinaison antérieure il permettra une élévation de l'œil et inversement lors d'une extension (phénomène parfois nommé « yeux de poupées »).

— Des noyaux vestibulaires, partent des informations destinées au cortex vestibulaire (situé dans le cortex pariétal), il s'agit de la voie vestibulo-corticale. Cette voie permettra, avec les autres informations sensorielles, une représentation centrale de la verticale.

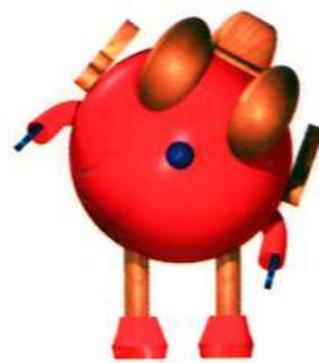
Il existe également une voie vestibulo-végétative, qui est responsable des différentes réactions végétatives parfois observées lors des mouvements de la tête (nausées, sueurs...).



Strabisme vertical



Cyclotorsion oculaire



Inclinaison de la tête

Figure 13 : Dessin représentant les trois phénomènes composant l'« OTR »

3. Pathologie : triple syndrome perceptif, visuel, postural.

Lors de pathologies d'origines otolithique, nous observons un triple syndrome (Huy et al, 2001).

Ces symptômes peuvent être liés à la position de la tête par rapport à la verticale ou à des déplacements linéaires. Ils sont aggravés en cas d'absence d'informations visuelles et proprioceptives.

Le déficit otolithique peut être substitué par la proprioception, par les informations canalaire (Sauvage, 2014) et visuelles.

Les signes perceptifs sont : des illusions de position avec des sensations anormales d'inclinaison, de translation, d'ascension, un tangage, des sensations de terrain mou ou instable, incliné, des impressions d'antéimpulsion et de rétroimpulsion lors d'accélération ou décélération (en voiture par exemple). Les patients peuvent se sentir « hors d'eux-mêmes », en apesanteur, en lévitation.

Ces troubles sont parfois difficiles à différencier de troubles psychologiques.

Les signes visuels observés sont : oscillopsies, diplopie, perturbation de la perception subjective de verticalité, troubles de la perception des distances, de la profondeur

Les signes posturaux sont dus aux troubles du tonus entraînés par la diminution de l'importance des voies graviceptives. Des phénomènes de compensation par les muscles oculomoteurs et des réactions posturales sont observés. Une inclinaison de la tête du côté lésé, un strabisme vertical (œil abaissé du côté lésé, relevé du côté sain) ou encore une cyclotorsion oculaire asymétrique (plus importante du côté lésé) peuvent être observés. L'« ocular tilt reaction » (OTR) est un phénomène regroupant tous ces symptômes (Fig.13).

On peut également observer une hypotension orthostatique, un mal du débarquement (nausées post mal de mer) ou encore une cinétose (Huy et al, 2001).

Il existe différentes pathologies pouvant impliquer une symptomatologie otolithique :

- Syndrome post VPPB avec persistance d'une instabilité.
- Syndrome « OTR » post-chirurgicale, après une neurotomie vestibulaire ou une ablation d'un neurinome de l'acoustique.

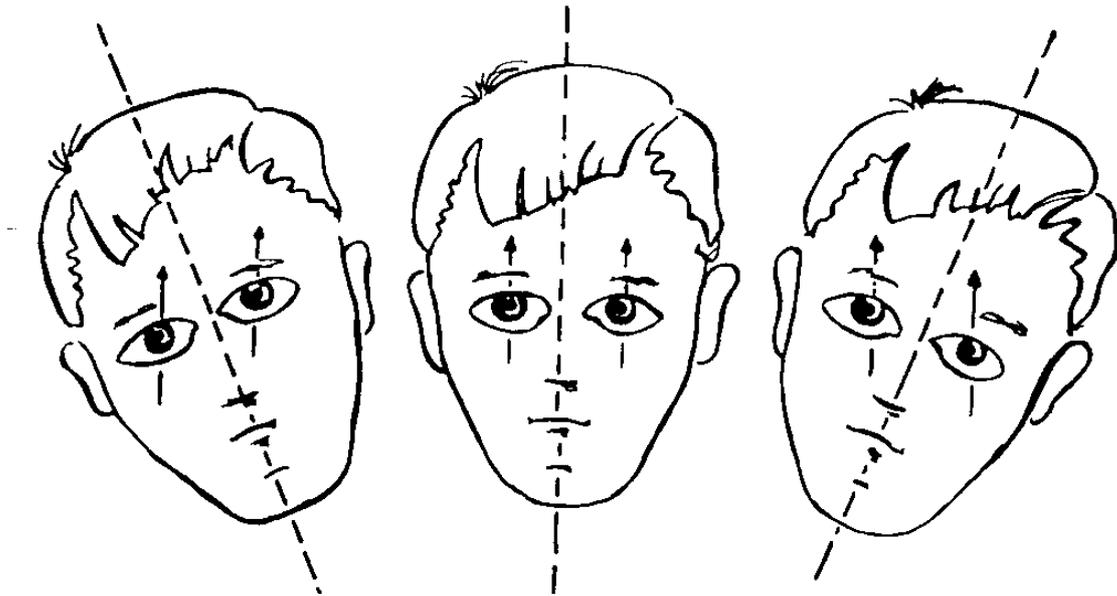


Figure 14 : Mouvement de cyclotorsion en contre-rotation observé lors de l'inclinaison de la tête

- Crise de Tumarkin dans les formes sévères de la maladie de Menière dans laquelle on a pu observer une rupture du sac endolymphatique.
- Fistule périlymphatique, syndrome de la troisième fenêtre (syndrome de Minor).
- Dysfonctionnement du système otolithique associé au syndrome de Wallenberg.
- Phénomène de Tullio avec une stimulation de la macule sacculaire.
- Trouble de l'équilibre, chez la personne âgée, dû à une diminution de la masse otolithique aggravée par des médicaments ototoxique (entre autres les diurétiques).

4. Moyens d'explorations otolithiques :

L'objectif de ce mémoire étant la détermination d'une norme pour un test de la fonction otolithique il est important d'étudier quelles sont actuellement les différentes méthodes permettant le diagnostic des lésions otolithiques.

— La recherche d'un nystagmus d'origine otolithique : lors d'une inclinaison de la tête de 30° dans le plan frontal, nous observons chez le sujet sain un nystagmus dit en « contre-rotation » (Fig.14). Cette contre-rotation oculaire est décrite en 2 phases : une cinétique qui a lieu durant le mouvement et une statique qui a lieu après environ 10 secondes en position incliné (Bouccara et al, 2003). Ce test n'est pas toujours fiable avec des cas de faux négatifs (Wuyts et al, 2007).

— La verticale visuelle subjective statique : c'est probablement le moyen diagnostique le plus simple à mettre en œuvre dans un cabinet de kinésithérapie. Lors de ce test il est primordial d'éviter qu'il y ait des repères horizontaux ou verticaux dans le champ visuel du sujet. Le test est donc réalisé soit dans le noir soit avec un masque réduisant le champ visuel. Ce test peut être réalisé en vision binoculaire ou monoculaire alternée. Le sujet est placé à plus d'un mètre d'une barre lumineuse mesurant plus d'un mètre. Le test démarre alors que la barre lumineuse est déviée dans le sens horaire ou antihoraire de plus de 15° puis ramenée vers la verticale. Le patient arrête le mouvement de la barre lorsqu'il la perçoit comme étant à la verticale. Un sujet sain aura une déviation inférieure à 2° (*Slattery et al, 2011*).

Un minimum de huit mesures doit être effectué en alternant le sens de déviation initial. (Chays et al, 2009).

Le même test est réalisable en essayant d'évaluer l'horizontale subjective.

Une déviation supérieure à 2° marque une pathologie utriculaire.



Figure 15 : Photo représentant un patient lors de la mesure des PEMV

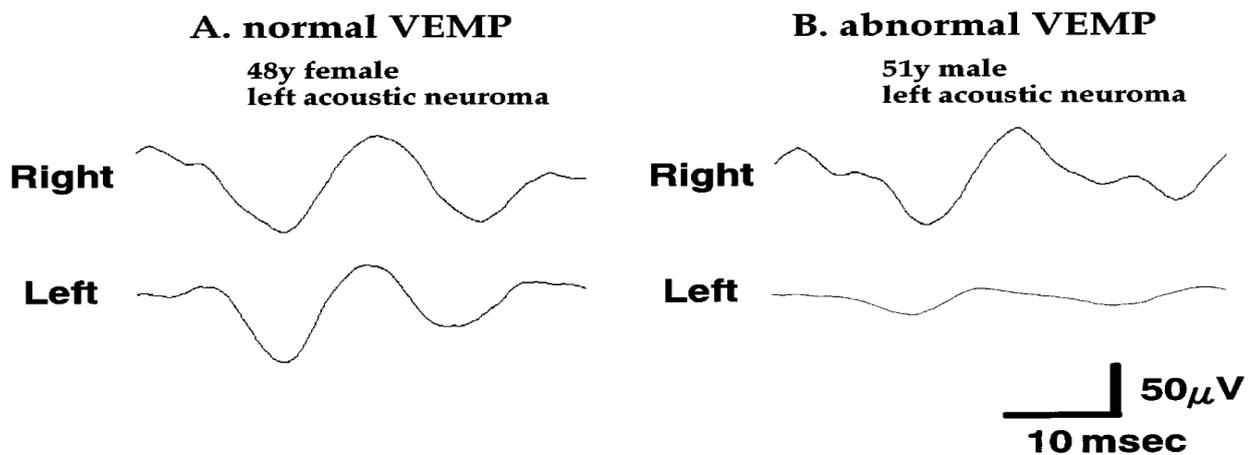


Figure 16: Résultats obtenus lors du test des potentiels évoqués myogénique vestibulaire : à gauche chez un sujets sains et à droite sur un sujet pathologique.

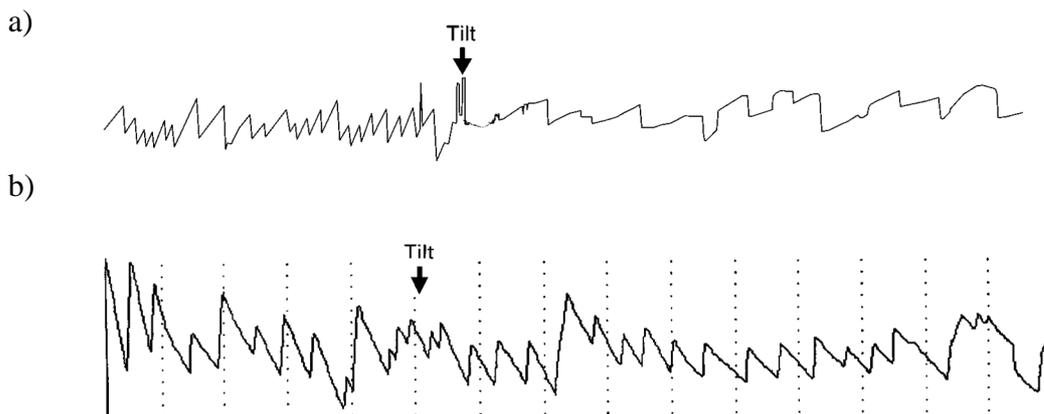


Figure 17: Exemple de résultats observés en nystagmographie lors d'un « tilt suppression test ».

a) résultat chez un sujet sain avec une baisse importante de la réponse nystagmique après l'inclinaison. b) résultat obtenu chez un sujet présentant une atteinte du nodulus cérébelleux ou otolithique (ici un syndrome post-VPPB).

Si la lésion est d'origine déficitaire alors la déviation observée se trouvera du côté pathologique.

Dans le cas de l'hydrops (support physiopathologique de la maladie de Ménière), la déviation pourra être retrouvée du côté sain lors de la période de crise.

Par contre, la déviation de la verticale tend à se normaliser avec le temps grâce à des phénomènes de compensation centrale.

Une lésion bilatérale (symétrique) passera inaperçue (Lopez et al, 2007).

Il existe un autre test consistant à mesurer la verticale visuelle subjective lors d'une rotation excentrique. La rotation excentrique est une rotation horizontale faite sur un fauteuil rotatoire avec un centre de rotation passant par l'un des deux vestibules. Il n'y aura donc qu'un seul utricule qui sera soumis à la force centrifuge, l'autre ne sera soumis qu'à la pesanteur. Ce test montre une sensibilité plus importante aux lésions vestibulaires unilatérales, en particulier après le stade aigu (Buyn et al, 2010).

— Potentiels évoqués myogéniques vestibulaires (PEMV) : c'est un test de la fonction sacculaire qui va explorer le réflexe sacculospinal inhibiteur. Ce test est réalisé allongé la tête relevée afin d'obtenir une contraction des muscles sterno-cléido-mastoïdiens (SCM).

Des électrodes, permettant la mesure du potentiel de contraction, sont disposées sur les SCM des patients (Fig.15).

Des sons, de forte intensité (100 dB), sont émis alternativement dans les oreilles du patient. Ces stimulations entraînent un réflexe cochléaire (qui nous intéresse peu) et un réflexe sacculaire. Ce réflexe sacculaire sera responsable d'une baisse caractéristique de la contraction du SCM du côté de la stimulation (Fig.16).

Le test est réalisé comparativement, une diminution de 50 % ou plus du réflexe sera le signe d'une atteinte sacculaire ou de la voie sacculospinale (*De Waele et al, 2005*).

L'avantage de ce test c'est qu'il n'est jamais compensé, on peut donc effectuer un diagnostic longtemps après la lésion initiale.

Il existe un test similaire qui teste la fonction utriculaire lors duquel les potentiels sont mesurés au niveau du muscle oblique inférieur de l'œil. (Slattery et al, 2011).

— Tilt suppression test (Fig. 17) : ce test consiste en un arrêt brusque après une rotation horizontale de 10 tours à 120°/sec. Il s'en suit un enregistrement de la vitesse du nystagmus post-giratoire, puis nous demandons au patient une inclinaison de la tête vers l'avant.

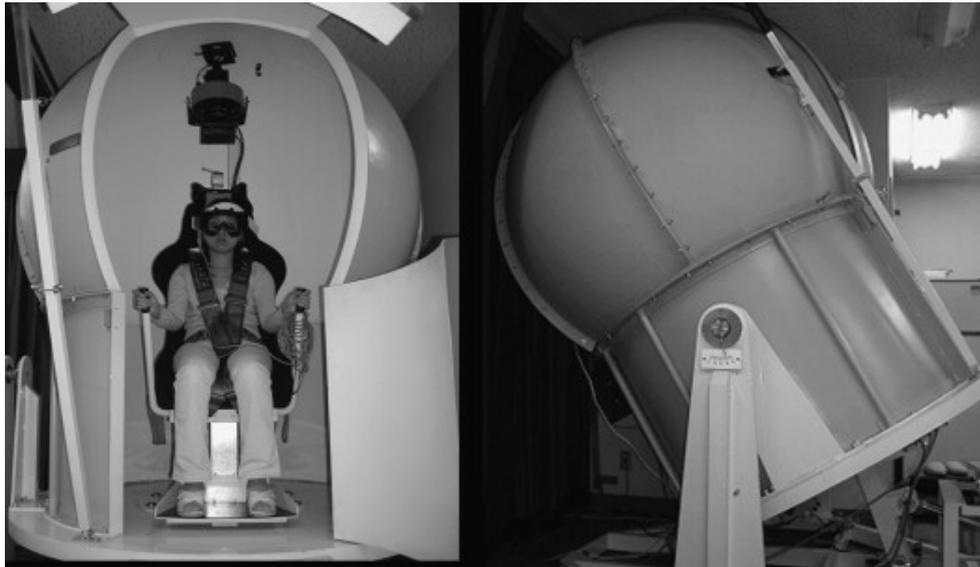


Figure 18 : Photo du dispositif permettant les rotations autour d'un axe incliné par rapport à la gravité.

Chez un sujet sain, on observera une forte diminution de la réponse nystagmique canalaire. Si le patient a une atteinte de la fonction otolithique ou du nodulus cérébelleux les nystagmus ne seront pas ou peu diminués.

— Le carrousel : le sujet subit une centrifugation autour d'un axe distant de un mètre et on lui demande de mettre une barre lumineuse à la verticale.

— La centrifugation : dans ce test le sujet subit également une centrifugation, mais un des utricules est placé sur l'axe de rotation, il est donc au repos. L'autre utricule sera quant à lui soumis à la force centrifuge. Nous devons retrouver une contre-rotation oculaire équivalente à celle obtenue lors d'une inclinaison de la tête.

— Les rotations autour d'un axe incliné par rapport à la gravité (RAIG) ou off-vertical axis rotation (OVAR) : ce test permet d'explorer le réflexe otolithe-oculaire (Fig.18). Sur un fauteuil tournant à 60°/s, nous attendons la disparition du nystagmus horizontal (vu par électronystagmographie) dû l'excitation des canaux horizontaux.

Le sujet est ensuite soumis à une inclinaison du fauteuil de 13° par rapport à la verticale, tout en maintenant la rotation (*De Waele et al, 2005*).

On observe alors une réapparition du nystagmus horizontal. Il est, cette fois, généré par la macule utriculaire qui est balayée par le vecteur gravitaire.

Dans ce test, même si les deux systèmes otolithiques sont stimulés, une rotation horaire stimulera plutôt l'otolithe droit et une rotation antihoraire plutôt le gauche.

Ce nystagmus a une composante verticale due au phénomène des « yeux de poupée » qui existe physiologiquement lors des inclinaisons de la tête vers l'avant ou l'arrière.

En cas de lésion vestibulaire aiguë, les asymétries de réponses permettent de déterminer le côté lésé.

Ces asymétries de réponses ne sont retrouvées qu'en phase aiguë, un phénomène de compensation centrale entraînant leur diminution.

Le test permet également de diagnostiquer une atteinte bilatérale, une absence du réflexe otolithe-oculaire sera alors observée (*De Waele et al, 2005*).

Tous ces outils peuvent permettre de poser un diagnostic de lésion otolithique. Le kinésithérapeute sera ensuite chargé de la rééducation des troubles causés par la lésion. Les objectifs seront une augmentation des substitutions visuelles et proprioceptives ainsi qu'une optimisation des capacités otolithiques restantes.

Des exercices de proprioception classiques sur des plans plus ou moins stables, seront donc intéressants (*Sauvage,2014*).

TITRE/AUTEUR	NOMBRE DE SUJETS (Age moyen)	POSITION	NOMBRE DE MESURES	VITESSE DE ROTATION OPTOCINETIQUE	TEMPS DE LATENCE	OBJECTFS	LIMITES
Determining subjective visual vertical: dynamic versus static testing; Faralli et al;	42 sujets pathologiques (38,8 ans) 30 sujets sains (40,6 ans)	Assis, tête droite	6 mesures	36 cycles/min - Suit un mouvement « pendulaire » et non de rotation	aucun	- Comparer l'intérêt de la mesure de la verticale visuelle subjective statique et de la verticale visuelle subjective dynamique.	- Barre lumineuse de 30 cm (→ inférieur à un mètre) - Comparaison entre les tests statique et dynamique → ne donne pas de valeurs de déviation - Pas de temps de latence
Dynamic and static subjective visual vertical with aging; Kobayashi et al;	63 sujets sains (39,8 ans)	Assis, tête fixé en position "droite"	6 mesures	30°/sec	Mesures après un état d'équilibre (3 à 20sec)	- Evaluer l'importance, en fonction de l'âge, de l'entrée visuelle dans la détermination des visuelles verticales subjectives statique et dynamique.	Sujet placé à 30 cm d'une barre lumineuse de 10 cm → Ne respecte pas le protocole habituel de la verticale visuelle subjective statique. (Cf : Moyens d'exploration otolithique)
Changes of visual vertical perception: a long-term sign of unilateral and bilateral vestibular loss; Lopez et al;	24 sujets sains (40 ans) 40 sujets avec atteinte unilatérale (48 ans) 4 sujets avec atteinte bilatérale (58 ans)	Position debout	2 mesures par vitesse de rotation optocinétique. → 12 mesures	5°/sec 10°/sec 20°/sec 40°/sec 80°/sec 120°/sec	40 sec de stimulation et la mesure est prise après 10 sec de stimulation	- Déterminer l'impact d'une lésion unilatérale complète sur la perception de la verticale. - Déterminer la durée de la phase de récupération pour avoir une VVSD normale, en comparant cela avec les temps nécessaires pour avoir une VVSS normale. - Déterminer l'importance de l'entrée visuelle dans les cas de lésion unilatérale et bilatérale.	- Résultats indifférenciés entre les différentes vitesses. - Nombre de sujets sains limité.

Figure 19 : Récapitulatif des différents protocoles existant dans la littérature scientifique.

Le travail sous optocinétique vertical et horizontal permettra de rendre prépondérantes les informations otolithiques restantes. L'optocinétique permet, au niveau central, de favoriser l'entrée vestibulaire au détriment de l'entrée visuelle. Cette technique permet donc de rééquilibrer l'importance des différentes entrées sensorielles responsables de l'équilibre. Une rééducation orthoptique pourra également être envisagée.

5. Etat actuel des connaissances et précédentes études :

Différentes études ont été précédemment réalisées sur le sujet de la verticale visuelle subjective dynamique. Trois d'entre elles présentent un protocole se rapprochant du notre bien qu'il persiste des différences (Figure 19).

Elles nous permettent donc d'avoir un point de départ afin de réaliser notre étude.

Ces études s'intéressent particulièrement à l'application de la VVSD dans la pathologie et son utilité pour le diagnostic des dysfonctions de l'appareil otolithique.

L'une d'entre elle, en revanche, montre une corrélation, chez le sujet sain, entre l'âge et l'augmentation de la déviation de la VVSD (Kobayashi et al, 2002). Il sera donc intéressant de voir si notre étude confirme la tendance retrouvée dans cette étude.

Le point commun de toutes ces études est qu'elles ne différencient pas toutes les modalités d'examen possibles. Elles ne considèrent comme critère que la rotation optocinétique. Le sens de rotation de la barre lumineuse n'y est pas précisé.

Nous essaierons donc d'analyser dans notre s'il existe d'autres critères influençant la déviation de la VVSD.

6. Sujets et Méthodes

6.1 Sujets :

Les tests seront réalisés sur 45 sujets sains âgés de 19 à 72 ans (moyenne : 29,2 ans ; écart-type : 13,1 ans), 20 hommes et 25 femmes.

6.2 Critères d'inclusion :

Les sujets ne présentent aucune pathologie vestibulaire connue ce qui est vérifié par :

— l'absence d'antécédents de vertiges (illusion de mouvement se manifestant par une sensation de rotation ou de pseudo-ébrété selon l'ANAES, 1997).

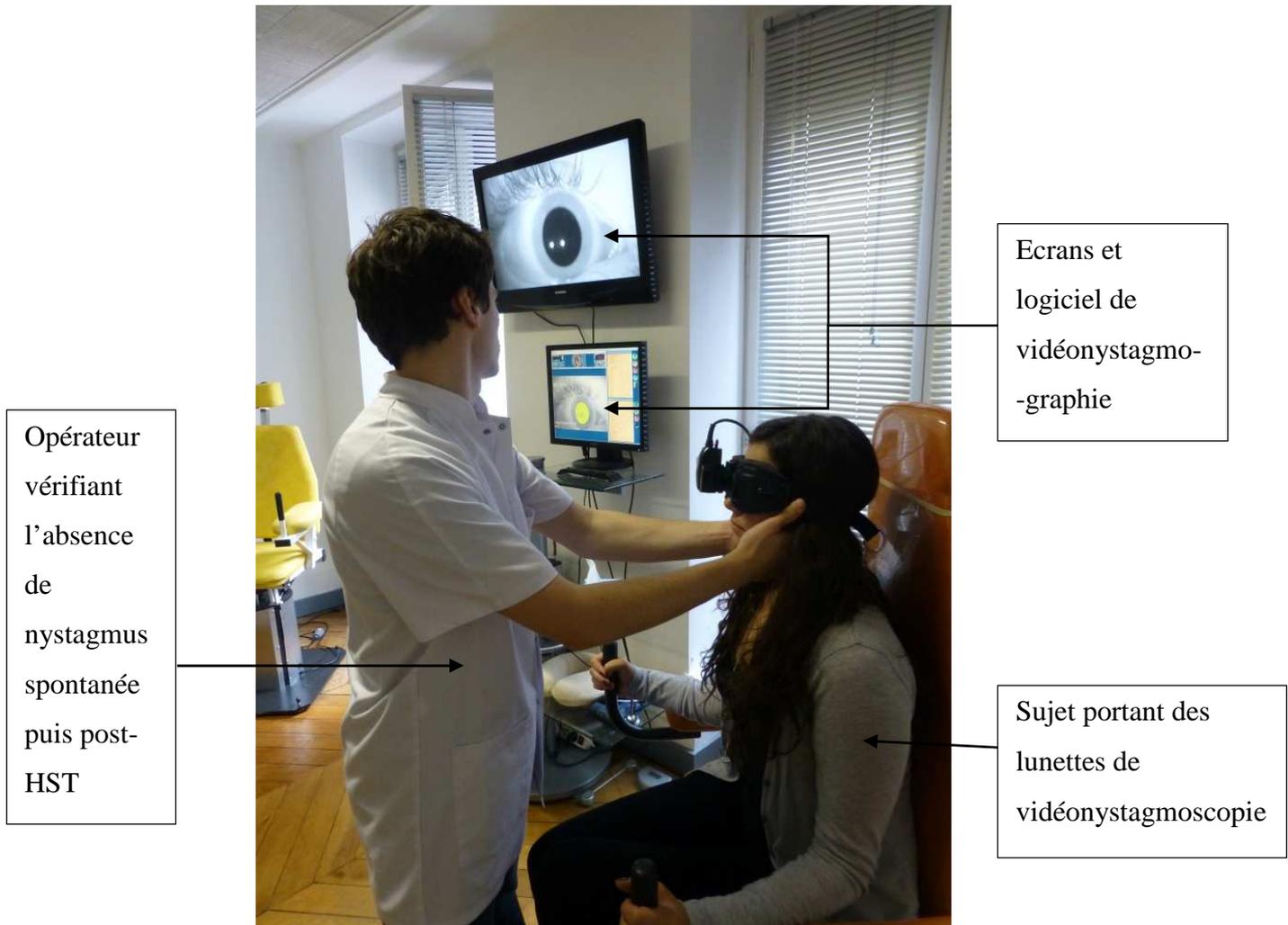


Figure 20: Photo représentant la vérification de l'absence de nystagmus.



Figure 21 : Photo représentant la pratique du vidéo-head-impulse test

Les sujets ayant eu des vertiges n'étant pas d'origines vestibulaires pourront effectuer le test.

Ces « faux » vertiges (Chays A et al, 2009) sont :

— vertiges des hauteurs,

— agoraphobie,

— crise de panique,

— hypotension orthostatique,

— malaise hypoglycémique,

— vertiges précédents les malaises vagues.

— l'absence de nystagmus spontané sous vidéo-nystagmoscopie (Synapsys SA, Annexe 2).

— un Head Shaking Test normal (avec l'aide du logiciel de nystagmographie DVNS de Synapsys) va également permettre d'évaluer une différence de fonctionnement des canaux semi-circulaires horizontaux (Fig.20). La tête est secouée de façon passive à une fréquence de 2 Hz dans le plan horizontal durant 20 secondes. L'amplitude des mouvements est d'environ 30°. Une fois le secouement arrêté, nous demandons au patient de regarder droit devant lui et nous observons la réponse nystagmique. Chez une personne saine, elle sera nulle, en revanche lors d'une atteinte vestibulaire on observe un nystagmus horizontal épuisable (durant quelques secondes). Ce nystagmus témoigne d'une asymétrie vestibulaire compensée sur cette fréquence de mouvement de tête (Annexe 3).

Un nystagmus vertical sera plutôt d'origine centrale.

— un Vidéo Head impulse test (VHIT Ulmer de Synapsys SA) ou test d'Halmagyi et Curthoys normal. C'est un test cinétique permettant d'évaluer le fonctionnement des canaux semi-circulaires aux hautes fréquences de mouvements de tête par le biais du réflexe vestibulo-oculaire. Ce test s'effectue à une vitesse élevée, ce qui permet l'activation unique des cellules phasiques (type 1) présentes au sommet de la crête ampullaire de chaque canal. Ces cellules phasiques ne codent que lors de mouvements excitateurs. Cela permet donc d'obtenir une réponse correspondant à un seul canal. Nous demandons au sujet de fixer un point lors de la stimulation (Annexe 5).

Les stimulations sont de 15° d'amplitude environ, avec une accélération supérieure à 2000°/s² afin d'abolir le réflexe optocinétique (Chays A et al, 2009).

Le test est réalisé avec le sujet assis à 90 cm d'une caméra (Fig.21) qui est capable

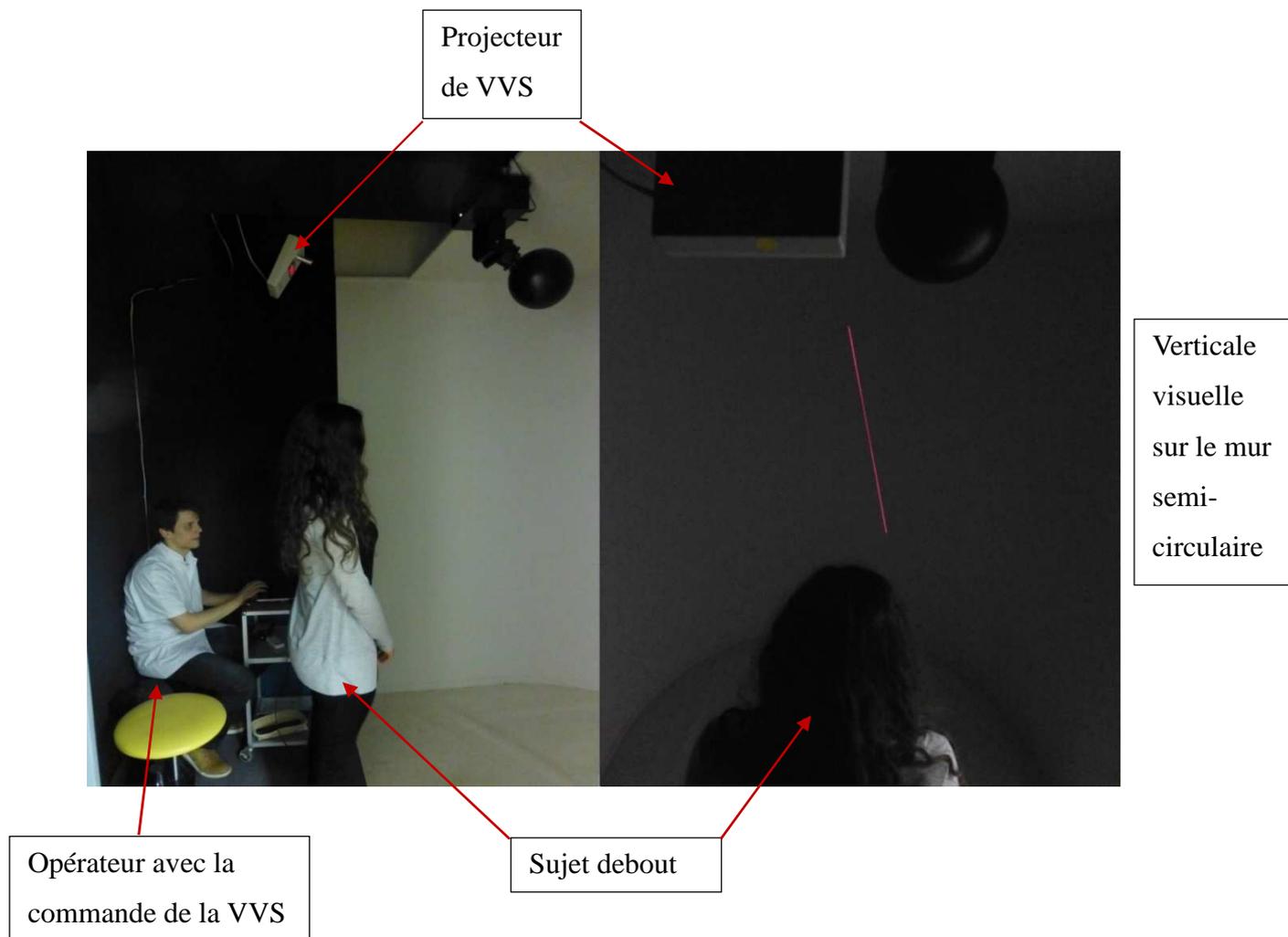


Figure 22 : Photo représentant le sujet en train de déterminer la VVS

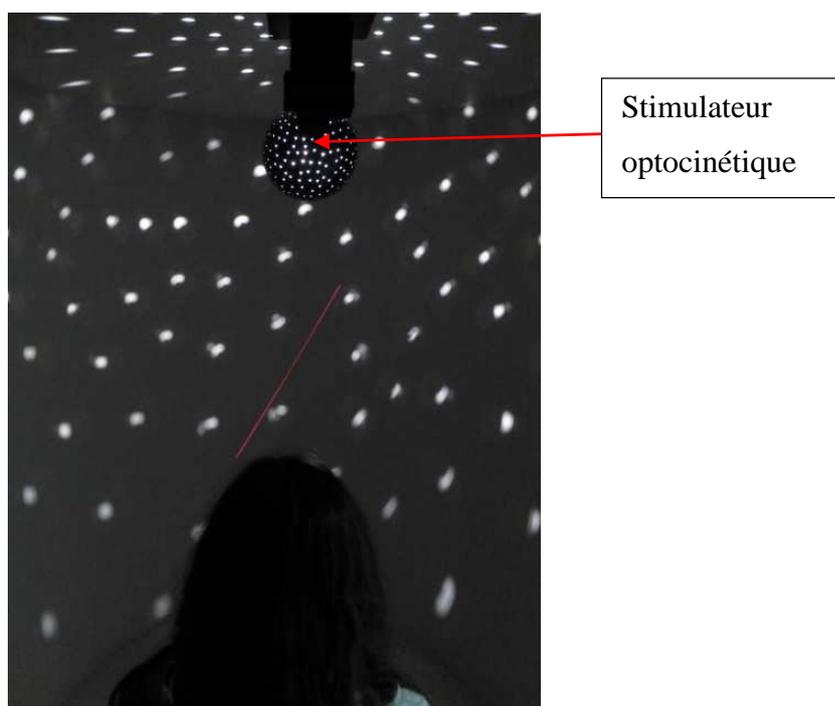


Figure 23: Photo représentant le sujet déterminant la VVSD

de détecter les mouvements du regard à travers ceux de la pupille. La caméra enregistre les mouvements de la tête et des yeux du sujet (les deux yeux pour les canaux horizontaux, l'œil situé en avant pour les canaux verticaux).

L'appareil va calculer la vitesse de rotation de la tête et celui du regard. Un rapport est fait entre les deux afin de déterminer la déviation du regard.

Chez une personne saine, le regard est invariant et le gain du réflexe vestibulo-oculaire (RVO) est égal à 1 sur chacun des 6 canaux. Chez le sujet pathologique, on observera une déviation du regard qui sera compensée par des saccades de refixation (Annexe 6).

Si le gain du RVO diminue de plus de 20 %, le canal est considéré comme déficitaire.

— Les sujets seront inclus si la moyenne des valeurs trouvées pour la verticale visuelle subjective statique (verticale visuelle subjective de Framiral SA) ne dépasse pas 2° d'écart par rapport à la verticale objective quel que soit le sens d'inclinaison.

Les précédents tests permettaient une évaluation de l'état des canaux semi-circulaires.

La verticale visuelle subjective est un test simple permettant d'évaluer la fonction utriculaire des sujets. Il est réalisé dans une pièce plongée dans le noir complet. Nous demandons au patient de regarder devant lui (Fig.22).

La barre lumineuse est, au départ, décalée de 30° . Le test est répété, en alternance, 5 fois dans le sens horaire et 5 fois dans le sens antihoraire.

— Tous les sujets doivent pouvoir rester debout pour la durée des mesures.

Tous les volontaires participent à l'étude après consentement éclairé (Annexe7).

Parmi la population de 56 sujets, 11 sujets n'ont pas été incorporés à l'étude, car ils ne respectaient pas les critères d'inclusion.

6.3 Matériel et méthode :

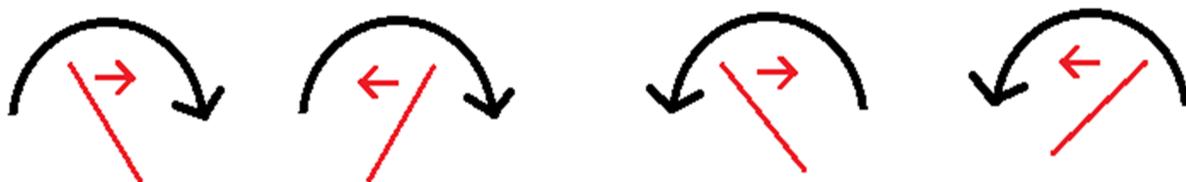
Le test est réalisé dans une pièce d'optocinétique champ total (stimulateur optocinétique planétarium, Annexe 8)

Le sujet sera positionné, debout, à 160 cm du mur semi-circulaire sur lequel est projetée la stimulation visuelle (Fig.23).

La vitesse de la stimulation optocinétique est de $30^\circ/s$ ce qui correspond à la vitesse utilisée dans une étude précédente (Kobayashi et al, 2002). Il a été démontré qu'au-delà de $30^\circ/sec$

A/

Groupe A1



Groupe A2



B/

Groupe B1



Groupe B2



Figure 24 : A/ Schéma représentant l'ordre des stimulations pour le groupe A.

B/ Schéma représentant l'ordre des stimulations pour le groupe B.

En noir est indiqué le sens de rotation de la stimulation optocinétique. En rouge est indiqué le sens de rotation de la **barre lumineuse**.

la vitesse de la rotation optocinétique n'augmentait pas l'inclinaison retrouvée (Dichgans et al, 1972).

Une barre lumineuse de 120 cm de hauteur sera projetée sur le mur.

L'inclinaison de la barre lumineuse sera de 30° lors de son apparition puis ramenée dans le sens de la verticalisation à une vitesse de 2°/s.

La différence entre verticale subjective et verticale objective sera notée négative pour une inclinaison antihoraire (inclinaison vers la gauche du point de vue du sujet) et positive pour une inclinaison horaire (inclinaison vers la droite du point de vue du sujet).

La verticale subjective sera calculée selon la moyenne de 12 essais : 6 essais avec une stimulation optocinétique horaire et 6 avec une stimulation antihoraire. Chaque fois, 3 essais se feront avec une inclinaison de la barre lumineuse en sens horaire et 3 essais en sens antihoraire (alternativement à chaque fois).

Les mesures seront prises après une stimulation visuelle d'une minute au début puis une minute après le changement du sens de rotation optocinétique.

Cette latence permet d'être sûr de l'effet de la stimulation visuelle. De plus une précédente étude montre qu'un état d'équilibre est obtenu après 18 secondes de stimulation optocinétique (Dichgans et al, 1972), avant ce temps de latence les résultats seraient faussés par une augmentation importante de l'inclinaison dans le sens opposé à la rotation optocinétique.

Afin d'éviter un biais causé par un effet d'ordre, la population sera aléatoirement divisée en deux groupes comparables (A et B).

Les sujets du groupe A (Fig.24, A/) auront d'abord une stimulation optocinétique en sens horaire puis en sens antihoraire. De plus, la moitié du groupe A aura alternativement une rotation de la barre lumineuse en commençant par le sens horaire puis dans le sens antihoraire (A1).

Alors que l'autre moitié du groupe aura alternativement une rotation de la barre lumineuse en commençant par le sens antihoraire puis horaire (A2).

Les sujets du groupe B (Fig.24, B/) auront d'abord une stimulation optocinétique dans le sens antihoraire puis horaire.

La moitié du groupe B aura alternativement une rotation de la barre lumineuse commençant par le sens horaire puis dans le sens antihoraire (B1).

L'autre moitié du groupe aura alternativement une rotation de la barre lumineuse commençant par le sens antihoraire puis horaire (B

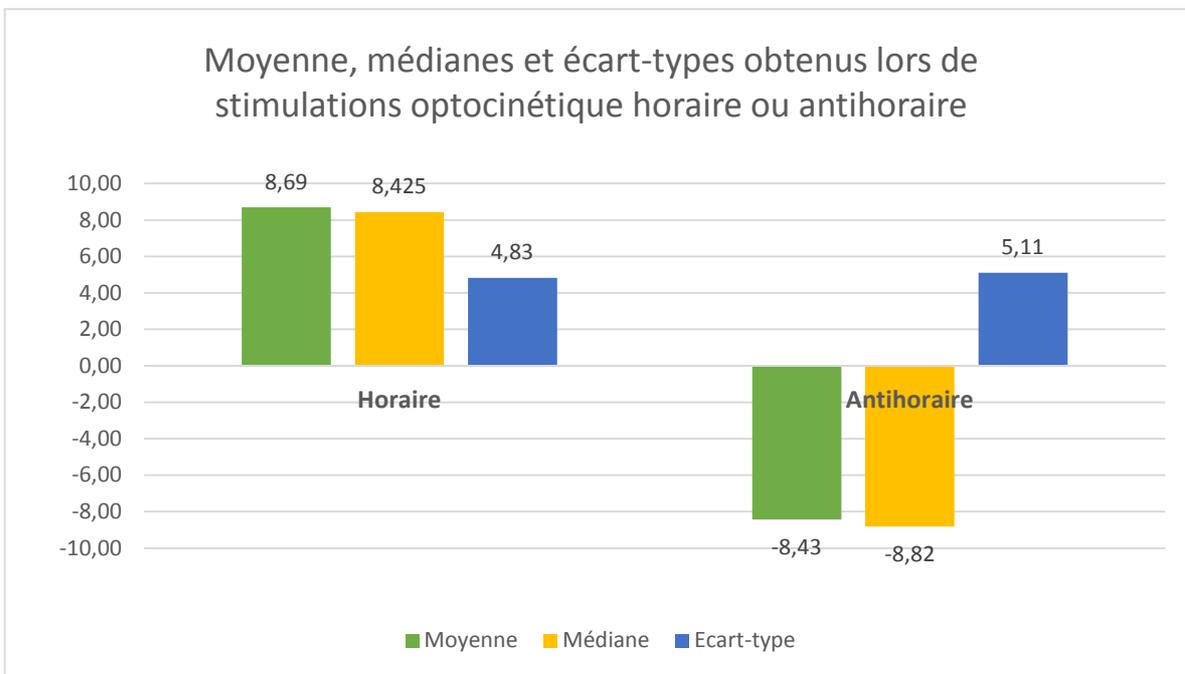


Figure 25 : moyenne, médiane et écart-type des déviations obtenues par l'ensemble des sujets en fonction du sens de rotation optocinétique.

A/

Opto H + BLum H	A1	A2	B1	B2
Moyenne	7,20	8,85	5,70	6,87
Ecart-type	3,66	3,68	3,67	2,90
Médiane	6,80	8,47	4,85	7,32

B/

Opto H + BLum AH	A1	A2	B1	B2
Moyenne	9,65	10,89	10,81	10,12
Ecart-type	4,65	6,73	4,64	5,24
Médiane	10,59	10,15	11,12	10,68

C/

Opto AH + BLum H	A1	A2	B1	B2
Moyenne	-7,97	-11,20	-10,60	-10,66
Ecart-type	3,50	8,44	4,38	5,16
Médiane	-9,13	-12,09	-10,32	-11,38

D/

Opto AH + BLum AH	A1	A2	B1	B2
Moyenne	-6,07	-5,91	-6,85	-8,11
Ecart-type	3,21	5,85	2,60	3,48
Médiane	-5,87	-4,24	-6,97	-8,74

Figure 26 : Résultats obtenus par les différents groupes en fonction des modalités de test pratiqués. (Opto : rotation optocinétique ; BLum : rotation de la barre lumineuse ; H : horaire ; AH : antihoraire)

7. Méthode statistique :

Pour chaque test nous effectuerons des statistiques descriptives classiques telles que la moyenne, l'écart-type ou encore la médiane. Ces calculs seront faits selon 3 tranches d'âges 18-30 ans, 31-49 ans, 50-72 ans.

Nous effectuerons un test paramétrique de Student afin de voir si les résultats sont significativement différents selon les enchaînements utilisés. Ce test nous permettra de voir s'il existe des différences significatives entre les différentes modalités testées, mais également entre les trois classes d'âges.

Afin de pouvoir appliquer le test de Student, nous vérifions que les valeurs suivent une loi normale grâce aux tests d'asymétrie et de Kurtosis (coefficient d'aplatissement) dont les résultats doivent être compris en -2 et +2. Le test de Fisher est également effectué afin de s'assurer de la comparabilité des variances.

Les statistiques sont effectuées sous le logiciel Excel.

8. Résultats :

Si les résultats sont regroupés selon le sens de rotation optocinétique (Fig.25), nous pouvons observer que les valeurs absolues obtenues ne sont pas significativement différentes (respectivement $|8,69|^\circ$ et $|-8,43|^\circ$). De même l'écart-type et la médiane des deux groupes ne présentent pas de différences notables.

Lorsque les résultats sont, cette fois, analysés selon les enchaînements effectués (A1, A2, B1, B2), nous observons des différences dans les valeurs obtenues pour des modalités identiques (une modalité étant par exemple : optocinétique horaire et barre lumineuse horaire) (Fig.26). Cependant, la majorité (15/24) de ces différences ne sont pas significatives (Student $<0,05$).

Nous pourrions supposer qu'un nombre plus important de sujets tendrait à confirmer l'absence de différences significatives selon les enchaînements pratiqués.

Si les valeurs obtenues sont analysées selon les modalités de test effectuées nous observons également des différences de résultats :

Pour chaque groupe (Fig 26; B/ et C/) il apparaît une augmentation de la déviation moyenne lorsque la rotation optocinétique et la rotation de la barre lumineuse sont en sens

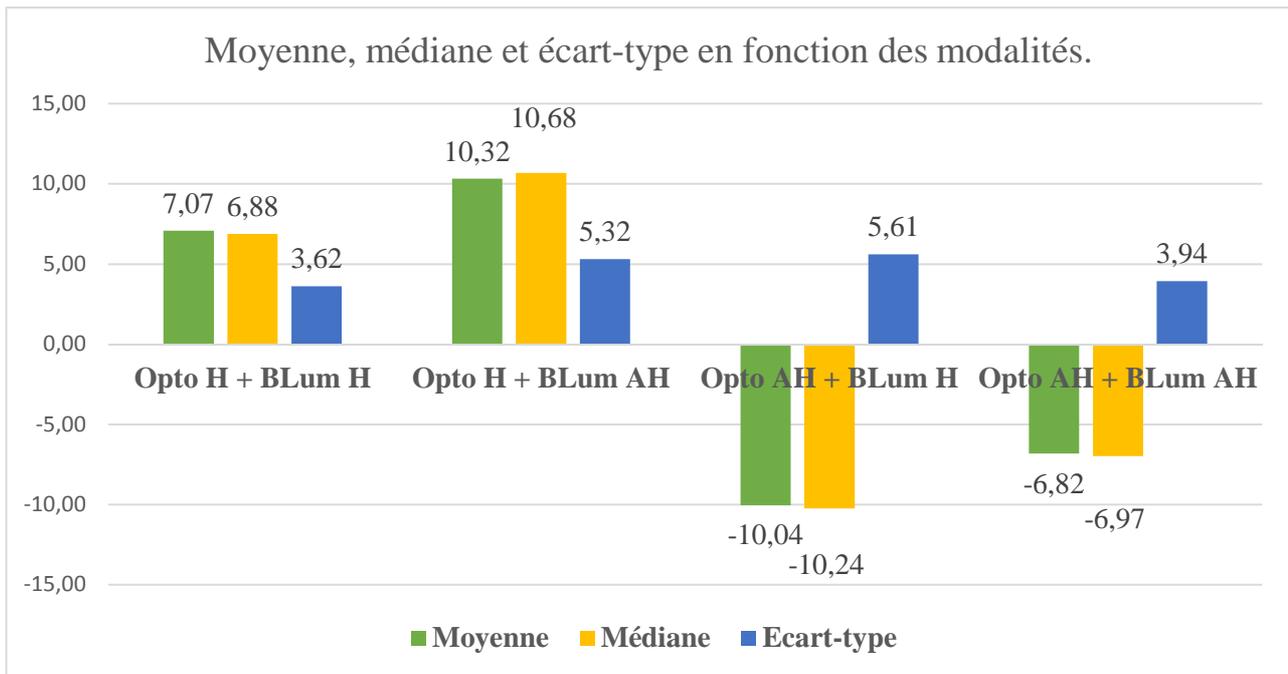


Figure 27 : Moyenne, médiane et écarts-type obtenus par l'ensemble de l'échantillon en fonction des modalités utilisées.

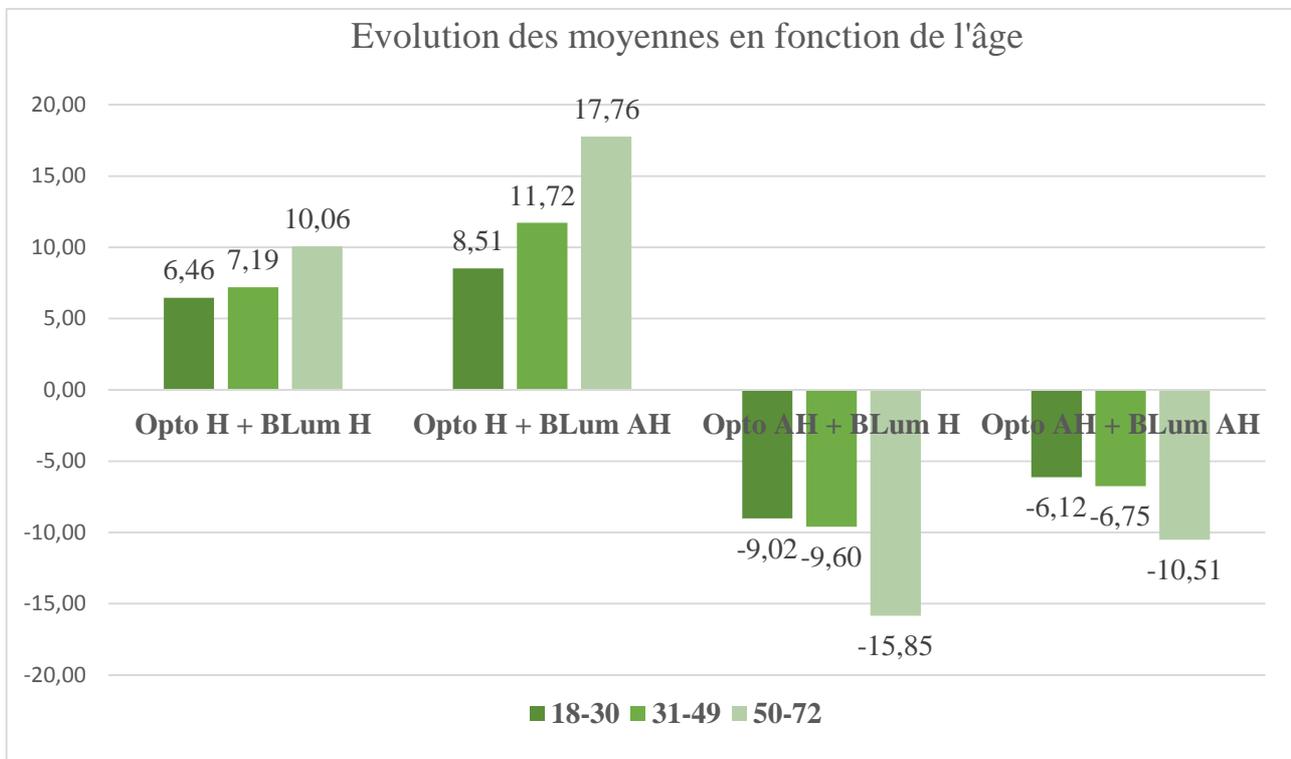


Figure 28: variation des moyennes obtenues par l'ensemble de l'échantillon en fonction de l'âge pour les différentes modalités utilisées.

inverse (horaire + antihoraire ou antihoraire + horaire). Pour ces mêmes paramètres nous observons une augmentation similaire de la médiane et un accroissement de l'écart-type.

Ces résultats sont confirmés lorsque nous regroupons les valeurs obtenues par la totalité de l'échantillon (Fig.27).

Lorsque nous comparons les deux modalités possibles pour une rotation optocinétique donnée, les résultats montrent une déviation plus importante lorsque les rotations optocinétique et lumineuse sont opposées.

Par exemple pour une rotation optocinétique horaire, nous observons une déviation moyenne de $7,07^\circ$ avec une rotation de la barre lumineuse en sens horaire contre une déviation de $10,32^\circ$ pour une rotation antihoraire de la barre lumineuse (Fig.27). De même l'écart-type passe respectivement de $3,62^\circ$ à $5,32^\circ$.

Des résultats similaires sont retrouvés lors de la comparaison des deux modalités possible pour la rotation optocinétique antihoraire.

L'augmentation de l'écart-type observé pour les modalités avec rotations optocinétique et lumineuse inversées entraîne une inégalité des variances (Test de Fisher $f < 0,05$) rendant ces résultats non comparables selon un test de Student.

Les tests effectués avec une rotation optocinétique et une rotation de la barre lumineuse dans le même sens (horaire + horaire comparé à antihoraire + antihoraire) présentent des résultats, respectivement $|7,07|^\circ$ et $|-6,82|^\circ$, qui ne sont pas significativement différents en valeurs absolues. Les écart-types et médianes ne présentent pas de différences notables (Fig.27).

Il en est de même entre les tests effectués avec une rotation optocinétique et une rotation lumineuse opposée (horaire + antihoraire comparé à antihoraire + horaire) avec pour moyenne, respectivement, $|10,32|^\circ$ et $|-10,04|^\circ$ (Fig.27).

Les résultats obtenus en fonction de l'âge n'ont été pratiqués que sur la totalité de l'échantillon afin d'obtenir des valeurs plus représentatives.

Les résultats obtenus montrent une augmentation de la déviation de la verticale visuelle subjective avec l'âge (Fig.28).

Toutefois, entre les groupes 18-30 ans et 31-49 ans, les différences observées ne sont pas significatives (sauf pour le test avec stimulation optocinétique horaire et inclinaison lumineuse antihoraire ; test de Student $p < 0,05$; dans cette modalité deux participants ont eu des résultats bien supérieur à la moyenne du groupe).

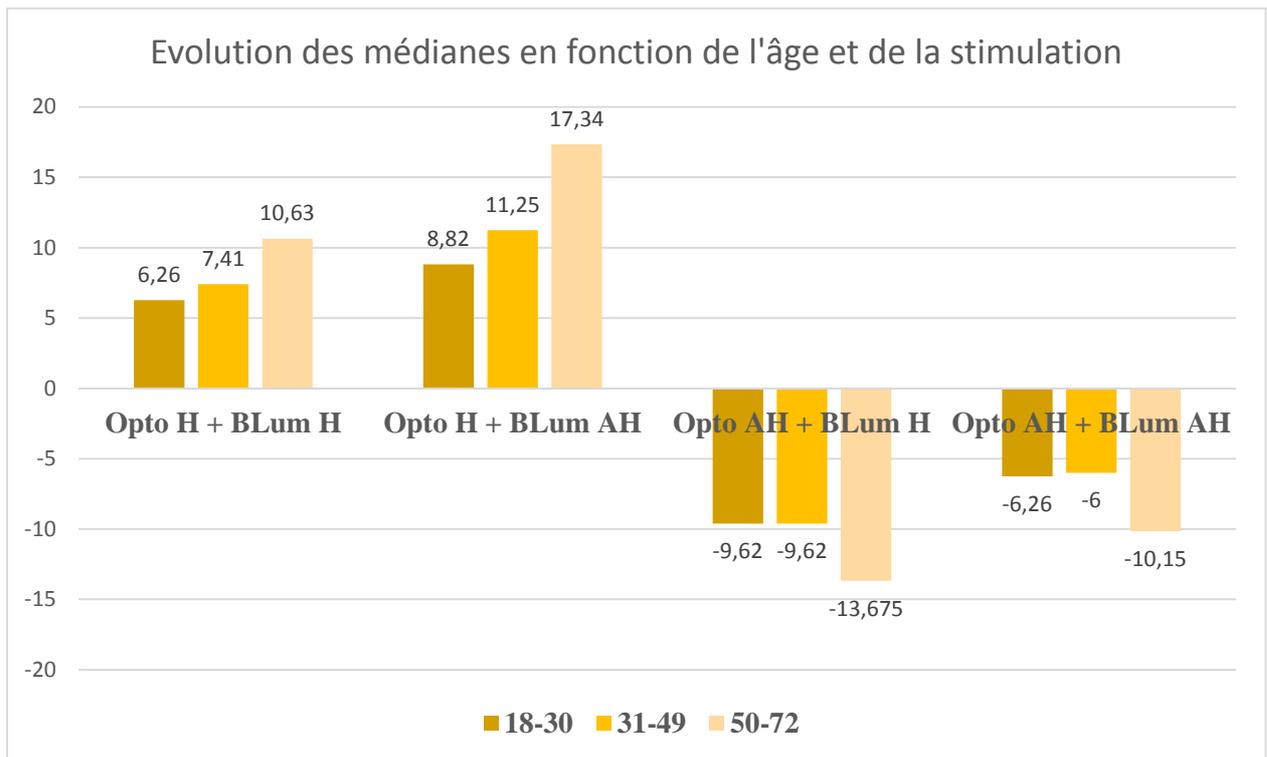


Figure 29: variation des médianes obtenues par l'ensemble de l'échantillon en fonction de l'âge pour les différentes modalités utilisées.

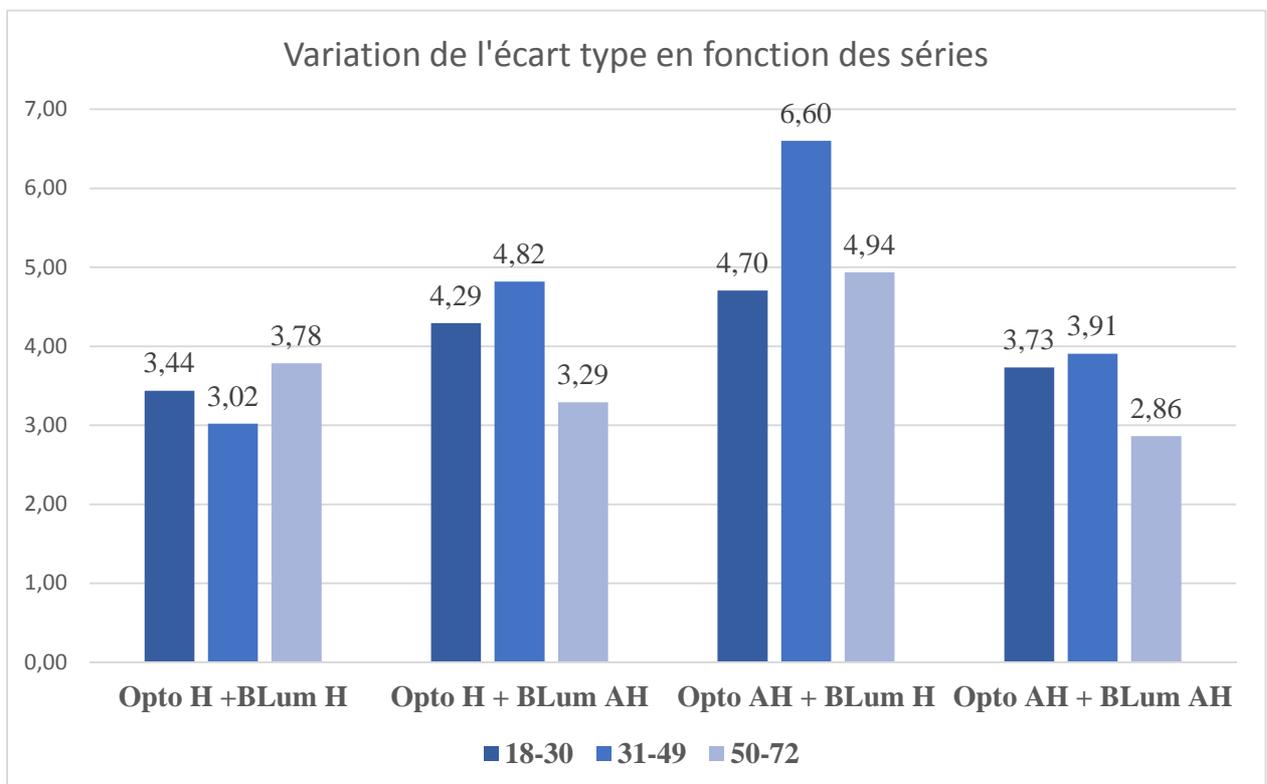


Figure 30 : variation des écarts-types obtenus par l'ensemble de l'échantillon en fonction de l'âge pour les différentes modalités utilisées.

En revanche que ce soit en comparaison avec les groupes 18-30 ans ou 31-49 ans, les résultats obtenus par la tranche 50-72 ans sont toujours significativement supérieurs en valeurs absolues (Fig.28).

Lors du calcul des médianes nous retrouvons sensiblement les mêmes données avec une augmentation conséquente de sa valeur pour le groupe 50-72 ans pour les 4 modalités de test (Fig.29).

Les écarts-types (Fig.30) ne montrent, en revanche, pas de différences significatives selon les classes d'âges (sauf entre le groupe 18-30 et 31-49 pour la rotation antihoraire et l'inclinaison horaire ; Fisher $<0,05$).

9. Interprétation des résultats:

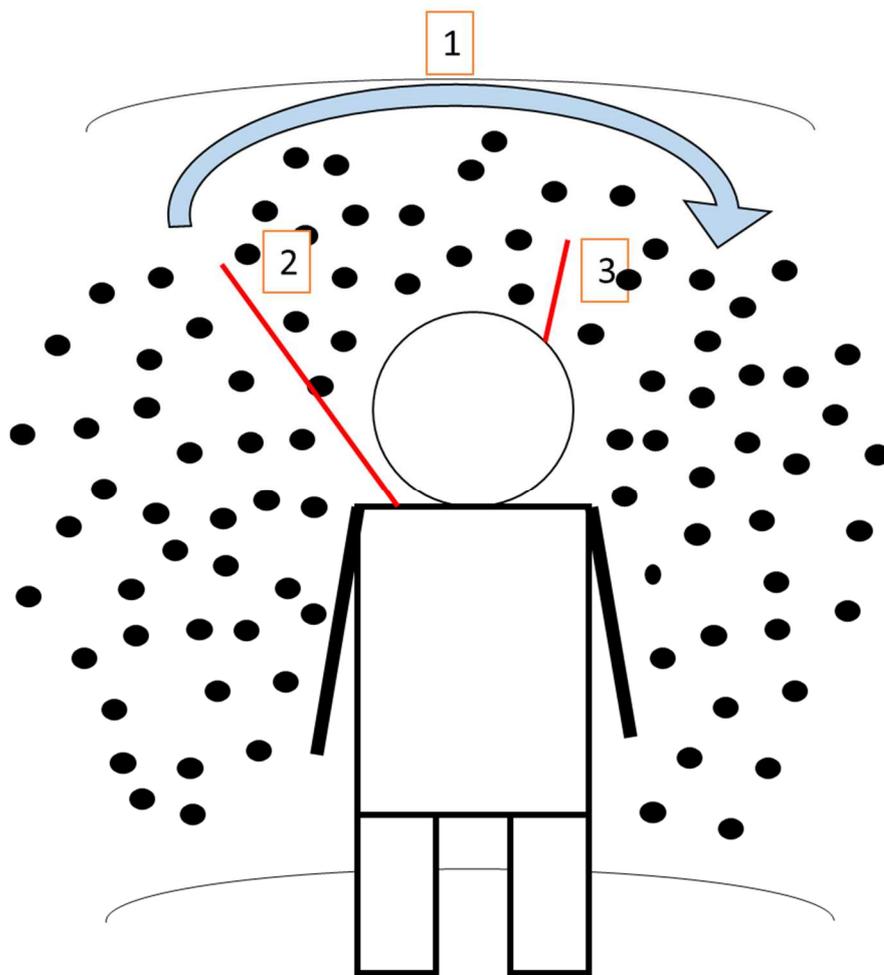
Les résultats présentés précédemment montrent que lorsque nous prenons en compte chaque modalité mais aussi les résultats globaux classés par rotation optocinétique c'est le sens de rotation optocinétique qui est l'élément le plus influant sur le sens de déviation de la verticale subjective. Lorsque la rotation optocinétique est horaire la déviation sera positive, lorsqu'elle est antihoraire la déviation sera négative.

Les déviations de $8,69 \pm 4,83^\circ$ pour une rotation horaire et $-8,43 \pm 5,11^\circ$ pour une rotation antihoraire sont proches de celles retrouvées lors d'une étude précédente qui était respectivement de $8,60^\circ \pm 6,70^\circ$ et de $-8,71^\circ \pm 6,27^\circ$ (Kobayashi et al, 2002). Les résultats que nous avons obtenus paraissent donc être cohérents avec ceux de la littérature.

Nous avons observé une augmentation importante de l'écart-type lorsque les rotations optocinétique et de la barre lumineuse sont opposées. Cet étalement des valeurs associé aux moyennes plus élevées montrent une plus grande difficulté à déterminer la valeur de la VVSD dans ces conditions. De plus, en pratique, lors de ces modalités, les patients exprimaient des difficultés à maintenir leur équilibre et à percevoir, de façon nette, la rotation de la barre lumineuse.

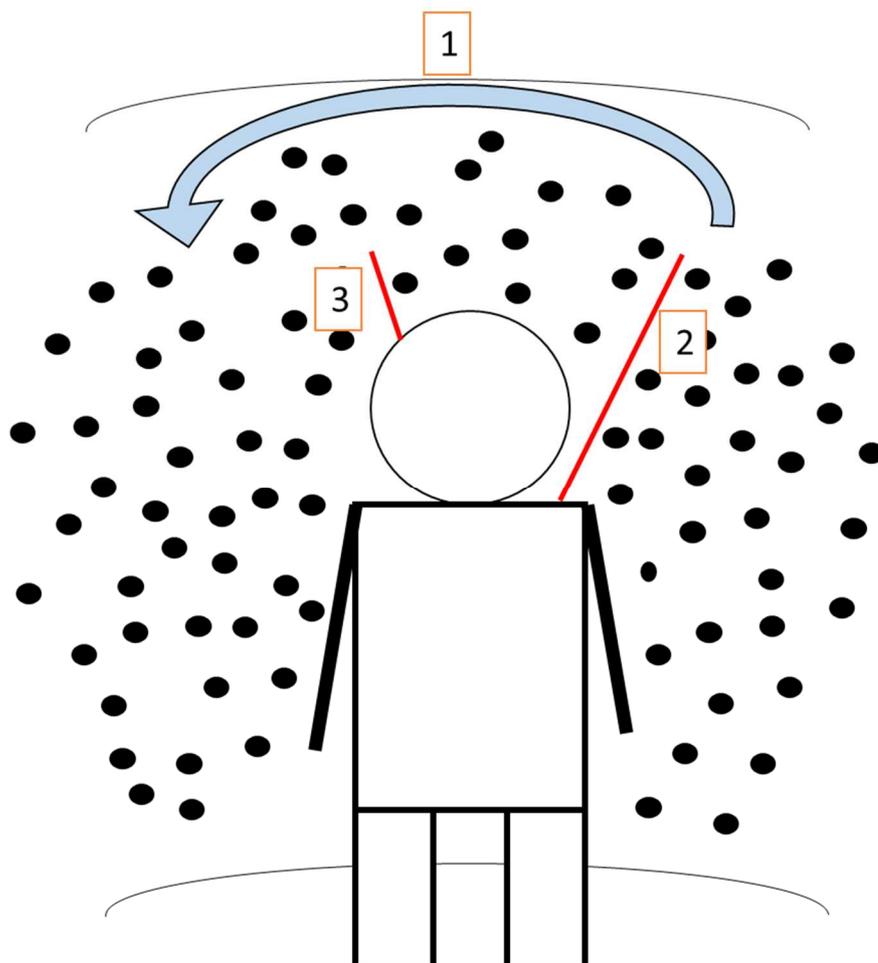
Nos résultats montrent une augmentation de la déviation de la VVSD avec l'âge. Cette tendance rejoint de précédentes études montrant que la déviation de la verticale subjective dynamique augmente avec l'âge (Kobayashi et al, 2002). Cette étude montrait, en revanche, un coefficient de $\pm 0,3^\circ$ d'augmentation par an alors que nous n'observons pas de différence significative entre les groupes 18-30 ans et 31-49 ans.

L'absence de différence significative entre les groupes 18-30 ans et 31-49 ans pourrait être expliquée par une dégénérescence de l'organe otolithique plus prononcée à partir de 50 ans, avec en particulier une diminution du nombre d'otoconies (Walther et al, 2007).



1 : Mise en place de la rotation optocinétique

2 : Apparition de la barre lumineuse avec 45° de déviation (après 1 min de stimulation)



3 : Résultats de la VVSD dévié d'environ $\pm 8,5^\circ$

Figure 31 : Illustration des résultats obtenus en fonction du sens de rotation optocinétique.

Ce qu'il faut retenir :

- Le sens de déviation de la VVSD dépend du sens de rotation optocinétique (Fig.31),
- La déviation moyenne retrouvée est d'environ $\pm 8,5^\circ$,
- Une rotation optocinétique et de la barre lumineuse inversée augmente la déviation,
- La déviation de la VVSD augmente significativement à partir de 50 ans,

10. Discussion

10.1. Intérêts de l'étude :

Comme nous l'avons vu précédemment les études existantes sur la VVSD ne s'intéressaient, dans leur protocole, qu'au sens de rotation optocinétique.

Si nous avons vu que le sens de rotation optocinétique était le facteur déterminant le sens de la déviation de la VVSD, nous avons également observé que le sens de rotation de la barre lumineuse était un facteur influant l'importance de la déviation retrouvée.

Notre étude pourrait alors permettre d'uniformiser un test dont les paramètres seront clairement définis. Avec un moyen, un but et un résultat attendu. Le but serait un test de la fonction otolithique, le moyen serait le protocole réalisé et les résultats attendus dépendraient des valeurs retrouvées lors de l'étude afin de déterminer un seuil au-dessus duquel les résultats obtenus pourraient être considérés comme pathologiques.

Lors de notre étude, nous avons testé les différentes modalités en faisant varier le sens d'inclinaison de la barre lumineuse et le sens de rotation de la stimulation optocinétique. Il serait donc intéressant d'établir un protocole qui pourrait être utilisé plus facilement dans la pratique. Comme les résultats nous le montrent lorsque la rotation optocinétique et l'inclinaison de la barre lumineuse sont opposées les déviations de la verticale subjective observées sont plus importantes que lors des autres modalités. Cette augmentation de la déviation s'accompagne également d'une augmentation de l'écart-type observé. C'est plus particulièrement cette augmentation de l'écart-type qui mène à penser que la détermination de la verticale visuelle subjective dynamique est plus difficile et moins précise dans ces circonstances. Cette augmentation de l'écart-type rend ces modalités difficilement utilisables pour un test diagnostique. L'importante variabilité des résultats rendrait compliquée la

différenciation entre les personnes saines et pathologiques. La sensibilité et la spécificité du test en serait impacté.

Il paraît donc plus judicieux d'utiliser les deux modalités restantes que sont la rotation optocinétique horaire associée à une rotation de la barre lumineuse horaire et la rotation optocinétique antihoraire associée à la rotation de la verticale antihoraire.

De précédentes études effectuées sur des patients atteints de pathologie vestibulaire ont montré une augmentation de la déviation de la verticale subjective lorsque la rotation optocinétique était effectuée vers le côté lésionnel. A l'inverse, lorsque la rotation optocinétique est effectuée en direction du côté sain nous observons une diminution de la déviation par rapport aux sujets sains.

De manière générale, une atteinte unilatérale entraînera donc une déviation de la verticale visuelle subjective dynamique du côté lésé d'origine (Lopez et al, 2007).

L'utilisation des deux sens de rotation optocinétique permettrait de comparer l'aspect symétrique des résultats obtenus.

Lors d'une lésion unilatérale c'est donc non seulement les valeurs, mais également la symétrie des déviations retrouvées qui seront importantes à prendre en compte.

Lors d'une atteinte vestibulaire bilatérale, il a été montré une augmentation de la déviation de la VVSD dans les deux sens de rotation.

Dans le cas de la lésion bilatérale ce sera donc les valeurs de la déviation qui seront primordiales pour notre bilan.

Avec ces données il apparaît clair que le maintien des deux conditions d'examen permettrait un bilan plus précis des lésions otolithiques. En nous basant sur le test de la VVS déjà existant, nous pourrions imaginer un test dynamique avec quatre mesures en rotation horaire et 4 mesures avec une rotation antihoraire.

De précédentes études ont démontré (Faralli et al, 2007) que la verticale visuelle subjective dynamique se révèle être un test plus sensible aux troubles de la fonction otolithique même longtemps après la lésion originelle. Ainsi nous pouvons retrouver une VVS qui sera normalisée dès trois mois post-lésionnel chez 40% des sujets et une absence de déviation à

un an chez l'ensemble des sujets. En revanche, lors du test dynamique nous observons toujours une augmentation de la déviation un an après la lésion d'origine (Lopez et al, 2007).

Alors que la plupart des outils utiles au diagnostic de la fonction otolithique nécessite un matériel onéreux ce test demande un matériel moins important tout en restant un examen simple et rapide à réaliser. Il permettrait aux praticiens de réaliser un bilan kinésithérapique plus précis de la fonction otolithique, permettant une meilleure compréhension des différentes lésions de leur patient. La prise en charge serait alors plus adaptée aux déficiences du patient.

10.2. Biais de l'étude :

10.2.1. Impact de la position debout sur les résultats obtenus :

Le test de la verticale subjective statique est plus régulièrement décrit dans la position assise or notre étude a été pratiquée en position debout. Nous avons choisis la position debout car, selon nous, la position assise permettait d'obtenir avec l'appui ischiatique un rappel sensitif et un repère horizontal rendant la détermination de la VVSD moins dépendante de l'appareil otolithique. Nous pourrions tout de même nous demander si la position érigée modifie de façon significative les résultats obtenus.

Dans un premier temps il faut signaler que le test de la VVS pratiqué pour l'étude était également effectué debout et que nous n'avons pas exclu de participant suite à ce test. De plus, comme nous l'avons précédemment décrit, nos résultats rejoignent ceux trouvés lors d'études antérieures dans lesquels les sujets se trouvaient en position assise.

Cependant, de la position debout peut découler une certaine inclinaison du corps en particulier sous l'effet de l'optocinétique. Nous pourrions alors nous demander si l'inclinaison du corps ne pourrait pas influencer sur les résultats obtenus.

Une précédente étude (Jaggi-Schwarz et al, 2003) montre la très faible influence de l'inclinaison corporelle sur la verticale visuelle pour des inclinaisons comprises entre $\pm 40^\circ$.

Bien que les inclinaisons observées chez nos sujets n'aient pas été mesurées, elles étaient inférieures à ces angulations.

Une autre étude a essayé de déterminer l'importance de l'inclinaison du corps dans la valeur de la verticale visuelle subjective dynamique (Lopez et al, 2007). Cette étude montre que les déviations de la verticale obtenues sont principalement corrélées à la stimulation optocinétique. L'inclinaison du corps apparaît comme une conséquence de l'optocinétisme plutôt que comme un facteur modifiant la valeur de la verticale visuelle subjective dynamique.

Toutes ces données mènent à penser que la position debout ne représente pas un biais important quant aux valeurs retrouvées dans notre étude, cependant, le moyen de s'en assurer serait de réaliser notre protocole en position assise et de vérifier l'absence de différence significative avec notre étude.

10.2.2. Impact de la durée d'exposition au champ optocinétique :

Lors de notre étude nous n'avons pas donné de limite de temps pour la détermination des valeurs de la VVSD. Il en résulte un temps d'exposition au champ optocinétique différent entre les sujets. Nous pourrions donc nous demander si cette différence d'exposition peut amener une variation dans les résultats trouvés.

Un premier élément de réponse est disponible dans notre étude. Nous avons en effet montré que nous n'observons pas de biais d'ordre spécifique. Si le temps d'exposition aux stimulations optocinétique faisait varier les résultats de façon importante, nous aurions systématiquement, pour une même modalité, une différence significative entre les groupes A1, A2, B1 et B2.

Nous observons des différences significatives entre les différents groupes dans notre étude, mais celles-ci ne semblent pas avoir pour origine une différence de temps d'exposition.

De plus, de précédentes études décrivent une déviation importante de la VVS lors des premières secondes d'une stimulation optocinétique. C'est dans ce but que nous laissons le sujet sous la stimulation optocinétique durant une minute avant de démarrer notre examen.

Cependant la latence d'une minute laissée aux sujets avant de commencer les mesures, paraît trop importante au vue de la littérature (cf : Dichgans et al, 1972 et précédentes études sur la VVSD).

Il serait donc judicieux de vérifier avec une latence inférieure si les résultats sont identiques.

Si les résultats concordent avec ceux de notre étude, cela diminuerait le temps de durée du test ce qui rendrait le test moins désagréable pour le patient (car moins long) et plus facilement intégrable dans une consultation pour le praticien.

10.2.3. Impact de la dépendance visuelle sur les résultats :

Les fonctions cognitives de l'homme sont responsables de la création d'une représentation interne de la verticale. Cette représentation est permise par plusieurs afférences comme la vision, la proprioception et l'information d'origine vestibulaire (Barra et al, 2013).

Le protocole de notre étude modifie les stratégies d'équilibration habituelles. De par la stimulation optocinétique, l'information visuelle se retrouve complètement faussée, donnant au sujet l'illusion de mouvement. La représentation de la verticale par nos sujets doit alors reposer sur les entrées somato-sensorielles et vestibulaires pour rester juste. Le cerveau doit donc exercer un tri entre des informations contradictoires, interférant entre elles.

En théorie, le système nerveux central a la capacité de s'adapter et de favoriser les informations sensorielles les plus fiables (Carver et al, 2006 ; Pavlou et al, 2011). Cependant certaines personnes ont tendance à privilégier certaines voies, en particulier la vision. C'est ce que l'on retrouve chez les personnes dites dépendantes visuelles.

Ce déséquilibre plus ou moins marqué est identifiable cliniquement avec en particulier une cinétose (mal des transports) qui correspond à une sensation de mal être lorsque l'environnement visuel défile sur la rétine. Les patients décrivent parfois une sensation de mal-être dans d'autres situations, par exemple lors de la déambulation dans les rayons de magasins où le même phénomène de défilement sur la rétine se produit.

Dans notre étude nous nous sommes intéressés qu'aux troubles vestibulaires. Il est donc possible que des personnes atteintes de dépendances visuelles aient été intégrées dans l'étude.

Il serait intéressant de voir si les résultats obtenus par ces personnes sont significativement différents de ceux dont l'équilibre est mieux réparti entre les différentes voies. Une étude sur le sujet serait complémentaire de la nôtre et permettrait une plus grande précision dans le jugement des résultats obtenus par les patients lors de la pratique du test.

10.3. Limites de l'étude :

10.3.1. Limite méthodologique :

Notre étude ayant pour but de déterminer des valeurs normatives, elle a été réalisée uniquement sur sujets sains. Il aurait pu être intéressant de pratiquer notre protocole sur un panel de sujets pathologiques, présentant des pathologies fréquemment retrouvées en rééducation vestibulaire mais ne mettant pas en cause la fonction otolithique. Cela aurait permis d'observer chez des sujets pathologiques ne présentant pas de trouble otolithique, si des différences significatives existent au niveau de la détermination de la VVSD.

Pour compléter notre étude, nous aurions pu y faire participer un groupe de sujets atteints de troubles de la fonction otolithique diagnostiqués. Nous aurions ainsi pu voir, en fonction de leur pathologie, quels sont les écarts à la norme qui peuvent être retrouvés.

10.3.2. Dépendance au matériel :

Notre étude a été réalisée sur un matériel précis, il serait donc intéressant de savoir si le matériel utilisé a un impact sur nos résultats.

Le type de verticale visuelle utilisé pourrait faire varier les résultats. L'épaisseur de la barre lumineuse pourrait avoir un impact sur la détermination de la VVSD. Certains sujets éprouvaient des difficultés à percevoir le mouvement de la barre, en particulier lorsque les rotations de la barre lumineuse et de l'optocinétique étaient inversées. Une barre lumineuse plus épaisse pourrait peut-être aider les sujets et rendre la VVSD plus précise.

Il en est de même pour le générateur optocinétique. Si les générateurs planétaires sont les appareils les plus décrits dans littérature pour la rééducation vestibulaire, d'autres outils existent comme les boules à facettes ou encore la projection d'une stimulation optocinétique via un DVD. De précédentes études ne montrent pas de différence significative dans les résultats obtenus par ces différents appareils (Pavlou, 2010), mais nous ne pouvons être sûrs que lors de ce protocole les résultats ne seraient influencés par le générateur optocinétique.

De même, la mesure de la VVSD a été effectuée dans une pièce dite en champ totale ce qui signifie donc que le sujet avait face à lui un mur en arc de cercle. Cependant, l'effet de la stimulation optocinétique pourrait varier selon le rayon de courbure du mur sur lequel elle est projetée.

Ces questions pourraient obtenir une réponse avec une étude effectuée sur différents centres dans lesquelles les conditions ne seraient pas exactement identiques. Cela permettrait de

montrer si nos résultats sont dépendants ou non du matériel présent dans notre cabinet. Un premier élément de réponse est donné par les précédentes études réalisées dans lesquelles les résultats correspondent aux nôtres mais leurs protocoles présentent des différences avec le nôtre.

10.3.3. Reproductibilité du test (test- retest) :

L'objectif de notre étude était d'établir des valeurs dites normatives pour la VVSD. Les valeurs obtenues paraissent cohérentes avec celles obtenues dans la littérature ce qui laisse supposer que le test a une certaine reproductibilité intergroupe.

Cependant nous ne pouvons être sûrs de la reproductibilité du test au sein du même échantillon. Nous avons effectué les mesures à un instant t pour chaque sujet. Il serait intéressant de savoir si chez un même individu les résultats retrouvés diffèrent significativement lors de plusieurs mesures réalisées à des intervalles donnés (plusieurs jours par exemple).

Si la reproductibilité intergroupe est une donnée importante, la reproductibilité intragroupe est également une condition indispensable à l'élaboration d'un test diagnostique fiable.

10.3.4. L'échantillon correspond-il à la population cible ?

Afin d'évaluer la validité de notre étude il serait intéressant de savoir si notre échantillon correspond à la population cible. La population cible correspond aux personnes amenées à consulter un kinésithérapeute pratiquant la rééducation des troubles vestibulaire et de l'équilibre. Ce sont donc des personnes présentant des troubles de l'équilibre, des vertiges ainsi que les personnes ayant des troubles vestibulaires diagnostiqués.

Il existe peu d'étude épidémiologique sur le sujet. D'après la patientèle observée sur le lieu de stage, ces pathologies touchent une population d'âge très variable et comptant légèrement plus de femmes. La prévalence de ces troubles aurait tendance à augmenter avec l'âge.

Dans notre étude le sex-ratio paraît correct avec une répartition de 45% d'hommes et 55 % de femmes.

En revanche nous pouvons constater que notre échantillon paraît relativement jeune avec un âge moyen de 29,2 ans.

Le calcul des résultats par classe d'âges permet de réduire le biais né de l'âge moyen, cependant les résultats sont alors calculés sur des échantillons inférieurs.

Pour obtenir des valeurs plus représentative de la population cible il serait nécessaire de poursuivre cette étude afin de recueillir un plus large échantillon de sujets ainsi qu'une meilleure répartition des sujets entre les différentes classes d'âge ce qui permettrait là aussi d'obtenir des résultats plus significatifs. Une étude épidémiologique précise permettrait d'avoir un échantillon se rapprochant au mieux de la population cible.

11. Perspectives de l'étude :

Après notre étude nous pourrions imaginer un test de la VVSD comportant 8 mesures avec 4 mesures en rotation optocinétique et de la barre lumineuse en sens horaire et 4 mesures en rotation optocinétique et de la barre lumineuse en sens antihoraire. Au début du test et au changement de rotation optocinétique une phase de latence avant de prendre les mesures devra être respectée. Elle devra être d'au moins 20 secondes d'après les données de la littérature.

Les valeurs attendues dépendront de l'âge du patient :

- Entre 18 et 30 ans la moyenne des déviations obtenues avoisinera respectivement $6,49^\circ$ et $-6,12^\circ$,
- Entre 31 et 49 ans la moyenne sera autour de respectivement $7,19^\circ$ et $-6,75^\circ$,
- Entre 50 et 72 ans la moyenne des résultats se situera autour de respectivement $10,06^\circ$ et $-10,51^\circ$.

Il sera important d'observer une symétrie entre les résultats retrouvés chez un même patient pour les deux modalités. Nous avons vu précédemment qu'une asymétrie de déviation peut être le signe d'une lésion unilatérale de la fonction otolithique.

Avec ce test une question importante va être soulevée, en effet présenté comme telle il y aurait une répétition de la même modalité à 4 reprises consécutivement. Nous pourrions alors nous demander si les résultats ne pourraient pas être faussés par un phénomène d'habituation. Il serait donc important de vérifier si les résultats obtenus en pratiquant ce test sont significativement différent des résultats que nous avons obtenus dans notre étude.

En conclusion, si les précédentes études sur le sujet ont démontré l'intérêt du test de la VVSD afin de diagnostiquer de manière simple les troubles de la fonction otolithique, notre étude est un premier pas vers l'élaboration d'un test utilisable par le masso-kinésithérapeute. Des études sur un échantillon de sujet plus important ainsi que l'apport de réponses aux biais exposés dans notre étude permettraient de valider ce test.

Ce test plus précis que celui de la VVS permettrait un meilleur bilan et diagnostic kinésithérapique. Ces deux éléments étant à la base d'une prise en charge optimisée.

Nous pourrions alors nous demander l'impact que pourrait avoir cette technique et ce bilan spécifique au niveau de la rééducation. Il existe peu d'exemples de rééducation otolithique dans la littérature.

Une précédente étude a montré que la rééducation vestibulaire classique sur les patients atteints d'une pathologie vestibulaire associant une lésion des canaux semi-circulaires et de l'organe otolithique s'avérait aussi efficace que chez les patients ayant uniquement une lésion canalaire (Murray et al, 2010). La rééducation utilisée était constituée d'exercices de marche, d'équilibre, d'habituation (exposition répétée aux phénomènes irritatifs afin d'en réduire la réponse) et d'adaptation vestibulaire (mouvements de tête exercés en maintenant le regard sur un point fixe).

Une autre étude a essayé de déterminer l'impact de l'ajout d'un feedback auditif lors d'exercices d'équilibre classique (équilibre debout yeux ouverts ou yeux fermés sur surface instable, marche sur surface instable...) chez des patients souffrant de troubles otolithiques. Ce feedback qui se déclenchait lors des déséquilibres a permis de réduire le balancement du tronc lors de ces exercices après une session de rééducation de 2 semaines. Cependant les patients ne ressentaient pas d'amélioration quant à leur état (Basta et al, 2008).

Malgré cela, une fois notre bilan pratiqué il pourrait être intéressant d'incorporer à notre rééducation de l'équilibre un feedback supplémentaire permettant une compensation d'une partie des lésions.

En outre, si nous avons vu que le stimulateur optocinétique pouvait être utile pour le bilan des lésions otolithiques, il serait intéressant de savoir quelle pourrait être son utilisation lors de la rééducation.

Nous avons vu dans la littérature que les valeurs obtenues par les personnes souffrant de lésions de l'organe otolithique étaient augmentées, ainsi pour une atteinte unilatérale nous avons une déviation de la VVSD du côté lésé. Nous avons également vu que le sens de déviation de la VVSD était provoqué par la rotation optocinétique. Nous pourrions alors

nous demander si des exercices sous une stimulation optocinétique allant dans le sens opposé à la lésion ne pourraient pas permettre d'améliorer la perception de la verticale par le patient. En effet en stimulant du côté opposé à la lésion nous pourrions penser que la VVSD se rapprocherait de la verticale objective. Il serait alors intéressant de savoir si cette correction de la VVSD amènerait une correction de la verticale posturale et des mouvements de balancement du tronc.

Ainsi, une étude réalisée sous optocinétique sur une plate-forme de posturographie permettrait d'observer l'adaptation posturale des patients.

L'optocinétique reste cependant un moyen de rééducation artificiel, une telle situation étant rarement retrouvée dans la vie quotidienne. Les résultats obtenus sous optocinétique devront donc être corrélés à une amélioration des symptômes du patient dans la vie quotidienne.

12. Conclusion :

Avec cette étude dans le domaine de la rééducation vestibulaire nous avons abordé un versant de la masso-kinésithérapie assez méconnu du public et d'une partie de la profession.

Bien qu'elle paraisse éloignée de la kinésithérapie libérale dite « classique » en termes de techniques et de pathologies rencontrées, la rééducation vestibulaire n'en garde pas moins les grands principes habituels que sont l'écoute du patient, le bilan kinésithérapique amenant à un diagnostic kinésithérapique précis, permettant l'élaboration d'un projet de soins en accord avec les objectifs du professionnel et du patient.

De plus, si la masso-kinésithérapie comme d'autres disciplines du domaine de la santé ont longtemps fonctionné sur des méthodes parfois empiriques, il paraît désormais important d'essayer de prouver scientifiquement, par des études, l'efficacité de notre action et donc l'importance de notre profession.

C'est par cette voie que la rééducation vestibulaire essaie de prouver son importance avec une multiplication d'études et le développement d'outils de plus en plus perfectionnés et efficaces.

Une étude de l'ampleur de la nôtre ne peut être jugée comme suffisante pour déterminer ou non l'efficacité d'une technique ou d'un bilan mais elle peut constituer un point de départ qui pourrait par la suite amener à s'intéresser de plus près au sujet et donc de réaliser des études plus importantes qui établiraient un niveau de preuve suffisant afin de valider ou non une technique.

D'un point de vue plus personnel, cette recherche m'a premièrement permis de découvrir un peu plus le vaste domaine de la rééducation vestibulaire.

D'autre part, en tant que futur professionnel de santé ce travail m'a permis de m'initier aux bases de la recherche clinique dans laquelle les masso-kinésithérapeutes ont un rôle important à jouer, notre profession étant principalement basé sur la clinique.

Elle m'a enfin permis de mieux comprendre l'importance de la recherche bibliographique nécessaire à l'approfondissement des connaissances, à la veille scientifique garante d'une pratique et d'une prise en charge optimale, disposant d'un niveau de preuve le plus important possible.

Au-delà même de la rééducation vestibulaire ce mémoire me sensibilisera à une façon différente de percevoir le métier de masso-kinésithérapeute éveillant le désir de pratiquer les techniques les plus efficaces, et donc pour cela être au fait des connaissances les plus récentes.

SOMMAIRE DES ANNEXES :

Annexe 1 : Glossaire

Annexe 2 : Lunette de vidéo-nystagmoscopie

Annexe 3 : Analyse des résultats du HST sur le logiciel de vidéo-nystagmographie

Annexe 4 : Dispositif pour vidéo-head impulse test

Annexe 5 : Analyse des résultats du VHIT

Annexe 6 : Projecteur lumineux de la verticale subjective

Annexe 7 : Formulaire de consentement éclairé

Annexe 8 : Le générateur optocinétique

Annexe 9 : Tableaux des résultats

Annexe 10 : Attestation de production des autorisations écrites des sujets en vue de la rédaction du travail écrit

Annexe 11 : Références des illustrations utilisées pour le travail écrit

Annexe 12 : Références bibliographiques et fiches de lecture

ANNEXE 1 :

Glossaire

ANAES : Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé

HST: Head-shaking test

Nystagmus : Mouvement oculaire involontaire caractérisé par sa phase rapide.

OTR : Ocular tilt reaction ou réaction de bascule oculaire

PEMV ou VEMP : Potentiel évoqués myogénique vestibulaire

RVO ou VOR : Réflexe vestibulo-oculaire

SCM : Muscle sterno-cleido-mastoïdien

VHIT: Vidéo-head impulse test,

VNS : Vidéo-nystagmoscopie

VNG : Vidéo-nystagmographie

VPPB : Vertiges positionnel paroxystique bénin

VVS : Verticale visuelle subjective statique

VVSD : Verticale visuelle subjective dynamique

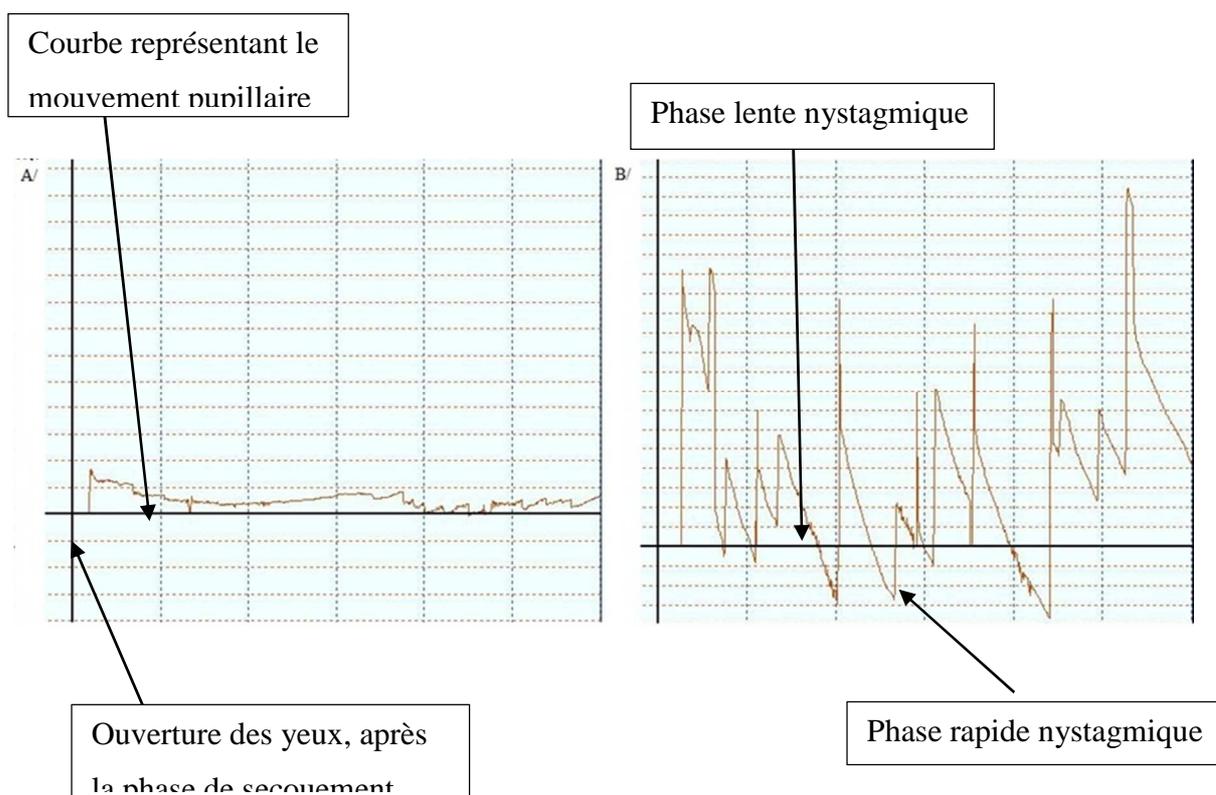
ANNEXE 2 :

Lunette de vidéo-nystagmoscopie



ANNEXE 3 :

Analyse résultats du HST sur le logiciel de VNG



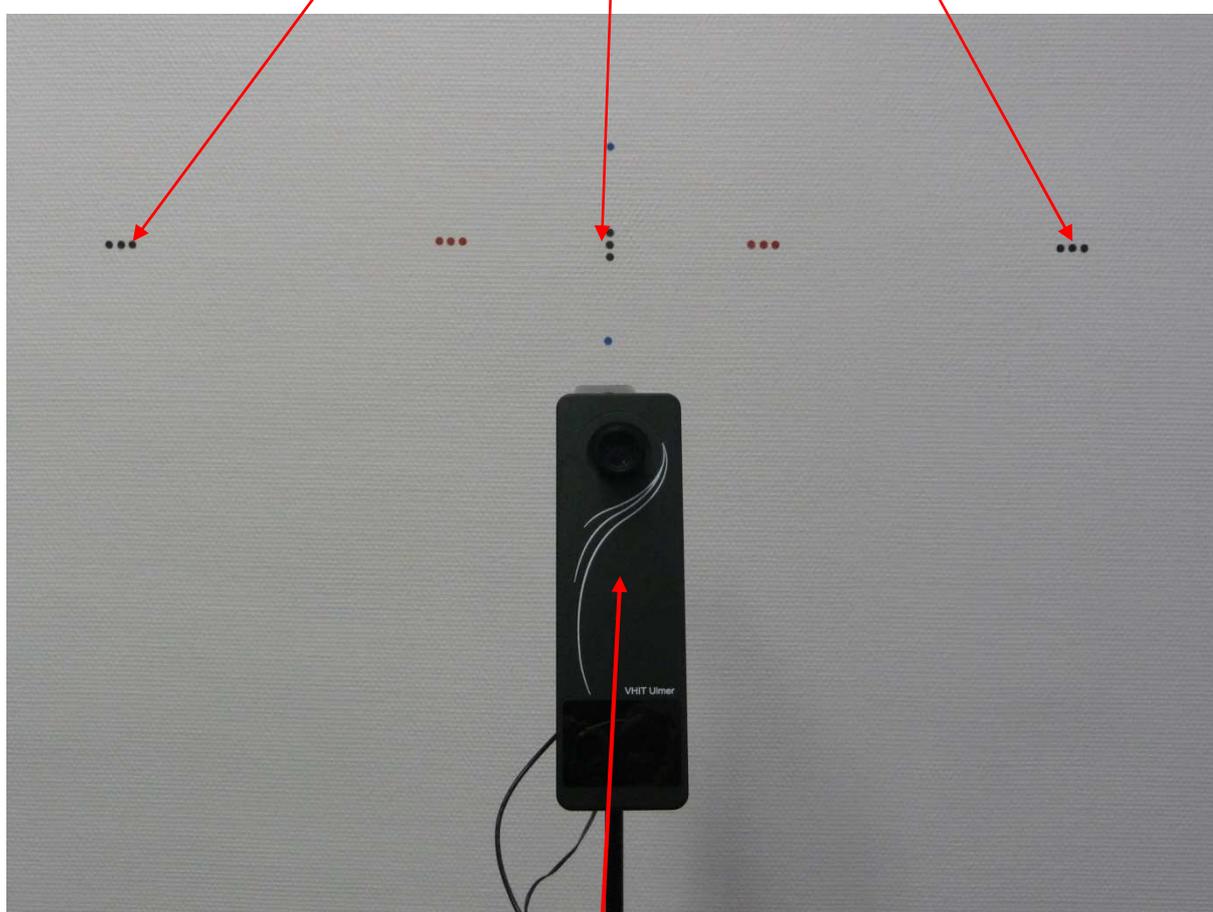
A gauche HST normal : la courbe représentant les mouvements pupillaires est globalement plane.

A droite HST anormal avec la présence de nystagmus : ici nous observons des nystagmus droit. Ils sont caractérisés par une phase lente et une phase rapide

ANNEXE 4 :

Dispositif pour vidéo-head impulse test

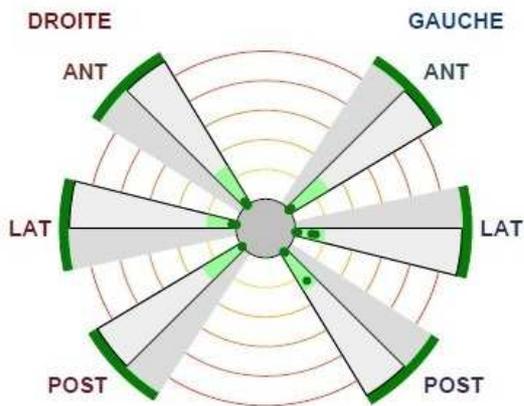
Points à fixer lors des stimulations : au centre pour les canaux latéraux et sur les côtés pour les canaux verticaux.



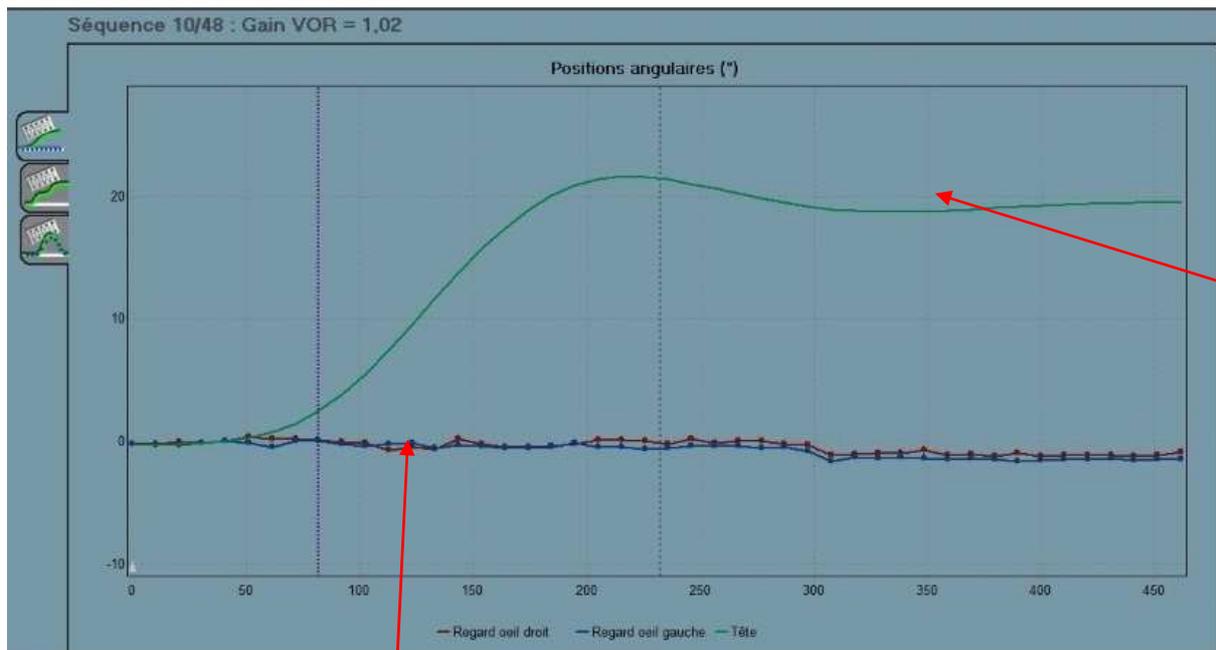
Caméra détectant les mouvements nuchaux

ANNEXE 5 :

Analyse des résultats du VHIT



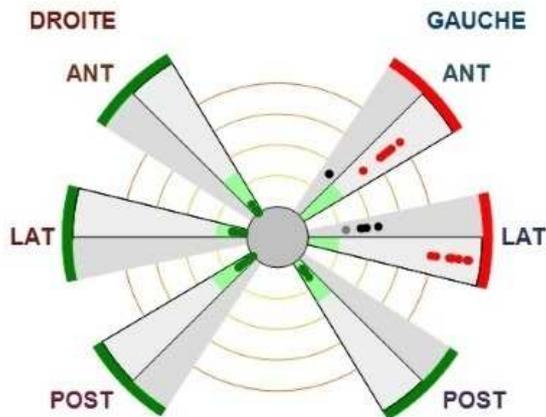
Impulsions	Canal	n	VOR		Saccades précoces	
			Gain moyen	σ	Ratio	Latence moyenne
	Ant D.	5	1,03	0,04	0 %	
	Ant G.	5	1,10	0,07	0 %	
	Lat D.	5	1,02	0,03	0 %	
	Lat G.	5	0,93	0,06	0 %	
	Post D.	5	1,09	0,04	0 %	
	Post G.	5	0,97	0,11	0 %	



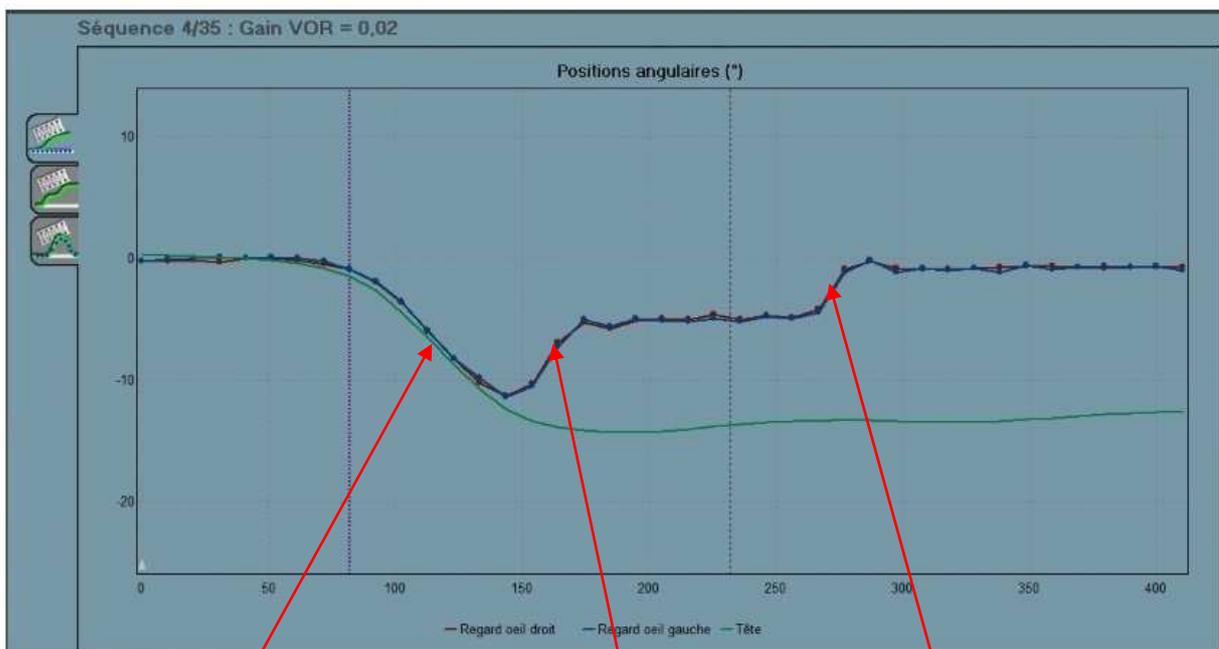
Mouvement de l'œil, en rouge l'œil droit et en bleu le gauche. Ici le regard est fixe.

Le tableau en haut à droite représente le gain moyen du RVO pour chaque canal, il doit être supérieur à 0,8 chez une personne saine.

La courbe du bas représente le résultat obtenu lors d'une impulsion, ici pour le canal semi-circulaire latéral droit.



Impulsions		VOR		Saccades précoces		
Canal	n	Gain moyen	σ	Ratio	Latence moyenne	Gain apparent moyen
Ant D.	5	0,98	0,03	0 %		
Ant G.	6	0,33	0,09	16 %	149 ms	0,67
Lat D.	5	0,94	0,03	0 %		
Lat G.	8	0,07	0,08	62 %	117 ms	0,65
Post D.	6	0,94	0,04	0 %		
Post G.	5	0,92	0,03	0 %		



Le mouvement de la tête entraîne les yeux, il n'y a pas

Saccade précoce

Saccade tardive, d'origine volontaire

Ici nous sommes dans le cas d'une névrite du nerf vestibulaire antérieur gauche. La courbe du bas représente le résultat d'une impulsion réalisé sur le canal semi-circulaire latéral gauche.

Sur le dessin en haut à gauche sont représentés des points noirs correspondant aux saccades précoces. Ce sont des saccades réflexes de refixation, dont l'origine est le système nerveux central. Elles permettent une compensation du RVO déficient.

ANNEXE 6 :

Projecteur lumineux de verticale subjective



ANNEXE 7 :

Formulaire de consentement éclairé



Université Claude Bernard Lyon 1
Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation
Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie

Formulaire de consentement éclairé :

En signant ce formulaire, je déclare que je consens à participer à l'étude « Détermination de la valeur normative de la verticale visuelle subjective dynamique ».

J'ai par ailleurs pris connaissance de toutes les informations données aux participants de la recherche et portant sur :

- son objectif, sa méthode et sa durée,
- les contraintes et risques éventuellement encourus,
- le bénéfice que je peux éventuellement en attendre,
- l'usage qui sera fait des résultats,

m'informant notamment du fait que :

- mon identité et mon adresse seront traitées de manière confidentielle,
- les données de mon dossier médical seront également traitées de manière confidentielle,
- je peux demander à tout moment un complément d'information sur l'étude,
- je peux quitter l'étude à tout moment sur simple demande orale,
- je recevrai une copie du présent document, portant le nom et les coordonnées du [des] responsable[s] de la recherche.

Après avoir discuté librement et obtenu réponse à toutes mes questions, j'accepte de participer à cette étude. Mon consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités. Je conserve tous mes droits garantis par la loi.

Participant ou responsable légal:

Responsable de la recherche :

Nom :
Prénom :

Nom : Crouzet
Prénom : Quentin
Institution : Université Claude Bernard Lyon 1
Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation
Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie

Fait à le :
Signature :

Signature :

ANNEXE 8 :

Le Générateur optocinétique



ANNEXE 9 :

Tableau des résultats :

Groupe A1	Sexe	Age	Optocinétique horaire		Optocinétique anti-horaire	
			BL rot H	BL rot AH	BL rot H	BL rot AH
F	20	4,41	15,71	-13,32	-4,24	
		1,5	3,79	-4,24	-5,21	
		3,79	11,91	-9,97	2,21	
M	21	7,5	10,06	-7,59	-4,94	
		6,71	9,44	-7,15	-9,35	
		4,24	8,91	-10,5	-5,12	
M	21	6,88	12,18	-9,35	-7,06	
		5,82	11,03	-7,41	-4,68	
		5,21	11,47	-10,59	-1,06	
F	22	4,85	3,18	-1,68	-3,79	
		4,5	3,71	-2,38	-4,59	
		6	3,79	-2,91	-4,59	
F	22	9,79	12,26	-12,71	-6,88	
		15,35	10,15	-9,35	-9,44	
		11,21	13,41	-7,5	-6,18	
F	22	0,44	4,41	-8,56	-6,71	
		2,21	2,91	-8,91	-9	
		4,32	2,82	-10,5	-10,41	
F	22	6,53	11,12	-10,32	-3,97	
		7,5	5,29	-5,56	-7,24	
		9,71	8,21	-9,35	-6,97	
M	24	3,09	2,12	-1,41	-0,18	
		4,06	3,26	-2,65	-3,44	
		3,79	3,79	-2,65	-2,12	
F	35	10,68	17,82	-9,35	-5,12	
		8,12	14,47	-8,21	-5,82	
		10,15	15,88	-12,09	-9,09	
M	35	3,26	7,15	-3,35	-4,15	
		8,74	11,21	-3	-1,5	
		8,21	9	-6,71	-5,91	
F	50	12,98	13,94	-10,24	-9,88	
		13,41	15,79	-10,32	-10,15	
		14,12	14,47	-12,62	-10,24	
M	57	8,56	12,88	-11,29	-10,85	
		10,41	14,91	-11,65	-10,15	
		11,21	14,91	-11,47	-10,76	

Groupe A2		Optocinétique horaire		Optocinétique anti-horaire	
Sexe	Age	BL rot AH	BL rot H	BL rot AH	BL rot H
F	21	16,15	12,44	-10,41	-13,15
		13,06	10,24	-10,32	-13,06
		16,59	8,47	-8,91	-12,62
M	21	4,85	12,26	-3,71	-9,26
		10,15	11,56	-6,44	-12,79
		12,62	10,32	-11,91	-12,26
M	21	11,74	9,16	0,09	-10,68
		11,56	7,59	-1,76	-7,5
		8,38	6,53	-2,29	-9,18
F	21	4,85	7,32	-6,79	-0,79
		3,62	7,32	-5,29	-4,15
		4,59	8,47	-4,24	-3,53
M	22	8,12	7,32	-0,09	-15
		6,44	7,15	-3,44	-8,82
		5,56	4,24	-3,88	-15,71
M	23	1,5	1,68	0,26	-0,71
		2,29	3,53	-0,71	-1,06
		2,21	3,26	-1,24	-1,59
M	23	1,59	2,21	3,79	-12,09
		16,59	11,03	2,82	2,65
		9,35	10,85	-1,15	1,85
M	44	19,59	12,44	-13,15	-22,85
		21,71	12,44	-9,26	-23,56
		20,56	8,29	-13,32	-25,76
M	72	18,26	14,29	-17,38	-24,97
		18,18	11,91	-17,74	-22,32
		24	16,76	-12,97	-23,38

Groupe B1		Optocinétique anti-horaire		Optocinétique horaire	
Sexe	Age	BL rot H	BL rot AH	BL rot H	BL rot AH
F	19	-13,5	-4,41	19,24	13,32
		-13,06	-6,26	3,97	14,38
		-14,21	-5,47	6,26	12,97
M	19	-9,79	-5,29	7,94	12,44
		-10,32	-9	7,32	10,68
		-10,06	-5,82	4,85	8,82
M	20	-11,38	-8,74	3,62	14,38
		-12,18	-8,91	8,12	12,44
		-7,06	-8,82	3,88	9,26
F	21	-17,03	-11,47	1,41	15,79
		-18,09	-7,15	1,15	12,44
		-15,35	-10,32	1,32	8,74
F	22	-10,68	-9,35	1,41	6
		-6,97	-8,29	4,15	2,82
		-6,97	-12,26	6,26	5,21
F	22	-9,97	-6,97	4,15	6,79
		-9,62	-5,65	4,06	7,94
		-6,88	-3,36	5,03	6,71
M	22	-1,32	-2,91	2,21	1,5
		-3,18	-3,26	3,62	6
		-11,03	-3,71	6,79	3,35
M	30	-10,68	-9,53	10,85	13,24
		-11,47	-8,21	12,44	14,82
		-10,41	-7,85	9,26	13,59
F	33	-10,76	-3,09	4,41	7,06
		-5,56	-3,53	5,91	9,71
		-4,24	-1,68	5,91	12,26
F	37	-9,79	-6	1,06	9,44
		-9,53	-8,82	6,79	13,76
		-7,32	-6	5,82	11,12
F	64	-9,79	-8,03	10,15	19,68
		-21	-8,82	4,85	19,94
		-20,56	-6,97	3,97	20,03

Groupe B2		Optocinétique anti-horair		Optocinétique horaire	
Sexe	Age	BL rot AH	BL rot H	BL rot AH	BL rot H
F	20	-16,06	-12,26	12,18	3,26
		-9,53	-17,38	10,68	3,35
		-12,79	-18,09	8,56	5,74
M	21	-10,59	-4,06	6,26	7,32
		-9,53	-14,47	3,53	10,94
		-9,62	-2,74	7,5	3,44
F	21	-7,94	-11,56	11,91	9,44
		-9,71	-11,65	12,09	8,21
		-6,35	-10,76	14,21	9,09
M	22	-9,18	-4,59	6,44	3,62
		-10,68	-6,71	-2,47	3
		-7,85	-4,41	0	10,15
M	22	-10,06	-14,82	10,76	10,24
		-10,68	-16,24	7,41	8,74
		-11,03	-12,62	9	9,62
F	22	-7,15	-7,85	7,59	4,15
		-8,74	-8,21	6,09	4,15
		-5,91	-7,59	8,56	6,26
F	22	-2,74	-17,65	10,85	2,65
		-5,12	-15,53	12,53	4,32
		0,09	-12,53	10,94	4,85
F	26	-4,5	-7,76	9,18	9,79
		-4,59	-6,09	7,85	7,41
		-5,29	-6,18	9,62	9,35
F	32	-6,53	-11,38	11,56	10,85
		-10,32	-13,85	10,06	8,56
		-8,29	-9,71	12,79	9,88
F	33	-2,82	-1,59	4,76	2,56
		-0,26	0,09	4,59	3,53
		-1,76	-0,62	2,38	3,62
F	38	-10,94	-11,12	11,82	7,94
		-12,88	-10,5	11,29	6,62
		-11,65	-9,71	11,21	6,88
F	50	-10,41	-19,5	24,09	3,26
		-11,38	-19,06	20,47	4,41
		-8,12	-16,68	20,91	7,85
M	57	-8,91	-13,15	16,5	12
		-8,21	-13,32	14,29	10,15
		-8,21	-14,03	16,5	10,85

ANNEXE 10 :



Annexe IV : Attestation de production d'autorisations écrites
Du patient et de son médecin en vue de la rédaction du travail écrit

Je soussigné : ...*Chambaz*... *PETIT NICOLAS*.....représentant la direction
pédagogique de l'Institut de Formation en Masso-kinésithérapie Université Claude Bernard
Lyon1 – ISTR,

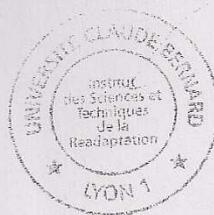
Atteste que

Madame, Mademoiselle, Monsieur*C. R. O. U. Z. E. T. Q. U. E. N. T. I. G.*,
Étudiant(e) en kinésithérapie de l'Institut de Formation en Masso-kinésithérapie Université
Claude Bernard Lyon1 – ISTR a présenté les pièces justificatives montrant le suivi de la
procédure de demande d'autorisations écrites visant au respect des règles déontologiques
d'anonymat et garantie du secret professionnel, sous forme écrite et informatique.

Autorisation remise à l'intéressé(e) pour servir ce que valoir de droit.

Le *27/04/15*

Signature et tampon :



Chambaz

Annexe 11 :

Références des illustrations utilisées pour le travail écrit

Figure 1 : *Schéma de l'oreille*

http://reflexions.ulg.ac.be/cms/c_30156/fr/les-mysteres-de-loreille-cassee?part=2 le
17/10/2014

Figure 2 : *Schéma du labyrinthe membraneux*

<http://www.vestib.org/interne.html> le 21/10/2014

Figure 3 : *Illustration représentant l'orientation dans l'espace des canaux semi-circulaires.*

PURVES, Dale, AUGUSTINE, George J., FITZPATRICK, David, *et al.* Neuroscience ,
Publisher. 2004, p.325

Figure 4 : *Illustration représentant l'extrémité ampullaire d'un canal semi-circulaire.*

PURVES Dale, AUGUSTINE George J., FITZPATRICK David, *et al.* Neuroscience ,
Publisher. 2004, p.325

Figure 5 : *Illustration représentant l'orientation des macules otolithiques*

PURVES, Dale, AUGUSTINE, George J., FITZPATRICK, David, *et al.* Neuroscience ,
Publisher. 2004, p.319

Figure 6 : *Schéma représentant une macule*

<http://www.vestib.org/macules.html> le 22/01/2015

Figure 7 : *Otoconies vues au microscope à balayage*

www.neuroreille.com/levestibule/chapb/b2/f_accueil-chapb2.htm le 22/04/2015

Figure 8 : *Schéma représentant le comportement des macules lors de mouvement de la tête.*
BEAR, Mark F., CONNORS, Barry W., et PARADISO, Michael A. (ed.). *Neuroscience*.
Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

Figure 9: *Schéma représentant les deux types de cellules ciliées*
<http://www.vestib.org/histologie.html> le 22/01/2015

Figure 10 : *Illustration représentant l'orientation des macules otolithiques.*
Dans, Fitzpatrick, R. C., & Day, B. L. (2004). Probing the human vestibular system with galvanic stimulation. *Journal of Applied Physiology*, 96(6), p.2306.

Figure 11 : *Schéma représentant les différentes entrées responsables de l'équilibre.*
B.CHAPPEY, 1990, Le vestibule et le calcium, Laboratoire Janssen

Figure 12 : *Vue d'ensemble des différentes voies d'origine vestibulaire.*
Fife, T. D. (2010). Overview of anatomy and physiology of the vestibular system. *Handbook of Clinical Neurophysiology*, 9, 5-17.

Figure 13 : *Dessin représentant les trois phénomènes composant l'« OTR ».*
TOUPET, 2002, Les vertiges, Laboratoires IPSEN.

Figure 14 : *Mouvement de cyclotorsion en contre-rotation observé lors de l'inclinaison de la tête*
http://p.jean2.pagesperso-orange.fr/Cours/Vis_bino/mouv_ocu.htm, le 26/04/2015

Figure 15 : *Photo représentant un patient lors de la mesure des PEMV*
<http://www.neurologytests.co.nz/Dizziness/Information%20for%20Doctors/Information%20on%20Vestibular%20Evoked%20Myogenic%20Potentials.html>, le 01/05/2015

Figure 16: *Résultats obtenus lors du test des potentiels évoqués myogénique vestibulaire : à gauche chez un sujets sains et à droite sur un sujet pathologique.*
TAKEICHI, Norihito, SAKAMOTO, Touru, FUKUDA, Satoshi, *et al.* Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) in patients with acoustic neuromas. *Auris Nasus Larynx*, 2001, vol. 28, p. S39-S41.

Figure 17: *Exemple de résultats observés en nystagmographie lors d'un « tilt suppression test ».*

HUY, P. T, TOUPET, M. Peripheral disorders in the otolith system. A pathophysiological and clinical overview. *Advances in oto-rhino-laryngology*, 2000, vol. 58, p. 110-127.

Figure 18 : *Photo du dispositif permettant les rotations autour d'un axe incliné par rapport à la gravité.*

SUGITA-KITAJIMA, A., AZUMA, M., HATTORI, K., & KOIZUKA, I. (2007). Evaluation of the otolith function using sinusoidal off-vertical axis rotation in patients with benign paroxysmal positional vertigo. *Neuroscience letters*, 422(1), 81-86

ANNEXE 12:

Références bibliographiques et fiches de lecture

Articles scientifiques :

BARRA, J., & PÉRENNOU, D. 2013. Le sens de verticalité est-il vestibulaire? Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology, volume 43, n°3, 197-204.

BASTA, D., SINGBARTL, F., TODT, I., CLARKE, A., & ERNST, A. 2008. Vestibular rehabilitation by auditory feedback in otolith disorders. Gait & posture, volume 28, n°3, 397-404.

BASTA, D., TODT, I., SCHERER, H., CLARKE, A., & ERNST, A. 2005. Postural control in otolith disorders. Human movement science, volume 24, n°2, 268-279.

BOUCCARA D, SEMONT A, STERKERS O. 2003. Rééducation Vestibulaire. Encycl Med Chir, oto-rhino-laryngologie, 20-206-A10, 7 pages.

BYUN, J. Y., HONG, S. M., YEO, S. G., KIM, S. H., KIM, S. W., & PARK, M. S. 2010. Role of subjective visual vertical test during eccentric rotation in the recovery phase of vestibular neuritis. Auris Nasus Larynx, volume 37, n°5, 565-569.

CARVER, S., KIEMEL, T., & JEKA, J. J., 2006, Modeling the dynamics of sensory reweighting. Biological cybernetics, Volume 95, n°2, p.123-134.

DE WAELE C., TRAN BA HUY P. 2005. Exploration du système vestibulaire. EMC-Oto-rhino-laryngologie, Volume 2, Issue 2, pages 1-17.

DICHGANS, J., HELD, R., YOUNG, L. R., & BRANDT, T. 1972. Moving visual scenes influence the apparent direction of gravity. Science, volume 178, n°4066, p.1217-1219.

FARALLI, M., RICCI, G., MOLINI, E., LONGARI, F., ALTISSIMI, G., & FRENGUELLI, A. (2007). Determining subjective visual vertical: dynamic versus static testing. Otology & Neurotology, volume 28, n°8, 1069-1071.

GOTO F., KOBAYASHI H., SAITO A., HAYASHI Y., HIGASHINO K., KUNIHIRO T.,

KANZAKI J. 2003. Compensatory changes in static and dynamic subjective visual vertical in patients following vestibular schwannoma surgery. *Auris Nasus Larynx*, Volume 30, N°1, 29-33.

HONG S. M., YEO S. G., BYUN J. Y., PARK M. S., PARK C. H., LEE J. H. 2010. Subjective visual vertical during eccentric rotation in patients with vestibular neuritis. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, volume 267, N°3, 357-361.

HUY, P. T. B., & CHARFI, S. 2008. Bases physiopathologiques et pratiques de la rééducation vestibulaire. *Annales d'Otolaryngologie et de Chirurgie Cervico-faciale* (Vol. 125, No. 5, pp. 273-281). Elsevier Masson.

HUY, P. T. et TOUPET, M. Peripheral disorders in the otolith system. A pathophysiological and clinical overview. *Advances in oto-rhino-laryngology*, 2000, vol. 58, p. 110-127.

JACQUEMARD, J., & COSTILLE, M. 2008. Apport de la rééducation vestibulaire pour une prise en charge multisensorielle des troubles de l'équilibre. *Kinésithérapie scientifique*, n°493, 21-27.

JAGGI-SCHWARZ, K et HESS, BJM. Influence of dynamic tilts on the perception of earth-vertical. *Experimental brain research*, 2003, vol. 149, no 3, p. 340-350.

KINGMA, H. 2006, Function tests of the otolith or statolith system. *Current opinion in neurology*, vol. 19, no 1, p. 21-25.

KOBAYASHI H., HAYASHI Y., HIGASHINO K., SAITO A., KUNIHIRO T., KANZAKI, J., GOTO F. 2002. Dynamic and static subjective visual vertical with aging. *Auris Nasus Larynx*, volume 29, n°4, 325-328.

LÉVÊQUE M., SEIDERMANN L., ULMER E., CHAYS A. 2009. Physiologie vestibulaire : bases anatomiques, cellulaires, immunohistochimiques et électrophysiologiques, *EMC - Oto-rhino-laryngologie*, Volume 4, Issue 3, Pages 1-14

LOPEZ C., LACOUR M., AHMADI A. E., MAGNAN J., BOREL L. 2007. Changes of visual vertical perception: a long-term sign of unilateral and bilateral vestibular loss. *Neuropsychologia*, Volume 4, N°9, 2025-2037.

MURRAY, K. J., HILL, K., PHILLIPS, B., & WATERSTON, J. 2010. Does otolith organ dysfunction influence outcomes after a customized program of vestibular rehabilitation? *Journal of Neurologic Physical Therapy*, volume 34 n°2, p.70-75.

PAVAN, T. Z., FUNABASHI, M., CARNEIRO, J. A. O., PONTELLI, T. E. G. D. S., TEDESCHI, W., COLAFÊMINA, J. F., & CARNEIRO, A. A. O. 2012. Software for subjective visual vertical assessment: an observational cross-sectional study. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, volume 78, n°5, 51-58.

PAVLOU, M. 2010. The use of optokinetic stimulation in vestibular rehabilitation. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, volume 34, n°2, 105-110.

PAVLOU, M., QUINN, C., MURRAY, K., SPYRIDAKOU, C., FALDON, M., & BRONSTEIN, A. M. 2011. The effect of repeated visual motion stimuli on visual dependence and postural control in normal subjects. *Gait & posture*, volume 33, n°1, p113-118.

SAUVAGE J. P., PUYRAUD S., ROCHE O., RAHMAN A. 1999. Anatomie de l'oreille interne. *Encyclopédie Médico-Chirurgical ORL*, 20-020, Pages 1-16.

SLATTERY E. L., SINKS B. C., GOEBEL J. A. 2011. Vestibular tests for rehabilitation: Applications and interpretation. *NeuroRehabilitation*, Volume 29, n°2, 143-151.

TAKEICHI N, SAKAMOTO T, FUKUDA S, INUYAMA Y. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) in patients with acoustic neuromas. *Auris Nasus Larynx*, 2001, vol. 28, p. S39-S41.

TILIKETE, C., RODE, G., NIGHOGHOSSIAN, N., BOISSON, D., & VIGHETTO, A., 2001. Séméiologie otolithique dans le syndrome de Wallenberg. *Revue neurologique*, volume 157, numero 2, 198-208.

VINGERHOETS RAA, MEDENDORP W-P, et VAN GISBERGEN JAM. Body-tilt and visual verticality perception during multiple cycles of roll rotation. *Journal of neurophysiology*, 2008, vol. 99, no 5, p. 2264-2280.

WALTHER, L. E. et WESTHOFEN, M. Presbyvertigo-aging of otoconia and vestibular sensory cells. *Journal of Vestibular Research*, 2007, vol. 17, no 2, p. 89-92.

WUYTS, F. L., FURMAN, J., VANSPAUVEN, R., & VAN DE HEYNING, P. 2007. Vestibular function testing. *Current opinion in neurology*, volume 20, n°1, p.19-24.

Ouvrages :

CHAYS A., FLORANT A., ULMER E., et al. 2009. *Les vertiges*. 2^{ème} édition, Elsevier Masson. 186 pages ; chapitre 4 : examen paraclinique

HERDMAN S.J, CLENDANIEL R,A. 2014. *Vestibular rehabilitation*, 4^{ème} édition, F.A Davis.

Chapitre 3 : The rôle of the vestibular system in postural control ; paragraphe : Perceiving position and self-motion, p29-32

SAUVAGE, J-P. 2014. Vertiges: manuel de diagnostic et de réhabilitation. 2^{ème} édition
Collection ORL Elsevier Masson. 240 pages, chapitre 4 : Système otolithique et son
syndrome

Thèse :

GUEGUEN M, 2011, Intégration multisensorielle et variabilité interindividuelle, Thèse de
doctorat en Sciences du Sport, de la Motricité et du Mouvement Humain : Université Paris
Sud - Paris XI, visité le 22/04/2015, disponible sur internet : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00659199>

Partie : Cadre théorique ; II. Théorie sur l'intégration multisensorielle.

Recommandations :

ANAES, 1997, Vertiges chez l'adulte : stratégies diagnostiques, place de la rééducation
vestibulaire.

Sitographie :

Société internationale de réhabilitation vestibulaire, Exploration vestibulaire (visité le
21/04/2015), disponible sur internet : <http://www.vestib.org/bilan.html>

Docteur Catherine de Waele, diagnostic vestibulaire (le 26/04/2015), disponible sur
internet : www.lesvertiges.com/fr/diagnostic-vestibulaire.html

Auteur	Barra J., Pérennou D.
Titre	Le sens de verticalité est-il vestibulaire ?
Type de document	Revue bibliographique
Source (revue, éditeur)	Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology, Volume 43, N° 3 Elsevier-masson France
Date de parution	2013
Nombre de pages (n° de page)	8 pages (p.197-204)
Plan de l'article	I. Le système vestibulaire est un codeur de gravité II. Qu'est-ce que le sens de verticalité ? III. Le sens de verticalité est polysensoriel IV. Le sens de verticalité implique des modèles internes de la verticalité V. Le sens de la verticalité peut-être modifié par des processus cognitifs de haut niveau (« top-down ») VI. Conclusion
Éléments en lien avec la problématique	<p>Mots-clés : verticalité, gravité, vestibulaire, poly/multisensoriel</p> <p>I. Le système vestibulaire est un codeur de gravité</p> <p>Le sens gravitaire est défini par le système vestibulaire qui peut-être considéré comme « un fil à plomb biologique ». On le perçoit entre autres par les déviations de la verticale visuelle lors d'atteinte vestibulaire.</p> <p>Le traitement des informations vestibulaires se fait dans des noyaux thalamiques comportant des neurones multisensoriels qui permettent également le traitement d'informations d'origines proprioceptive et visuelle.</p> <p>Le système vestibulaire n'apparaît donc pas comme le seul mode « d'identification de la verticale ».</p> <p>II. Qu'est-ce que le sens de verticalité ?</p> <p>On peut estimer le sens de la verticalité de différentes façons : verticale visuelle, verticale corporelle (posturale) ou verticale haptique. Les résultats obtenus pour ces différents tests coïncident chez la personne saine.</p> <p>En revanche chez le sujet pathologique, la majorité des atteintes touchent les différentes modalités de façon inégale même s'il existe des cas d'atteinte transmodale.</p> <p>Cela plaide pour une indépendance et une complémentarité des voies graviceptive somesthésique, vestibulaire et visuelle.</p> <p>Si le sens de la verticalité est multisensoriel, il a également été montré que c'est</p>

au niveau cognitif que ces informations sont intégrées afin de construire une représentation de la verticale, c'est ce que l'on appelle un système « bottom-up ».

III. Le sens de verticalité est polysensoriel

Une information visuelle ou somesthésique peut perturber la perception gravitaire : une stimulation visuelle va induire une erreur de perception, c'est ce que l'on observe par exemple lors de l'optocinétique.

Il en est de même lors d'une inclinaison corporelle du sujet, c'est ce que l'on appelle les effets Aubert et Muller.

L'effet Aubert concerne des inclinaisons importantes ($>60^\circ$). Il entraîne la déviation de la verticale plutôt du côté de l'inclinaison.

Pour de faibles inclinaisons corporelles c'est l'effet Müller qui sera mis en jeu, la verticale subjective sera cette fois déviée du côté opposé à l'inclinaison.

L'effet Müller pourrait être dû à une diminution de l'efficacité de la fonction otolithique lors d'une inclinaison. En position droite ce sont les 19 000 fibres du saccule qui sont stimulées, alors qu'en inclinaison ce sont les 33 000 fibres utriculaires qui sont stimulées. Cette différence pourrait induire un biais au niveau de la verticale, car la position d'inclinaison paraîtrait alors plus importante qu'elle ne l'est vraiment.

Pour les inclinaisons plus grandes, cet effet disparaîtrait, car les fonctions otolithiques ne sont de toute façon pas assez puissantes pour donner la direction gravitaire dans ces positions.

V. Le sens de la verticalité peut-être modifié par des processus cognitifs de haut niveau (« top-down »)

En plus du processus « bottom-up » vu précédemment les chercheurs ont mis en évidence un système « top-down ». Dans ce processus c'est la conscience de sa propre position corporelle qui va influencer la perception de la verticale. Si le sujet se sait ou se pense incliné, il va modifier son estimation de la verticale.

VI. Conclusion

Si la direction gravitaire nous est donnée par le système vestibulaire, il serait

	<p>simpliste de considérer le sens de la verticalité (représentation mentale de la gravité permettant l'orientation) comme purement d'origine vestibulaire. La construction de ce sens de la verticalité est permise par l'intégration d'informations graviceptives, d'origine vestibulaire et somesthésique, avec des informations visuelles (système bottom-up).</p> <p>Il a été mis en évidence que la verticalité était également sous dépendance cognitive, la conscience de la position corporelle va ainsi jouer sur la perception que l'on aura de la verticale (système top-down).</p>
<p>Commentaires ou questionnaire secondaire</p>	<p>Intérêt :</p> <p>Confirme le rôle de l'appareil vestibulaire dans la détermination de la verticale : « fil à plomb biologique ».</p> <p>Permet la compréhension des mécanismes multisensoriels régissant la détermination de la verticale et l'impact que peut avoir l'optocinétique sur celle-ci.</p> <p>Présente la notion de représentation interne de la verticale.</p> <p>L'effet Muller pourrait biaiser les valeurs retrouvées dans notre étude.</p>

Auteur	BASTA, D., SINGBARTL, F., TODT, I., CLARKE, A., & ERNST, A				
Titre	Vestibular rehabilitation by auditory feedback in otolith disorders				
Type de document	Article de recherche				
SOURCE (revue, éditeur)	Gait & posture, volume 28, n°3, Elsevier				
Date de parution	2008				
Nombre de pages (n° de page)	8 pages (p. 397-404)				
Plan de l'article	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">1. Introduction</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">3. Résultats</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2. Méthode</td> <td style="text-align: center;">4. Discussion</td> </tr> </table>	1. Introduction	3. Résultats	2. Méthode	4. Discussion
1. Introduction	3. Résultats				
2. Méthode	4. Discussion				
Éléments en lien avec la problématique	Mots-clés : rééducation otolithique, feedback auditif, équilibre, balancement du tronc				
	<p>1. Introduction :</p> <p>Les patients souffrant de lésions otolithiques décrivent souvent des sensations d'instabilité, l'impression de « marcher sur des coussins », ils ne peuvent pas conduire ni travailler longtemps devant un ordinateur. De précédentes études intégrant un feedback sensoriel à la rééducation vestibulaire ont fait leur preuve. Le but de cette étude est d'appliquer un feedback auditif à des personnes souffrant de lésions otolithiques.</p> <p>2. Méthode :</p> <p>L'étude est composée de 2 groupes comparables de 13 patients avec lésions otolithiques. L'un avec feedback auditif, l'autre sans. Les exercices sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - debout, les yeux fermés, - debout sur une surface de support en mousse avec les yeux ouverts, - debout sur une surface de support en mousse avec les yeux fermés, - marcher huit pas (un pied en face de l'autre) sur une surface de support en mousse. <p>Les exercices sont pratiqués 3 fois quotidiennement sur deux semaines (hors weekend). Le feedback auditif se met en route lorsque le patient a une vitesse de balancement corporel trop importante. Le balancement du tronc est mesuré (sans feedback) lors de chaque exercice avant et après la session de rééducation. Les questionnaires, le Dizziness inventory handicap (DHI) et Dynamic gait index (DGI) étaient également complétés avant et après la session de rééducation.</p> <p>3. Résultats :</p> <p>La grande majorité des patients du groupe « feedback auditif » a eu une progression dans les exercices de marche et d'équilibre yeux fermés sur support en mousse.</p>				

	<p>7 sur 13 ont eu une progression dans les exercices d'équilibre yeux fermés et d'équilibre yeux ouverts sur une mousse.</p> <p>Nous observons de manière générale une diminution du balancement postural lors des exercices.</p> <p>On n'observe pas de différence significative dans les résultats du DHI et DGI.</p> <p>Les résultats obtenus par le groupe « feedback auditif » sont significativement supérieurs au groupe contrôle.</p> <p>4. Discussion</p> <p>Les résultats montrent que l'utilisation d'un feedback auditif permet une amélioration significative du contrôle postural des patients atteints de lésion otolithique.</p> <p>Lorsque les entrées visuelles et somatosensorielles étaient réduites, les patients utilisaient de façon importante le feedback auditif pour maintenir un équilibre postural.</p> <p>En revanche, il subsistait une différence entre la réduction significative du balancement du tronc et la perception des patients qui ne voyaient pas d'amélioration (pas d'évolution significative des DHI et DGI).</p>
<p>Commentaires ou questionnement secondaire</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Technique efficace sur l'équilibre pour la rééducation otolithique - Y-a-t'il une réelle amélioration de la vie quotidienne du patient ? - Les effets sont-ils retrouvés à long terme.

Auteur	Byun J. Y., Hong S. M., Yeo S. G., Kim S. H., Kim S. W., Park M. S.
Titre	Role of subjective visual vertical test during eccentric rotation in the recovery phase of vestibular neuritis.
Type de document	Article de recherche
SOURCE (revue, éditeur)	Auris Nasus Larynx, Volume 37, N°5 www.elsevier.com
Date de parution	2010
Nombre de pages (n° de page)	5 pages (p.555-569)
Plan de l'article	I. Introduction II. Matériel et méthode II.1. Sujets II.2. Mesure de la VVS statique et de la VVS dynamique II.3 Définition des paramètres II.4 Analyse statistique III. Résultats IV. Discussion V. Conclusion
Éléments en lien avec la problématique	Mots-clés : Verticale visuelle subjective, fonction otolithique, compensation
	<p>I. Introduction :</p> <p>La verticale visuelle subjective statique est utilisée comme test diagnostique lors des atteintes de la fonction otolithique. Le cas intéressant les auteurs est celui de la névrite vestibulaire unilatérale. Si le test statique est efficace dans la première phase de la maladie, il s'avère insuffisant lors de la phase de compensation. Lors de cette phase les résultats obtenus par les patients ne diffèrent pas de sujets sains. Les auteurs ont donc eu pour idée d'ajouter une stimulation dynamique afin de contourner cette limitation.</p> <p>II. Matériel et méthodes:</p> <p>II.1 Sujets:</p> <p>Le test est effectué avec un groupe contrôle et un groupe de patients atteints de névrite vestibulaire unilatérale.</p> <p>Le groupe contrôle est composé de 31 volontaires sains (14 hommes, 17 femmes). L'âge moyen des volontaires est de 30,2 ans. Les sujets sont choisis après vérification de l'absence d'antécédents de troubles vestibulaires ou neurologiques.</p>

Le groupe des patients est scindé en deux: un groupe composé de patients atteints d'une névrite vestibulaire en phase aiguë (dans les 7 jours suivant les premiers symptômes) et un groupe de sujets atteints d'une névrite vestibulaire en phase subaiguë (6 semaines après les premiers symptômes).

Le premier sous-groupe est composé de 19 patients en phase aiguë (8 hommes, 11 femmes ; 40,8 ans de moyenne)

Le deuxième sous-groupe est composé de 31 patients (10 hommes, 21 femmes de 43,9 ans de moyenne).

II.2 Méthode:

Que ce soit pour le test statique ou dynamique, les sujets sont assis sur un fauteuil rotatoire. Les sujets y sont fixés à l'aide de sangles afin de minimiser les mouvements entre la personne et le fauteuil.

Les patients sont assis à 50cm d'une ligne laser de 10 cm de long et de 0,3cm de largeur.

Lors de la détermination de la VVS statique, le sujet est plongé dans le noir et doit à l'aide d'une molette replacer la barre lumineuse d'une position aléatoire à la verticale. L'opérateur note les déviations obtenues.

Le test dynamique est réalisé sur un fauteuil motorisé permettant une rotation autour d'un axe.

L'assise du fauteuil est décalée de 3,5cm d'un côté de façon à aligner un utricule par rapport au centre de rotation du fauteuil. Lors de la rotation (effectuée à 300°/s), l'utricule aligné au centre de rotation ne reçoit aucune stimulation hormis celle de la pesanteur. L'utricule controlatéral est lui soumis à la gravité et à la force centrifuge ($=0,19g$). Les stimulations sont donc unilatérales.

Les mesures sont prises après 30 secondes de rotation (afin que le réflexe vestibulo-oculaire soit éteint).

II.3 Définition des paramètres:

Pour le groupe contrôle, quand la déviation de la verticale est en direction du côté non stimulé par la rotation, la valeur est considérée comme positive. A l'inverse si la déviation est du côté stimulé, la valeur est considérée comme négative.

Pour les patients atteints d'une névrite vestibulaire unilatérale une déviation du

côté pathologique sera considérée comme positive et une déviation du côté sain comme négative.

III. Résultats:

Sujets sains:

VVS statique: $0,31 \pm 1,99^\circ$

VVS Dynamique:

Stimulation droite: $5,43 \pm 1,45^\circ$

Stimulation gauche: $5,74 \pm 3,02^\circ$

Patients atteints de névrite:

Patients avec névrite	Stade aigu	Stade subaigu
VVS statique	$2,66 \pm 1,70^\circ$	$1,16 \pm 1,70^\circ$
VVS dynamique:		
Stimulation du côté lésionnel	$1,13 \pm 2,52^\circ$	$-0,89 \pm 3,05^\circ$
Stimulation du côté sain	$10,05 \pm 2,94^\circ$	$7,03 \pm 2,84^\circ$

Les résultats obtenus pour le test statique montrent une augmentation de la déviation du côté de la lésion pour les patients au stade aigu. En revanche au stade subaigu on n'observe pas de différence significative avec les sujets sains.

Pour le test dynamique, on a une augmentation de la déviation du côté de la lésion que nous soyons au stade aigu ou subaigu.

IV. Discussion :

Les sujets sains sont capables de trouver la verticale subjective sans indices visuels. Une anomalie dans la perception de la VVS est donc le signe d'une lésion otolithique et d'une perturbation des afférences graviceptives.

L'organe otolithique fonctionne selon un mécanisme « pousse-tire » (push-pull). Ainsi lors d'une atteinte unilatérale de l'organe, le côté sain va « pousser » la verticale du côté pathologique.

La pathologie va perturber l'équilibre qui existe entre les deux oreilles internes.

	<p>Le test de la VVS statique est un moyen simple de diagnostiquer une perte unilatérale de la fonction otolithique au stade aigu. Lorsqu'on s'éloigne de la phase initiale de la pathologie la déviation de la verticale va diminuer du fait de différents phénomènes (activité neuronale qui revient à la normale, compensation mise en place...). Le test statique ne permet plus de différencier un sujet sain d'un sujet atteint en phase subaiguë.</p> <p>La VVS dynamique par rotation excentrique permet de distinguer les sujets sains des sujets atteints aux stades aigu et subaigu. La rotation excentrique permet donc de mettre en évidence un déséquilibre qui serait caché à un stade subaigu.</p> <p style="text-align: center;">V. Conclusion :</p> <p>La VVS statique permet le diagnostic de lésion otolithique aiguë, alors que le test dynamique permet également de diagnostiquer une lésion au stade subaigu.</p>
<p>Commentaires ou questionnement secondaire</p>	<p>Intérêt : insuffisance de la VVS, Mécanisme « push-pull » des organes otolithiques.</p> <p>Limites : protocole très différent du nôtre, mise en place difficile en cabinet.</p> <p>Les paramètres utilisés pour la VVS ne sont pas optimums : peu de recul par rapport à la barre lumineuse, barre lumineuse trop petite.</p>

Auteurs	Mario Faralli, Giampietro Ricci, Egisto Molini, Fabrizio Longari, Guido Altissimi, and Antonio Frenguelli
Titre	Determining subjective visual vertical: dynamic versus static testing
Type de document	Article de recherche
SOURCE (revue, éditeur)	Otology & Neurotology, Vol 28, N° 8
Date de parution	2007
Nombre de pages (n° de page)	3 pages (p.1069-1071)
Plan de l'article	I. Introduction II. Matériel et méthode III. Résultats IV. Discussion V. Conclusion VI. Références
Éléments en lien avec la problématique	Mots-clés : Fonction otolithique, verticale visuelle subjective, statique, dynamique
	<p>I. Introduction :</p> <p>L'objectif des auteurs est de comparer les intérêts de deux tests. Le premier est réalisé à l'aide d'une source de lumière statique et l'autre avec une stimulation lumineuse dynamique. Les deux tests permettent l'évaluation de la verticale visuelle subjective chez 42 patients présentant une dysfonction vestibulaire unilatérale. La détermination de la verticale visuelle subjective est faite de 1 à 2 jours (premier test) après l'apparition de vertiges. L'évaluation est répétée de 8 à 10 jours (deuxième essai) puis à 90 jours (troisième essai) après l'apparition des symptômes. La comparaison des deux tests sera permise par la mesure de la sensibilité et de la spécificité.</p> <p>II. Matériel et méthodes :</p> <p>L'étude est réalisée sur 42 patients atteints d'une dysfonction vestibulaire unilatérale. Les patients, pour être inclus, doivent présenter une série de symptômes (nystagmus horizontal spontané, vertiges, phénomène neurovégétatif, aréflexie ou hyporéflexie unilatérale des canaux semi-circulaire...). Les patients ne doivent pas présenter de trouble du système nerveux central. Un groupe contrôle est composé de 30 sujets sains.</p> <p>Les tests sont effectués assis, à une distance d'un mètre d'un mur sur lequel sera projetée une barre lumineuse de 30cm de longueur. Six mesures seront effectuées, 3 dans le sens horaire et 3 dans le sens antihoraire. L'angulation de départ de la barre lumineuse sera de 45°. Une stimulation par des points lumineux (36 tours/min) sera ajoutée pour effectuer le test dynamique.</p>

Les tests seront effectués à 3 stades de la maladie : au moment du diagnostic, à 8-10 jours puis à 90 jours après le diagnostic.

III. Résultats :

Pour ces tests, la norme sera un écart avec la verticale objective de $0 \pm 2^\circ$.
 Dans le groupe contrôle la spécificité est de 100 % pour le test statique et de 96,7 % pour le test dynamique (1 faux positif).
 Pour les sujets atteints, les sensibilités des 2 tests aux différents stades sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Sensibilité	Test statique	Test dynamique
J0	85,7 %	91,3 %
J8-10	73,3 %	86,8 %
J90	59,5 %	78,1 %

À J90, il ne reste plus que 25 sujets atteints de dysfonction otolithique. Pour le test dynamique on retrouve un faux positif sur les 17 patients n'ayant plus de troubles. La spécificité est donc de 100 % pour le test statique et de 94,5 pour le test dynamique.

IV. Discussion :

De l'étude ressortent principalement deux problèmes.
 Tout d'abord la difficulté d'obtenir une pièce complètement noire pour effectuer le test statique.
 Il est ensuite difficile d'évaluer l'importance des entrées extéro et proprioceptives. Cependant les auteurs ont trouvé une étude montrant que l'utilisation d'un référentiel mobile lumineux permettait de diminuer l'impact des entrées extéro et proprioceptives.

V. Conclusion :

Les tests de verticale visuelle subjective sont d'un grand intérêt dans le diagnostic des pathologies liées à l'utricule.
 L'utilisation du test dynamique permet de limiter l'impact des deux problèmes que sont l'obscurité et les entrées extéro et proprioceptives.
 De plus, le test dynamique a une meilleure sensibilité surtout à distance de la phase initiale de la maladie.

Commentaires
ou
questionnement
secondaire

- Montre l'intérêt de la mesure de la VVSD, qui est plus sensible à long terme.
 - Test fait assis à l'inverse du notre.
 - Pas de valeurs de déviation données. La stimulation optocinétique n'est pas une rotation mais est appliquée de façon longitudinale à la barre lumineuse. Cela pourrait expliquer que les valeurs retrouvées chez les sujets sains soit de $\pm 2^\circ$.

Auteur	HUY, P. T. et TOUPET, M.
Titre	Peripheral disorders in the otolith system. A pathophysiological and clinical overview.
Type de document	Article scientifique
SOURCE (revue, éditeur)	Advances in oto-rhino-laryngology, vol. 58 Dans Otolith functions and disorders, Karger
Date de parution	2001
Nombre de pages (n° de page)	18p (p. 110-127)
Plan de l'article	<ul style="list-style-type: none"> - Structure et fonction - Stimulus et transduction - Nerf vestibulaire et voie centrale - Réflexe et fonction - Physiopathologie - Symptômes - Syndrome otolithique périphérique - Evaluation d'un patient avec une possible lésion otolithique - Traitement
Éléments en lien avec la problématique	Mots-clés : lésion otolithique, symptômes, bilan
	<p>- Symptômes :</p> <p>De la dysfonction du système otolithique résulte trois types de symptômes : visuel, postural et de la perception. Des troubles des fonctions autonomes et neurovégétatives suggèrent également une lésion otolithique. Ces symptômes sont déclenchés par un déplacement linéaire ou statique. Ils deviennent d'autant plus évidents lorsque les voies visuelle et proprioceptive sont perturbées. Ils varient beaucoup en intensité et en fréquence selon les patients.</p> <p>Symptômes visuels :</p> <p>Le système otolithique peut être considéré comme un système d'autofocus, il a donc un rôle dans la vergence et le calcul des distances. Cela va entraîner chez le patient lors des mouvements des troubles du focus, des difficultés de lecture ou encore des troubles de la perception des profondeurs. Le patient pourra également se plaindre d'oscillopsies, de diplopie et d'une perception altérée de la verticalité.</p> <p>Symptômes perceptifs :</p> <p>La lésion otolithique entraîne des troubles de la perception de l'environnement et du corps par rapport à l'environnement. Ceci mène à des plaintes telles que des impressions de lévitation, de translation, d'inclinaison, de mouvements de haut en bas, de sol incliné, de chute. Des désorientations importantes ou encore des hallucinations sont également souvent rapportées.</p> <p>Symptômes posturaux :</p>

La lésion otolithique entraîne une diminution de l'importance des voies graviceptives. Cela entraîne un déséquilibre du tonus que les muscles oculomoteurs et les réactions posturales vont essayer de minimiser. Le cas le plus marquant est celui de l' «ocular tilt reaction (OTR)» qui consiste en une inclinaison ipsilatérale de la tête, une divergence et une torsion oculaire. Une latéropulsion du corps peut également être retrouvée.

Autres Symptômes :

Hypotension orthostatique, mal du débarquement (dû à une stimulation excessive du système otolithique sur le bateau), cinétose.

- Syndrome otolithique périphérique :

- Syndrome post VPPB : pourrait être dû à la perte de densité du côté duquel s'est décroché l'otoconie.

- Crise de Tumarkin : se produit à un stade avancé de la maladie de Menière et entraîne une chute du patient. Cette « attaque » se fait sans signes annonciateurs.

- Vertige post-traumatique

- Fistule perilymphatique

- Syndrome OTR post-opératoire après neurotomie vestibulaire ou chirurgie d'un neurinome de l'acoustique.

- Phénomène otolithique de Tullio : attaque d'oscillopsies avec déséquilibre postural suscité par les sons important dans l'oreille atteinte. On observe un syndrome paroxystique tonique avec les symptômes de l'OTR. Il est retrouvé chez les patients ayant une fistule périlymphatique ou une contiguïté entre la chaîne des osselets et la membrane labyrinthique, entraînant la propagation des sons important vers les otolithes.

- Presbyvestibulopathie et ototoxicité

- Evaluation d'un patient avec une possible lésion otolithique :

- Contre-rotation oculaire : c'est un phénomène présent chez les sujets sains qui est retrouvé par une inclinaison de la tête de 30° latéralement. Le test est fait d'un côté puis de l'autre. La rotation oculaire dans le sens opposé à l'inclinaison est immédiate. Ce test n'est pas très informatif car avec une inclinaison de 90° de la tête nous n'observons qu'une rotation de 6°. La vidéo-nystagmographie rend le test plus sensible.

- Le test de la verticale visuelle subjective : le patient est placé dans le noir complet et doit orienter une barre lumineuse à la verticale. La déviation peut rester plusieurs mois après une neurotomie. La relation entre la contre-rotation oculaire et la perception de la verticale est étudiée.

- Les potentiels évoqués myogéniques : c'est un test de la fonction sacculaire. Il consiste à mesurer les potentiels dans les muscles sterno-cleido-mastoïdien après une stimulation sonore. Ce test permet d'explorer chaque saccule indépendamment.

- Off vertical axis rotation : le patient est assis sur un fauteuil rotatoire et ses

	<p>mouvements oculaires sont observés. Le patient est soumis à une rotation d'une vitesse de 60°/sec, après laquelle le fauteuil est incliné de 13° par rapport à la verticale. Les rotations sont effectuées dans le sens horaire pour explorer l'organe otolithique droit, puis antihoraire pour le gauche.</p> <p>Ce test est basé sur le fait que les canaux semi-circulaires sont sensibles aux accélérations. A vitesse constante les nystagmus observés ne sont donc plus d'origine canalaire, mais otolithique.</p> <p>- La rotation excentrique et le carrousel: il s'agit d'un test effectué sur un fauteuil rotatoire dont le centre de rotation est décalé d'un mètre. Le patient, dans le noir, est entraîné dans des rotations horaire et antihoraire. Le patient devra déterminer la verticale subjective à l'aide d'une barre lumineuse placée devant lui. L'organe otolithique est stimulé par la gravité mais aussi par la force centripète.</p> <p>Ces deux derniers tests nécessitent un matériel sophistiqué.</p> <p>- Tilt suppression test : le patient est sur un fauteuil rotatoire et subit 10 tours à 120°/sec. La vitesse des nystagmus est mesurée après un arrêt brutal de la rotation. Après 5 secondes de mesure il est demandé au patient d'incliner la tête en avant, la vitesse nystagmique est de nouveau mesurée. Un patient sain aura une diminution de la vitesse du nystagmus après l'inclinaison de la tête. Un patient atteint d'une lésion otolithique ou du nodulus cérébelleux verra le nystagmus persister de manière inchangée.</p>
<p>Commentaires ou questionnement secondaire</p>	<p>Cet article présente la symptomatologie des troubles otolithiques ainsi que les tests existant pour le diagnostic de ces lésions.</p>

Auteur	Kobayashi H., Hayashi Y., Higashino K., Saito A., Kunihiro T., Kanzaki J., Goto F.
Titre	Dynamic and static subjective visual vertical with aging
Type de document	Article de recherche
SOURCE (revue, éditeur)	Auris Nasus Larynx, Volume 29, N ° 4 www.elsevier.com
Date de parution	2002
Nombre de pages (n° de page)	4 pages (p 325-328)
Plan de l'article	I. Introduction II. Matériel et méthode III. Résultats IV. Discussion V. Conclusion
Éléments en lien avec la problématique	Mots-clés : Fonction otolithique, test, verticale visuelle subjective, stimulation visuelle
	<p>I. Introduction</p> <p>Pour maintenir la stabilité posturale, les entrées vestibulaire, visuelle et proprioceptive sont nécessaires.</p> <p>Les différents messages de ces entrées convergent vers le système nerveux central qui permettra des réflexes de stabilisation.</p> <p>La contribution des différentes modalités sensorielles évolue avec l'âge.</p> <p>De plus, il a été montré que le système vestibulaire subit des modifications, anatomique et physiologique, avec l'âge.</p> <p>Ainsi, il est probable que l'influence de la vision sur la perception de la verticale varie avec l'âge.</p> <p>On observe lors de la mesure de la verticale visuelle subjective dynamique (VVSD) une déviation de la verticale dans le sens de la rotation.</p> <p>Ceci reflète une substitution des signaux vestibulaires aux profits de signaux visuels.</p> <p>L'étude a été faite dans le but d'identifier, en fonction de l'âge, l'importance de l'entrée visuelle dans la détermination des verticales visuelles subjectives statique et dynamique.</p>

II. Matériel et méthode

63 sujets sains sont examinés (35 hommes, 28 femmes) âgés de 21 à 63 ans (39,8 ans de moyenne).

Les sujets sont assis, la tête fixée en position droite, face à une demi-sphère (60cm de diamètre) parcourue par un motif de points. À l'intérieur de ce dôme apparaît une barre lumineuse de 10 cm. Le sujet est à 30 cm de celle-ci.

La détermination de la VVS statique se fait par la moyenne de 6 ajustements de la barre lumineuse à partir d'une position choisie au hasard (10° de déviation minimum et alternativement de chaque côté).

Les valeurs sont positives lorsque la déviation se fait dans le sens antihoraire, elles sont négatives dans le sens horaire.

La VVS dynamique est déterminée de la même façon par la moyenne de 6 ajustements de la barre. Cette fois, l'hémisphère subit une rotation de $30^\circ/\text{sec}$, soit dans le sens horaire, soit dans le sens antihoraire.

Dans les premières secondes de stimulation on observe une déviation importante de la verticale dans le sens opposé de la rotation. Un état d'équilibre apparaît au bout de 3 à 20 sec selon les sujets.

La VVS dynamique n'est prise qu'après l'apparition de l'état d'équilibre.

III. Résultats

La VVS statique montre un résultat stable et indépendant de l'âge ($0,11^\circ \pm 0,14^\circ$).

En revanche, la VVS dynamique montre une augmentation systématique de la déviation avec l'âge. ($-0,30^\circ/\text{an}$ et $0,26^\circ/\text{an}$ selon le sens de rotation).

Les moyennes qui ressortent de cette étude sont : $-8,60^\circ \pm 6,70^\circ$ pour une rotation horaire et $8,71^\circ \pm 6,27^\circ$ de déviation lors d'une rotation antihoraire.

IV. Discussion

Il y a une augmentation graduelle de la déviation de la VVS lorsqu'on y adjoint une stimulation visuelle dynamique.

Nous observons une symétrie dans la déviation obtenue.

Les auteurs supposent que l'augmentation de l'importance de l'entrée visuelle avec l'âge explique ces résultats.

De plus, des études ont montré une augmentation des informations proprioceptives d'origine cervicale avec l'âge.

Ceci a été mis en lien avec le déclin des fibres nerveuses vestibulaires.

D'autres modifications dues à l'âge ont été mises en évidence, comme la diminution du nombre d'otoconies ou de cellules ciliées labyrinthiques.

Avec l'âge, une détérioration des scores d'équilibre et du réflexe vestibulo-oculaire a été démontrée et mise en lien avec une dégénérescence vestibulaire bilatérale.

Il a été mis en évidence que chez les personnes âgées chutant, une augmentation de l'importance de l'entrée visuelle ainsi qu'une diminution des signaux vestibulaires étaient observées.

Cette modification de l'importance des différentes entrées sensorielles est également observée lors de pathologies touchant le vestibule.

Les résultats montrent de plus qu'avec la diminution (ou l'absence) de signaux otolithiques les informations somatosensorielles ne sont pas suffisantes pour compenser les effets de la stimulation visuelle.

V. Conclusion

On observe une augmentation, avec l'âge, de la déviation lors de la mesure de la VVS dynamique.

On observe alors une substitution des différentes entrées sensorielles entre elles. Une telle substitution facilite le maintien de l'équilibre et provient en général d'une plasticité qui modifie la contribution relative de chacun des signaux selon l'évolution de l'activité des entrées sensorielles périphériques. Cependant, étant donné que la dynamique des systèmes sensoriels diffère l'une de l'autre, une substitution complète d'une entrée sensorielle par une autre n'est pas possible et doit donc rester partielle.

Commentaires ou questionnement secondaire

Différence de protocole : sujet assis, tête fixée à la verticale.

VVS pas effectuée en condition optimum : obscurité ? Barre de 10 cm avec un recul de 30cm

Montre l'augmentation de la VVSD avec l'âge.

Présente les mécanismes de substitution entre les différentes entrées sensorielles pour la détermination de la verticale (plasticité cérébrale).

Auteur	Lopez C., Lacour M., Ahmadi A. E., Magnan J., Borel L.
Titre	Changes of visual vertical perception: a long-term sign of unilateral and bilateral vestibular loss
Type de document	Article de recherche
SOURCE (revue, éditeur)	Neuropsychologia, Volume 4, N ° 9, www.elsevier.com
Date de parution	2007
Nombre de pages (n° de page)	13 pages (2025-2037)
Plan de l'article	<p>I.Introduction</p> <p>II.Méthodes</p> <p> II.1 Participants</p> <p> II.2 Sessions</p> <p> II.3 Dispositif expérimental</p> <p> II.4 Procédure expérimentale</p> <p> II.5 Acquisition de données</p> <p> II.6 Analyse statistique</p> <p>III. Résultats</p> <p>IV. Discussion</p>
Éléments en lien avec la problématique	<p>Mots-clés : verticale visuelle subjective dynamique, fonction otolithique, optocinétique</p> <p>1.Introduction</p> <p>La verticale est une référence fondamentale donnée par la direction de la gravité. Le cerveau en faisant sa représentation de la verticale permet d'organiser sa propre station érigée. Le cerveau est chargé de faire une représentation centrale de ce qu'est la verticale. Cette représentation est basée sur des informations vestibulaires, visuelles et somatosensorielles. Elle intègre différentes aires corticales.</p> <p>Différentes études ont montré l'importance de l'entrée otolithique dans la perception de la verticalité.</p> <p>Le rôle des données visuelles a lui aussi été étudié. C'est ainsi qu'il a été montré qu'une rotation de l'arrière-plan lors de la mesure de la verticale visuelle subjective (VVS) modifiait les résultats obtenus. Les auteurs ont choisi de nommer « verticale visuelle dynamique » (VVD) cette inclinaison de la VVS due à la stimulation optocinétique.</p> <p>Les personnes ayant une lésion vestibulaire représentent un bon modèle afin de définir l'importance des entrées visuelles et vestibulaires dans la construction, par le</p>

cerveau, de la verticale.

Par exemple chez les personnes ayant une lésion unilatérale il a été observé une déviation importante de la VVS du côté de la lésion lorsqu'elle est mesurée sans repère visuel.

Une déviation asymétrique de la VVD a également été observée chez les patients souffrant d'une lésion vestibulaire.

Lors de lésions bilatérales, il a été montré une augmentation de la dépendance visuelle entraînant une augmentation de la déviation de la VVD.

Les auteurs de l'étude chercheront à :

- Déterminer l'impact d'une lésion unilatérale complète sur la perception de la verticale.
- Déterminer la durée de la phase de récupération pour avoir une VVD normale, en comparant cela avec les temps nécessaires pour avoir une VVS normale.
- Enfin, ils chercheront à déterminer l'importance de l'entrée visuelle dans les cas de lésion unilatérale et bilatérale.

II.1 Participants

40 patients (48 ± 13 ans) souffrant d'une maladie de Menière. Ces patients subissent une neurectomie vestibulaire dans le cadre du traitement de leur pathologie. Ils représenteront donc le groupe ayant une lésion (aréflexie) vestibulaire unilatérale complète.

Le groupe ayant une lésion bilatérale est représenté par 4 patients (58 ± 22 ans).

Ces deux groupes sont comparés à un groupe contrôle composé de 24 sujets sains (40 ± 12 ans)

II.2 Sessions

Les patients atteints d'un Menière se soumettent au protocole un jour avant leur chirurgie puis à J7, J15, J30, J75, J135 et plus d'un an après la chirurgie.

II.3 Dispositif expérimental

Les sujets sont placés debout à 1,3 m d'un disque de 1,5 m de diamètre sur lequel figure un motif de point. Leur tête n'est pas maintenue dans la position verticale.

Ce disque, permettant la stimulation optocinétique, tournera à différentes vitesses selon les mesures (5, 10, 20, 40, 80 et $120^\circ/\text{sec}$).

La verticale sera représentée par un laser rouge. Le sujet disposera d'une

télécommande dans chaque main lui permettant de faire pivoter la barre lumineuse.

II.4 Procédure expérimentale

Le disque sera immobile lors des mesures de la VVS et sera en rotation pour la VVD. Les sujets portent des lunettes réduisant leur champ visuel. Il leur est demandé de regarder au centre de la cible. Ces dispositions assureront qu'aucun repère vertical ou horizontal n'est présent dans le champ visuel.

Les mesures de la VVS se feront à la lumière. 4 essais seront pratiqués.

Pour la VVD, la stimulation optocinétique durera 40 secondes. La mesure de la verticale ne commencera qu'après 10 secondes de stimulation. Ce temps de latence permet d'assurer l'effet de la stimulation.

Un temps de repos sera accordé entre les différentes mesures.

II.5 Acquisition de données

Une valeur positive signera une déviation dans le sens horaire, une valeur négative dans le sens antihoraire. Pour les patients atteints d'un Ménière, un signe positif désigne une déviation du côté opposé à la lésion, une valeur négative désignera une déviation du côté lésionnel.

La verticale visuelle dynamique relative sera également mesurée (VVDR). Celle-ci consiste en une soustraction de la VVD à la VVS. Elle permettra d'évaluer l'effet seul de la stimulation dynamique.

Les auteurs essaieront également de mesurer l'impact de l'inclinaison du corps et de la tête sur la perception de la verticale (sur 5 sujets).

III. Résultats

Pour les personnes saines les valeurs obtenues pour la VVD sont de : $7,1 \pm 2^\circ$ avec la stimulation antihoraire et $7,1 \pm 1,4^\circ$ pour la stimulation horaire.

IV. Discussion

IV.1 Effets de la lésion unilatérale sur la perception de la VVD et de la VVS

Les résultats de l'étude montrent que la VVD est modifiée de façon importante après neurotomie du nerf vestibulaire.

La VVD apparaît déviée de façon importante du côté de la lésion lors d'une rotation de la stimulation visuelle du côté de la lésion. Lors d'une stimulation du côté opposé à la lésion on observe une diminution de la valeur de la verticale qui se retrouve donc elle aussi décalée du côté lésé.

La perturbation observée lors d'une rotation ipsilésionnelle avait déjà été observée dans d'études précédentes.

Concernant la durée de la récupération de valeurs normales de la verticale visuelle, elle dépend du sens de rotation de la stimulation optocinétique. La récupération est initiée à J15 et est complète à un mois, lorsque la stimulation optocinétique se fait du côté de la lésion.

Pour les stimulations en direction du côté sain on ne trouve toujours pas de valeurs normales un an après l'opération.

De précédentes études ont montré que d'autres paramètres comme la verticale posturale, la contre-rotation oculaire ou le réflexe vestibulo-oculaire horizontal restaient perturbés plusieurs années après la lésion initiale.

Pour ce qui est de la VVS : les résultats montrent également une déviation de la verticale du côté de la lésion. Il apparaît cependant que la récupération est plus rapide, et on observe une VVS normale un an après l'opération.

IV.2 Effets d'une lésion unilatérale sur la VVDR

La VVDR nous a permis de voir que la déviation de VVD n'est pas simplement due à la modification de la référence que serait la VVS.

Les données montrent en effet une déviation de la perception de la verticale dynamique même en ayant pris en compte la modification de la verticale statique.

En prenant en compte la VVDR, il persiste une forte diminution de la déviation lors d'une stimulation controlésionnelle, même lorsque les valeurs obtenues avec une stimulation ipsilésionnelle sont revenues à la normale.

En outre, même s'il a été demandé au patient de se tenir le plus droit et le plus immobile possible, la position de la tête lors des stimulations pourrait avoir modifiée la perception de la verticale. La stimulation optocinétique n'a pas qu'un effet sur la perception visuelle de la verticale, elle en a aussi sur la position de la tête et du tronc. Dans l'étude, il a été observé une légère déviation du corps du côté de la stimulation. Cependant, les auteurs ont par des calculs, réussi à déterminer quelle part avait l'inclinaison du corps dans la détermination de la verticale visuelle. Des calculs ressort que la verticale visuelle a une corrélation beaucoup plus importante avec la stimulation optocinétique.

L'inclinaison du corps due à l'optocinétique apparaît comme une conséquence de la stimulation plutôt qu'un facteur influençant de façon importante la verticale visuelle.

	<p style="text-align: center;">IV.3 Effets d'une lésion vestibulaire bilatérale sur la verticale visuelle</p> <p>La VVD apparaît significativement augmentée lors d'une lésion bilatérale au contraire de la VVS</p> <p>Une des explications de ce phénomène serait que les entrées visuelles indiquant un mouvement ne sont pas contrebalancées par les entrées otolithiques. L'effet de la stimulation optocinétique serait donc décuplé.</p> <p>Cette hypothèse tend à être confirmée par des expériences effectuées en microgravité (où la aussi la fonction otolithique est shuntée).</p> <p>Il est cependant important de noter que les informations graviceptives d'origine somatosensorielle restent présentes lors d'une aréflexie bilatérale. Ces entrées ont alors un rôle accru.</p> <p>Malgré cela il apparaît que ces informations ne suffisent pas à contrer les effets de la stimulation optocinétique sur la perception de la verticale visuelle.</p> <p style="text-align: center;">IV.4 Effets comparés de la lésion unilatérale et bilatérale.</p> <p>Il apparaît que les mécanismes d'adaptation sont différents entre une lésion unilatérale et bilatérale. Le poids de l'entrée visuelle est différent selon le type de lésion.</p> <p>Dans l'aréflexie unilatérale, on observe une compensation centrale permettant de réaligner les valeurs avec la norme pour la verticale statique. Ces compensations restent inefficaces à un an pour la VVD.</p> <p>En revanche, il apparaît pour le cas des aréflexies bilatérales que la récupération fonctionnelle passe par la vision qui constitue une source importante et permanente de substitution.</p>
<p>Commentaires ou questionnement secondaire</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Peu de patients avec des lésions bilatérales donc conclusion difficile. - Protocole proche du notre. - Permet de voir les résultats obtenus par des sujets pathologiques ainsi que la justification des différences retrouvées (phénomènes compensatoires). - Apporte une réponse quant au biais lié à la position debout.

Auteur	MURRAY, K. J., HILL, K., PHILLIPS, B., & WATERSTON, J						
Titre	Does otolith organ dysfunction influence outcomes after a customized program of vestibular rehabilitation?						
Type de document	Article de recherche						
SOURCE	Journal of Neurologic Physical Therapy, volume 34 n°2						
Date de parution	2010						
Nombre de pages (n°de page)	6 pages (p.70-75)						
Plan de l'article	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">1- Introduction</td> <td style="width: 50%;">4- Discussion</td> </tr> <tr> <td>2- Méthode</td> <td>5- Conclusion</td> </tr> <tr> <td>3- Résultats</td> <td></td> </tr> </table>	1- Introduction	4- Discussion	2- Méthode	5- Conclusion	3- Résultats	
1- Introduction	4- Discussion						
2- Méthode	5- Conclusion						
3- Résultats							
Éléments en lien avec la problématique	<p>Mots-clés: rééducation vestibulaire, lésion otolithique, équilibre</p> <p>1- Introduction :</p> <p>La rééducation vestibulaire a déjà montré son efficacité chez les personnes souffrant de troubles de l'équilibre et de vertiges. Les auteurs se demandent si cette rééducation est efficace chez tous les types de lésions vestibulaires périphériques.</p> <p>De plus, les tests de la fonction otolithique ont été développés récemment. Le but de l'étude est de déterminer l'impact d'une lésion otolithique sur l'efficacité de la rééducation vestibulaire chez les patients atteints de dysfonction vestibulaire périphérique.</p> <p>2- Méthode :</p> <p>47 patients (55,7 ans) : 18 avec une lésion canalaire isolée, 29 avec une lésion otolithique associée.</p> <p>Un examen est pratiqué au début de l'étude : questionnaires sur l'activité du patients, sur leur ressenti, évaluation des symptômes, test d'équilibre et de marche.</p> <p>La rééducation vestibulaire est composée : d'exercices de marche, d'équilibre, d'habituation (exposition répétée aux stimuli irritatifs afin d'en diminuer la réponse) et d'adaptation vestibulaire (mouvements de tête avec le regard fixe). Il est demandé aux patients de faire ces exercices 3 fois par jour pendant 8 semaines.</p> <p>Un examen identique au bilan initial est réalisé.</p> <p>3- Résultats :</p> <p>Peu de différences sont observées entre les groupes « lésion canalaire » versus « lésion canalaire et otolithique ».</p> <p>Les patients ressentent une amélioration de leurs symptômes, une amélioration des tests d'équilibre et de marche est aussi observée.</p> <p>4- Discussion</p> <p>Cette étude montre qu'il y a peu de différences dans la réponse à la rééducation</p>						

	<p>vestibulaire avec ou sans lésion otolithique. Les techniques utilisées restent efficaces avec une amélioration significative du ressenti, des symptômes, des tests d'équilibre et de marche. Ces résultats ne correspondent pas forcément aux données précédentes de la littérature qui avaient tendance à présenter la lésion otolithique associée comme un critère de gravité.</p> <p>5- Conclusion</p> <p>Cette étude a permis de montrer que les techniques actuellement utilisées restaient efficaces pour les lésions vestibulaires périphériques avec trouble otolithique associé. Cependant il serait intéressant d'essayer de trouver des exercices spécifiques aux lésions otolithiques permettant encore d'améliorer la réponse à la rééducation.</p>
<p>Commentaires ou questionnement secondaire</p>	<p>Les techniques utilisées dans l'étude correspondent à celles utilisées en pratique. Il n'y a pas de techniques spécifiques pour les lésions otolithiques.</p>

Auteur	Slattery E. L., Sinks B. C., Goebel J. A.
Titre	Vestibular tests for rehabilitation: Applications and interpretation.
Type de document	Article scientifique
SOURCE (revue, éditeur)	NeuroRehabilitation, Volume 29, n° 2
Date de parution	2011
Nombre de pages (n° de page)	9 pages (p.143-151)
Plan de l'article	<p>I.Introduction II. Nystagmus spontané III. Test du regard IV. Test des saccades V. Test de poursuite VI. Head shaking test VII. Testing positionnel VIII. Testing de position XI. Épreuve calorique X. Épreuve sur fauteuil rotatoire XI. Réflexe vestibulo-oculaire XII. Réflexe visuo-vestibulaire XIII. Test VFX XIV. Rotational velocity-step test XV. Test optocinétique XVI. Posturographie dynamique XVII. Test d'organisation sensoriel XVIII. Test de contrôle moteur XIX. Potentiels évoqués myogéniques d'origine vestibulaire XX. Verticale visuelle subjective dynamique XXI. Test de stabilisation du regard XXII.Conclusion</p>
Éléments en lien avec la problématique	<p>Mots-clés : Test vestibulaire, diagnostic, Head Shaking Test, nystagmus, VEMP, réflexe vestibulo-oculaire, Verticale Visuelle Subjective</p> <p>I. Nystagmus spontané :</p> <p>Le test est effectué assis dans le noir (avec lunette de vidéonystagmoscopie). Les mouvements oculaires sont perçus à l'aide d'une caméra infrarouge.</p> <p>L'observation d'un nystagmus spontané est anormale. Un nystagmus d'origine périphérique sera horizontal. Si une fixation visuelle diminue les nystagmus, cela renforce l'idée d'une origine périphérique.</p> <p>Dans le cas d'atteinte bilatérale, il est possible de ne pas observer de nystagmus.</p>

II. Head shaking test

Ce test examine la présence de nystagmus après le secouement de la tête pendant 20 secondes à une vitesse de 2 Hz.

Le secouement se fait sur une amplitude de 30° dans le plan des canaux horizontaux.

Si les réponses des deux oreilles internes sont identiques, il n'y aura pas de nystagmus. Un nystagmus signera une asymétrie au niveau des vestibules ou au niveau du système vestibulaire central. Le nystagmus est généralement orienté du côté le plus actif. Dans ce test, un nystagmus vertical signerait plutôt une lésion centrale.

III. Le réflexe vestibulo-oculaire :

Le réflexe vestibulo-oculaire (VOR) permet de garder le regard stable lors de mouvement du corps ou de la tête. Il peut être perturbé par des anomalies d'origine labyrinthique, neurologique ou neuromusculaire.

S'il est intact, on observe un mouvement d'amplitude égale mais de sens opposé entre la tête et l'œil, permettant à la rétine de stabiliser l'image.

Une diminution du gain VOR est observée à la fois dans un dysfonctionnement vestibulaire unilatéral et bilatéral.

La récupération d'un gain après une lésion est variable, et si les compensations complètes existent on n'observe pas de changement au niveau du gain (il reste anormal).

La mesure du gain est une mesure sensible des lésions vestibulaires périphériques.

IV. Potentiels évoqués myogéniques d'origine vestibulaire (PEMV)

Le PEMV est un test utilisant l'électrophysiologie dans le but d'examiner la fonction otolithique. Il teste le réflexe vestibulo-colique qui consiste en une inhibition du sterno-cléido-mastoïdien ipsilatéral après une stimulation sonore. Ce réflexe est d'origine sacculaire.

Un réflexe semblable a été décrit au niveau oculaire avec une réponse du muscle oblique inférieur de l'œil.

	<p>Ce test est le seul permettant un examen du saccule et du nerf vestibulaire inférieur.</p> <p>La réponse diminue avec l'âge et ce réflexe n'est pas observé chez tous les individus.</p> <p>V. Verticale visuelle subjective dynamique (VVSD) :</p> <p>Il s'agit d'un autre test de la fonction otolithique. C'est l'utricule qui est testé.</p> <p>Lors du test statique (effectué dans le noir), les sujets sains sont capables d'aligner la barre avec une précision inférieure à 2°.</p> <p>Lors d'une lésion périphérique ou centrale, on observera une déviation de la barre du côté de la lésion (le haut de la barre).</p> <p>L'ajout d'une rotation excentrique permet d'améliorer la sensibilité du test aux lésions vestibulaires unilatérales.</p> <p>La rotation permet de soumettre un vestibule à la pesanteur pendant que l'autre subit en plus une force centrifuge.</p> <p>Les patients ayant une lésion unilatérale ou bilatérale présenteront une asymétrie ou une réduction bilatérale de la déviation de la verticale.</p> <p>Le test statique permet quant à lui de diagnostiquer une lésion de l'utricule, du nerf vestibulaire ou du noyau vestibulaire.</p>
<p>Commentaires ou questionnaire secondaire</p>	<p>Présente les différents tests utilisés dans notre étude comme critères d'inclusion.</p> <p>Attention la VVSD est différente du protocole mis en place.</p>

Auteur	WALTHER, L. E. et WESTHOFEN, M
Titre	Presbyvertigo-aging of otoconia and vestibular sensory cells.
Type de document	Revue bibliographique
SOURCE (revue, éditeur)	Journal of Vestibular Research, vol. 17, no 2,
Date de parution	2007
Nombre de pages (n° de page)	p. 89-92 (4 pages)
Plan de l'article	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction 2. Aging process of otoconia: Animal studies 3. Aging process of otoconia: Studies in humans 4. Age-related changes of sensory epithelia 5. Vestibular function testing of age-related balance disorders 6. Therapeutical aspects of vestibular disorders in the elderly 7. Conclusion
Éléments en lien avec la problématique	Mots-clés : dégénérescence, otoconies, cellules ciliées.
	<p>3. Aging process of otoconia: Studies in humans</p> <p>Le volume et le nombre d'otoconies dans les macules utriculaire et sacculaire est significativement réduit chez les personnes âgées comparativement aux personnes jeunes. Une diminution du nombre d'otoconies a été mise en évidence sur de nombreux os temporaux. Ce phénomène a été décrit comme physiologique chez l'humain à partir de l'âge de 50 ans. Le phénomène augmente ensuite avec l'âge.</p> <p>4. Age-related changes of sensory epithelia</p> <p>Il a été montré sur 19 macules utriculaires d'individus de 70 à 95 ans une réduction de 21 % du nombre de cellules ciliées comparativement à un groupe contrôle. Le même type de résultats a été retrouvé pour la macule sacculaire.</p> <p>6. Therapeutical aspects of vestibular disorders in the elderly</p> <p>Les exercices d'équilibre aideraient à améliorer les performance des composants neuro-musculaires, tel que la coordination et le temps de réaction. La rééducation vestibulaire permet, même chez des personnes âgées, de mettre en jeu la plasticité cérébrale. Des exercices d'équilibre régulier permettraient une diminution d'environ 50 % du risque de chute chez les patients âgés. Ceci permettrait d'importantes réductions des coûts socio-économiques.</p> <p>7. Conclusion</p> <p>Chez les animaux comme chez l'homme on observe des changements liés à l'âge touchant les otoconies et les cellules sensoriels.</p>

	<p>L'étude des os temporaux humains a mis en évidence la réduction du nombre d'otoconies chez les sujets âgés. Idem pour le nombre de cellules ciliés. La dégénérescence et la perte des otoconies semblent être un phénomène normal lié à l'âge.</p>
<p>Commentaires ou questionnement secondaire</p>	<p>Présente les phénomènes de dégénérescence de la fonction otolithique. Ces données permettraient d'expliquer l'augmentation de la déviation observée lors des mesures de la verticale visuelle subjective dynamique chez les personnes plus âgées.</p>